



**T.C
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ACİL TIP ANABİLİM DALI**

**ULTRASONOGRAFİ İLE İNFERİOR VENA CAVA ÇAPI
ÖLÇÜMÜ İLE SANTRAL VENÖZ BASINÇ ÖLÇÜMÜ
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN SAPTANMASI**

Dr. Serenat ÇİTİLCİOĞLU

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Ahmet SEBE

ADANA - 2011

TEŞEKKÜR

Tez hazırlığı boyunca bana yol gösteren, desteklerini esirgemeyen başta tez danışmanım Doç. Dr. Ahmet SEBE olmak üzere, Acil Tıp Uzmanlığı eğitimim süresince çalışmalarına eğitici ve öğretici kişiliğı ile yön veren, eğitimime önemli katkılar sağlayan Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Yüksel GÖKEL'e, öğretim üyeleri Doç. Dr. Zeynep KEKEÇ'e, Çocuk Acil Tıp Sorumlu Öğretim Görevlisi Prof. Dr. H. Levent YILMAZ'a, uzmanlık eğitimime katkılarında dolayı Doç. Dr. Salim SATAR'a, birlikte çalıştığımız tüm asistan arkadaşlarıma, hemşire arkadaşlarıma ve diğer bütün klinik çalışanlarına teşekkür ederim.

Tezimde katkıları olan Biyoistatistik Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr Refik BURGUT'a, Dahiliye Yoğun Bakım Sorumlusu Doç. Dr. Emre KARAKOÇ'a teşekkür ederim.

Ayrıca beni bugünlere getiren aileme, tezimin her aşamasında bana yardımcı olan canım kardeşim Nursima'ya, her zaman desteğini gördüğüm ve her zaman yanımda olan sevgili eşim Murat'a, asistanlık sürem içerisinde hayatıma güneş gibi doğan oğlum Yiğit Murat'a sonsuz teşekkürler...

Dr. Serenat ÇİTİLCİOĞLU

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	I
TABLO LİSTESİ.....	V
ŞEKİL LİSTESİ.....	VI
KISALTMA LİSTESİ.....	VII
ÖZET ve ANAHTAR KELİMELER.....	IX
ABSTRACT and KEY WORDS	X
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Santral Venöz Kateterizasyon	2
2.1.1. Santral Venöz Kateterler	2
2.1.1.1. Tünelsiz Santral Venöz Kateterler	3
2.1.1.2. Tünelli Santral Venöz Kateterler	3
2.1.1.3. Pulmoner Arteriyel Kateterler	3
2.1.1.4. İmplant Kateterler.....	3
2.1.2. Santral Venöz Kateter Disfonksiyonu	4
2.1.2.1. Fibrin Kılıf Oluşumu	5
2.1.2.2. Kateter Malpozisyonu	5
2.1.2.3. Kateter Sıkışma ve Kopması (‘Pinch-off’ Sendromu).....	5
2.1.2.4. Çökelti ve Pıhtı Oluşumu	5
2.1.3. Santral Venöz Kateter Komplikasyonları	6
2.1.4. Santral Venöz Kateter Girim Yolları.....	6
2.1.4.1. Subklavian Ven.....	8
2.1.4.1.1. Anatomi.....	8
2.1.4.1.2. Hasta Hazırlığı ve Pozisyonu	9
2.1.4.1.3. Teknik	9
2.1.4.1.4. Komplikasyonlar.....	9
2.1.4.1.5. SKV Yoluna Özgü Pratik Problemler.....	10
2.1.4.2. İnternal Juguler Ven.....	10
2.1.4.2.1. Anatomi.....	10
2.1.4.2.2. Hasta Hazırlığı ve Pozisyonu	11
2.1.4.2.3. Teknik	11
2.1.4.2.4. Komplikasyonlar.....	11
2.1.4.2.5. Pratik Problemler	11
2.1.4.3. Eksternal Juguler Ven	12
2.1.4.3.1. Anatomi.....	12
2.1.4.3.2. Hasta Hazırlığı ve Pozisyonu	12
2.1.4.3.3. Teknik	12
2.1.4.3.4. Komplikasyonlar.....	13
2.1.4.3.5. Pratik Problemler	13
2.1.4.4. Femoral Ven	13
2.1.4.4.1. Anatomi.....	13

2.1.4.4.2. Hasta Hazırlığı ve Pozisyonu	14
2.1.4.4.3. Teknik	14
2.1.4.4.4. Komplikasyonlar	14
2.1.4.4.5. Pratik Problemler	14
2.1.4.5. Kol Venleri	15
2.1.4.5.1. Anatomi	15
2.1.4.5.2. Hasta Hazırlığı ve Pozisyonu	15
2.1.4.5.3. Teknik	16
2.1.4.5.4. Komplikasyon	16
2.1.4.5.5. Pratik Problemler	16
2.2. Santral Venöz Basınç	16
2.2.1. Santral Venöz Basınç Ölçüm Yöntemleri	17
2.2.2. Santral Venöz Basınç İzlenmesi Gerekli Durumlar	18
2.2.3. Santral Venöz Basınç Trasesi	18
2.2.3.1. Santral Venöz Basınç Trasesindeki Dalga Komponentleri	19
2.3. Mekanik Ventilasyon	22
2.3.1. Normal Solunum Sırasında Solunum Mekanikleri	22
2.3.2. Mekanik Ventilasyon Endikasyonları ve İlkeleri	22
2.3.3. Temel Mekanik Ventilasyon Parametreleri ve Başlangıç Ayarları	23
2.3.3.1. Tidal Volüm	23
2.3.3.2. Solunum Sayısı	24
2.3.3.3. FiO ₂	24
2.3.3.4. İnspirasyon Akış Hızı	24
2.3.3.5. İnspirasyon Akış Biçimi	25
2.3.3.6. Tetikleme Duyarlılığı	25
2.3.4. Temel Mekanik Ventilasyon Modları	26
2.3.4.1. Kontrollü Mekanik Ventilasyon	26
2.3.4.2. Yardımlı-Kontrollü Mekanik Ventilasyon	26
2.3.4.3. Eş Zamanlı Aralıklı Zorunlu Ventilasyon	27
2.3.4.4. Aralıklı Zorunlu Ventilasyon	27
2.3.4.5. Basınç Destekli Ventilasyon	28
2.3.4.6. Ters Oranlı Mekanik Ventilasyon	28
2.3.4.7. Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı	29
2.3.4.8. PEEP	30
2.4. İntra Abdominal Basınç	30
2.4.1. İntra Abdominal Hipertansiyon	31
2.4.1.1. Etyoloji ve Risk Faktörleri	31
2.4.2. İntra Abdominal Basınç Ölçümü	31
2.5. Ultrason	32
2.5.1. Tarihçe	32
2.5.2. Temel Prensipler	32
2.5.2.1. Sesin Hızı	33
2.5.2.2. Frekans ve Dalga Boyu	33
2.5.2.3. Amplitüd (Büyüklik), Şiddet ve Güç	34
2.5.2.4. Atenüasyon	34
2.5.2.5. Akustik İmpedans	35
2.5.2.6. Yansıma	35
2.5.2.7. Saçılma	35

2.5.3. Ultrasonografide Görüntü Metodları	36
2.5.4. Transduserler	36
2.6. Vena Cava İnferyor Çapının Ultrasonografik Olarak Görüntülenmesi ve Ölçümü	37
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	39
4. BULGULAR.....	41
4.1. Tüm Hastalarda Cinsiyete Göre Sayısal Değerleri.....	41
4.2. Tüm Hastalarda Yaşa Göre Sayısal Değerleri	41
4.3. Tüm Hastaların Tanılarına Göre Sayısal Değerleri.....	42
4.4. Tüm Hastaların Kateter Tiplerine Göre Sayısal Değerleri	42
4.5. Tüm Hastaların Solunum Tiplerine Göre Sayısal Değerleri.....	42
4.6. Tüm Hastaların Sistolik Basınç, Diastolik Basınç, Nabız Değeri Ortalamaları ..	43
4.7. Spontan Solunuma Sahip Hastalarda Ekspiriumda USG ile Ölçülen VCI Çapı ve Ekspiriumda Ölçülen Santral Venöz Basınç Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi.....	43
4.8. Mekanik Ventilasyon ile Solunum Yapan Hastalarda Ekspiriumda USG ile Ölçülen VCI Çapı ve Ekspiriumda Ölçülen Santral Venöz Basınç Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi.....	45
5. TARTIŞMA	47
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	57

TABLO LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Sık Kullanılan Santral Venöz Kateter Tipleri.....	4
Tablo 2. Kateter Disfonksiyonuna Yol Açan Nedenler	4
Tablo 3. Santral Venöz Kateter Komplikasyonları ve Aralıkları	6
Tablo 4. Santral Venin Seçimine Etkide Bulunan Faktörler.....	7
Tablo 5. Santral Venöz Kateterizasyonda Kullanılan Değişik Venöz Yolların Avantaj ve Dezavantajları.....	8
Tablo 6. Santral Venöz Basınç Ölçüm Yöntemleri.....	17
Tablo 7. Santral Venöz Basınç Dalga Trasesi Komponentleri	19
Tablo 8. Tüm Hastalarda Cinsiyete Göre Sayısal Değerler	41
Tablo 9. Tüm Hastalarda Yaşa Göre Sayısal Değerler	41
Tablo 10. Tüm Hastaların Tanıları ve Yüzdeler Dağılımı.....	42
Tablo 11. Tüm Hastaların Kateter Tipleri, Sayı ve Yüzdeler Dağılımı.....	42
Tablo 12. Tüm Hastaların Solunum Tipleri, Sayı ve Yüzdeler Dağılımı	42
Tablo 13. Tüm Hastaların Sistolik Basınç, Diastolik Basınç, Nabız Değeri Ortalamaları, Standart Sapması, Minimum ve Maksimum Değerleri	43
Tablo 14. Spontan Solunuma Sahip Hastalarda Ekspiriumda USG ile Ölçülen VCI Çapı ve Ekspiriumda Ölçülen Santral Venöz Basınç Arası Korelasyon.....	43
Tablo 15. Mekanik Ventilasyon ile Solunum Yapan Hastalarda Ekspiriumda USG ile Ölçülen VCI Çapı ve Ekspiriumda Ölçülen Santral Venöz Basınç Arası Korelasyon.....	45

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Normal santral venöz basınç dalgası.....	19
Şekil 2. Kardiyak aritmilerin sebep olduğu santral venöz basınç trasesi değişiklikleri. A: Atrial fibrilasyon, B: Atrioventrikuler disosiyasyon, C: Ventrikuler pacemaker	20
Şekil 3. Triküspid kapak hastalıklarına bağlı santral venöz basınç değişiklikleri. A: triküspid yetmezliği, B:triküspid stenozu.	21
Şekil 4. Spontan solunuma sahip hastalarda ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ve ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasındaki korelasyon diyagramı	44
Şekil 5. Mekanik ventilatör ile solunum yapan hastalarda ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ve ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasındaki korelasyon diyagramı	45

KISALTMA LİSTESİ

Ç.Ü.T.F.	: Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi
VCI	: Vena Kava Inferior
İJV	: İnternal Juguler Ven
SCV	: Subclavian Ven
FV	: Femoral Ven
Hz	: Hertz
MHz	: Megahertz
USG	: Ultrasonografi
C	: Ses hızı
F	: Frekans
Pa	: Paskal
I	: Ses dalgasını şiddeti
W	: Watt
m²	: Metrekare
dB	: Desibel
cm	: Santimetre
CVP	: Santral Venöz Basınç
ART	: Atrial Basınç Trasesi
EKG	: Elektrokardiogram
MV	: Mekanik Ventilasyon
İMV	: İnvaziv Mekanik Ventilasyon
NİMV	: Noninvaziv Mekanik Ventilasyon
VT	: Tidal Volüm
I/E	: İspirasyon/ Ekspirasyon
PIP	: İspirasyon Basıncının Tepe Değeri (Peak Inspiratory Pressure)
PAP	: Hava Yolu Tepe Basıncı (Peak Airway Pressure)
PP	: Hava Yolu Plato Basıncı (Plateau Pressure)

PAW	: Ortalama hava yolu basınçları (mean airway pressure)
PEEP	: Ekspirasyon sonu akciğer Volümü (Positive End-Expiratory pressure)
V	: İspirasyon Akış Hızı
TI	: İspirasyon Süresi
VE	: Dakika Ventilasyon
CMV	: Kontrollü Mekanik Ventilasyon
A/C, Assist CMV	: Yardımlı-Kontrollü Mekanik Ventilasyon
SIMV	: Eş Zamanlı Aralıklı Zorunlu Ventilasyon
IMV	: Aralıklı Zorunlu Ventilasyon
PS	: Basınç Destekli Ventilasyon
IRV	: Ters Oranlı Mekanik Ventilasyon
PCVIRV	: Basınç-hedefli Ters Oranlı Ventilasyon
VCVIRV	: Volüm-hedefli Ters Oranlı Ventilasyon
CPAP	: Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı
EPAP	: Ekspirasyon Sonu Pozitif Havayolu Basıncı
İAB	: İntra Abdominal Basınç
İAH	: İntra Abdominal Hipertansiyon
MB	: Mesane Basıncı
SS	: Standart Sapma
KOAH	: Kronik Obstruktif Akciğer Hastalığı
GİS	: Gastrointestinal Sistem
SLE	: Sistemik Lupus Eritematozis
Min	: Minimum
Max	: Maksimum

ÖZET

Ultrasonografi İle İinferior Vena Cava Çapı Ölçümü İle Santral Venöz Basınç Ölçümü Arasındaki İlişkinin Saptanması

Amaç: Acil servise başvuran hastalar için intravasküler volüm durumunun tespiti çok önemlidir. Biz çalışmamızda USG (ultrasonografi) cihazı yardımıyla noninvaziv olarak ölçülen vena kava inferior çapı (VCI) çapı ile santral venöz basınç (CVP) arasındaki ilişkinin saptanması ve hastanın volüm durumunun değerlendirilmesinde vena kava inferior çapını yol gösterici bir metod olarak sunmayı amaçladık.

Materyal ve Metod: Çalışmamız Ocak 2011-Eylül 2011 tarihleri arasında Acil Tıp Anabilim dalında subclavian vene veya internal juguler vene santral venöz katater takılmış olan 18 yaş üzeri 45 hasta üzerinde yapıldı. Vena kava inferior çapı ultrasonografi cihazı hem inspirasyon hem de ekspirasyon fazında ölçülerek milimetre cinsinde kaydedildi. Santral venöz basınç ölçümü monitorda izlendi ve mmHg olarak kaydedildi.

Bulgular: Hastaların 24'ü erkek (% 53,3), 21'i kadındı (% 46,7). Yaş ortalaması $58,3 \pm 17,43$ yıl olarak hesaplandı. Spontan solunuma sahip hastalarda ekspiriumda ultrasonografi ile ölçülen vena kava inferior çapı ve ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edildi. Mekanik ventilatör ile solunum yapan hastalarda ekspiriumda ultrasonografi ile ölçülen vena kava inferior çapı ile ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edildi.

Sonuç: Spontan solunuma sahip hastalarda ekspiriumda ultrasonografi ile ölçülen vena kava inferior çapı çapının volüm durumunun tespiti için kullanılabileceği tespit edildi.

Anahtar Sözcükler: Abdominal basınç, ekspiratuvar santral venöz basınç, ekspiratuvar vena kava inferior çapı, mekanik ventilatör ile solunum, spontan solunum.

ABSTRACT

Determining The Relationship Between The Measurement Of The Inferior Vena Cava Diameter With Ultrasonography And Central Venous Pressure Measurement

Aim: Determining the intravascular volume situation is very important for the patients admitted to the emergency department. We, here in our study, intended to present vena cava inferior diameter as an instructive method in determination of the relationship between the inferior vena cava diameter tested as non-invasive with the help of ultrasonography device and central venous pressure, and in determination of volume situation of the patient.

Material and Method: Our study was applied on 45 patients over 18 years, who were operated subclavian vein or internal jugular vein central venous catheterization in academic emergency service, between January 2011 – September 2011. Inferior vena cava diameter was measured both in expiration and inspiration phases with ultrasonography device and recorded in millimeter. Central venous pressure was observed on monitor and recorded as mmHg.

Findings: 24 (53.3%) of the patients were male and 21 (46.7%) were female. The age average was calculated as $58,3 \pm 17,43$ years. It has been confirmed that there is a meaningful relationship between the vena cava inferior diameter measured with ultrasonography in expirium and central venous pressure scaled in expirium in patients with spontaneous breathing. It is confirmed that there is no significant relationship between the vena cava inferior diameter measured with ultrasonography and central venous pressure scaled in expirium in patients breathing with mechanical ventilator in expirium.

Conclusion: It has been found that vena cava inferior diameter measured with ultrasonography in expirium in patients with spontaneous breathing may be benefitted for the determination of volume situation.

Keywords: Abdominal pressure, breathing with mechanical ventilator, expiratory central venous pressure, expiratory inferior vena cava diameter, spontaneous breathing.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Acil servise başvuran hastalar için intravasküler volüm durumunun tespiti çok önemlidir. İnvasküler volüm, fizik muayene, laboratuvar sonuçları veya sofistifike hemodinamik izlem teknikleri vasıtasıyla değerlendirilebilir. Acil servise gelen hastalarda volüm gereksinimini tespit edilmesi amacıyla invaziv ve noninvaziv yöntemler kullanılmaktadır. Fakat tedaviyi yönlendirmede her zaman geçerli kesin bir non invaziv yöntem bulunmamaktadır.

Bu yöntemler;

İnvaziv: pulmoner arteriyel ve kapiller wedge basınç ölçümü, santral kateter takılmasıyla CVP ölçümü, arteriyel kan basıncı ölçümü.

Non invaziv: İdrar volümü değerlendirilmesi, laboratuvarında BUN, kreatin değerlerinin ölçümü, fizik muayene (deri turgoru, müköz membranların hidrasyonu, periferik nabızın palpasyonu, dinlenme durumu kalp hızı ve kan basıncı, bunların ortostatik değişimleri, idrar miktarı)

Acil servis hastaları içinde volüm durumunun tespit edilmesi sepsis, septik şok, kalp yetmezliği kliniği olanlarda, akut veya kronik böbrek yetmezliğinde, hipotansiyon yapan diğer durumlarda (sağ kalp yetmezliği, hipovolemi, pulmoner emboli, kalp tamponandı, tansiyon pnömotoraks, myokard infaktüsü, anafeksi, spinal şok, antihipertansif zehirlenmesi gibi vazodilatasyona bağlı hipotansiyon) sıvı alımının yetersiz olduğu durumlar gibi bir çok durumda santral venöz basınç ölçümü klinisyene tedavi ve takipte yön vermek açısından değerli parametredir. Bu ölçümün yapılabilmesi için santral venöz kateter takılması gibi invaziv bir yöntem gerekmektedir. Hemodinamik monitorizasyon için noninvasiv metod olarak yatakbaşı ultrasonografi kullanımı acil servis klinisyenleri, için yararlı bir yöntem olabilir.

Bizim çalışmamızın amacı USG cihazı yardımıyla noninvaziv olarak ölçülen Vena Kava Inferior Çapı ile santral venöz basınç arasındaki ilişkinin saptanması ve hastanın volüm durumunun değerlendirilmesinde vena cava inferior çapını yol gösterici bir metod olarak sunmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Santral Venöz Kateterizasyon

Santral venöz kateterler; ucu kalbe, kalbin yakınına, büyük damarların birine veya yakınına uzanan damar içi aletlerdir.

