

YOĞUN BAKIMDA HEMODİNAMİK MONİTORİZASYON

Prof.Dr.Cihan Top

GATA Haydarpaőa Eđitim Hastanesi
İç Hastalıkları Servisi
Yoğun Bakım Ünitesi







Monitörize Edilebilen Parametreler

KARDİYOVASKÜLER SİSTEM

- Elektrokardiyogram
- Arteriyel kan basıncı
- Santral venöz basınç
- Pulmoner arter ve kapiller wedge basınçları
- Kardiyak output ve hemodinamik değişkenler
- Oksijen sunumu ve tüketimi

PULMONER SİSTEM

- Tidal volüm, solunum hızı
- Dakika ventilasyonu
- Arteriyel kan gazları
- Oksijen transportu değişkenleri
- End-tidal CO₂

- NÖROMUSKÜLER FONKSİYON
- VÜCUT SICAKLIĞI
- SANTRAL SİNİR SİSTEMİ
 - Elektroansefalogram
 - İntrakranyal basınç
 - Bispectral index

Yoğun bakım hastalarında hemodinamik monitorizasyon;

- kardiyorespiratuar performans hakkında bilgi edinilmesini,
- dolaşım sistemi ile ilgili bozuklukların hemen fark edilip tedavinin başlanabilmesini ve tedavinin izlenebilmesini sağlar.

Monitörizasyon sadece monitörde görülen parametreleri değil, fizik muayene ve tetkikleri de kapsamalıdır.

Yoğun bakım ünitelerinde gelişmiş parametreler takip edilebilmelidir.

- Hemodinamik monitorizasyon bazı yüksek riskli cerrahi hastalarda başlı başına yoğun bakıma yatırma endikasyonu olabilen önemli bir klinik karardır.

- Hemodinamik monitorizasyon vital bulgular gibi temel klinik değerlendirmeye başlayıp, saatlik idrar cıkışının izlenmesi gibi rutin izlemlerin yanında elektrokardiyografi, arter kan gazları, hematokrit izlemi gibi laboratuvar tetkiklerini de iceren geniş bir yelpazeyi kapsar.
- Hemodinamik monitorizasyon icin izlenmesi istenen hemodinamik profile gore yontem secilir.

- Yoğun bakım hastası, fizyolojik dengesini yitirmiş, günün 24 saati, haftanın 7 günü ve yılın 365 günü sürekli ve aynı standartta yoğun izlem, monitörizasyon ve organ destek tedavisi gerektiren hastadır.
- Ancak terminal tabloda olan hastalara da hasta ve hasta yakınlarının istekleri doğrultusunda insancıl bakım sağlanmalı, gerektiğinde bu istekler doğrultusunda agresif destek kesilebilmelidir.

- En iyi hasta bakımının sağlandığı sistem, yüksek yoğunlukta yoğun bakım uzmanı tarafından bakım verilen sistemdir.
- Diğer bir ifadeyle, kapalı sistem yönetim ve yoğun bakım sorumlusunun olması morbidite ve mortaliteyi azaltmaktadır.

- Yoğun bakım hastası anstabildir. Her an genel durumu değişebilir.
- Bu nedenle hızlı yatış, uygun nakil, yakın ve hedefe yönelik monitörizasyon hızlı ve uygun tanı ve tedavi ve en uygun zamanda çıkış planı gerekir.

- Yoğun bakım hastasında hastane infeksiyon riski yaklaşık 20 kat fazladır, maliyet fazladır, komplikasyon gelişme riski ve tıbbi hatalar fazladır.

- Yoğun bakım ünitesine yatış kararı yoğun bakımcı tarafından verilmelidir.
- Hasta en kısa sürede uygun nakil koşulları oluşturularak, yoğun bakım ünitesine gönderilmelidir.
- Yatışta gecikme olacaksa uygun tedavi hastanın bulunduğu serviste başlamalı veya hasta başka bir yoğun bakım ünitesine nakledilmelidir.
- Yoğun bakım hastasında mümkün olduğunca nakillerden kaçınılmalı, ancak gerekiyorsa hastanın izlemi boyunca yapılan monitörizasyon ve tedavi nakil sırasında da uygulanmalıdır.

- Hastanın izlemi sırasında hasta başının mümkün olduğunca 45 derece yukarıda tutulması, erken enteral beslenme başlanması, venöz tromboemboli profilaksisi, stres ülser profilaksisi, ağız hijyeni, sık pozisyon verilmesi, ağrı kontrolü, sedasyon gibi genel uygulamalar unutulmamalıdır.

HEMODİNAMİK MONİTORİZASYON

1. KAN BASINCI MONİTORİZASYONU

-NIBP

-IBP

2. SANTRAL VENÖZ BASINÇ MONİTORİZASYONU

3. PULMONER ARTER BASINCI MONİTORİZASYONU

4. MİKST VENÖZ OKSİJEN MONİTORİZASYONU

5. KARDİAK OUTPUT

NONİNVAZİF HEMODİNAMİK MONİTORİZASYON

- NONİNVAZİF KAN BASINCI ÖLÇÜMÜ
- KALP HIZI, NABİZ
- MENTAL DURUM
- CİLT ISISI
- KAPİLLER DOLUŞ
- İDRAR ÇIKIŞI

ARTERYEL KAN BASINCI

- Arteriyel kan basıncının büyüklüğü, doğrudan kardiyak output (CO) ve sistemik vasküler rezistans (SVR)'a bağlıdır.
- Ortalama arter basıncı (OAB), organ perfüzyonunun (diyastolik kan basıncının daha önemli olduğu kalp dışında) değerlendirilmesinde daha önemli bir değişkendir.

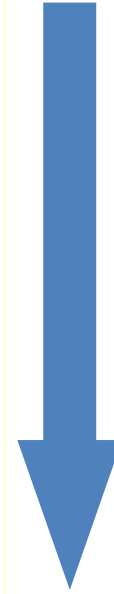
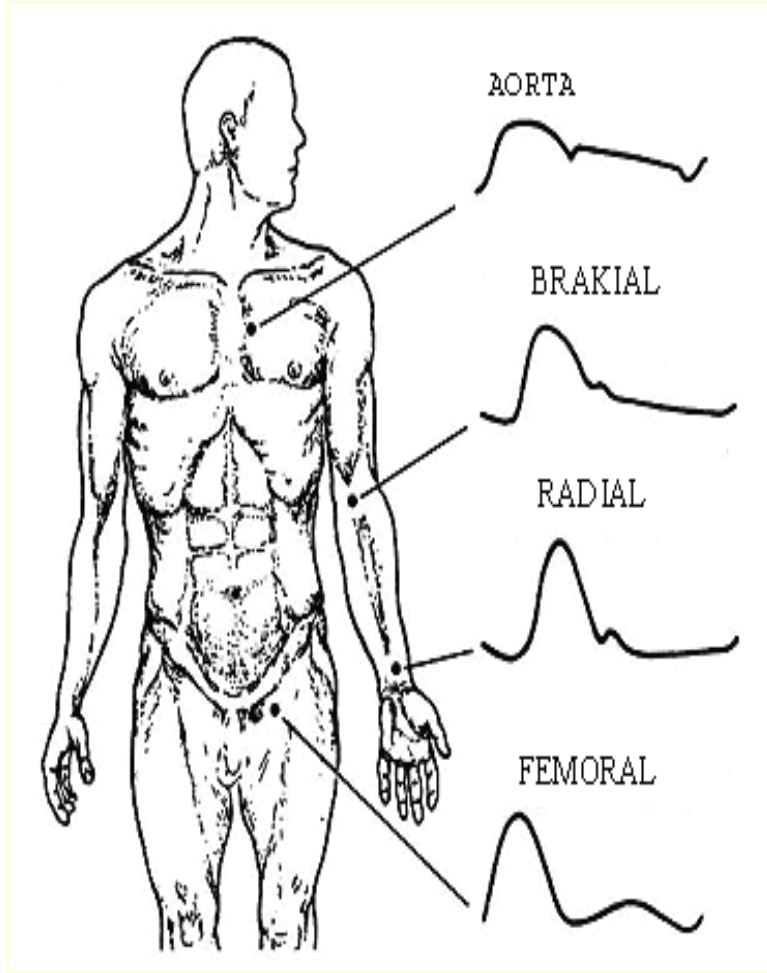
Ortalama Arter Basıncı

- $OAB = DAB + \frac{SAB - DAB}{3}$

İnvaziv Arteriyel Basınç Monitörizasyonu

- Intra-arteriyel monitörizasyon, noninvaziv tekniklerle kıyaslandığında "**altın standart**" olarak kabul edilmektedir.

İnvaziv Arteriyel Kan Basıncı Monitörizasyonu



SAB artar

DAB azalır (~ 20mmHg)

OAB değişmez

İnvaziv Arteriyel Basınç Monitorizasyonu İçin Endikasyonlar

- Büyük sıvı şiftlerinin ve/veya kan kayıplarının beklendiği majör cerrahi girişimler
- Sık arteriyel kan gazları analizi gereken pulmoner hastalığı olan olgular
- Sol ventrikül fonksiyonu ciddi derecede bozulmuş (KKY) veya ciddi valvüler kalp hastalığı bulunan olgular
- Hipovolemik, kardiyojenik veya septik şoktaki ya da multipl organ yetersizliğindeki olgular
- İstemli hipotansiyon veya hipotermi planlanan cerrahi girişimler

- Masif travma olguları
- Sağ kalp yetersizliđi
- Pulmoner hipertansiyon veya pulmoner emboli
- Sık kan örneği alınması gereken olgular
- Arteriyel basıncın noninvaziv olarak ölçülmesinin mümkün olamadığı olgular (morbid obezite, yanıklar, vb)

SANTRAL VENÖZ BASINÇ ÖLÇÜMÜ (CVP)

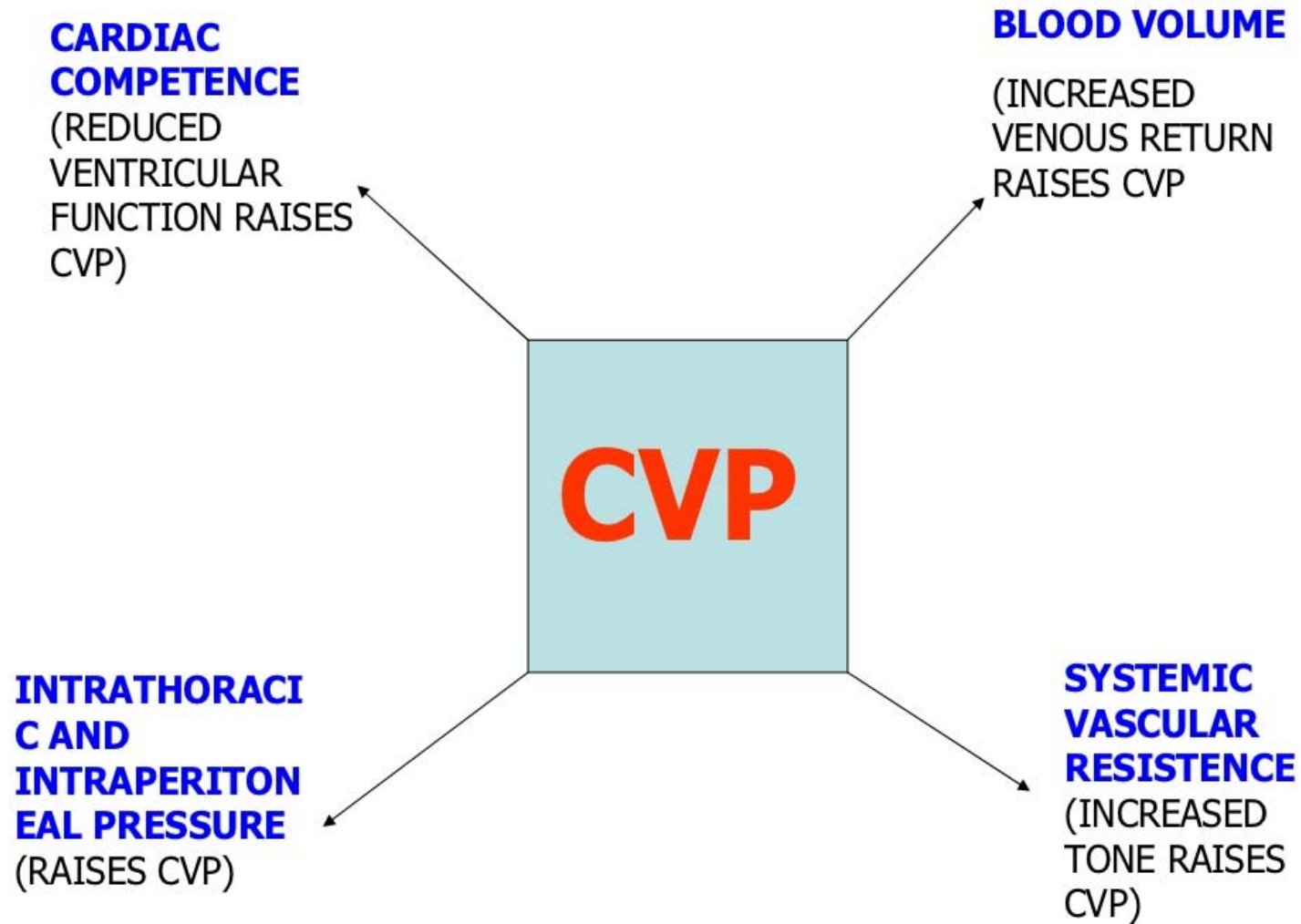
- Sağ ventrikül dolum basıncının ölçümüdür.
- İnvasküler volüm hakkında bilgi verir.
- (a) Dolaşımdaki kan volümü, (b) venöz tonus, (c) Sağ ventrikül fonksiyonları hakkında bilgi verir.