Santral venöz kateterizasyonun, günümüzde önemli bir yeri ve yaygın bir uygulama alanı vardır. Özellikle acil servisler santral venöz girişimlerin sık uygulandığı geniş hasta popülasyonu olan kliniklerdir. Kardiyak fonksiyonları yeterli olan olgularda büyük sıvı şiftleri ve kan kaybı beklenen major operatif girişimlerde, idrar akımının yetersiz olduğu olgularda, intravasküler volümün değerlendirilmesinde santral venöz kateterizasyon endikasyonu vardır. Ayrıca vazoaktif veya iritan ilaçların kullanılmasında, periferik intravenöz yolların yetersiz olduğu durumlarda, intravenöz sıvıların hızlı infüzyonunda, parenteral alimentasyonda, sık terapötik plazmaferezis gerekliliğinde, transvenöz pacemaker yerleştirilmesinde de santral venöz kateterizasyon endikasyonu vardır. Ayrıca hemodiyaliz, hemodinamik monitörizasyon ve major cerrahi için de santral venöz kateterizasyon uygulanmaktadır. ¹ Perkütan yolla yerleştirilecek santral venöz kateter için sıklıkla; internal juguler ven (İJV), subklavian ven (SCV) ve femoral ven (FV) kullanılmaktadır. ² Santral venöz kateterizasyonda çeşitli komplikasyonlar gelişebilmektedir. Bunlar arasında; pnömotoraks, hemotoraks, venöz tromboz, vertebral ve servikal arter yaralanmaları, arter ponksiyonu, kanama, aritmi, kateter tıkanması veya kateter kırılması gibi kateter disfonksiyonu, enfeksiyon, kardiyak tamponad, solunum yolu obstrüksiyonu ve şilotoraks sayılabilir. ^{3,4} Kullanılacak olan her giriş yerinin kendisine özgü bir takım avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. ⁵

2.1.1. Santral Venöz Kateterler

Santral venöz kateterlerin tünelli ve tünelsiz olmak üzere farklı tipleri vardır.

2.1.1.1. Tünelsiz Santral Venöz Kateterler

Subklavian, juguler, femoral venler gibi santral venlere perkutan yolla takılan ve uzunluğu 8 cm'den büyük olan kateterlerdir. Kısa süreli (1–14 gün) kullanım için oldukça uygundur. Yatak başında Seldinger tekniği yardımıyla uygulanabilir. Yoğun bakım ünitelerinde en sık kullanılan damar içi aletler olan tünelsiz santral venöz kateterler, enfeksiyonların çoğundan sorumludur. ⁶

2.1.1.2. Tünelli Santral Venöz Kateterler

Subklavian, internal juguler, femoral venlere cerrahi olarak yerleştirilen ve uzunluğu 8 cm'den büyük olan kateterlerdir.

Uzun süreli (>14 gün) kullanım için uygun olan bu kateterlerin; Hickman, Broviac, Groshong, Quinton gibi değişik örnekleri vardır. ⁶ Hedef vene uygulanan bir tünelli santral Venöz kateter, kateterin giriş noktasına dek cilt altında seyreder. Bu kateterleri kaplayan kılıflar, katetere doğru fibroz doku oluşumuna olanak verir ve kateter yüzeyi boyunca mikroorganizmaların göç etmesini engeller. Tünelli santral venöz kateterler, enfeksiyon bakımından daha az risklidir. ⁷

2.1.1.3. Pulmoner Arteriyel Kateterler

Santral venlere (subklavian, juguler, femoral venler) takılan ve uzunluğu 30 cm'den büyük olan pulmoner arteriyel kateterler, daha çok hemodinamik incelemeler için kullanılır. ⁸

2.1.1.4. İmplant Kateterler

Tümüyle deri altına yerleştirilen ve uzunluğu 8 cm'den büyük olan kateterlerdir. Uzun süreli kullanım için oldukça uygun olan bu kateterler, Port-a-Cath veya MediPort gibi marka adlarıyla anılır. Çoğunlukla internal juguler veya subklavian vene yerleştirilen implant kateterlerin “port” adı verilen ve deri altına yerleştirilen küçük hazneleri vardır. Hedef vene uygulanan bir tünelli santral Venöz kateter, kateterin giriş noktasına veya kateter haznesine dek cilt altında seyreder. Kateter haznesinin üzerinde, altına yerleştirildiği deri parçasını delen ve silikondan imal edilen bir zar bulunmaktadır. Bu silikon zara yerleştirilen bir iğne yardımıyla deri altındaki kateter haznesine gerekli tedaviler verilir. Enfeksiyon bakımından en az risk taşıyan kateter

türü olan implante kateterlerde, özel bir bakıma gereksinim duyulmasa da kateterin çıkarılması için cerrahi müdahale gerekmektedir.⁹

Günümüzde kullanılmakta olan kateter tipleri ve özellikleri Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Sık Kullanılan Santral Venöz Kateter Tipleri

Kateter Tipi	Ortalama Kalış Süresi	Özellikleri / Kullanım Yeri / Amacı
Tünelsiz-Santral Femoral Subklavian Juguler	5 gün 1–2 hafta 2 hafta	Aralıklı ve düşük akımlı infüzyon Acil servis ve yoğun bakım birimleri
Tünelsiz-Periferik	Ortalama 12 hafta	Oksijen basıncı takibi Santral Venöz basınç takibi intraVenöz infüzyon
Tünelli-Santral (Hickman, Broviac, Groshong, Quinton)	12–36 hafta	Sık ve yüksek akımlı infüzyon- aspirasyon Böbrek yetmezlikli hastalar Diyaliz erişim yolu
İmlante (Mediport, Infus-a-Port, Port-a-Cath)	>36 hafta	Aralıklı ve düşük akımlı infüzyon Onkoloji hastaları ilac infüzyonu (analjezik, kemoterapotik vb)

2.1.2. Santral Venöz Kateter Disfonksiyonu

Kateter lümeninden infüzyon ve aspirasyonun güçlüğüle yapılması veya yapılamaması olarak tanımlanır. Önceleri çıkartılmak zorunda kalınan disfonksiyonel kateterler, girişimsel radyolojik tekniklerin gelişmesiyle başarılı şekilde tekrar çalışabilir hale getirilebilmektedir.¹⁰ Kateter disfonksiyonuna yol açan nedenler, Tablo 2’de özetlenmiştir

Tablo 2. Kateter Disfonksiyonuna Yol Açan Nedenler

Mekanik	Hasta ile ilgili	Kateter bakım hataları	Kateter enfeksiyonu
Fibrin kılıf oluşumu	Santral ven stenozu	Pıhtılar	Erken enfeksiyon
Malpozisyon	Santral ven trombozu	İlac artıkları	Geç enfeksiyon
Sıkışma /Kopma	Santral ven tıkanıklığı	çökeltiler	

2.1.2.1. Fibrin Kılıf Oluşumu

Santral venöz kateter yerleştirildikten 24 saat sonra fibrin kılıf oluşmaya başlar. Fibrin kılıfın tipik bulgusu, infüzyon işlemi rahatlıkla yapılıyorken aspirasyon işleminin yapılamamasıdır. Kateterografide fibrin kılıf nedeniyle kateterin distal ucunda dolum defekti meydana gelir. Oluşan fibrin kılıf öncelikle fibrinolitik ajanlarla çözülmeye çalışılır.¹¹

2.1.2.2. Kateter Malpozisyonu

Santral venöz kateterlerin hatalı yerleştirilmesi sonucu birincil malpozisyonlar gelişirken, toraks içindeki anatomik pozisyon ve basınç değişiklikleri sonucu ikincil malpozisyonlar ortaya çıkar. Santral venöz kateterlerin distal ucu için ideal konum, atriokaval bileşkedir. Yanlış yerleştirilmiş kateterin distal ucu; damar dışında, arter içinde, uygun venin subintimal kısmında veya uygun olmayan bir venin içinde (sıklıkla internal juguler; bazen subklavian, brakiosefalik veya azigos venler) olabilir.¹²

Kateter uygulamalarının % 2'sinde görülen malpozisyon olgularına, konvansiyonel grafilerle kolayca tanı konulur. Şüphe halinde venografi ve kateterografi yapılabilir.¹³

2.1.2.3. Kateter Sıkışma ve Kopması ('Pinch-off' Sendromu)

Subklavian ven kateterizasyonu sonrası, birinci kosta ile klavikula ve subklavius kası ile kostoklavikular ligament arasında sıkışan kateter "pinch-off" sendromuna neden olur. Ven medialinden yerleştirilen kateter, kostoklavikular bileşkeyi venin dışında geçer ve kemik-kas-ligament kompleksi arasında sıkışır. Sıkışan kateter zamanla parçalanır. Sendromun tipik bulgusu, kolun pozisyonunun değiştirilmesiyle ortadan kalkan infüzyon güçlüğüdür.¹⁴

2.1.2.4. Çökelti ve Pıhtı Oluşumu

İnfüzyondan birkaç gün önce hazırlanan beslenme çözeltilerinin ve yağlı emulsiyonların yanı sıra kalsiyum tuzları ve sodyum bikarbonat da kateter lümeni içinde çökelti oluşumuna neden olur. Kateter lümeninin yıkanmaması ve heparinle birlikte uyumsuz antibiyotiklerin kateter yoluyla verilmesi, çökelti ve pıhtı oluşumunu tetikler. Çökeltiler aniden meydana gelirken pıhtılar yavaş oluşur. Her kullanımdan sonra kateter

lümeninin uygun çözeltilerle basınçlı olarak yıkanması, çökelti ve pıhtı oluşumunu önler.¹⁵

2.1.3. Santral Venöz Kateter Komplikasyonları

Erken ve geç olmak üzere ikiye ayrılır. Erken komplikasyonlar arasında aritmiler, kalp odacık hasarı, damar-sinir hasarı, pnömotoraks, hemotoraks, lokal kanama ve hematoma yer alır. Geç komplikasyonlar ise santral venöz kateter kullanımı sırasında ve kateterin gereksiz veya yanlış kullanımı sonucu ortaya çıkan enfeksiyon, tromboz, tıkanıklık, pulmoner emboli ve postflebitik sendromdur.^{16,17} Santral venöz kateter komplikasyonları ve sıklıkları Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 3. Santral Venöz Kateter Komplikasyonları ve Aralıkları

Erken Komplikasyon Sıklık ve Aralık (%)	Gec Komplikasyon Sıklık ve Aralık (%)		
Aritmi	% 13	Enfeksiyon	% 4-38
Damar/Sinir hasarı	% 2.8-3.8	Embolizasyon	% 3
Hava embolisi	% 1.1-1.5	Tıkanıklık	% 7.4
Pnomotoraks	% 1-1.8	Tromboz	% 41 (% 12-74)
Lokal travma	% 1.5	Belirti vermeyen	% 29 (% 5-62)
Lokal kanama	% 1.1-1.2	Belirti veren	% 12 (% 5-41)
Uygulamada başarısızlık	% 1.2	Postflebitik sendrom	% 15-35
Kalp odacık hasarı	% 0.5	Pulmoner embolizasyon	% 11 (% 7-31)
		Belirti vermeyen	% 5 (% 3-15)
		Belirti veren	% 6 (% 3-14)

2.1.4. Santral Venöz Kateter Girim Yolları

Santral venöz yol kalbe direkt katılan bir vane kateter yerleştirilmesidir.¹⁸

Santral venöz kateterizasyon için temel endikasyonlar şunlardır.¹⁸

1. Santral venöz basınç ölçümü
2. Uzun süreli tedavi: haftalar, aylar veya yıllar
3. Yüksek konsantrasyonlu sıvı ve ilaçların verilmesi
 - a. Total parenteral beslenme
 - b. İrritan ilaçlarla kemoterapi
 - c. Yüksek konsantrasyonlu antibiyotik solüsyonları
4. Tekrarlayan kan ve kan ürünleri kullanımı
5. Hemodiyaliz, plazmaferez

6. Tekrarlayan venotomiler

7. Daha önceki yoğun tedavi, cerrahi ve doku hasarına bağlı periferel venöz yolların yokluğu

Kateter takılabilecek birkaç santral ven ve bunların her biri için farklı teknikler vardır. Bu venler eksternal juguler ven hariç sıklıkla derinde yerleşirler ve lokalizasyonları görmeden ya da ultrasonografi eşliğinde yapılır. ¹⁸

Venöz kateterizasyonda kullanılabilecek venler şunlardır. ¹⁸

1. İnternal juguler ven

2. Eksternal juguler ven

3. Subklaviyan ven

4. Kol venleri (antekübital, sefalik, bazilik)

5. Femoral ven

6. Nadir kullanılan diğer yollar: portal ven, inferior vena kava, hepatik venler, internal mammarian venler, skalp venleri, pudental ven, gonadal venler, inferior epigastrik ven, interkostal venler ve azigos veni.

Tablo 4'te kateterize edilecek venin seçimine etki eden faktörler ve Tablo 5'te ise bu yolların avantaj ve dezavantajları özetlenmiştir. ¹⁸

Tablo 4. Santral Venin Seçimine Etkide Bulunan Faktörler

Hasta	Kateterin kalış süresi (kısa, orta ve uzun dönem) Venin istenen amaç için uygunluğu (CVP ölçümü için kateter toraks içinde olmalıdır)
Operatör	Tekniğe dair bilgi ve pratik deneyim
Teknik özellikler	Ven kanülasyonundaki başarı oranı Kateterin santral yerleştirilmesindeki başarı oranı Komplikasyon oranı Değişik yaş gruplarına uygulanabilirlik Öğrenme kolaylığı Kör veya görüntüleme eşliğinde ponksiyon
Mevcut ekipman	Uygun cihazların varlığı Fiyat

Tablo 5. Santral Venöz Kateterizasyonda Kullanılan Değişik Venöz Yolların Avantaj ve Dezavantajları

	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Kol venleri	Girimi basit, ven görünür ve palpe edilebilir Yakın vital organ yok Hasta konforu iyi	Santral venlere ulaşmada yetersizlik Yüksek tromboz insidansı Maksimum infuzyon, düşük hız
İnternal juguler ven	Kateterizasyonu basit Santral venlere doğrudan katılım Yüksek akım hızı, düşük tromboz riski Düşük pnömotoraks riski	Göğüs duvarında tünel açma daha zor
Subklavian ven	Hasta konforu daha iyi Düşük uzun dönem komplikasyonları	Giriş yolu kıvrımlı Kanulasyon daha zor Akut komplikasyonlar daha sık (pnömotoraks, hemotoraks, sinir hasarı)
Femoral ven	Yüksek akım hızı, diyaliz için uygun Kolay yerleştirme	Enfeksiyon ve tromboz oranı yüksek Obez hastalarda yerleştirme zor

2.1.4.1. Subklavian Ven

Subklavian ven (SKV) geniş çaplı bir vendir (yetişkinlerde 1-2 cm). Ancak ağır soğuktaki hastalarda eksternal juguler ven veya venöz cut-down kullanılması daha güvenilir olabilir. Baş hareketlerinden etkilenmemesi nedeniyle bilinçli hastalarda ve servikal zedelenme kuşkusu olan travma hastalarında sıklıkla tercih edilir. Kateterizasyonda başarı oranı yüksek olmasına rağmen diğer yollara göre ciddi komplikasyon oranı daha yüksektir. Pıhtılaşma bozukluğu olan hastalarda, kazara girilmesi halinde arter kompresyonu zor olduğu için, ponksiyondan kaçınılmalıdır.¹⁸

2.1.4.1.1. Anatomi

SKV supraklaviküler üçgenin alt kısmında yer alır ve koldan gelen kanı boşaltır. İçte sternokleidomastoid kasın arka kenarı, aşağıda klavikula 1/3 orta kısmı ve dışta trapezius kasının ön yüzü ile sınırlıdır. SKV aksiller venin devamıdır ve 1. kosta alt kenarından başlar. Başlangıçta 1. kostayı geçerken yukarı doğru bir ark oluşturur daha sonra anterior skalen kasın 1. kostaya yapışma yerini geçerken içe, aşağı ve hafifçe öne doğru yön değiştirir toraksa girdiği yer olan sternoklaviküler eklemin arkasında internal juguler ven ile birleşir. SKV önde tüm seyri boyunca klavikula tarafından kaplanır. Birinci kostayı geçerken arterin altında ve önünde uzanır. Arterin altında da klavikulanın sternal ucuna kadar çıkan servikal plevra yer alır.¹⁸

2.1.4.1.2. Hasta Hazırlığı ve Pozisyonu

Hasta supin pozisyonda, her iki kol yanda ve venlerin distansiyonunu ve hava embolisini önlemek için yatağın baş tarafı hafif aşağıda olmalıdır. Baş kanülasyon yapılacak tarafın tersine çevrilir. Solda torasik duktusun olması ve bazen kanülasyon sırasında zarar görme olasılığı nedeniyle sağ taraf tercih edilir. ¹⁸

2.1.4.1.3. Teknik

Kateter takılacak tarafta hastanın yanında durulur ve klavikulanın orta noktası ve sternal çentik belirlenir. İğne klavikulanın orta noktasının 1 cm altında ve dışında deriye batırılır. İğne horizontal planda tutularak ucu sternal çentiğe doğru olacak şekilde klavikulanın arkasına doğru ilerletilir. İğne ucu klavikulaya değerse geri çekilir ve biraz daha derine gidecek şekilde yönlendirilir. İğne ucu klavikulanın sternal başını geçmemelidir. ¹⁸

2.1.4.1.4. Komplikasyonlar

Santral ven kateterizasyonunun potansiyel komplikasyonları şunlardır. ¹⁸

Erken Komplikasyonlar

1. Arteriyel ponksiyon
2. Kanama
3. Kardiyak aritmiler
4. Torasik duktus hasarı
5. Komşu sinir hasarı
6. Hava embolisi
7. Kateter embolisi
8. Pnömotoraks

Geç Komplikasyonlar

1. Ven trombozu, darlık ve oklüzyonları
2. Kardiyak perforasyon ve tamponad
3. Enfeksiyon
4. Hidrotoraks

SKV kateterizasyonu sırasında yukarıdaki komplikasyonların herhangi biri oluşabilir ancak pnömotoraks (% 2-5), nadiren hemotoraks ve şilotoraks diğer yollara göre daha sık görülür.

Bazen kateter internal juguler vene veya karşı SKV'e girebilir. ¹⁸

2.1.4.1.5. SKV Yoluna Özgü Pratik Problemler

1) İğnenin sürekli klavikülaya dayanması:

- i. Başlama noktasının doğru olup olmadığı kontrol edilmeli.
- ii. Toraksa girmemeye dikkat ederek iğne biraz daha posteriyora yönlendirilmeli.
- iii. İğnenin klavikulanın altından geçmesini kolaylaştırmak için hafifçe eğilebilir.
- iv. Omuz altına bir yastık konabilir veya kol hafifçe aşağı doğru çekilebilir.