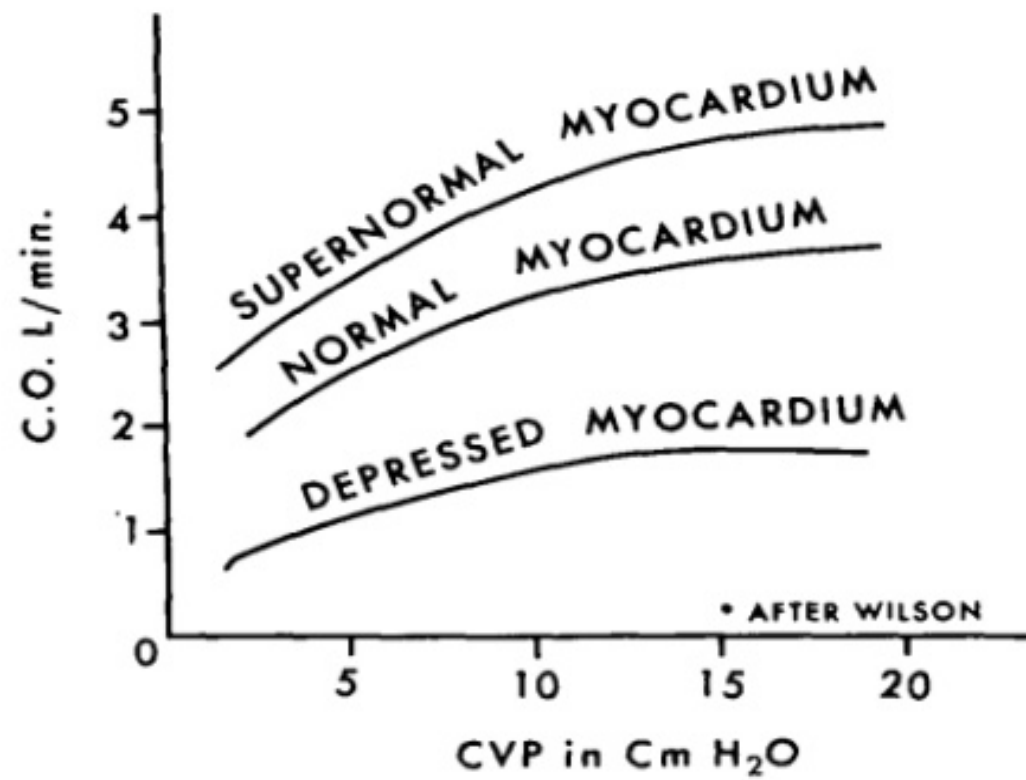
Clinical Measurement of Preload

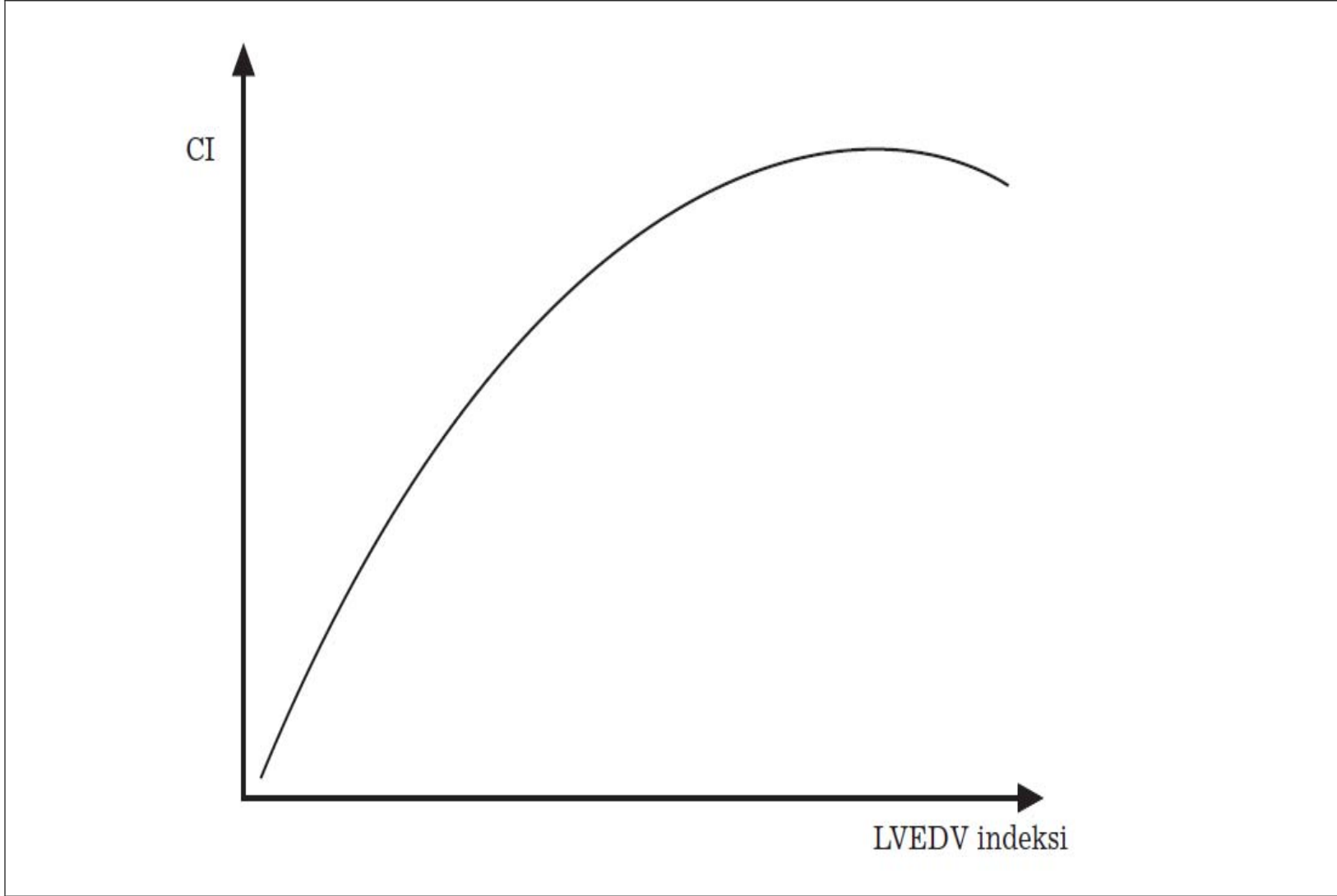
- Central venous pressure = CVP;
measures preload in the right ventricle
 - Normal CVP = **2 – 8 mmHg**

- Santral venöz basınç, sağ atrium basıncıdır. Hemoraji, travma sonrasında, sepsiste ve kan volümünde azalma ile seyreden acil durumlarda sıvı tedavisinin izlenmesinde sık olarak kullanılan bir ölçüm yöntemidir.

- CVP, hastanın kan volümünü, venöz tonüsünü ve sağ ventrikül performansını yansıtır. Ayrıca santral venöz obstrüksiyondan veya intratorasik basınç değişikliklerinden de (PEEP gibi) etkilenir.
- Anlık değerlerden çok seri ölçümleri daha değerlidir. Volüm infüzyonuna CVP'nin yanıtı, sağ ventrikül fonksiyonunun değerlendirilmesinde yararlı bir testtir.
- CVP, sol kalbin doluş basınçları hakkında doğrudan fikir vermez, ancak sol ventrikül (LV) fonksiyonları iyi olan olgularda sol kalbin doluş basınçlarını değerlendirmek için kullanılabilir.







Şekil 1. “Frank Starling” Yasası’nın grafiği. Sol ventrikül diyastol sonu hacmi (LVEDV) indeksi ile kardiyak indeksin arasındaki ilişki.

Tablo 3. Santral ven kateterizasyonu endikasyonları.

1. Santral venöz basınç monitörizasyonu
 2. İlaçlar, hipertonik, hipotonik ya da damara irritan diğer solüsyonların uzun süreli infüzyonu
 3. Uzun dönem (> 10 gün) intravenöz yol ihtiyacı
 4. Venöz hemodiyaliz
 5. Periferik yüzeyel ven bulunamaması
 6. Pulmoner arter kateteri takabilmek için “introducer sheath” yerleştirilmesi
 7. Transvenöz kardiyak “pacemaker” takılması
-

Tablo 4. Santral ven kateterizasyonu kontrendikasyonları.

1. Ciddi kanama diyatezi veya koagülopati
 2. Takılacak venin (süperior, inferior vena kava, subklavian, internal juguler ven) obstrüksiyonu (tromboze olması)
 3. Takılacak venin (süperior, inferior vena kava, subklavian, internal juguler ven) travması
 4. Solunum sıkıntısı, takipne
 5. Hastanın izin vermemesi
 6. Kardiyopulmoner resüsitasyon
 7. O bölgede infeksiyon, yanık varlığı
 8. Venin yoğun, koyu sekresyonları olan trakeostomiye yakın olması
 9. Venin arteryel bir anevrizmaya yakın komşulukta olması
 10. Acil olmayan koşullarda olunmasına rağmen sterilitenin sağlanamayacak olması
 11. Deneyimli bir uzman gözetiminde olmaksızın deneyimsiz bir kişinin santral ven kateterizasyonu yapmak istemesi
-

sites

- A. Central line from peripheral site
(antecubital fossa commonly selected)
- B. Femoral site
- C. External jugular site
- D. Subclavian site
- E. Internal jugular site
 - ❖ All have their own indications, contraindications, advantages & disadvantages

Steps for right internal jugular venous (RIJV) catheterization



Photo-1: Head turned to left, Trendelenburg position, two heads of sternocleidomastoid identified



Photo-2 : IJV located at the apex of the triangle



Photo-3 : Guide wire passed through the needle

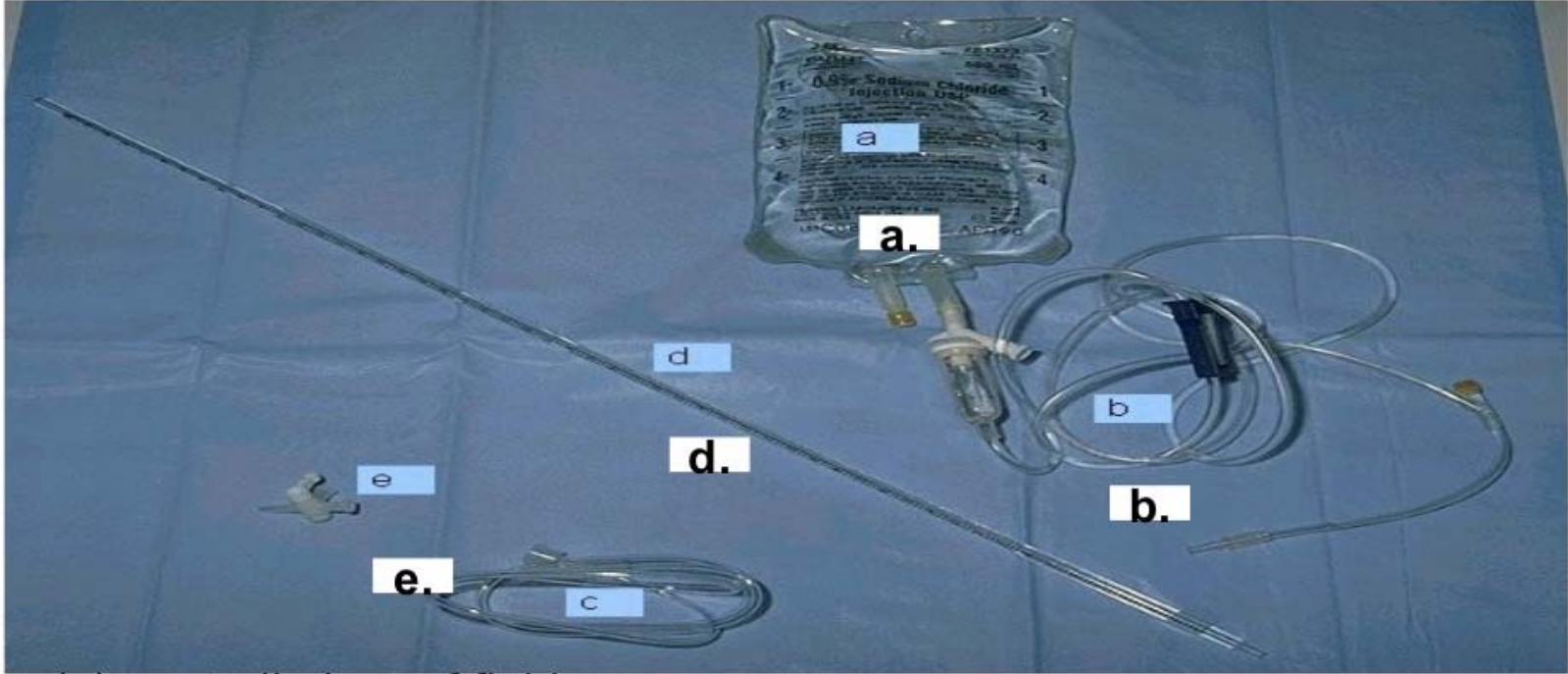


Photo-4 : Guide wire in place



: Triple lumen central venous pressure catheter inserted over the guide wire, guide wire reserved and CVP catheter in place

EQUIPMENT



- (a) a sterile bag of fluids **c.**
- (b) attached fluid administration set
- (c) an IV extension set
- (d) a manometer and
- (e) a stopcock

EQUIPMENT

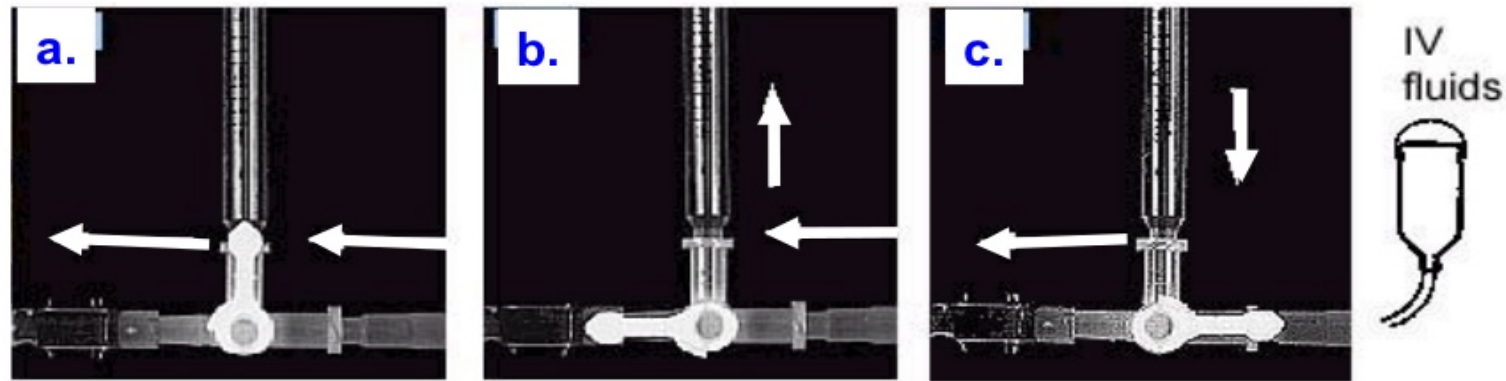


**IV extension
set to entry port
of patients
central line.**

**Stopcock
(Three way tap)**

**IV giving set
to fluid bag.**

DIRECTION OF



The white arrows indicate the direction of fluid flow.