2) Ven bulunamazsa:

- i. İğne biraz daha yukarı doğru yönlendirilir.
- ii. Tekrarlayan denemelere rağmen başarısız olunursa komplikasyon olasılığı yükseldiği için ısrarcı olunmamalıdır.
- iii. Pnömotoraks varlığı radyografi ile ekarte edilmedikçe karşı taraftan deneme yapılmamalı, aynı taraftan başka bir yol denenmelidir. ¹⁸

2.1.4.2. İnternal Juguler Ven

İnternal juguler ven (IJV), beyin ve derin fasiyal yapıları boşaltır. Potansiyel olarak büyük bir vendir ve santral venöz kateterizasyonda sık kullanılır. Kanülasyon subklavian yola göre daha az komplikasyonludur. Subklavian yolun aksine IJV kanülasyonundaki başarısızlık diğer taraftan denemeyi önlemez. ¹⁸

2.1.4.2.1. Anatomi

Sigmoid venöz sinüs juguler foramenden çıktıktan sonra internal juguler ven devam eder. Boyunda karotid kılıf içinde vertikal olarak aşağıya doğru seyrederek. Ven başlangıçta karotid arterin arkasında iken daha sonra lateral ve anterolateralinde

seyreder ve klavikulanın sternal ucunun arkasında SKV'e katılarak brakiosefalik veni oluşturur ve toraksa girer.¹⁸

2.1.4.2.2. Hasta Hazırlığı ve Pozisyonu

Hasta supin, her iki kolu yanda ve hava embolisini önlemek ve venin doluşunu sağlamak amacıyla yatağın başı aşağı pozisyonda olmalıdır. Baş girilecek tarafın aksi yöne hafifçe çevrilmelidir. Başın fazla döndürülmesi arteriyel ponksiyon riskini artırır.¹⁸

2.1.4.2.3. Teknik

Hastanın baş tarafında dururken krikoid kıkırdak bulunur ve bu seviyede karotid arter palpe edilir. Sternokleidomastoid kasın klaviküler ve sternal bacaklarının oluşturduğu üçgenin apeksi de ponksiyon noktası olarak kullanılabilir. Parmak hafifçe arteri hissedecek şekilde tutulurken iğne deriye 30-40 derece açıyla batırılır ve aynı taraftaki meme başına doğru yönlendirilir (kadınlarda meme başının lokalizasyonu değiştiği için erkekte olması gereken yer tahmin edilerek iğne daima parmağın altındaki arterden uzağa doğru yönlendirilmelidir). Ven genellikle deriye girdikten sonra 2-3 cm içinde bulunur. Ven bulunamazsa iğne ikinci denemede biraz daha laterale yönlendirilir.¹⁸

2.1.4.2.4. Komplikasyonlar

Deneyimli ellerde komplikasyon oranı çok düşüktür. Arteriyel ponksiyon halinde doğrudan basıyla kolayca kanama kontrolü yapılabilir. Pnömotoraks nadirdir ve iğne çok derine ilerletilmeyerek engellenebilir.¹⁸

2.1.4.2.5. Pratik Problemler

1) Arter palpe edilemiyor:

* Hasta kontrol edilmelidir.

* Diğer taraftan arter hissedilmeye çalışılır. Arter hissedilmiyorsa başka bir yolun kullanılması, kör yapılan ponksiyondan daha güvenlidir.

2) Arteriyel ponksiyon:

* İğne geriye çekilir ve ponksiyon bölgesine en az 10 dakika süreyle baskı uygulanır.

3) Ven bulunamıyor:

- * Pozisyon tekrar kontrol edilir.
- * Artere bası yapılmadığından emin olunmalıdır, çünkü komşuluğundaki vene de bası uygulanabilir.
- * Mümkünse hastanın baş tarafı biraz daha aşağı indirilebilir.
- * Hasta hipovolemikse başka bir yoldan sıvı verilip ven dolduktan sonra tekrar denenebilir.
- * İğne artere, ponksiyon yapmamaya gayret edilerek, daha yakın ilerletilmelidir.¹⁸

2.1.4.3. Eksternal Juguler Ven

Boyunda yüzeysel yerleşmesi, sıklıkla görülür ve palpe edilebilir olması nedeniyle kör ponksiyonun oluşturduğu komplikasyonlar görülmez. Eksternal juguler ven (EJV) yolu, acil sıvı verilmesi gereken durumlarda ve kardiyak arrest gibi karotis nabzının hissedilmediği hallerde ve operatörün kateterizasyon deneyimi yoksa tercih edilir. Ancak hastaların %10-20'sinde kateter superior vena kavaya ilerletilemez.¹⁸

2.1.4.3.1. Anatomi

EJV skalp ve yüzeysel fasiyal yapıları drene eden posterior fasiyal ve auriküler venlerin birleşmesi ile oluşur. Mandibula köşesinden aşağı doğru iner ve sternokleidomastoid kası oblik geçer. Klavikula orta kesiminin arkasında SKV'e katılır. Ven çapı değişkendir ve klavikula üstünde ve SKV katılma bölgesinde valvler içerir. Bu valvler kateterin ilerletilmesine engel olabilir.¹⁸

2.1.4.3.2. Hasta Hazırlığı ve Pozisyonu

Hasta supine pozisyonda, her iki kol yanda ve hafif baş aşağı pozisyonda tutulmalıdır. Baş girilecek tarafına aksi yönüne çevrilir.¹⁸

2.1.4.3.3. Teknik

Hastanın baş tarafında durulur. Ven bulunduktan sonra iğne venin en iyi görüldüğü ve palpe edildiği noktada batırılır. Kılavuz tel ve kateter ilerletilir.¹⁸

2.1.4.3.4. Komplikasyonlar

Ven kolaylıkla görüldüğü ve palpe edildiği için EJV yolu çok az risk taşır. ¹⁸

2.1.4.3.5. Pratik Problemler

1) Ven görülüyor:

* Hastanın valsalva manevrası yapılması istenir (derin bir nefes aldırılıp ıkınma hareketi yaptırılır)

* Hasta mekanik ventilatörde ise akciğerler inspiyumda tutulur.

* Venin toraksa girdiği klavikula orta noktasının üstünde vene bası uygulanır.

* Bunların hiçbiri ile ven görülemiyorsa başka bir venin kullanılması düşünülmelidir.

2) Kateter göğüs içine ilerletilemiyor.

* Venin toraksa girdiği yere bası uygulanır

* Kateter döndürülerek itilmeye çalışılır veya damara yerleştirildiyse serum fizyolojik ile yıkanır.

* Eğer kılavuz tel kullanılıyorsa venin en alt kısmına ulaştığında tel döndürülür

* Baş her iki tarafa doğru yavaşça döndürmek yararlı olabilir

* Önce plastik küçük bir kanül ile girilip kılavuz tel bunun içinden ilerletilirse iğne içinde döndürme, çekme ve itme esnasında iğnenin kılavuz teli koparma riski olmadan kılavuz tel ilerletilebilir. ¹⁸

2.1.4.4. Femoral Ven

Resusitasyon gerektiren çocuklarda periferik damar yolu problemi varsa en kolay ve en güvenli şekilde kateterizasyonun yapılabildiği santral vendir. Ciddi komplikasyon riskinin az olması nedeniyle deneyimsiz operatörler tarafından da tercih edilen bir yoldur. Femoral ven yolu derin ven trombozu, kasık bölgesinden kontaminasyon ve enfeksiyon riski nedeniyle birkaç günden fazla kullanılmamalıdır. ¹⁸

2.1.4.4.1. Anatomi

Femoral ven uylukta safena magnanın açılma yerinden başlar ve ingüinal ligamana kadar femoral artere eşlik eder. Femoral üçgende arterin iç kısmında yer alır.

Femoral kılıfın orta kompartmanını doldurur ve arter ile femoral kanal arasında yer alır. Femoral sinir ise arterin dış tarafındadır. Deriden yüzeysel ve derin fasya ile ayrılır. ¹⁸

2.1.4.4.2. Hasta Hazırlığı ve Pozisyonu

Supin pozisyonda, uyluğa hafif abduksiyon ve dışa rotasyon yaptırılır. ¹⁸

2.1.4.4.3. Teknik

İnguinal ligamanın 1-2 cm altında arter bulunur. İğne pulsasyonun 1 cm medialine batırılır ve yukarı ve içe doğru, deri ile 20-30 derece açı yapacak şekilde, ilerletilir. Yetişkinlerde normalde deriden 2-4 cm altındadır. Küçük çocuklarda açı 10-15 derece olmalıdır çünkü ven daha yüzeysel seyredir. ¹⁸

2.1.4.4.4. Komplikasyonlar

İğne çok dıştan ilerletilirse arteriyel ponksiyon görülebilir. Yine uygun olmayan şekilde daha lateral girimlerde femoral sinir hasarı görülebilir. Enfeksiyon en sık görülen problemdir ve bu nedenle uzun dönemli kullanım önerilmez. ¹⁸

2.1.4.4.5. Pratik Problemler

1) Arter hissedilemiyor:

* Diğer tarafa bakılır

* Kan basıncı kontrol edilir. Hipotansiyon varsa düzeltilip tekrar denir.

* Başka bir venöz yol yoksa küçük bir iğne ile medialden başlanarak femoral ven lokalize edilmeye çalışılır. Bulduğunda normal bir iğne ile değiştirilir ve işleme devam edilir.

* Artere girilirse parmakla direkt bası uygulanır ve daha mediale ponksiyon yapılır.

2) Ven bulunamıyor:

* Anatomik işaretler kontrol edilir

* Arterin üstündeki parmak tarafında venin basıya uğratılması mümkündür. Arterin üstünden parmaklar ayrılmadan bası azaltılarak tekrar denir. İğne daha lateralden artere biraz daha yakın olarak yeniden ilerletilir. ¹⁸

2.1.4.5. Kol Venleri

Antekübital fossada palpe edilebilen bir ven santral venöz kateterizasyon için en güvenilir yoldur. Ancak uzun kateter gerekir. ¹⁸

2.1.4.5.1. Anatomi

Kolun venöz drenajı birbiriyle bağlantılı iki ana ven olan sefalik ve bazilik venler tarafından sağlanır. ¹⁸

Bazilik ven: Elden yukarı doğru ön kol medial yüzü boyunca yukarı çıkar. Humerus medial epikondilinin önünde yer alır ve burada kendisine median kübital ven katılır. Daha sonra biceps kasının medial kenarı boyunca ilerler ve kol orta kesiminde derin fasiayı geçerek brakial arterin yanında seyrederek aksiller vene katılır. ¹⁸

Sefalik ven: Ön kol lateral kesimde yukarı doğru yükselir ve dirsek ön yüzüne gelir. Burada median kübital venle bazilik vene bağlanır. Daha sonra biceps lateral kenarı boyunca kolda ilerler. Pektoralis major kasının alt sınırında keskin bir dönüşle klavipektoral fasyayı deler ve klavikulanın altına girer.

Genellikle aksiller vene katılarak sonlanır. Ancak bazen eksternal juguler vene de katılabilir. Sefalik venin bitim noktasında kapaklar bulunur. Keskin açığı ve bu kapaklar sıklıkla kateterin geçişini engeller. ¹⁸

Median kübital ven: Median kübital ven dirsek kıvrımının hemen altında sefalik venden çıkan ve oblik olarak yukarı çıkıp dirsek kıvrımının hemen üstünde bazilik vene katılan geniş bir vendir. Kateterizasyon için uygun bir vendir. Derin fasyanın kalınlaşmış bir parçasıyla brakial arterden ayrılır. ¹⁸

2.1.4.5.2. Hasta Hazırlığı ve Pozisyonu

Kola turnike uygulanır ve venler genişletilerek en iyi görüneni seçilir. Tercih sırası şu şekilde olmalıdır.

1) Antekübital fossanın medial kesimindeki bir ven (antekübital veya bazilik). Bu venler görülmeseyse bile şiştiği zaman kolaylıkla palpe edilebilir.

2) Ön kol arka iç yüzündeki bir ven (genellikle bazilik ven dalları). Kolun çevrilmesi gerekebilir.

3) Sefalik ven. Hasta supine pozisyonda yatarken, kol vücuda 45 derece açıyla duracak şekilde desteklenmelidir. Başın operatörden yana çevrilmesi kateterin juguler vene geçmesini engeller. ¹⁸

2.1.4.5.3. Teknik

Hastanın yanında durulur. Kateterin superior vene kavaya ulaşması için gerekli uzunluk tahmin edilir. Seçilen vene iğne ile girilir ve ayrılabilir kılıf veya kanül yerleştirilir. Kateter kanül içine yerleştirilir ve birkaç cm ilerletildikten sonra turnike çözülür. Kateter tahmin edilen uzunluğuna kadar ilerletilir. ¹⁸

2.1.4.5.4. Komplikasyon

Ayrılabilir kılıf kateterden daha geniş olduğu için girim yerinden kanama olabilir. Direkt basıyla durdurulur. ¹⁸

2.1.4.5.5. Pratik Problemler

1) Kateter ven içinde ilerlemiyor:

* İtmek için zorlanmamalıdır.

* İğne içinden kateter ilerletiliyorsa ve kateterin ven içinde olduğundan emin olunursa iğne çıkarılır ve kateterin sonuna kadar kaydırılır. Bu kateterin iğne tarafından kesilme riski olmaksızın ileri geri hareket ettirilmesini sağlar.

* Serum fizyolojik verilirken kateterin ilerletilmesine

* Kol değişik pozisyonlara getirilir.

* Kateter döndürülerek ilerletilmeye çalışılır. ¹⁸

2.2. Santral Venöz Basınç

Santral venöz basınç (CVP), sağ atriumdan ölçülen basınç olup sağ atrium veya sağ ventrikülün volüm ve kompliansındaki değişiklikler ile triküspid ve pulmoner kapak fonksiyon bozuklukları veya sağ ventrikul afterload artışını (pulmoner hipertansiyon) yansıtır. ¹⁹ CVP kalbin sağ tarafının kendisine gelen kan Volümüne uyum gösterme yeteneğini saptamaya yardım eder ve değişik faktörlerden kaynaklanan, ölçülebilen dört fonksiyonu yansıtır ¹⁹:

1) Santral venlerdeki kan akımı ve volümü

- 2) Santral venlerin venomotor aktivitesi
- 3) Kalbin dolması sağ kalp boşluklarının genişleyebilme yeteneği ve kontraktilitesi
- 4) İntratorasik basınç

2.2.1. Santral Venöz Basınç Ölçüm Yöntemleri

CVP, santral venlere yerleştirilen kataterler ile ölçülür. Sağlıklı ölçüm için kataterin ucu, toraks içindeki venlerden birinde tercihen vena kava superiorun sağ atriuma açıldığı yerde olmalıdır. Ölçüm sırasında sağ atrium düzeyi referans (sıfır) düzeyi olarak alınmalıdır.¹⁹ Burada referans olarak kullanılan ve sağ atrium seviyesini gösteren sıfır noktasının iyi belirlenmesi gerekir. Dördüncü kostal kıkırdak hizasında orta aksiler hat üzerindeki nokta en uygun referans noktasıdır.²⁰ Eğer hasta oturuyor yada ayakta ise değeri daha düşük olacaktır.²¹

Tablo 6. Santral Venöz Basınç Ölçüm Yöntemleri

Sıvı Dolu U Tüp Manometre İle	Pizoelektrik transdüser
Basınç cm H ₂ O olarak ifade edilir (1 cm H ₂ O =0,76 mmHg)	Basınç mmHg olarak ifade edilir (1 mmHg=1,3 cm H ₂ O)
Pahalı monitor veya sarf malzemesi gerektirmez.	Monitor donanımı gerekir.
Sürekli ölçümden daha çok aralıklı ölçümler	Gerçek zamanlı sürekli ölçüm
Dalga formu yok	Dalga form kullanılabilir
Pron pozisyonunda sıfır hata	Pron pozisyonunda sürekli hata
Yoğun emek Hava emboli riski	Sarf malzemelerinin fiyatı

Basıncın bir transdüser aracılığı ile monitorda izlenmesi daha sağlıklı ölçüm yanında, basınç dalgasının değerlendirilmesi olanağı da verir.²⁰

CVP'nin normal değeri 3-10 cm H₂O olup, seyri de önemlidir. Giderek düşmesi volüm azalmasını gösterebileceği gibi, yükselmesi sağ ventrikül yetmezliğini gösterebilir. 50-100 mililitrelik sıvı yüklemeleri ile CVP'da meydana gelen değişiklik volüm durumunu değerlendirmeye olanak verir.²⁰

CVP'da ventilasyona bağlı değişiklikler meydana gelir. Spontan solunumda inspirasyon, pozitif basınçlı ventilasyonda ise ekspirasyon sırasında CVP daha düşüktür¹⁹.

Mekanik ventilasyon sırasında, plevral basınçta meydana gelebilecek değişiklikler, santral venöz basıncı etkileyeceğinden, ölçüm sırasında, bu durumdaki hastanın ventilatörden ayrılması gerekir.¹⁹

2.2.2. Santral Venöz Basınc İzlenmesi Gerekli Durumlar

Diastol sonu ventriküler volüm strok volüm ve kardiyak debinin önemli bir belirleyicisidir. CVP, sağ ventrikül enddiastolik volümünü aralıklı indirekt tahmin etmek için kullanılır.²¹

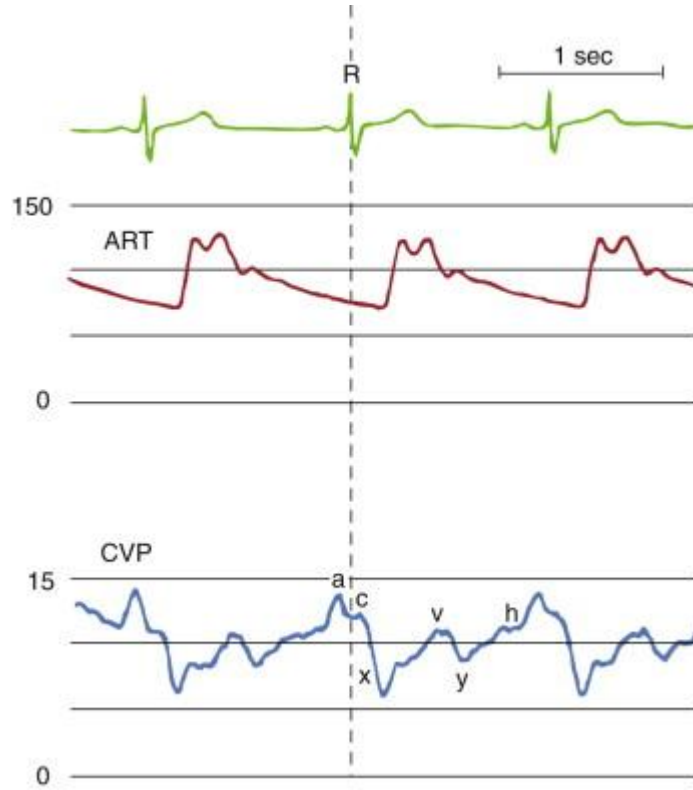
Açık kalp cerrahisi sırasında, masif infüzyon veya transfüzyon gerektiğinde, şok ve dolaşım yetmezliğinde, masif kanama olabilecek girişimlerde, pediatrik ve ya kardiyak hastalar gibi sıvı replasmanının dikkatli yapılması gereken durumlarda CVP mutlaka izlenmelidir.²⁰

CVP'ı değiştiren etkenler arasında; dolaşımdaki volüm, sol ventrikül yetmezliği, kor pulmonale, venöz konstriksiyon, vazopressor ilaçlar, mekanik solunum, mediastinal anfiyem, pnömotoraks ve hemotoraks sonucu intratorasik basıncın artması, pulmoner emboli, hava embolisi, pulmoner hipertansiyon, v. cava superiora tıkanıklık, perikard tamponandı, konstriktif perikardit ve katatere ilişkin nedenler sayılabilir.²⁰

2.2.3. Santral Venöz Basınc Trasesi

Normal CVP trasesinde a, c ve v olmak üzere üç pozitif, x ve y olmak üzere 2 negatif dalga mevcuttur. Bu dalgalar ile EKG ve fonogram arasında sabit bir ilişki mevcuttur.¹⁹

Kardiyak siklus ve ventriküler mekanik hareketler ile ilgili CVP dalgalarının 3 sistolik (c, x, v), 2 diastolik (a, y) komponenti olduğu kabul edilmektedir. EKG trasesindeki R dalgalarının diastol sonu ve sistol başlangıcını işaretlemesi kullanılarak ve EKG trasesi ve CVP dalgalarını hizalayarak dalga komponentleri kolayca belirlenebilir.²²



Şekil 1. Normal santral venöz basınç dalgası

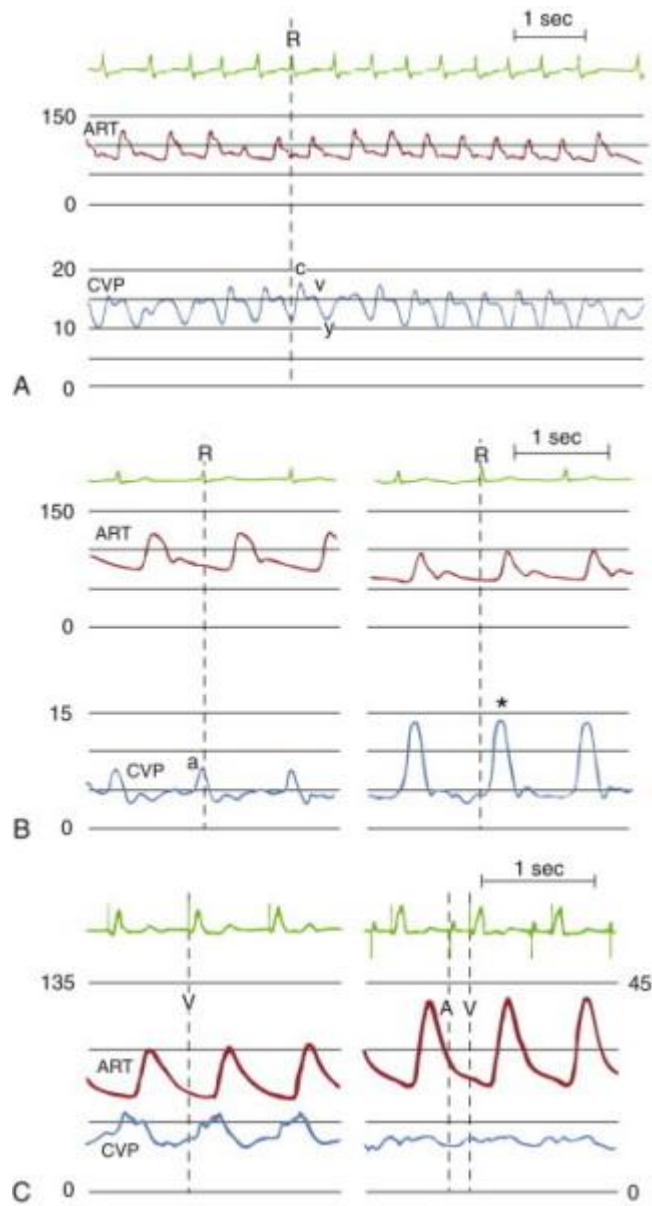
Şekil 1’de normal santral venöz basınç dalgası, diastolik componentler (y inişi ve enddiastolik a dalgası) ve sistolik componentler (c dalgası, x inişi, end sistolik v dalgası) açıkça tariflenmektedir. Middiastolik plato dalgası, h dalgası, kalp hızı oldukça düşük olduğu için görülmektedir. ART: Atrial basınç trasesi. ²²

2.2.3.1. Santral Venöz Basınç Trasesindeki Dalga Komponentleri

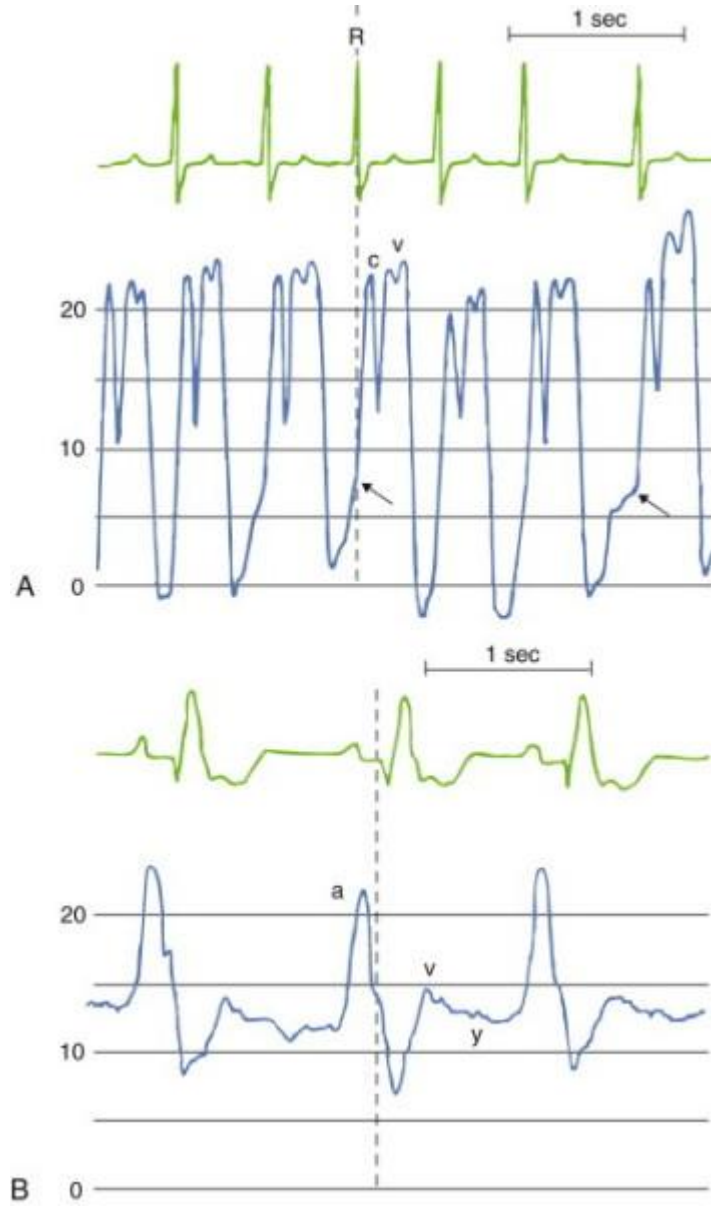
Tablo 7. Santral Venöz Basınç Dalga Trasesi Komponentleri

Dalga trasesi componentleri	Kardiak siklus fazı	Mekanik durum
A dalgası	Diastol sonu	Atrial kontraksiyon
C dalgası	Erken sistol	Isovolemik ventriküler kontraksiyon, sağ atriuma doğru triküspit hareketi
V dalgası	Geç sistol	Atriumun sistolik dolumu
H dalgası	Orta-geç diastol	Diastolik plato
X inişi	Orta sistol	Atrial relaksasyon, sistolik kollaps
Y dalgası	Erken diastol	Erken ventrikül dolumu, diastolik kollaps

Atrial fibrilasyonda sistolik kontraksiyon olmadığından a dalgaları kaybolur. Triküspid stenozu, sağ ventrikül hipertrofisi, pulmoner stenoz ve pulmoner hipertansiyonda olduğu gibi, sağ ventrikülün önündeki rezistans artışına karşı kontraksiyon yaptığı durumlarda dev a dalgaları (cannon veya giant a dalgaları) ortaya çıkar. Atrium ve ventrikülün senkron çalışmadığı durumlarda da aynı dalgalar ortaya çıkar (nodal ritim, ventriküler ritim bozuklukları, komplet kalp bloğu). Triküspid yetmezliğinde x dalgaları kaybolur, bunun yerine geniş v dalgaları ortaya çıkar.¹⁹



Şekil 2. Kardiyak aritmilerin sebep olduğu santral venöz basınç trasesi değişiklikleri.²² A: Atrial fibrilasyon, B: Atrioventriküler disosiasyon, C: Ventriküler pacemaker



Şekil 3. Triküspid kapak hastalıklarına bağlı santral venöz basınç değişiklikleri. ²²A: triküspid yetmezliği, B:triküspid stenozu.

CVP izlenmesinin, enfeksiyon, doku travması, hematoma, sıvıların damar dışına kaçması, katater kopması ve embolizasyonu, vena cava veya sağ atrium perforasyonu gibi genel komplikasyonlar ve kanüle edilen damarın lokalizasyonuna bağlı spesifik komplikasyonları olabilir. ²⁰

2.3. Mekanik Ventilasyon

Mekanik ventilasyon (MV) normal akciğer fonksiyonlarını desteklemek veya yerine getirmek üzere geliştirilmiş yaşam destek sistemidir. Mekanik ventilasyon hastanın solunum eforunun yetersiz olduğu durumlarda endikedir. Ayrıca ağır hastalarda hastanın ventilasyonunu kontrol altına almak için ya da diğer fizyolojik fonksiyonların bozulmasını önlemek için kullanılabilir. Mekanik ventilasyon gerektiren fizyolojik endikasyonlar ise solunumsal veya mekanik yetersizlik veya gaz değişiminin yeterli olmamasıdır.

Mekanik ventilasyonun en önemli hedefleri etkin gaz değişimini sağlamak, hastanın solunum konforunu optimize etmek ve aynı zamanda ventilatör ilişkili akciğer hasarını en aza indirmektir.

Mekanik ventilasyonun başlıca hedefleri şunlardır. ²³

1. Yeterli ventilasyon sağlamak
2. Yeterli oksijenizasyon sağlamak
3. Yeterli akciğer volümlerini sağlamak ve akciğer kompliansını düzeltmek
4. Fonksiyonel rezidüel kapasiteyi korumak ve böylece akciğer kompliansının korunmasına katkıda bulunmak

2.3.1. Normal Solunum Sırasında Solunum Mekanikleri

Solunum yollarındaki gaz hareketlidir ve gaz hareketi yüksek basınçtan alçak basınca doğru olur. Sakin halde alveol basıncı atmosferik basınca eşittir ve 0 cm H₂O'dur. İspirasyon aktif bir olaydır ve enerji gerektirir. İnterplevral boşluktaki negatif basınç inspirasyon sırasında daha da negatif hale gelir (-5 cm H₂O'dan -8 cm H₂O'ya iner), transpulmoner basınç gradyenti artar, alveol ekspansiyon olur. Alveolün genişlemesi ile alveol içi basınç -1 cm H₂O'ya iner ve atmosferik basınçtan alveol içine gaz akımı olur. Alveol içi basınç atmosferik basınca eşit olana kadar gaz akımı devam eder. Ekspirasyon ise pasiftir ve akciğerin geri çekilme özelliği ile sağlanır. ²⁴

2.3.2. Mekanik Ventilasyon Endikasyonları ve İlkeleri

Solunum işinin artması, solunum yetersizliği ve solunum durması MV'nin genel endikasyonlarıdır. MV endikasyonu konulduktan sonra hastaya verilecek olan ventilasyon desteğinin şekline karar vermek gerekir. Entubasyondan önce hastanın

noninvaziv mekanik ventilasyon (NiMV) için uygun bir hasta olup olmadığı araştırılmalı ve uygun değilse de invaziv mekanik ventilasyon (iMV) yapılmalıdır. İMV için yoğun bakım koşulları gereklidir.

Mekanik ventilasyonda amaç, VT ve solunum hızını düzelterek ventilasyonu düzeltmek, sinir veya kas disfonksiyonunda hastayı asiste etmek, solunumsal asidozu düzeltmek, solunum kaslarını dinlendirmek, hipoksemiye düzeltmek ve kardiyak fonksiyonları düzeltmektir. Genel olarak MV endikasyonları aşağıda belirtilmiştir.

MV endikasyonları;

1. Solunum veya kalp durması
2. Takipne, bradipne, solunum güçsüzlüğü, solunum arrestine gidiş
3. Akut respiratuvar asidoz
4. Refrakter hipoksemi
5. Bilincin iyi olmaması nedeniyle havayolunun korunamaması
6. Aşırı solunum işine neden olan şok
7. Hastanın sekresyonlarını atamaması
8. Akut kafa içi basınçta kısa süreli artış

Optimum solunum desteği için hacim, basınç ve akış parametrelerinin hastanın solunumu ile uyumlu olacak şekilde seçilmesi gerekir.²⁵ Bu da volüm veya basınç kontrollü modlarla uygulanabilir. Volüm kontrollü modlarda, hastaya verilen VT sabit iken havayolu basıncı değişkendir. Basınç kontrollü modlarda ise havayolu basıncı sabit, hastaya verilen VT değişkendir. Uygulanacak ventilasyon modu, spontan solunuma ne kadar yakınsa o kadar iyi hasta uyumu sağlanır ve daha az sedasyon gerekir.²⁶

2.3.3. Temel Mekanik Ventilasyon Parametreleri ve Başlangıç Ayarları^{27,28,30}

2.3.3.1. Tidal Volüm (VT)

Volüm-hedefli MV’de VT; 5-12 mL/kg’a ayarlanmalıdır. Seçilmiş VT; solunum sistemi kompliyans ve rezistansı, hava yolu basınçları, PaO₂ ve PaCO₂ değerlerinden etkilenebilir. Bu nedenle optimum VT; istenilen dakika hacmi (VT x solunum sayısı) ile PAW değerleri arasında bir denge sağlanarak seçilmelidir.

VT çok düşükse; ateletazi, hipoksemi ve hipoventilasyon, VT çok yüksekse; barotravma, solunumsal alkaloz ve kardiyak “output”ta düşme oluşabilir. Ayarlanan VT

ile ekspirasyon volümü arasındaki fark, öncelikle devreden kaçakları akla getirmelidir. Önerilen algoritim; önce, $VT= 10-12 \text{ mL/kg}$ ile başlayıp hasta stabilize oluncaya kadar beklemektir. Sonra, $VT= 5-10 \text{ mL/kg}$ 'a düşülür. Böylece $PP \leq 35 \text{ cm H}_2\text{O}$ seviyesinde tutularak volütravma riski de azaltılır.

2.3.3.2. Solunum Sayısı (Frekans)

Hasta klinik olarak stabilse, genellikle 8-14/dakika ile başlanır. Daha yüksek rakamlar; restriktif akciğer hastalıklarının tedavisinde, daha düşük rakamlar ise kronik solunumsal asidozlu ve kontrollü hipoventilasyon stratejisini kullanan hastalarda gerekebilir.

Çok yüksek değerler kullanılırsa; solunumsal alkaloz, oto-PEEP ve barotravma, çok düşük değerler kullanılırsa; hipoventilasyon, hipoksemi ve artan solunum işine bağlı konforsuzluk gelişebilir.

2.3.3.3. FiO_2

Hasta hipoksemik ise $FiO_2= 1,0$ ile başlanır. Yüksek O_2 konsantrasyonlarına maruziyet, hipoksemik epizodlardan daha az zararlıdır. Ortalama 30 dakika içerisinde, PaO_2 'nin 60 mmHg üzerinde ve SaO_2 'nin % 90'ın üzerinde tutulması hedeflenir. Yüksek PP (Hava yolu plato basıncı)'ye sahip ve ciddi hipoksik solunum yetmezliklerinde; SaO_2 'nin % 87-90 değerinde tutulması, yeterli kabul edilebilir. Hedef, kısa sürede, SaO_2 % 87-90 değerinde tutulması saatler-günler içinde kullanımda en az toksik olduğu düşünülen $FiO_2= 0,6$ düzeylerine düşebilmektir.

2.3.3.4. İspirasyon Akış Hızı (Inspiratory Flow Rate, V)

Volüm-hedefli MV'de; genellikle 40-100 L/dakikaya ayarlanır. Yüksek ispirasyon talepli hastalarda; 90-100 L/dakikaya kadar arttırılabilir. Seçilen VT ve solunum sayısı için daha hızlı ispirasyon akımları olursa; ispirasyon süresi kısalmır, ekspirasyon süresi artar yani I/E (İspirasyon/ekspirasyon) düşer ve hava yollarının akışa direnç gösteren yapısı nedeniyle yüksek basınçlar oluşur. Bu durum; solunum işini azaltabilir, hasta konforunu iyileştirebilir, oto-PEEP'i azaltabilir, ama PIP (İspirasyon basıncının tepe değeri)'ta artma ile sonuçlanabilir. Düşük ispirasyon akış hızları ise; ispirasyon süresini uzatıp, I/E oranını arttırır ve düşük basınçlar oluşturur. Bu nedenle

düşük düzeyler; PIP'ı düşürmek ve yüksek başlangıç PIP'lı hastalarda barotravma riskini azaltmak için kullanılabilir.

Ancak çok düşük V ile ekspirasyon süresi çok kısılacığından hava hapsi ve konforsuzluk gelişebilir. Sonuç olarak, optimal inspirasyon akış hızı belirlenirken, yüksek düzeyler ile sağlayacağı hava hapsi riski arasında bir denge kurulmalıdır.

2.3.3.5. İspirasyon Akış Biçimi (Inspiratory Wave Form)

Belirli bir VT ile V (İspirasyon Akış Hızı) sözkonusu olduğunda; dört ayrı akış biçimi seçilebilir: Sabit-kare şeklinde, yükselen, düşen ve sinus dalgası şeklinde. Sinus dalgası ve kare şeklindeki akım biçimleri, normal spontan solunuma en uygun olanlardır. Volüm-hedefli MV'de; sabit, yükselen, düşen ve sinus dalgası şeklinde akım profilleri seçilebilir.

TI (İspirasyon Süresi); yükselen, düşen ve sinus dalgası şeklindeki akım paternlerinde, sabit akımla olandan daha uzundur. Sabit akım; daha yüksek PAP (Hava yolu tepe basıncı) ve daha düşük PAW (Ortalama hava yolu basınçları)'a, düşen akım ise; daha düşük PAP ve daha yüksek PAW'a neden olur. Düşen akım; obstruktif hava yolu hastalıkları ve ARDS'nin erken dönemlerinde faydalı olabilir. Lober atelektazi ve düşük kompliyans varlığında ise; sabit akım, VT'nin daha iyi dağılımı ile sonuçlanabilir. Basınç-hedefli MV'de genellikle düşen akım tercih edilir. Düşük rezistans ve düşük kompliyanslı hastalarda, inspirasyon akışı, inspirasyon fazı sonlanmadan kesilebilir.

2.3.3.6. Tetikleme Duyarlılığı (Trigger Sensitivity)

MV altında spontan soluklar, hasta spontan solunum isteğini belli bir basınç üreterek gerçekleştirdiğinde, tetiklenir. İspirasyona bu geçiş, hem hastanın üreteceği duyarlılık düzeyine hem de ventilatorun bu tetiklemeye göstereceği cevabın hızına bağlıdır. Genellikle, (-0.5)-(-1.5)'e ayarlanır. Negatiflik arttıkça, duyarlılık azalır. Aşırı duyarlı kılmak "self-cycling" ile sonuçlanırken, aşırı duyarsızlaştırmak solunum işini arttırır.