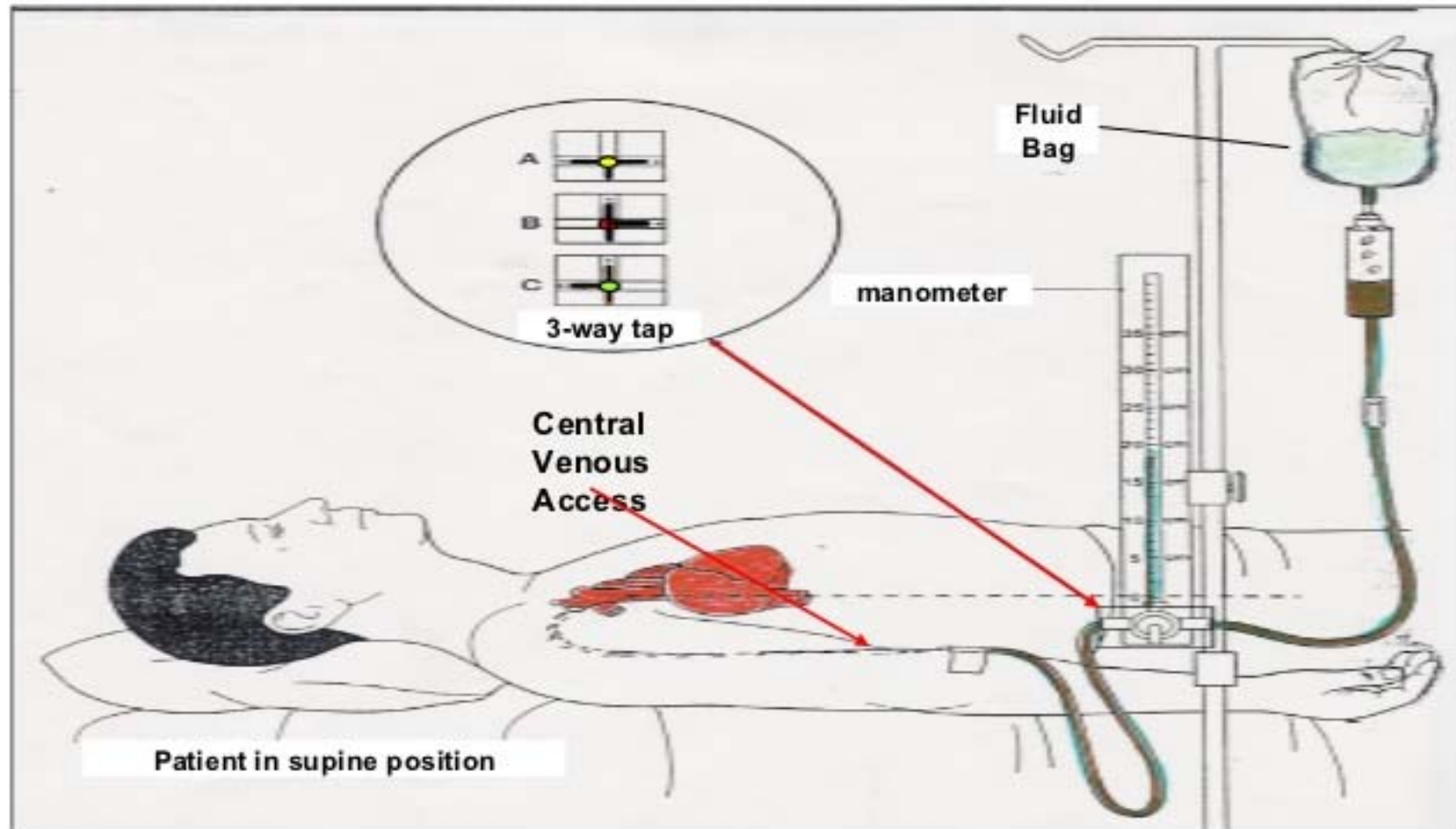
(a). Initially the white knob is turned straight up, allowing fluid to flow from the fluid bag to the patient's catheter to assure the catheter is patent.. If fluid does not flow freely into the patient's catheter a valid CVP reading will not be obtained.

(b) Then the knob is turned toward the patient and fluid will fill the manometer. The manometer should not contain any air bubbles. If air is present in the manometer or fluid line, let the fluids run, overfilling the manometer until all air is purged from the system.

(c) Then turn the knob toward the fluids. The level of fluid in the manometer will fall (the fluid is running into the patient's catheter) until the height of the fluid column exerts a pressure equivalent to the patient's **CVP**

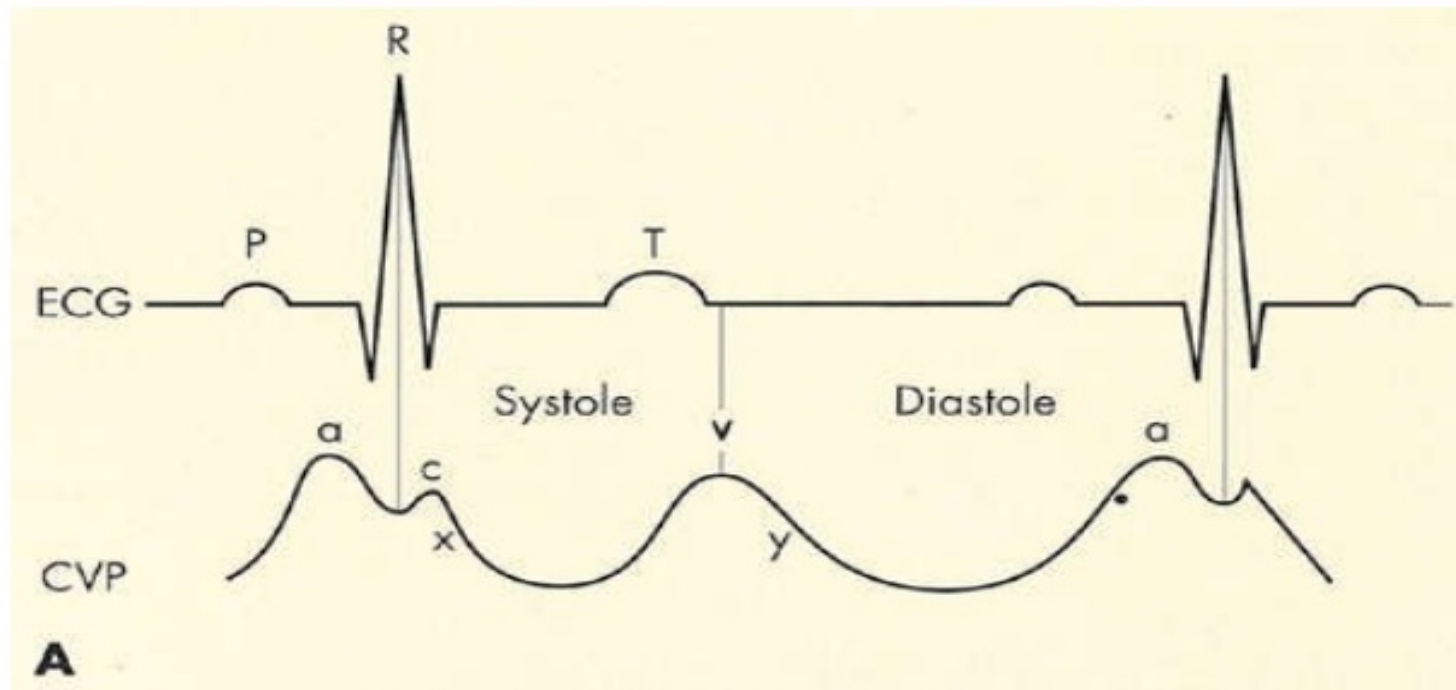
The top of the fluid column will slightly oscillate up and down as the pt's heart beats and as the pt breathes.

POSITION OF PATIENT



THE CVP WAVEFORM

- Reflects changes in right atrial pressure during the cardiac cycle



Tablo 5. Santral ven kateterizasyonu komplikasyonları.