2.3.4. Temel Mekanik Ventilasyon Modları ^{27,29,31}

2.3.4.1. Kontrollü Mekanik Ventilasyon (CMV)

VT, V ve solunum sayısı, her soluk için önceden kullanıcı tarafından belirlenip, tüm soluklar zaman-sikluslu olarak gönderilir. TI ve I/E sabit kalır. Basınç-hedefli veya volüm-hedefli olabilir.

Avantajları: VE veya zirve basınçları garanti edilir.

Dezavantajları: Hasta komada olmadıkça veya paralize edilmedikçe konforsuzdur.

Endikasyonları: Spontan solunumu olmayan hastalarda, başlangıç modu olarak kullanılmaktadır. Ancak yardımcı-kontrollü modların devreye girmesiyle kullanımı azalmıştır.

Başlangıç ayarları: Uygun VT (10-12 mL/kg)'yi sağlayacak şekilde; volüm-hedefli ventilasyonda VE(Dakika Ventilasyon), basınç-hedefli ventilasyonda basınç düzeyi, solunum sayısı.

2.3.4.2. Yardımlı-Kontrollü Mekanik Ventilasyon (A/C, Assist CMV)

CMV'de olduğu gibi, VT ve V her soluk için sabittir. Ayrıca, minimum mekanik soluk sayısı da önceden saptanır. CMV'den farklı olarak bu mod sırasında, hastanın eforu inspirasyonu başlatır. Yani çalışma artık zaman-sikluslu değil, hasta-kontrollü hale gelmiştir. Hasta, belli bir tetikleme duyarlılığı gösterecek şekilde negatif bir basınç ürettiğinde, seçilen frekansın üzerinde bir A/C frekansı ile solutma işlemi devam eder. Eğer hasta belli bir tetikleme gücü üretmez ya da apneik olursa, A/C modu, tamamen CMV modu olarak çalışır.

Avantajları: Mekanik solunum sayısının artırılması ile VE artırılabilir. VE'yi arttırmak hasta tarafından yapılan solunum işini azaltır.

Dezavantajları: Hasta-ventilator uyumsuzluğuna, solunumsal alkaloz, inspirasyon kaslarının güçsüzlüğüne, KOAH'lılarda dinamik hiperinflasyon yani hava hapsine yol açabilir.

Endikasyonları: Çoğu MV gereğinde, başlangıç modu olarak tercih edilir.

Başlangıç ayarları: Uygun VT (10-12 mL/kg)'yi sağlayacak şekilde; volüm-hedefli ventilasyonda VE, basınç-hedefli ventilasyonda basınç düzeyi, solunum sayısı, tetikleme duyarlılığı.

2.3.4.3. Eş Zamanlı Aralıklı Zorunlu Ventilasyon (SIMV)

Hem kullanıcının seçtiği VT ve V ile mekanik solukların hem de spontan solukların birlikte bulunduğu bir ventilasyon şeklidir. Basınç-hedefli veya volüm-hedefli olabilir. Mekanik solukların frekansı; kullanıcı tarafından önceden belirlenir ve hasta-kontrollü veya zaman-sikluslu olabilir. Spontan solukların sayısı ise hasta tarafından belirlenir ve zaman içinde farklılık gösterebilir. Spontan soluklar, basınçla desteklenebilir. Ventilator belli bir zaman aralığı içinde hastanın ilk solunum eforunu bekler ve bu efor, zorunlu soluğun gönderilmesini sağlar. Senkronizasyon periyodu, bir sonraki kontrol sinyaline kadar devam eder. Bu süre içinde, hasta spontan solunumunu sürdürür.

Hasta apneik hale gelirse ve senkronizasyon periyodu sırasında bir zorunlu soluğu tetikleyemezse ventilator, seçilen frekansa uygun olan soluğu bir sonraki periyodda gönderir. Senkronizasyon periyodu, hasta tekrar tetikleme yapıncaya kadar hazır bekler.

Avantajları: PAW'ı azalttığı için, komplikasyon gelişme oranını düşürür. Venöz dönüşü iyileştirdiği için, daha fizyolojiktir. Daha iyi gaz dağılımını sağlaması da olasıdır.

Dezavantajları: Gereğinde VE'yi değiştirme yeteneği daha azdır. Solunum işini arttırabilir. Oksijen tüketimi artmıştır. Solunum cihazından ayrılmayı (weaning) geciktirebilir.

Endikasyonları: Uygun VE'nin dağıtımı için, primer ventilator desteğidir. Oto-PEEP'i önleyebilir. "Weaning" yöntemi olarak kullanılabilir.

Başlangıç ayarları: Uygun VT (10-12 mL/kg)'yi sağlayacak şekilde; volüm-hedefli. Ventilasyonda VE, basınç-hedefli ventilasyonda basınç düzeyi, solunum sayısı, tetikleme duyarlılığı. "Weaning" amacıyla, başlangıçta VE'nin %80'i desteklenir.

2.3.4.4. Aralıklı Zorunlu Ventilasyon (IMV)

SIMV moduna oldukça benzer. Ancak mekanik soluklar, hastanın spontan efor aktivitesini dikkate almaksızın, frekansına göre gelirler. Yani sadece zaman-sikluslu çalışma söz konusudur. IMV'nin kullanımı, "weaning" kavramına önemli bir katkı sağlamıştır. Ancak solunum işini arttırabileceği de akılda tutulmalıdır.

2.3.4.5. Basınç Destekli Ventilasyon (PS)

Basınç desteği, her hasta eforunda, başlangıçta kullanıcı tarafından belirlenen inspirasyon basınç düzeyinin verilmesi ile sağlanır. Hastanın spontan solunumu sözkonusudur, yani inspirasyon hasta tarafından başlatılır. PS'nin başlayabilmesi için inspirasyon sırasında basıncın, önceden belirlenmiş tetikleme duyarlılığı düzeyine düşmesi gerekir. Bu düşüş gerçekleşir gerçekleşmez, ventilator, gaz akımını arttırarak solunum devresine gönderir ve oradaki proksimal basıncın önceden seçilen bir basınç destekleme seviyesine ulaşmasını sağlar. Bu akım, hastanın talebiyle doğru orantılı olarak, inspirasyon akış hızı başlangıçtaki en yüksek değerinin % 25'ine düşünceye kadar devam eder. Bu noktada PS son bulur. Hasta, soluduğu hava, TI, V ve VT'yi kendisi belirler.

Avantajları: Kısmi ventilasyon desteği, solunumun inspirasyon işini azaltabilir. Hasta konforu iyileşir ve sedasyon ihtiyacı azalır. Kas yenilenmesi arttırılabilir. Daha hızlı “weaning” mümkün olabilir.

Dezavantajları: Gerekli spontan solunum dürtüsünün yokluğunda kullanılamaz. Hava yolu direncinin ve/veya akciğer kompliyansının değişmesi ile uygunsuz hale gelebilir. Akut solunum yetmezliğinde, etkinliği kuşkuludur.

Endikasyonları: Uzun süreli MV alan stabil hastalarda; spontan solunum işini azaltmak için ve “weaning” modalitesi olarak kullanılır.

Başlangıç ayarları: Uygun VT (10-12 mL/kg)'yi sağlayacak şekilde; yeterli basınç düzeyi (genel alt sınır; 10-20 cm H₂O basınç) desteğidir. VT ve solunum sayısı monitorize edilerek, 5 cm H₂O'ya kadar düşülerek sonlandırılır), solunum sayısı, tetikleme duyarlılığı.

2.3.4.6. Ters Oranlı Mekanik Ventilasyon (IRV)

CMV sırasında, daha kısa ekspirasyon zamanı kullanılarak, TI'nın uzatılması ve I/E arttırılması esasına dayanır. Zaman-siklusludur. Basınç-hedefli veya volüm-hedefli olabilir. Basınç-hedefli ters oranlı ventilasyon (PCVIRV)' da; TI veya I/E ayarlanır. VT değişkendir. V, düşen akış biçimindedir. Volüm-hedefli ters oranlı ventilasyon (VCVIRV)'da; sabit VT, inspirasyon sonu duraklama veya düşen akış biçiminde V eklenecek dağıtılır.

Avantajları: İspirasyon zamanının uzatılması ile kapalı akciğer ünitelerinin yeniden açılması mümkün olur. Oksijenasyonu iyileştirir.

PAW yüksektir, ama hava hapsi oluşmadıkça, PP'yi güvenli sınırlar içinde tutar.

Dezavantajları: Ekspirasyon zamanının kısalması ile oto-PEEP gelişebilir. Özellikle VCV zamanı kullanılarak, TI'nın uzatılması ve I/E artırılması esasına dayanır. Zaman-siklusludur. Basınç-hedefli veya volüm-hedefli olabilir. Basınç-hedefli ters oranlı ventilasyon (PCVIRV)' da; TI veya I/E ayarlanır. VT değişkendir. V, düşen akış biçimindedir. Volüm-hedefli ters oranlı ventilasyon (VCVIRV)'da; sabit VT, inspirasyon sonu duraklama veya düşen akış biçiminde V eklenerek dağıtılır.

Avantajları: İspirasyon zamanının uzatılması ile kapalı akciğer ünitelerinin yeniden açılması mümkün olur. Oksijenasyonu iyileştirir. PAW yüksektir, ama hava hapsi oluşmadıkça, PP'yi güvenli sınırlar içinde tutar.

Dezavantajları: Ekspirasyon zamanının kısalması ile oto-PEEP gelişebilir. Özellikle VCVIRV, barotravmaya yol açabilir. Yüksek düzeyde sedasyon ve bazen paralizi gerekebilir. Yüksek I/E varlığında; kardiyak yan etkilerin değerlendirilmesi için, sağ kalp kateterizasyonu gerekebilir.

Endikasyonları: Özellikle, yüksek FiO₂ ve PEEP gereken, ciddi hipoksik solunum yetmezliklerinde kullanılabilir. IRV'ye başlamak için, kesin olarak onaylanmış kriterler yoktur. Ancak VCV-IRV için; FiO₂ > 0,6 veya PEEP > 10 cm H₂O ile SaO₂ > % 90 düzeylerini sürdürmek amacıyla, PCV-IRV için; ek olarak PIP ≥ 45 cm H₂O varlığında kullanımı önerilir.

Başlangıç ayarları: V için, düşen akım biçimi tercih edilir. PP < 35 cm H₂O tutmak için, VT, basınç desteği ve V gerekirse azaltılır. Gerekirse PEEP eklenir, ancak konvansiyonel ventilasyona göre daha düşük düzeyde (ortalama % 50) tutulur. I/E; 1/1 ile başlanır, 1,5/1'e ve gerekirse 2/1'e kadar çıkılır. Vital bulgular, akış-basınç-volüm eğrileri, çok sıkı monitorize edilmelidir.

2.3.4.7. Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı (CPAP)

Bir spontan solunum modudur. Klinisyence belirlenen sabit bir hava yolu basıncı, tüm spontan solunum döngüsü boyunca korunur Amaç; solunum kasları üzerinde ilave bir yük oluşturmadan, merkez basınçları yükseltmektir. Bu basınç artışı, alveoler stabilizasyonu ve optimal oksijenasyonu sağlamayı hedefler. CPAP'ın seviyesi,

kardiyovaskuler bir sorun yaratmadan, yeterli oksijenasyonu sağlayacak alveoler distansiyon basıncının saptanması ile belirlenir. “Weaning” aracı olarak da kullanılabilir.

2.3.4.8. PEEP

Ekspirasyon sonunda pozitif basınç uygulayarak, solunum siklusu boyunca subatmosferik basıncın sürdürülmesi esasına dayanır. Spontan solunum sırasında uygulandığı zaman; CPAP, mekanik ventile hastalara uygulandığı zaman; PEEP (genellikle invaziv MV için ve yoğun bakım ventilatorleri ile) ve “End-Expiratory Positive Airway Pressure (EPAP)” (genellikle noninvaziv MV için ve “bi-level”-BiPAP ventilatorleri ile) terimi kullanılır. Fizyolojik açıdan bakıldığında, CPAP, PEEP ve EPAP eşittir.

Avantajları: Kollabe alveolleri açar ve stabilize eder. Fonksiyonel reziduel kapasiteyi artırır. Oksijenasyon ve akciğer kompliyansını iyileştirir. Minimum akciğer volümünü sürdürerek akciğer hasarı ve ödemi azaltabilir.

Dezavantajları: Kardiyak “output”u bozabilir. Özellikle 15 cmH₂O’dan büyük olduğunda, barotravma riskini artırır. İntrakranial basıncı artırır. Renal ve portal kan akımını azaltır. Ekstravaskuler akciğer sıvısını artırır. Ölü boşluğu arttırabilir. Aşırı genişleme halinde, solunumun inspirasyon işini arttırabilir.

Endikasyonları: ARDS ve akciğer ödemi gibi difuz infiltrasyon ve ciddi hipoksemi (FiO₂ < 0,60 gereği) ile karakterli solunum yetmezliklerinde, mediastinal kanamayı kontrol etmek için kardiyak cerrahi sonrasında, postoperatif atelektazi tedavisinde ve oto-PEEP varlığında solunum işini azaltmak için kullanılır.

Başlangıç ayarları: 5-15 cm H₂O ile başlanır. PaO₂ > 60 mm Hg ve FiO₂ < 0,50 değerlerini sağlayan ve hemodinamik stabilliği koruyan optimal PEEP’e ulaşıncaya kadar, 2’şer cm H₂O azaltılır veya arttırılır. PAP, PP ve PAW dikkatle monitorize edilmelidir.

2.4. İntra Abdominal Basınç (İAB)

Karın içinde basıncı arttıracak herhangi bir durum yokken bulunan sabit basınca intra abdominal basınç denir. Bu basınç diafragmatik kontraksiyonla (inspirasyon) artıp, relaksasyonla (ekspirasyon) azalır. İAB ince bağırsakların ve solid organların

volümlerinden (hava, sıvı veya fekal materyal ile dolabilen), yer kaplayan lezyonlardan (asit, kan, tümör) ve abdominal duvarın gerilebilirliğinden etkilenir.³²

2.4.1. İntra Abdominal Hipertansiyon (İAH)

Normal İAB kritik hastalarda yaklaşık 5-7 mmHg'dır. İAH, İAB'nin sürekli ya da tekrarlayan şekilde patolojik olarak 12 mmHg ve üstünde olmasıdır. Bu eşik değerin seçilmesinin nedeni hastaların büyük çoğunluğunda organ disfonksiyonunun 12 mmHg üzerinde ortaya çıkmasıdır.³³

2.4.1.1. Etyoloji ve Risk Faktörleri

Genellikle yoğun bakım hastalarında ve sıklıkla abdominal travmadan sonra gelişir.

1. Abdominal duvar kompliansında azalma, akut respiratuvar yetmezlik, primer fasiya veya sıkı kapama yapılmış abdomen cerrahisi, majör travma, yanık, prone pozisyon, yatak başı > 30°, yüksek vücut kitle indeksi

2. Artmış lümen içi içerik; gastroparezi, ileus, kolon psödoobstrüksiyonu

3. Artmış abdominal içerik; hemoperitonyum, pnömoperitonyum, asit, karaciğer disfonksiyonu

4. Kapiller kaçış / sıvı replasmanı; asidoz (pH < 7,2), hipotansiyon, hipotermi politransfüzyon (>10Ü/24 sa), koagülopati (platelet < 55000, INR > 1.5, APTT > 15 sn), pankreatit, masif sıvı replasmanı (> 5L / 24 sa), oligüri, sepsis, majör travma, yanık, hasar kontrol cerrahisi gibi birçok nedenden İAH gelişebilir.³⁶

2.4.2. İntraabdominal Basınç Ölçümü

Karın içi basıncının ölçülmesi için intraperitoneal kateterlerin de kullanıldığı çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bunlar arasından MB ölçülmesi, ilk kez Kron ve ark.³⁵ tarafından tanımlanan ve daha sonra da Iberti ve ark.^{34, 35} tarafından uygulanan en sık kullanılan yöntemdir. Mesane 100 ml'den daha az hacimlerde pasif bir depo olarak görev yapar ve kendi duvar kas yapısından herhangi bir katkıda bulunmadan doğrudan karın içi basıncını yansıtır. MB ölçme tekniği, oldukça basittir. Hasta sırt üstü yatar pozisyonda iken önce foley idrar sondası konularak mesane boşaltılır. Ardından mesaneye steril şartlarda 50-100 ml izotonik sıvı verilir ve distal kısım klemlenir.

Daha sonra idrar sondasının aspirasyon çıkışına, 18-gauge iğne ile girilir. İğne, 3-yollu bir sisteme ve su manometresine bağlanır. Manometre, steril sıvı ile doldurulur ve hasta tarafına açılır. Manometrenin “0” noktası, hastanın symphysis pubis noktasına hizalanarak sıvı sütununun geldiği nokta cm olarak okunur. Böylece cm H₂O birimiyle MB, dolayısıyla karın içi basıncı belirlenmiş olur. Elektronik monitörlü cihazlar da kullanılarak MB ölçüm ve takibi yapılabilir. Bu sistem, teknik olarak santral venöz basınç ölçümü için kullanılan sistemle aynıdır.

2.5. Ultrason

2.5.1. Tarihçe

İnsan eli ile oluşturulan ilk ultrasonun tarihi 1870 yıllarına kadar uzanmaktadır. Pratikte kullanımı için ilk pratik girişim 1912 batan Titanic gemisinin enkazının bulunması için yapılmış ama başarısız olmuştur.³⁷ İkinci dünya savaşında da özellikle sonar alanında gelişmeler kaydedilmiştir. Ultrasonun tıp alanında kullanımı 1950’lerden sonradır. Önceleri uygulanan A-mod yerini B-modu bırakmış ve 1970’lerde gri skalanın geliştirilmesinden sonra hızla yaygınlık kazanmıştır.³⁷ Günümüzde real time ultrason, endoluminal ultrason, doppler, renkli doppler, power doppler uygulamaları mevcut olup ultrasonografik kontras madde kullanımına başlanmıştır.

2.5.2. Temel Prensipler

Çok yüksek frekanslı ses demeti kullanılarak yapılan görüntüleme yöntemidir. İnsan kulağının duyamayacağı bu dalgalar, demetler halinde gönderilerek vücutta bulunan dokuların taranması için kullanılır. Ses enerjisi ileildikçe azalır, saçılır, yansıtılır ve değişik arayüzlerden eko alınmasına neden olur. Ultrason elektrik sinyallerini mekanik dalgalara dönüştürme yeteneği olan piezoelektrik transdüserler tarafından üretilir. Aynı transdüser geriye yansıtılan ultrason dalgalarını alarak elektrik sinyallerine dönüştürür. Transdüserler ultrasonu hem gönderen hem de geri alabilen cihazlardır. Transdüserler sesin bir dalga şeklinde belirli bir yönde hareketini sağlamak üzere diyazn edilmiştir. Yansıtılan ve saçılan eko (dalga) sinyallerinin alınması sayesinde ultrason görüntüleri oluşturulmakta ve Doppler etkisi kullanılarak hareketin tespiti sağlanmaktadır.

2.5.2.1. Sesin Hızı

Ultrasonografik görüntüleme puls-eko sistemine dayanır. Transdüserde üretilen kısa bir ultrason pulsü dokuya gönderilir. Dokuda yayılım sırasında sesin bir bölümü, farklı yapıdaki dokuların yüzeylerinde yankılanarak transdüserine geri döner. Ses yayılım hızı temelde sesi ileten dokunun özelliğine bağlı olup dalga büyüklüğü ya da frekansına bağımlı değildir. Kural olarak, hava gibi gazlar en düşük ses iletim hızına sahipken sıvılar orta düzeyde iletkendirler. Yumuşak dokularda sesin ortalama hızı 1540 cm/sn olarak bulunmuştur.²⁰ Pulsun üretimi ve yankının algılanması arasında geçen süre ve yankı şiddeti saptanarak, yansıtıcı objenin ne kadar uzaklıkta olduğu ve yansıtıcılık düzeyi hesaplanır. Bu hesaplamalar sonucunda incelenen bölgenin kesitsel anatomisi ortaya konulur.

2.5.2.2. Frekans ve Dalga Boyu

Probdaki piezoelektrik elemanlarda saniyede oluşan titreşimlerin sayısı ultrason dalgasının frekansını belirler. Frekans saniyede oluşan döngü şeklinde ya da hertz (Hz) olarak ifade edilir. Ultrasonografik bir ses dalgası, ardı ardına gelen sıkışma (kompresyon) ve gevşemelerden (rarefaksiyon) oluşan longitudinal kompresyonel bir dalgadır. Saniyedeki kompresyon sayısı sesin frekansını, iki kompresyon arasındaki mesafede sesin dalga boyunu belirler. Tanısal amaçlı kullanılan uygulamalarda 1 megahertz (MHz) ile 30 MHz frekans aralığında ses dalgaları kullanılmaktadır.

Ultrason cihaz üreticileri ve kullanıcıları dokuda yeterli görüntü elde edilmesini sağlayacak yüksek frekans aralığını tercih etmektedir. Yüksek frekans daha iyi uzaysal detay yada çözünürlük sağlamaktadır. Dalga boyu bir dalganın benzer özellik gösteren kısımları arasındaki mesafe olup, sesin hızının (c), frekansa (f) oranına eşittir ($\lambda = c/f$). Dalga boyu cisimlerin boyutlarını, yansıtıcılar ve saçıcılar gibi, tarif ederken önem kazanmaktadır. Dalga boyu kısaldıkça yani frekans arttıkça rezolüsyon artar, fakat birlikte absorpsiyon da artacağı için penetrasyon yani görüntünün derinliği azalır. Yüksek bir rezolüsyona ulaşmak için incelenecek dokuya olabildiğince yakın olmak gerekliliği, endokaviter transduserlerin geliştirilmesine neden olan temel ultrasonografi kuralıdır. Ses dalgasının frekansına uygun dalga boyu kullanıldığında objenin boyutu en uygun şekilde ifade edilir.

2.5.2.3. Amplitüd (Büyükük), Şiddet ve Güç

Ses dalgaları ortamda basınç dalgaları oluşturur. Basıncın büyüklüğü ses dalgasının neden olduğı maksimum artış (yada azalış) olarak tanımlanır. Basıncın birimi Paskaldır (Pa). 1880 yılında Curie ler tarafından keşfedilen piezo-elektrik (basınç-elektrik) olayı, quartz gibi bazı kristallerin, mekanik ve elektrik enerjilerini birbirine çevirmesi temeline dayanır. Kristal üzerine uygulanan basınç, elektrik enerjisi ise kristalde genişleme ve daralma şeklinde mekanik enerjiye ve dolayısıya sese çevrilir. Ortamda herhangi bir noktada ses dalgasının şiddeti (I) basıncın büyüklüğünün karesi alınarak ve $I = P^2/2\rho c$ formülü kullanılarak tahmin edilebilir. Burada ρ ortamın yoğunluğu ve c ses dalgasının hızını göstermektedir. Ultrason şiddetinin birimi watt (w)'ın metrakareye (m²) oranına eşittir (W/m²). Ultrason dalgasında en yüksek değerlerin saptandığı noktalarda zaman ortalamalı şiddet tipik olarak B-mod görüntülemeye 10 ile 20 mW/cm² seviyesindedir. Doppler ve renk kodlamada iş faktörü daha yüksektir. Ayrıca, bu modlarda akustik enerji daha küçük alanlarda yoğunlaştırılır. Doppler modunda renkli incelemede zaman ortalamalı akustik şiddet birkaç yüz mW/cm² iken spektral Doppler incelemede bu 1000 ile 2000 mW/cm² arasında değişmektedir.²⁵ Tarayıcı tarafından üretilen akustik güç enerjinin probtan yayılım hızı şeklinde tanımlanır. Tanısal ultrason cihazlarında üretilen ortalama akustik güç küçük iş faktörlerinin kullanılması nedeniyle düşüktür. Gri skala görüntülemeye tipik olarak 10 ile 20 mW güç seviyesindedir. Renkli incelemede ise bu düzeyinüç katına ulaşılabilir.

2.5.2.4. Atenüasyon

Ses dalgası dokuda ilerlerken şiddeti katedilen mesafe arttıkça azalır. Mesafeyle ilgili bu azalmaya atenüasyon denir. Tıbbi amaçlı ultrason dalgalarında atenüasyon, ortamlar arası yoğunluk ya da ses hızı farklılıklarından kaynaklanan saçılma, yansıma ya da dokuların ses dalgalarını absorbe etmesiyle meydana gelir. Absorbsiyon dokuda ölçülemeyecek kadar küçük miktarlarda ısı artımına neden olur. Atenüasyonun mesafeyle ilişkili hızına atenüasyon katsayısı denir ve birimi desibel (dB)/santimetre (cm)'dir.

Atenüasyon katsayısı kas ve deri gibi dokularda oldukça yüksek, karaciğer gibi organlarda orta düzeyde ve su ile dolu yapılarda en azdır. Karaciğer için 1 MHz de 0,5

dB/cm iken, kan için 1 MHz de 0,17 dB/cm'dir. Atenüasyonun önemli bir özelliği frekans bağımlı olmasıdır. Birçok dokuda atenüasyon frekans ile doğru orantılıdır.

2.5.2.5. Akustik İmpedans

Sesin doku içindeki hızı ile doku dansitesi arasındaki bağlantılı ilişkidir. Farklı akustik yapıya sahip dokuların yüzeyinden yansıyan sesin miktarı, iki doku arasındaki farklılığın derecesine bağlıdır. Hava ile yumuşak doku arasındaki akustik impedans farklılığı çok fazla olduğundan sesin tamamı yansımaktadır. Bu nedenle USG incelemede prob, cilde sürülen jel üzerinden tatbik edilmelidir.

2.5.2.6. Yansıma

Ultrason görüntülerinde izlenen detaylara yansıma ve saçılma katkıda bulunmaktadır. Ses demetinin yansıma özelliği 4 önemli faktöre bağlı olarak gerçekleşmektedir.

- a. Akustik impedans farklılığı ile doğru orantılı
- b. Ses dalgasının yüzeyle yaptığı açı arttıkça yansıma azalır (İnsidans açısı).
- c. Sesin dalga boyu yayıldığı yüzeyden küçükse yansıma, büyükse saçılma, eşitse kırılma olur. Yansıtıcı yüzey ile sesin dalga boyları arasındaki ilişkidir.
- d. Düzgün yüzeyde yansıma, düzensiz de saçılma olur. İncelenecek olan dokunun yüzeyi ile ilgili bir kavramdır.

2.5.2.7. Saçılma

Ses dalgalarının bir ortamdan diğerine geçerken gösterdiği yön değişikliğidir. Kırılma, görüntü rezolüsyonunda kayba, distorsiyona ve artefaklara neden olması bakımından istenmeyen bir etkidir. Ancak organ parankimi içerisinde saçılma neticesinde elde edilen ekolar ultrason görüntülerinde tanısal detayın büyük bir kısmını oluşturduklarından klinik olarak önem kazanmaktadır. Tanısal amaçlı ultrason frekanslarında, ultrason dalga boyu ile karşılaştırıldığında kırmızı kan hücrelerinin boyutu oldukça küçüktür. Bu boyuttaki saçıcılara Rayleigh saçıcıları denir. Doppler ultrasonda kan akışı, kırmızı kan hücrelerinin neden olduğu saçılma tespit edilip veriler işlenerek sağlanır.

2.5.3. Ultrasonografide Görüntü Metodları

A mod (amplitüd); dokulardan yansıyan ses dalgaları çizgisel bir grafik haline dönüştürülür. Veriler kantitatifdir, incelenen bölge görülmez. Geriye dönen sesin amplitüdüleri grafik üzerindeki tepelerin yüksekliğini, tepeler arasındaki mesafede yapıların vücut içindeki derinliklerini belirler. A mod daha önceki yıllarda göz incelemesinde kullanılan bir yöntemdir.

M mod (motion); hareketli dokulardan geriye dönen ses dalgaları zaman pozisyon grafiği şeklinde kaydedilir. Kalbin incelemesinde kullanılan moddur (ekokardiyografi).

B mod (brightness); günlük pratikte kullanılan ve 'gri skala' adı verilen moddur. Transdüsere geri dönen ses dalgaları, küçük parlak noktalar şeklinde ekran üzerinde görüntülenir. Noktaların parlaklığını geri dönen sesin şiddeti belirler. Bu modda 'real time=gerçek zamanlı dinamik' görüntüleme yapılabilir.

Ultrasonografik görüntülemelerde vücuda saniyede 500 ile 3000 defa ultrason pulsu gönderilir. Saniyede 1000 defa puls gönderildiğini varsayarsak her puls iki veya üç dalga içerir. Buda yaklaşık 5-6 μ sn sürer. Her puls arasında bir milisaniye olduğundan bu sürenin 5-6 μ sn vuruş, 994 μ sn ise dinlenmede geçecektir. Böylece kısa puls (% 0,6) ve uzun dinlenme (% 99,4) zamanı nedeniyle "real-time" görüntüleme mümkün olmaktadır. "Real-time" görüntülemelerde ultrason demetinin tarama yapabilmesi için birçok teknik geliştirilmiştir. Mekanik sektör problemlerinde bu hareket transdüsünün döndürülmesi ya da transdüsünün arkasına konan bir aynanın hareketi ile sağlanır.

2.5.4. Transdüseler

Lineer dizilişli transdüselerde bir çizgi üzerine dizilmiş küçük transdüseler elementlerinin belirli sıralarla eksite edilmesi ile oluşturulan ultrason demeti ile görüntüleme alanı hızla taranır, ekolar ayrı ayrı toplanarak amplifiye edilir. Bu problemlerde elektronik ateşleme, hareketli parça gereksinimini ortadan kaldırmıştır. Kurvilineer ya da konveks dediğimiz problemlerde ise transdüseler konveks bir dış yüzey oluşturacak şekilde birbirleriyle belirli bir açı yapacak şekilde dizilmişlerdir. Bu şekilde elektronik bir sistem ile dar yüzeyli ancak derine doğru yelpaze şeklinde genişleyebilen ses demeti oluşturularak, sektör problemlerinin küçük giriş kapıları ile lineer dizilişin avantajları birleştirilmeye çalışılmıştır. Bu iki avantajın tam olarak birleştirildiği prop

şeklifaz dizilişli elektronik proplardır. Bu sistemlerde her transduser önüne elektronik gecikme sağlayan devreler konularak transdüserlerin belirli bir faz ile uyarılması ve ses demetinin proptan belirli bir açıyla yayılması sağlanabilmektedir. Bu şekilde "steering" özelliğine sahip proplar ve dar yüzeyle-konik kesit alanına sahip elektronik sektör proplar geliştirilmiştir.⁴⁰

2.6. Vena Cava İnferyor Çapının Ultrasonografik Olarak Görüntülenmesi ve Ölçümü

VCI, L5 anteriyorida common iliyak venlerin birleşmesinden doğar ve diyafragmayı delerek yukarı doğru ilerler. Başlıca hepatic venler olmak üzere birçok ven VCI'ye ulaşır. VCI vücudun uzun aksına paralel uzanır ve orta hattın sağında yer alır. Abdominal aortanın anteriyorundadır. VCI'nin aortadan sonografik ayrımı; tipik arteriyel pulsasyonun varlığı, hepatic venlerin VCI'ye anteriyor sınırında girişi, VCI'nin sağ atriyauma girişinin izlenmesi ve kalbe doğru karakteristik bifazik venöz profilin doppler kaydı ile yapılır.⁴¹ İncelemelerde genellikle 3,5 MHz'lik proplar kullanılır. VCI supin pozisyonda karaciğerin sağ lobundan geçen longitudinal kesitlerde görüntülenir. Bir başka görüntüleme yöntemi ise oblik-koronal incelemedir. Hasta sol yanına yatırılır. Prop longitudinal yerleştirilerek karaciğer sağ lobundan sol iliyak kanata kadar açı verilerek inceleme yapılır. Bu kesitlerde aortanın anteriyorida görülür ve renal venlerin girişi de görülebilir.⁴² Damar vücudun uzun aksına paralellik gösterdiğinden görüntü oryantasyonu kabaca anatomik plana paralellik gösterir. Bu uzun aks görüntülemelerinin dışında probun subkostal yerleştirilmesi ile sirküler görüntüleri de elde edilebilir.⁴³ Şekli ovoid veya yassıdır.⁴⁴

Uzun aks izdüşümünde damar geniş, lineer, nonpulsatil düzgün ve paralel kenarlı boşluk olarak görülür. Hepatic venler yaklaşık 30 derecelik bir açı ile VCI'ye girerler. Bu venler karaciğer parankimi içerisinde görülebilir.⁴¹ Proksimal vena cava, çapı yüksek oranda kan volümü ve CVP'deki değişiklikler ile paralellik gösteren ince duvarlı bir damardır. Respirasyonun VCI'nin volümünü hızla etkilediği gözlemlenmiştir. VCI depo görevi yaptığından inspirasyon sırasında kalbin sağ tarafına artmış kan dönüşü ve kaval boşalmaya hem çap hem de alanda azalma eşlik eder.⁴³ Boşalmanın derecesi hem VCI-sağ atriyum gradiyenti ile hem de boşluk-damar kompliyansı ile tespit edilir.⁴¹ Normalde anteroposteriyor çapı 25 mm'den azdır ama

solunumsal değişikliklerle 30-40 mm'ye kadar ulaşabilir.⁴² VCI çapı sağ ventrikül yetmezliği, sağ ventriküler hipertansiyon, triküspit damar hastalıkları, perikardiyal tamponat ve konstriktif perikarditte artmaktadır.⁴⁴

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma; Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi etik kurulunun 02.12.2010 tarihinde onayı alındıktan sonra Ocak 2011-Eylül 2011 tarihleri arasında Acil Tıp Anabilim dalında subclavian vene veya internal juguler vene santral venöz katater takılı olan 18 yaş üzeri 45 hasta üzerinde yapılmıştır. Araştırmamızda verilerin standart bir şekilde toplanabilmesi amacıyla veri toplama formu oluşturuldu. Veri toplama formunda hastaların yaşı, cinsiyeti, CVP ve vena cava inferior ölçüm tarihi, saati, hastalık tanısı, tansiyon arteryel, nabız, CVP katater tipi, inspirasyon ve ekspirasyonda CVP değerleri, vena cava inferiorun USG ile inspirasyon ve ekspirasyonda ölçülen çapları, hastanın spontan veya mekanik ventilatörle solunum durumu, hava yolu basıncı, tidal volüm, solunum sayısı, PEEP, inspiratuvar basınç, abdominal basınçları kayıt altına alındı. Hastalardan şuuru açık olanların kendisinden, şuuru bozuk olanların ailesinden çalışmaya katılım ile ilgili onay alındı.

Ölçümler spontan solunum ve mekanik ventilasyonla solunum yapan hastalarda yapıldı. Mekanik ventilasyonla solunum yapan hastalarda ventilatör modu volüm kontrollü moda ayarlandı. Tidal volüm 8-10 cc/kg, solunum hızı 10-12/dak, FiO₂ PaO₂ değeri 100'ün üzerinde olacak şekilde ayarlandı. PEEP 5 cm H₂O olacak şekilde ayarlandı.

Vena cava inferior çapı Araştırma görevlisi Dr. Serenat Çitilcioğlu tarafından acil serviste bulunan Philips HD3 ultrasonografi cihazı ile ölçüldü. Tüm ölçümler supin pozisyonda, 3,5 mHz'lik konveks prop ile yapıldı. 3,5 Mhz prob ile transvers bakı ile vena cava ve aort tesbit edildi. Sonra prob vena cava üzerinde longitudinal düzleme çevrildi. Bu planda önce kranial angulasyonla kalp bulundu. Sonra angulasyon azaltılarak hepatic venlerin vena cava inferiora döküldüğü nokta bulundu. Bu konumda ölçümler standardize edilmesi ve optimum olması için hepatic venlerin vena cavaya döküldüğü yerden 20 mm distale gidilerek vertikal düzlemde damarın dış sınırından karşı duvarda iç sınıra olan mesafe ölçüldü. Hem inspirasyon hem de ekspirasyon fazında ölçümler alınarak milimetre cinsinde kaydedildi.

Santral venöz basınç ölçümü sırasında sağ atrium düzeyi referans (sıfır) düzeyi olarak alındı. Dördüncü kostal kıkırdak hizasında orta aksiler hat üzerindeki nokta referans noktası olarak alındı. Santral venöz basınç Pizoelektrik transdüser aracılığı ile monitorda izlendi. CVP sonuçları mmHg olarak tespit edildi.

İntraabdominal basınç ölçümü için hasta sırt üstü yatar pozisyonda iken önce Foley idrar sondası konularak mesane boşaltıldı. Ardından mesaneye steril şartlarda 50-100 ml izotonik sıvı verildi ve distal kısım kleplendi. Daha sonra idrar sondasının aspirasyon çıkışına, 18-gauge iğne ile girildi. İğne, 3-yollu bir sisteme ve su manometresine bağlandı. Manometre, steril sıvı ile dolduruldu ve hasta tarafına açıldı. Manometrenin “0” noktası, hastanın symphysis pubis noktasına hizalanarak sıvı sütununun geldiği nokta cm olarak okundu. Böylece cm H₂O birimiyle MB, dolayısıyla karın içi basıncı belirlenmiş oldu. İntraabdominal basıncı 12 cm H₂O üzerinde olan hastalar çalışmaya alınmadı.

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS 18.0 paket programı kullanıldı. Kategorik ölçümler sayı ve yüzde olarak, sayısal ölçümlerse ortalama ve standart sapma (gerekli yerlerde ortanca ve minimum-maksimum) olarak özetlendi. Sürekli ölçümler arasındaki korelasyon Spearman Korelasyon katsayısı ile incelendi. Tüm testlerde istatistiksel önem düzeyi 0,05 olarak alındı.

4. BULGULAR

4.1. Tüm Hastalarda Cinsiyete Göre Sayısal Değerleri

Çalışmamıza acil serviste santral venöz katater takılmış 45 hasta aldık. Hastaların 24'ü erkek (% 53,3), 21'i kadındı (% 46,7).