1. Artere girilmesi, arteryel zedelenme
 2. Akciğer apeksine girilmesi, plevranın delinmesi, pnömotoraks
 3. Torasik lenfatik hasar
 4. Kanülasyon sırasında venöz hava embolisi
 5. Trakeaya girilmesi, trakeal hasar
 6. Hemoptizi
 7. Ciltteki giriş yerinden kanama, sıvı sızıntısı
 8. Kateterin yanlış yerleşmesi
 9. Kateter enfeksiyonu
 10. Nörolojik hasar
 11. Epilepsi (epilepsi nöbet hikayesi olanlarda)
 12. Astım nöbeti (astım hikayesi olanlarda)
 13. Kateterizasyonu yapan kişiye olan komplikasyonlar (kan, iğne batması ile bulaş)
-

PULMONER ARTER KATETERİZASYONU

Balonlu ve akımla yönlenen pulmoner arter kateterleri (PAC)

- **Sol ventrikülün doluş basınçlarını (LVEDP)**
- **Pulmoner arter basınçları (PAP)**
- **Wedge basıncı (PCWP) ölçmek için kullanılır.**

Tablo 6. PAK endikasyonları.

Kardiyak

- Komplike miyokard infarktüsü
- “Unstabil” anjina- IV nitrogliserin ihtiyacı
- Konjestif kalp yetmezliğinde cevapsızlık
- Pulmoner hipertansiyon (tanı ve tedavisi)

Pulmoner

- ARDS-kardiyojenik pulmoner ödem
- Solunum desteğinin kardiyovasküler sisteme etkisi
- Akut akciğer hasarı
- Pnömonektomi

Cerrahi

- Preoperatif kardiyovasküler değerlendirme
- Peroperatif yüksek riskli hastaların majör cerrahisi sırasında
- Kardiyak veya majör vasküler cerrahi
- Postoperatif kardiyovasküler komplikasyonlar
- Multisistem travması
- Ağır derecede yanıklar

Genel

- Yeterli sıvı tedavisine cevapsız şok
- Yeterli sıvı tedavisine cevapsız oligüri
- Intravasküler volümün kardiyak fonksiyona etkisi
- MOF’de kardiyovasküler sistemin etkisi

Diğer

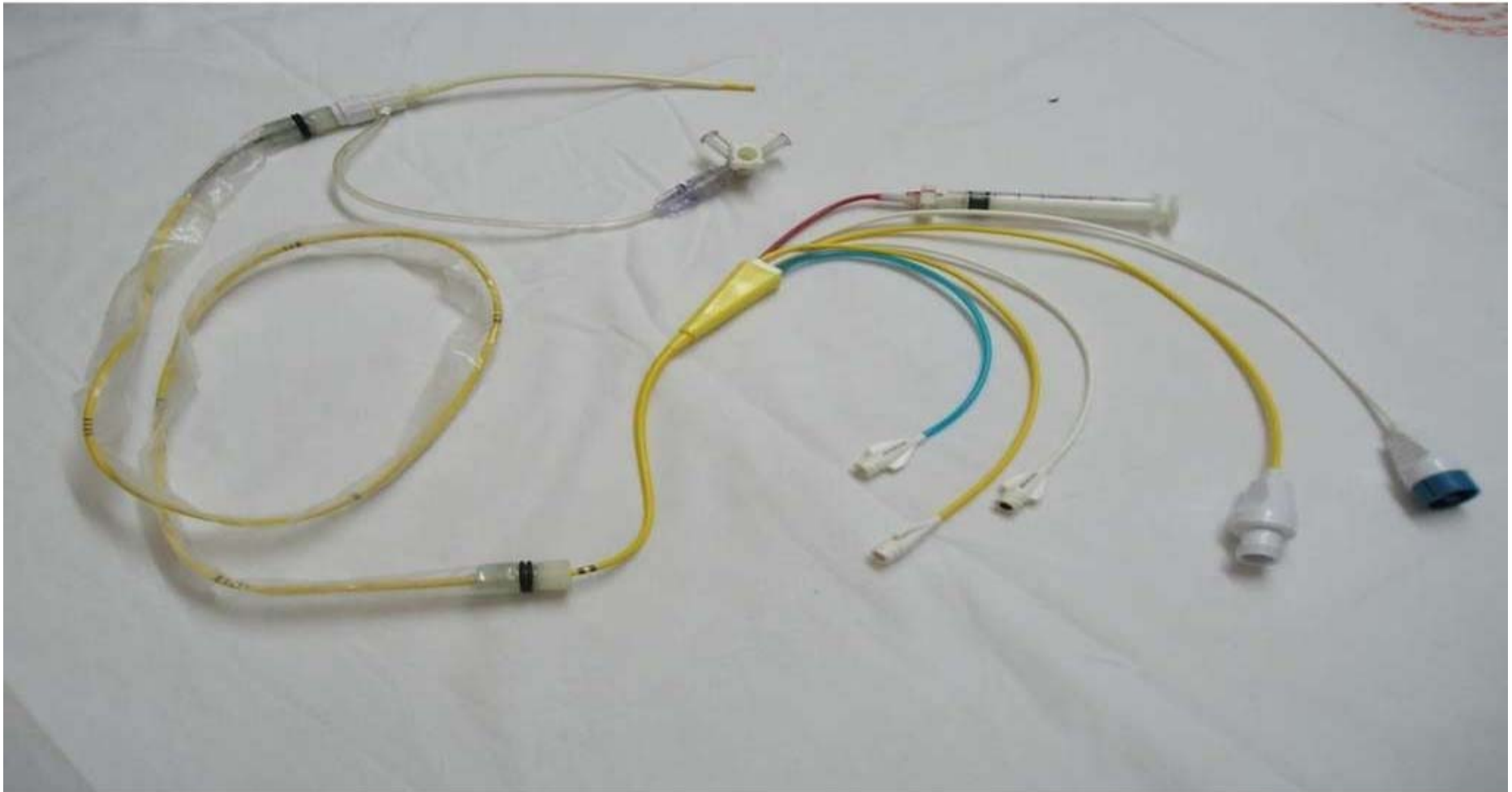
- Preeklampsi
 - Sepsis
 - Araştırma
 - Preoperatif optimizasyon
-

ARDS: Akut solunum sıkıntısı sendromu.

MOF: Çoklu organ yetmezliği.