Tablo 8. Tüm Hastalarda Cinsiyete Göre Sayısal Değerler

	Kadın	Erkek	Toplam
Sayı	21	24	45
Yüzde (%)	46,7	53,3	100

4.2. Tüm Hastalarda Yaşa Göre Sayısal Değerleri

Yaş ortalaması $58,3 \pm 17,43$ yıl olarak hesaplandı.

Tablo 9. Tüm Hastalarda Yaşa Göre Sayısal Değerler

Yaş Ortalaması \pm ss	Minimum Yaş	Maximum Yaş
$58,3 \pm 17,43$	18	83

4.3. Tüm Hastaların Tanılarına Göre Sayısal Değerleri

Tablo 10. Tüm Hastaların Tanıları ve Yüzdeler Dağılımı

Tanı	Sayı	Yüzde (%)
Malignite	16	35.6
Sepsis	6	13.3
Pnömoni+KOA	5	11.1
Akut böbrek yetmezliği	4	8.9
Kronik karaciğer hastalığı	3	6.68
Menenjit	2	4.44
GİS kanama	2	4.44
SLE	1	2.22
Pulmoner emboli	1	2.22
Ülseratif kolit	1	2.22
Geçirilmiş renal transplantasyon operasyonu	1	2.22
Diabetik ketoasidoz	1	2.22
Otoimmün hemolitik anemi	1	2.22
Hiper kalsemi	1	2.22

4.4. Tüm Hastaların Kateter Tiplerine Göre Sayısal Değerleri

Hastaların 24'üne subclavian (% 53,3), 21'ine juguler (% 46,7) kateter takılı idi.

Tablo 11. Tüm Hastaların Kateter Tipleri, Sayı ve Yüzdeler Dağılımı

Kateter Tipi	Sayı	Yüzde
Subclavian	24	53,3
Jugular	21	46,7

4.5. Tüm Hastaların Solunum Tiplerine Göre Sayısal Değerleri

Hastaların 11'i mekanik ventilatör ile solunum yapmaktaydı (% 24,4) 34'ü spontan solunuma (75,6) sahipti.

Tablo 12. Tüm Hastaların Solunum Tipleri, Sayı ve Yüzdeler Dağılımı

Solunum Tipi	Sayı	Yüzde
Mekanik Ventilasyon	11	24,4
Spontan Solunum	34	75,6

4.6. Tüm Hastaların Sistolik Basınç, Diastolik Basınç, Nabız Değeri Ortalamaları

Tüm hastaların sistolik basınç ortalaması 108,4, standart sapması 32,173'tür. Minimum sistolik basınç değeri 45, maksimum sistolik basınç değeri 203'tür. Tüm hastaların diastolik basınç ortalaması 60,8, standart sapması 15,008'dir. Minimum diastolik basınç değeri 30, maksimum sistolik basınç değeri 90'dır. Tüm hastaların nabız değeri ortalaması 98,87, standart sapması 26,403'tür. Minimum nabız değeri 54, maksimum nabız değeri 172'dir.

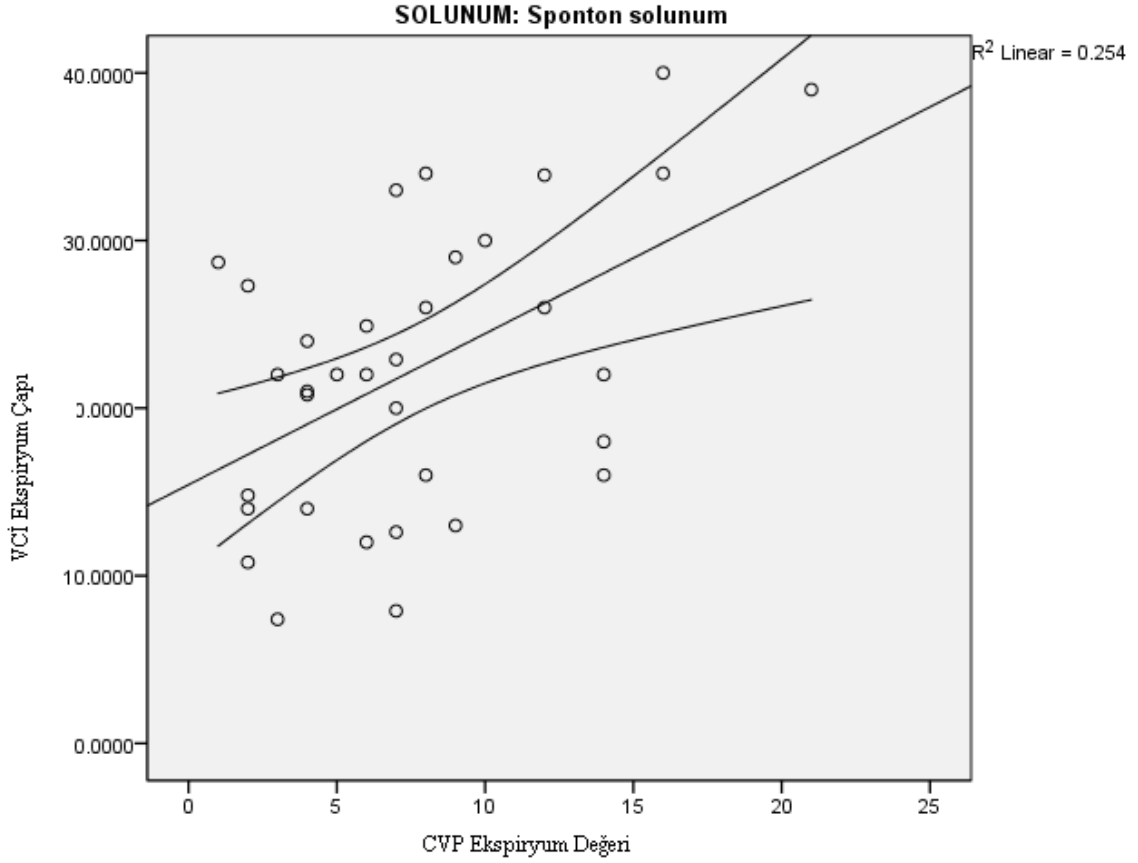
Tablo 13. Tüm Hastaların Sistolik Basınç, Diastolik Basınç, Nabız Değeri Ortalamaları, Standart Sapması, Minimum ve Maksimum Değerleri

	Ortalama±ss	Min	Max
Sistolik basınç	108,4±32,173	45	203
Diastolik basınç	60,8±15,008	30	90
Nabız	98,87±26,403	54	172

4.7. Spontan Solunuma Sahip Hastalarda Ekspiriumda USG ile Ölçülen VCI Çapı ve Ekspiriumda Ölçülen Santral Venöz Basınç Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Tablo 14. Spontan Solunuma Sahip Hastalarda Ekspiriumda USG ile Ölçülen VCI Çapı ve Ekspiriumda Ölçülen Santral Venöz Basınç Arası Korelasyon

Spermans Rho Korelasyon Katsayısı	0,429
p	0,011
Hasta sayısı	34



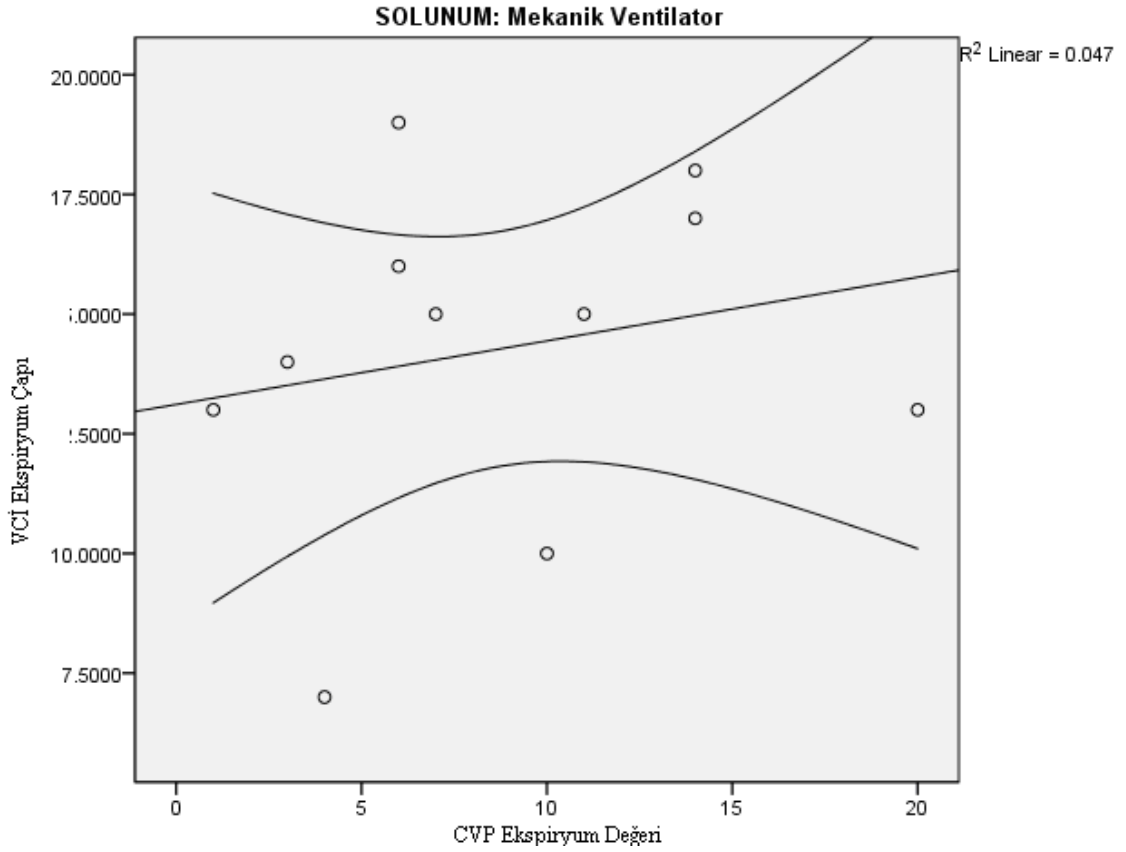
Şekil 4. Spontan Solunuma Sahip Hastalarda Ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ve ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasındaki korelasyon diyagramı

Yukarıdaki diagramlar incelendiğinde ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ve ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasındaki korelasyonu incelemek için 34 veriden faydalandığı ve bu verilere bağlı olarak Serman's korelasyon katsayısının 0,429 olduğu ve p (anlamlılık düzeyinin) $(0,011) \leq 0,05$ olduğu görülmektedir. Buna bakıldığında spontan solunuma sahip hastalarda ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ve ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasında korelasyon vardır ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

4.8. Mekanik Ventilasyon ile Solunum Yapan Hastalarda Ekspiriumda USG ile Ölçülen VCI Çapı ve Ekspiriumda Ölçülen Santral Venöz Basıncı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Tablo 15. Mekanik Ventilasyon ile Solunum Yapan Hastalarda Ekspiriumda USG ile Ölçülen VCI Çapı ve Ekspiriumda Ölçülen Santral Venöz Basıncı Arası Korelasyon

Spermans Rho Korelasyon Katsayısı	0,425
p	0,192
Hasta sayısı	11



Şekil 5. Mekanik ventilatör ile solunum yapan hastalarda ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ve ekspiriumda ölçülen santral venöz basıncı arasındaki korelasyon diyagramı

Yukarıdaki diagramlar incelendiğinde mekanik ventilatör ile solunum yapan hastalarda ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ve ekspiriumda ölçülen santral venöz

basınç arasındaki korelasyonu incelemek için 11 veriden faydalandığı ve bu verilere bağlı olarak Sperman's korelasyon katsayısının 0,425 olduğu ve p (anlamlılık düzeyinin) $(0,192) \geq 0,05$ olduğu görülmektedir. Buna bakıldığında mekanik ventilatör ile solunum yapan hastalarda ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ile ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasında korelasyon yoktur.

5. TARTIŞMA

Acil servise başvuran hastalar için şok ve dolaşım yetmezliğinde, masif infuzyon veya transfuzyon gerektiğinde, masif kanama olabilecek girişimlerde, pediatrik ve ya kardiyak hastalar gibi sıvı replasmanının dikkatli yapılması gereken durumlarda CVP mutlaka izlenmelidir. ²⁰ CVP, sağ atriyal basıncı veya sağ ventrikül dolum basıncını gösteren bir sayıdır. En basit anlatımıyla; CVP sıvı durumu ve sağ kalp işlevinin bir göstergesidir. Normal insanlarda, CVP değişiklikleri sol ventrikül dolum basıncı değişiklikleri ile korelidir. CVP değerini etkileyen pek çok faktör vardır; bunlar arasında kardiyak performans, kan hacmi, vasküler tonus, artmış karın içi ya da toraks içi basınçlar ve vazopressor tedavi sayılabilir. ⁴⁵ Bu ölçümün yapılabilmesi için santral venöz katater takılması gibi invaziv bir yöntem gerekmektedir. Santral venöz katater takılmasında teknolojik gelişmelere rağmen, bu invaziv girişim erken ve geç komplikasyonlar açısından halen % 15 risk taşımaktadır. ^{46,47} Bu komplikasyonlar hastanede kalış süresinin uzaması, sağlık bakım maliyetlerinin artmasından yaşam kalitesinin azalması ve ölüme kadar uzanabilir. Bu sebeple hemodinamik monitorizasyon için noninvasiv metod olarak yatakbaşı ultrasonografi kullanımı acil servis klinisyenleri, için yararlı bir yöntem olabilir.

Vena cava inferior venöz sistemin düşük basınçlı en büyük damarıdır. Venin genişlemesi belli bir oranda venöz basınçta değişiklikleri yansıtır. Bu değişiklik ayrıca volüm fazlalığını da yansıtır. Bu nedenle vena cava inferior çapı hipervolemi değerlendirilmesinde önemli bir teşhis aracı olabilir. ^{48,49}

VCI hareketleri ve büyüklüğü, respirasyonla ve total vücut sıvısı ile değişen bir vendir. ⁵⁰ İspirasyon esnasında intraplevral basınç negatif hale gelir ve kalbin sağ tarafına venöz dönüşün artmasına sebep olur. İntرالuminal basınçta azalma meydana gelir. VCI ilk defa Weil tarafından sağ kalp yetmezlikli hastalarda dilate olarak gösterilmiştir. ⁵⁰

Bugüne kadar VCI kalp yetmezlikli ve diyalize giren hastalarda volüm durumunu değerlendirmek amacıyla görüntülenmiştir. Tetsuka ve arkadaşlarının

gerçekleştirdiği bir çalışmada, diyalize giren hastalarda VCI çapı, dolaşan kan volümü ve vücut ağırlığının; ultrafiltrasyonla azaldığı tespit edilmiştir. ⁵¹ Özellikle VCI ekspiryum sonu çapı ile dolaşan kan volümü arasındaki korelasyon dikkat çekmektedir. Yazarlar VCI ekspiryum çapının dolaşan kan volümünün bir belirteci olduğu kanısına varmışlardır. ⁵¹

Kusaba ve arkadaşları 28 kronik hemodiyaliz hastalarında yaptıkları çalışmada vena kava inferiorun ekspiryum çapında diyaliz sırasında çekilen sıvı miktarı ile uyumlu kademeli azalma ve hemodiyalizi izleyen kan reinfüzyonu sonrası artma saptamışlardır ve bu değişikliklerin VCI ekspiryum çapında VCI inspiryum çapındaki değişikliklerden daha belirgin olduğunu göstermişlerdir. ⁵²

Yanagawa ve arkadaşları 2004-2005 yılında hemorajik şok ile başvuran travmalı hastalarda başvuru anında ve sıvı tedavisi sonrasında ultrasonografi ile vena kava inferior çapını ölçtüler. Çalışmaya 30 hasta dahil edilmiştir. Hastalar 2 grup halinde incelendi. Birinci grup sıvı tedavisi sonrası şoku düzelen fakat şoku takip sırasında tekrarlayan; ikinci grup sıvı tedavisi şoku düzelen tansiyon arteriali stabil seyreden grup. Bu iki grup arasında yaş, cinsiyet, vital bulgular ve başvuru vena cava inferior çapı arasında farklılık bulunmamıştır. Sıvı tedavisi sonrası ölçülen vena kava inferior çapları geçici yanıt veren grupta bariz bir şekilde daha küçük bulunmuştur. Travmalı hastalarda vena cava inferior çapında yetersiz genişlemenin kan basıncı normal olsa bile dolaşımdaki kan hacminin yetersiz olduğunun göstergesi olabileceğini düşünmüşlerdir. Inferior vena kava çapının şokun tekrarlama olasılığını göstermede kan basıncı ve kalp hızına göre daha iyi bir gösterge olduğunu öne sürdüler. ⁵⁸

Lyon ve arkadaşları da yaş ortalaması 49,5 (18-73) olan 31 gönüllü üzerinde dolaşımdaki kan volümü azalması ve VCI çapında azalma arasındaki ilişki varlığını tespit etmek üzere 2005 yılında çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında donörlerin 450 ml kan vermesini takiben VCI inspiryum ve ekspiryum çaplarında yaklaşık 5 mm azalma tespit etmişlerdir. Bu çalışma travma veya başka sebeplerle volüm kaybı olan hastalarda ultrasonografi ile VCI çapının değerlendirilmesinin faydalı olabileceğini göstermektedir. ⁵⁰

Marcelino ve arkadaşları da cerrahi veya medikal yoğun bakım ünitelerinde takip edilen hastalarda VCI çapının CVP ile korele olup olmadığını araştırmışlar. Çalışmalarına yaş ortalaması 62,2 +/- 17,3 yıl olan 560 hastayı dahil etmişlerdir.