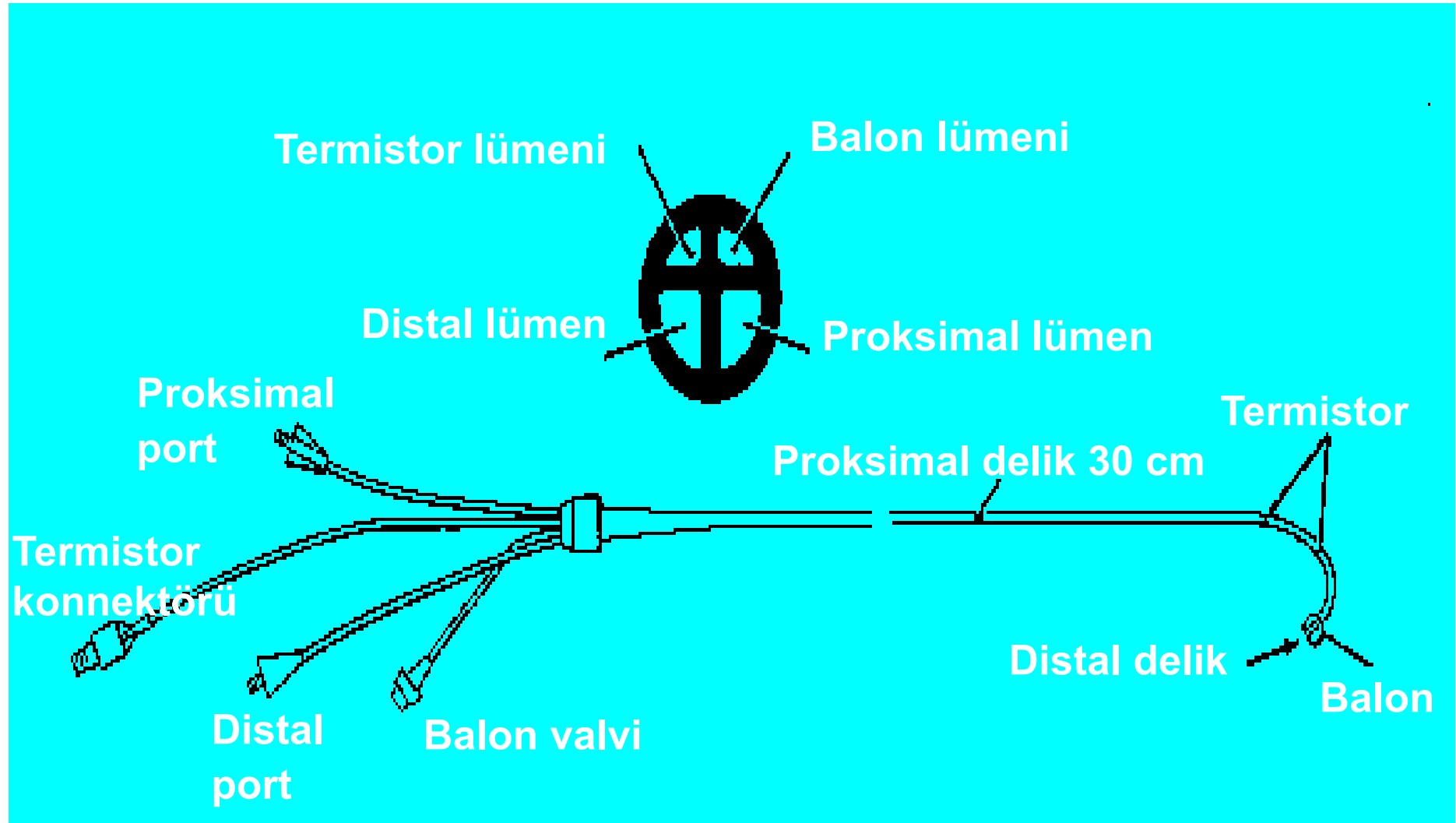
PULMONARY ARTERY CATHETER



Components of Swan-Ganz

- Normally has four **[4]** ports
- Proximal port – **[Blue]** used to measure CVP/RAP and injectate port for measurement of cardiac output
- Distal port – **[Yellow]** used to measure PAP
- Balloon port – **[Red]** used to determine pulmonary wedge pressure; 1.5 special syringe is connected
- Infusion port – **[White]** used for fluid infusion

Pulmoner arter kateterinin komponentleri



Types of PA catheters

2. The thermo dilution catheter:

- ❖ is the one described above; using this catheter, thermo dilution cardiac output & other divided haemodynamic parameters may be measured
- Pacing:
 - ❖ Some PAC's have the capacity to provide intra cardiac pacing

3. Mixed venous oxygen saturation:

- ❖ Special *fiber-optic PAC* can be used to monitor mixed venous oxygen saturation SVO₂ continuously by the principle of absorption and reflectance of light through blood
- ❖ The *normal SVO₂ is 75%* and a 5– 10 % increase or decrease is considered significant
- ❖ A significant *decrease in SVO₂* may be due to:
 - (a) a decrease in the cardiac output
 - (b) increase in metabolic rate
 - (c) decrease in arterial oxygen saturation.

4. Ejection fraction catheter :

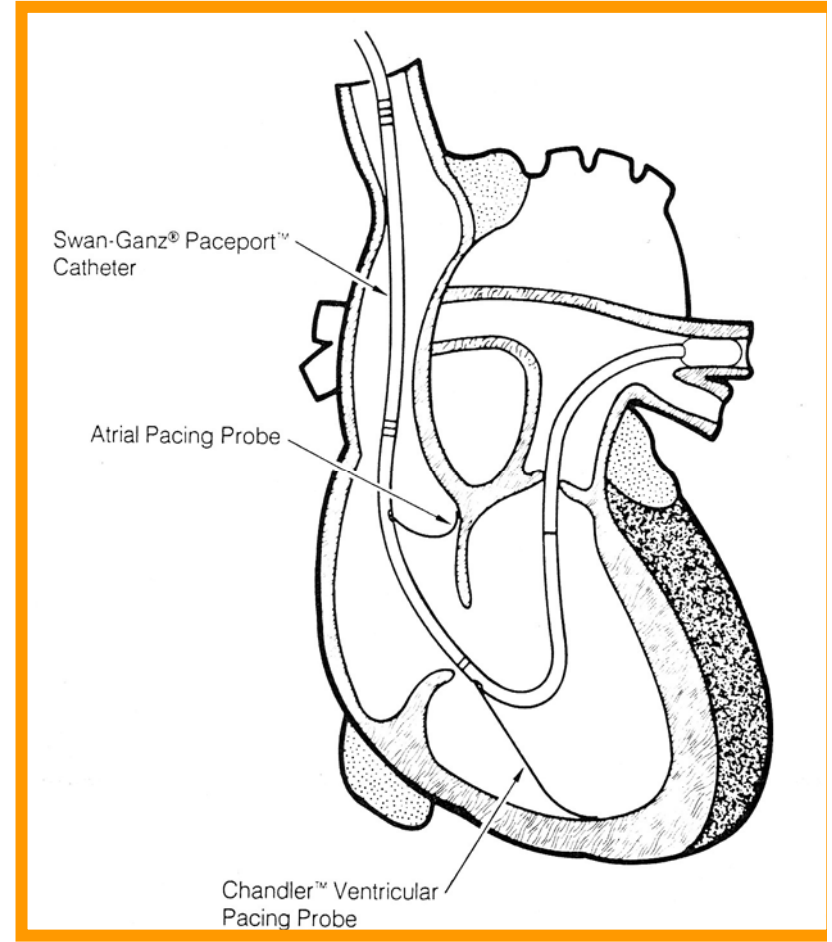
- ❖ New-catheters with faster thermistor response times can be used to determine the *right ventricular ejection fraction in addition to the cardiac output*

5. Continuous cardiac output measurement :

- ❖ Continuous cardiac output measuring PACs contain an integrated thermal filament at level of the RV
- ❖ This filament is activated in a programmed sequence to provide small amounts of heat, which is then detected in the PA by a thermistor
- ❖ The data by the device yields a rapidly updated, near continuous value for cardiac output

Bir PA Kateterinin Yerleřtirilmesinde

- CVP kateterizasyonu için bahsedilen prensipler geçerlidir.
 - Sağ IJV tercih edilir.
- Eęer PA kateterizasyonu SV yoluyla yapılacak ise sol SV daha doęal bir trase izledięinden tercih edilir.