Hastaların 477 sinde VCI görüntülenebilmiştir ve sonuçta IVC indeksinin (VCIe-VCIi/VCI e) CVP ile korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir.⁵³

Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Farabi Hastanesi Hemodiyaliz ünitesinde diyaliz programına alınan hastalarda Dr. Fazıl Aydın ve arkadaşları volüm durumunun değerlendirilmesi ve diyaliz kuru ağırlığının tespiti için diyaliz öncesi ultrasonografik olarak vena kava inferior çapı ölçümleri yaptılar. Çalışmaya hemodializ programına alınan 26-70 yaş arası 8 erkek,7 kadın toplam 15 dahil ettiler. Ölçümler ilk hemodializ seansı öncesi yaptılar. Hastaların 9'unda klinik olarak hipovolemi bulgu ve semptomları mevcutmuş. 6 hastada ödem, venöz dolgunluk gibi hipervolemi semptom ve bulguları mevcutmuş. Çalışmaya alınan hipovolemi semptomları bulunan 9 hastada santral venöz basınç 3 cm H₂O altında idi (ortalama SD 1±1 cm H₂O). VCI çapları 11 mm altında bulmuşlar. (ortalama SD 8.8±2 mm). Hipervolemi bulguları bulunan hastalarda VCI çapları hipovolemik gruba göre çok yüksek bulmuşlar (ortalama SD:17,6±1) (P<0,001). Sonuç olarak santral venöz basıncı düşük olan hastalarda vena kava inferior çapları belirgin şekilde düşük bulmuşlar. Bu hastalarda hemodiyaliz sırasında oluşabilecek olan volüm eksikliğini gidererek hipotansif atakları önlemiş oldular. Vena kava inferior çapının ultrasonografik olarak tayini, noninvazif, yan etkisiz ve kolay uygulanabilen bir metottur. Ayrıca uygulama yönünden cerrahi müdahale gerektiren ve invazif bir uygulama olan santral venöz basınç ölçümü kadar doğru sonuçlar vermekte olduğunu öne sürdüler. Klinik olarak hipovolemi veya hipervolemi semptom ve bulguları olan hastalarda diyaliz öncesi vena kava inferior çap ölçümü yapılarak volüm durumunun tespiti klinik olarak büyük önem taşımaktadır.⁵⁴

Lorsomradee ve arkadaşları 2007 yılında kardiyak cerrahi sırasında vena kava inferior çapı ve santral venöz basınç arasındaki korelasyonu tespit için 70 hasta üzerinde çalışma yaptılar. Yaptıkları çalışma sonucunda superior vena kava çapı ve santral venöz basınç arasında korelasyon gözlemlenemediler. CVP ve vena kava inferior arası korelasyonu iki kısımda incelediler. CVP'nin 11 mmHg ya eşit veya küçük olduğu hastalarda güçlü korelasyon saptadılar. (r=0,801, p<0,001). CVP'nin 11 mmHg'nın üzerinde olduğu katılımcılarda zayıf korelasyon saptadılar. (r=0,272, p=0,065).⁵⁵

Natori ve ark. vena cava inferior çap değişimlerinin santral venöz basınç değişimleri ile korele olduğunu göstermek amacıyla 14 katılımcı üzerinde araştırma yapmışlardır. Bu katılımcıların 5 inde kronik obstruktif akciğer hastalığı, 3'ünde

kardiak tamponand, 1'inde tüberküloza bağlı konstruktif perikardit mevcuttu. Katılımcıların 5'i sağlıklı kişilerdi. Vena kava inferior lümeni inspiyum başında daralmaya başladığını ve inspiyum sonunda en dar çapa ulaştığını ve ekspiyum sırasında genişlediğini gösterdiler. Valsalva manevrası ve pozitif basınçlı ventilasyon sırasında intratorasik basınç artışı ile birlikte inferior vena kava çapındaki solunumsal değişikliklerin tersine döndüğünü gösterdiler. Sonuç olarak ultrasonografi ile vena kava inferior çapının ölçülmesinin santral venöz basıncı tahmin etmek için değerli olduğunu gösterdiler.⁵⁷

Minutiello ve arkadaşları 65 hastada yaptıkları çalışmada CVP ve kaval indeksi karşılaştırdı. Kaval indeks subkostal olarak VCI'un sağ atriumdan başladığı noktanın 2 cm ilerisinde ölçüldü.

$$\text{Kaval indeks} = \frac{\text{Vena kava inferior ekspiyum çapı} - \text{vena kava inferior inspiyum çapı}}{\text{Vena kava ekspiyum çapı}} \times 100$$

İnternal juguler vene takılı kataterden CVP kaval indeks ile simultane olarak ölçüldü. Sonuçlar 3 grupta değerlendirildi.

- A) 45 hastada kaval indeks \geq % 20 ve CVP değeri normal
- B) 6 hastada kaval indeks $>$ % 20 ve CVP değeri artmış
- C) 14 hastada kaval indeks $<$ % 20 ve CVP değeri artmış.

Sonuç olarak kaval indeksin CVP değeri ile ters ilişki içinde olduğunu, kaval indeks \geq % 20 ise normal CVP, kaval indeks $<$ % 20 ise artmış CVP'yi gösterdiğini öne sürdüler.⁵⁹

Bizde çalışmamıza acil serviste santral venöz katater takılmış 45 hasta aldık. Hastalarımızda malignite (% 35,6), sepsis (% 13,3), pnömoni + KOAH (% 11,1), akut böbrek yetmezliği (% 8,9), kronik karaciğer hastalığı (% 6,68), menenjit (% 4,44), GİS kanama (% 4,44), SLE (% 2,22), pulmoner emboli (% 2,22), ülseratif kolit (% 2,22), geçirilmiş renal transplantasyon operasyonu (% 2,22), diabetik ketoasidoz (% 2,22) otoimmün hemolitik anemi (% 2,22), hiper kalsemi (% 2,22) tanıları mevcuttu. Spontan solunum ve mekanik ventilatöre bağlı solunum esnasında ekspiyumda CVP ve USG cihazı ile VCI çapını ölçtük. Hastalarımızın 34'ü spontan solunuma sahipti. Çalışmamız sonucunda spontan solunuma sahip hastalarda ekspiyumda USG ile ölçülen VCI çapı ve

ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğunu tespit ettik (Sperman's korelasyon katsayısının 0,429, p=0,011).

Arthur ve arkadaşları anestezi altındaki mekanik ventile edilen hastalarda transözafageal ekokardiografi ile vena kava inferior çapı ve santral venöz basınç ölçümü için yaptıkları çalışmaya 95 hastayı dahil ettiler. Katılımcıların 58'i erkek, 37'si kadındı. Katılımcıların yaş ortalaması 22-83 arasında idi. (ortalama yaş: 57,2) Çalışmada ventilatör modunu volüm kontrollü moda ayarladılar. Tidal volüm 8-10 cc/kg, solunum hızı 10-12/dak, FiO₂ PaO₂ değeri 100'ün üzerinde olacak şekilde ayarladılar. PEEP ayarlanmadı. CVP ölçümleri 5-22 mmHg (ortalama 14,48 ±SD 3,74) arasında değişmekte idi. Vena kava inferior çapı ile santral venöz basınç arasında istatistiksel olarak bariz korelasyon (r=0,860, P<0,0001; n=95) saptadılar.⁵⁶

Lorsomradee ve arkadaşları 2007 yılında kardiyak cerrahi sırasında PEEP değerini 5 ve 10 cm H₂O olarak ayarlayarak yaptıkları çalışmada PEEP değeri 5 cm H₂O dan 10 cm H₂O ya çıktığında CVP ve vena kava inferior çapında artış saptadılar, fakat PEEP ventilasyonu sırasında CVP ve vena kava inferior çapı arası korelasyon saptamadılar.⁵⁵

Bizim çalışmamızda mekanik ventilatör ile solunum yapan 11 hastada ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ile ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmedi. (Sperman's korelasyon katsayısı= 0,425, p=0,192). Mekanik ventilatör ile solunum yapan hastalarda ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ile ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasında anlamlı ilişki bulamamamıza hasta sayısının az olmasının etkili olduğunu düşünmekteyiz.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

- 1) Acil servis hastaları için volüm durumunun tespit edilmesi önemlidir.
- 2) Acil servise gelen hastalarda volüm gereksinimini tespit edilmesi amacıyla invaziv ve noninvaziv yöntemler kullanılmaktadır.
- 3) Volüm durumunun tespit edilmesi için kullanılan invaziv bir yöntem olan santral venöz basınç ölçümü klinisyene tedavi ve takipte yön vermek açısından değerli parametredir. Noninvaziv metod olarak yatakbaşı ultrasonografi kullanarak VCI çapı ölçümü acil servis klinisyenleri için yararlı bir yöntem olabilir.
- 4) Spontan solunuma sahip hastalarda ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ve ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edildi. Ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapının volüm durumunun tespiti için kullanılabileceği tespit edildi.
- 5) Mekanik ventilatör ile solunum yapan hastalarda ekspiriumda USG ile ölçülen VCI çapı ile ekspiriumda ölçülen santral venöz basınç arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edildi. Fakat bu konuda daha fazla sayıda hasta içeren çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. **Ruesch S, Walder B, Tramer MR.** Complications of central venous catheters: internal jugular versus subclavian access –A systematic review *Crit Care Med* **2002**;30:2
2. **Sznajder JI, Zveibil FR, Bitterman H et al.** Central vein catheterisation. Failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Intern Med Wochenschr* **1997**;109: 400-405.
3. **McGee DC, Gould MK.** Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med.* **2003**;348:1123-1133.
4. **Mansfield PF, Hohn DC, Fornage BD, et al.** Complications and failures of subclavian-vein catheterization. *N Engl J Med.* **1994**;331:1735-1738.
5. **Lefrant J, Muller L, De La Coussaye, et al.** Risk factors and immediate complication of subclavian vein catheterization in critically ill patients. *Intensive Care Med.* **2002**;28: 1036- 1041.
6. **Polderman KH, Girbes A.** Central venous catheter use. *Intensive Care Med* **2002**; 28: 1–17.
7. **Bishop L, Dougherty L, Bodenham A, Mansi J, Crowe P, Kibbler C, Shannon M.** Guidelines on the insertion and management of central venous Access devices in adults. *Int J Lab Hematol.* **2007**; 29: 261-78.
8. **Orr ME.** The peripherally inserted central catheter: what are the current indications for its use? *Nutr Clin Pract.* **2002**; 17: 99-104.
9. **Peynircioglu B, Canyigit M, Ergun O, Pamuk GA, Cil BE.** Radiologically placed venous ports in children. *J Vasc Interv Radiol.* **2007**;18: 1389–94.
10. **Lamont JP, McCarty TM, Stephens JS, Smith BA, Carlo J, Livingston S, Kuhn JA.** A randomized trial of valved vs nonvalved implantable ports for vascular access. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* **2003**;16: 384-7.
11. **Chen LT, Phelps, CP, Bryant MW, Chen ME.** Cellular response to an intravascular catheter. *J Submicrosc Cytol Pathol.* **2003**;35: 303-7.
12. **Barnacle A, Arthurs OJ, Roebuck D, Hiorns MP.** Malfunctioning central venous catheters in children: a diagnostic approach. *Pediatr Radiol.* 2008; 38: catheters in children: a diagnostic approach. *Pediatr Radiol.* **2008**;38: 363-78.99
13. **Kidney DD, Nyugen DT, Deutsch LS.** Radiologic evaluation and management of malfunctioning long-term central vein catheters. *AJR Am J Roentgenol* **1998**;171: 1251–7.
14. **Hartnell GG, Roizental M.** Percutaneous transfemoral repositioning of malpositioned central venous catheters. *AJR Am J Roentgenol* **1995**;164: 1003–6.
15. **Park HS, Choo TW, Do YS.** Migrated Hickman catheters: a simple repositioning method using a stiff hydrophilic guidewire. *Cardiovasc Intervent Radiol* **2000**;23: 70–8.
16. **Williams EC.** Catheter-related thrombosis. *Clin Cardiol.* **1990**;13: VI34-6.

17. **Sharpe PC, Morris TC.** Complications associated with central venous catheters in a hematology unit. *Ulster Med J* **1994**;63: 144–50.
18. **Hocking G.** Central venous access and monitoring. Update in anaesthesia. *Issue 12.* **2000**;1-6
19. **Şahinoğlu A.H.** *Yoğun bakım sorunları ve tedavileri*, 2. baskı, Türkiye Klinikleri, Ankara, **2003**; 31-36
20. **Kayhan Z.** *Klinik Anestezi*. Genişletilmiş 3. Baskı, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ABD, **2004**; **194-195**
21. **Özcengiz D.** *Yoğun bakım el kitabı* 3. Baskı, Jesse B.Hall, **2011**;3: 16-18
22. **Ronald D. Miller, MD, Lars I. Eriksson, Lee A. Fleisher, MD, Jeanine P. Wiener-Kronish, MD and William L. Young.** *Miller's Anesthesia*. 7th Edition, Printed in The United States of America Expert Consult Premium Edition. – Enhanced Online, **2009**; 1285-1297
23. **Lands LC.** Applying physiology to conventional mechanical ventilation. *Pediatr Respir Rev* **2006**;7: 33-36
24. **Macintyre NR.** Mechanical ventilation: the next 50 years. *Respir Care* **1998**;43: 490-93
25. **Raouf S.** *Objectives of mechanical ventilation*. In: Raouf S, Khan FA (eds). *Mechanical Ventilation Manuel*. 1st ed. Philadelphia: Versa pres **1998**: 4–5.
26. **Brochard L, Rua F, Lorino H, Lemaire F, Harf A.** Inspiratory pressure compensates for the additional work of breathing caused by the endotracheal tube. *Anesthesiology* **1991**;75: 739–745.
27. **Zeytinoğlu H, Ongur T.** *Mekanik Ventilasyon Prensipleri ve Uygulamaları*. 1. Baskı. İstanbul: Mim Matbaacılık A.Ş, **1992**.
28. **Raouf S.** *Basics of initial ventilator set-up*. In: Raouf S, Khan FA (eds). *Mechanical Ventilation Manuel*. 1st ed. Philadelphia: Versa Press, **1998**: 15-20.
29. **Hess DR, Kacmarek RM.** *Essential of Mechanical Ventilation*. 1st ed. New York: Mc Graw-Hill, **1996**.
30. **Oh TE.** *Intensive Care Manuel*. 1st ed. Singapore, **1985**.
31. **Raouf S.** *Modes of ventilation*. In: Raouf S, Khan FA (eds). *Mechanical Ventilation Manuel*. 1st ed. Philadelphia: Versa Press, **1998**: 21-33.
32. **Ennis JL, Chung KK, Renz EM, Barillo DJ, Albrecht MC, Jones JA, et al.** Joint Theater Trauma System implementation of burn resuscitation guidelines improves outcomes in severely burned military casualties. *J Trauma* **2008**;64: 146-151.
33. **Malbrain MLNG, Cheatham ML, Kirkpatrick A, et al.** Results from the international conference of experts on intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome. *I. Definitions*. *Intensive Care Med* **2006**;32: 1722–32.
34. **Iberti TJ, Kelly KM, Gentili DR, Hirsch S, Benjamin E.** A simple technique to accurately determine intra-abdominal pressure. *Crit Care Med* **1987**;15: 1140-2.
35. **Eddy V, Nunn C, Morris JA.** Abdominal Compartment Syndrome: The Nashville Experience. *Surg Clin North Am* **1997 Aug**;77(4): 801-12.

36. **Malbrain ML, Chiumello D, Pelosi P.** Incidence and prognosis of intraabdominal hypertension in a mixed population of critically ill patients: a multiple-center epidemiological study. *Crit Care Med* **2005**; 33: 315-322.
37. **Oğuz M, Aksungur EH, Bıçakçı YK, Çelikleş M.** *Ultrasonografi*, Nobel Tıp Kitapevleri, **1997**
38. **Wells PT.** *Biomedical Ultrasonics*. New York, Academic Pres, **1977**; 120-123.
39. **Laurel MD.** Accoustical Data for Diagnostic Ultrasound Equipment. American Institute of Ultrasound in Medicine, **1993**.
40. **Oyar O.** *Radyolojide Temel Fizik Kavramlar*. Birinci baskı. Nobel Tıp kitapevleri, **1998**; 101-107; 188-196, 232-244.
41. **Weyman AE.** Principles and Practice of Echocardiography. 2 st ed. USA. *Williams&Wilkins* **1994**; 852-854
42. **Mert A, Kılıç.** *Ultrasonografiye Giriş*. Türkiye, **1997**;1.cilt, 235-242
43. **Simonson JS, Schiller NB.** Sonospirometry: a new method for noninvasive estimation of mean right atrial pressure based on two-dimensional echographic measurements of the inferior vena cava during measured inspiration. *J Am Coll Cardiol* **1988**;11: 557
44. **Ettinger E, Steinberg I.** Angiographic measurment of the cardiac segment of the inferior vena cava in the health and in cardiovasculer disease. *Circulation* **1962**;64: 508
45. **Aypar Ü.** Yoğun Bakım Sırları. Üçüncü baskı, Parsons Polly E., *Wiener Jeanine P.* **2009**; 16-17
46. **Pittman JA, Ping JS, Mark JB.** Arterial and central venous pressure monitoring. *Int Anesthesiol Clin* **2004**;42(1): 13-30
47. **Robinson JF, Robinson WA, Cohn A, et al.** Perforation of great vessels during central venous line placement. *Arch Intern Med* **1995**;155(11): 1225-1228
48. **Acosta J.H.** Hypertension in cronic renal disease. *Kidney Int*: **1982**;22: 702
49. **Cantin M, Thibault G, Haile-Mesken H.** Atrial natriuretic factor in the impuls conduction system of the heart. *Trans. Assoc. Am physicians.* **1988**;100-103
50. **Lyon M, Blaivas M, Brannam L.** Sonographic measurement of the inferior vena cava as a marker of blood loss. *American Journal of Emergency Medicine* **2005**;23: 45-50
51. **Tetsuka T, Ando Y, Ono S, Asano Y.** Change in inferior vena caval diameter detected byultrasonography during and after hemodialysis. *ASAIO J* **1995**;41: 105- 10
52. **Kusaba T, Yamaguchi K, Oda H.** Echography of the inferior vena cava for estimating fluid removal from patients undergoing hemodialysis. *Jpn J Nephrol* **1994**;36(8): 914- 20.
53. **Marcelino P, Borba A, Fernandes AP, Marum S, Germano N, Lopes MR.** Non invasive evaluation of central venous pressure using echocardiography in the intensive care specific features of patients with right ventricular enlargement and chronic exacerbated pulmonary disease. *Rev Port Pneumol.* **2006**;12: 6,637-58.
54. **Aydın F, Uzun Y, Mocan M.Z, H. Mocan, Topkara K.** Hemodiyaliz Hastalarında Vena Cava Inferior Çapının Klinik Önemi, *Omü Tıp Dergisi* **1992**; Cilt 9, No 1: 16-19

55. **Suraphong L, Sratwadee L, Stefanie C, Pieter W. Ten B, MD, Stefan G.DE H.** Inferior vena cava diameter and central venous pressure correlation during cardiac surgery. *Journal of cardiothoracic and vaskuler anestesia* **2007**; vol 21, no 4(august): 492-496.
56. **Mary EA, Carolyn L, Marlene W, Manuel RC.** Inferior Vena Cava Diameter (IVCD) Measured with Transesophageal Echocardiography (TEE) Can Be Used to Derive the Central Venous Pressure (CVP) in Anesthetized Mechanically Ventilated Patients. *Echocardiography: A Jrnl.of CV Ultrasound Allied Tech.* **2009**;vol. 26, No.2: 140-148.
57. **Natori H, Tamaki S, Kira S.** Ultrasonographic evaluation of ventilatory effect on inferior vena caval configuration. *Am Rev Respir Dis* **1979**; 421- 7
58. **Yanagawa Y, Sakamoto T, Okada Y.** Hypovolemic shock evaluated by sonographic measurement of the inferior vena cava during resuscitation in trauma patients. *J Trauma* **2007**;Dec;63(6): 1245-8; discussion 1248.
59. **Minutiello L.** Non-invasive evaluation of central venous pressure derived from respiratory variations in the diameter of the inferior vena cava. *Minerva Cardioangiol.* **1993**; Oct;41(10): 433-7

ÖZGEÇMİŞ

Adı - Soyadı : Serenat ÇİTİLCİOĞLU
Doğum Tarihi ve Yeri : 25/08/1978 KIRIKKALE
Medeni Durumu : Evli
Adres : Güzelyalı Mah. 81053 Sok. No: 8 Yüceeller 2 Apt.
Kat:5 Daire: 10 Çukurova /ADANA
Telefon : 0 (505) 937 85 24
Faks : -
E. Posta : serenat_b@yahoo.com
Mezun olduğu Tıp Fakültesi : İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Görev Yerleri : Adana Yüreğir Baklalı Sağlık Ocağı,
Çukurova Üniversitesi Acil Tıp Anabilim Dalı
Yabancı dil(ler) : İngilizce