Steps for pulmonary artery catheterization using Swan-Ganz catheter :

RIJV identified and guide wire inserted as for CVP cannulation (please see the previous section)



Skin opening enlarged, dilator set passed over the guide wire, dilator & guide wire removed; venous sheath remains in situ



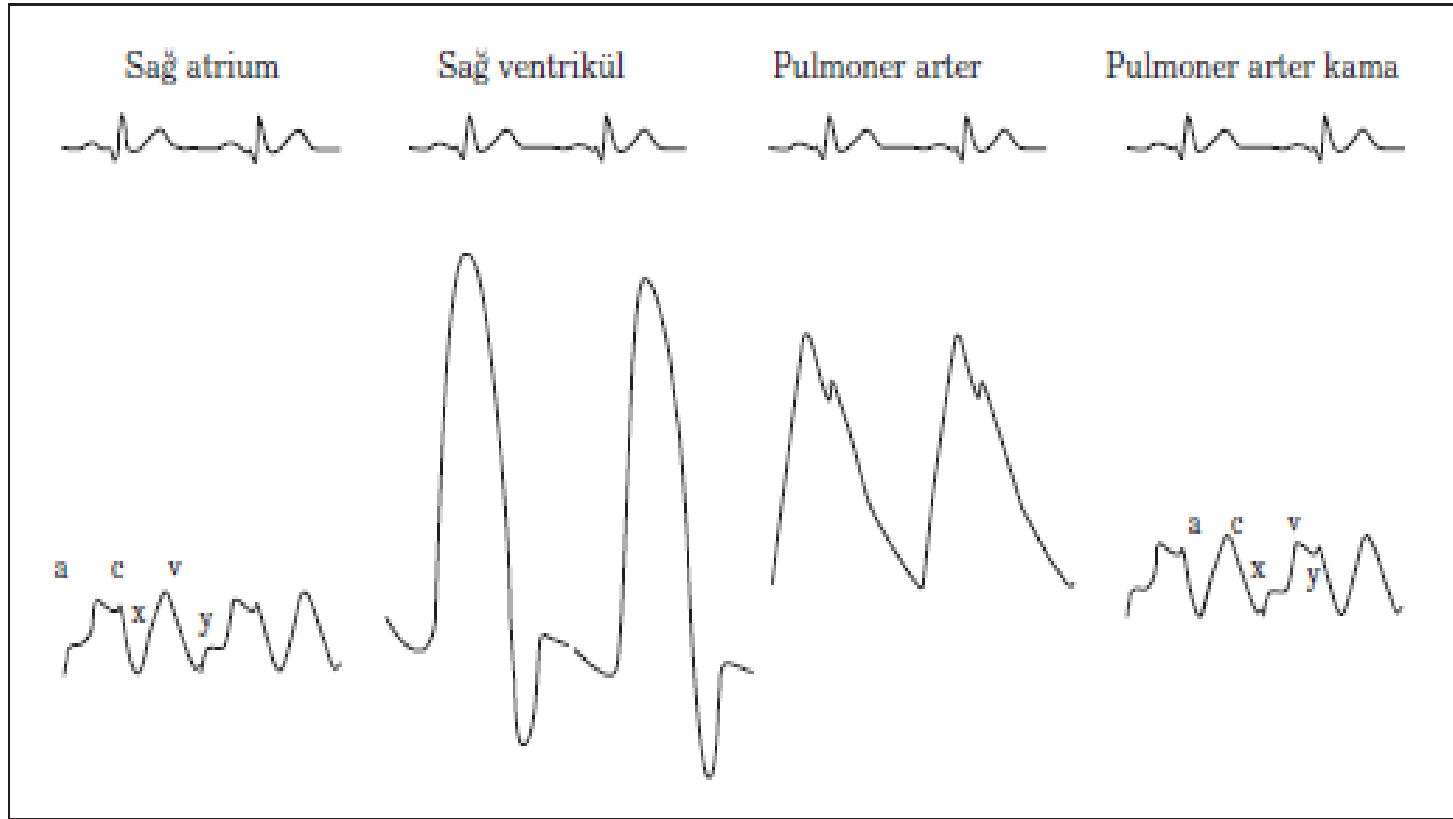
Swan-Ganz catheter filled with fluid and connected to a transducer is passed into the SVC through the venous sheath.



: Swan-Ganz catheter with latex balloon at the tip

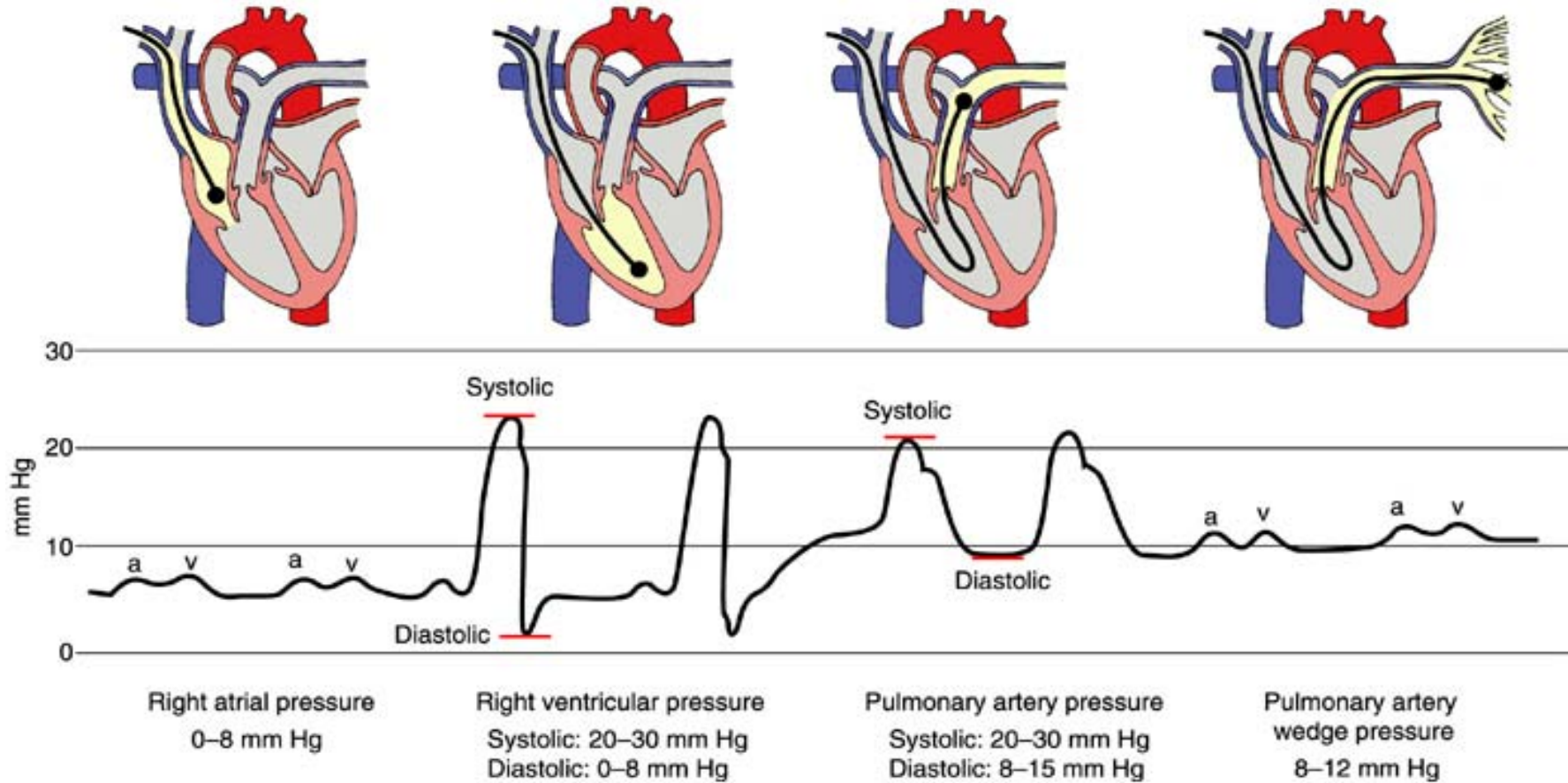


Swan-Ganz catheter is advanced through the vessel sheath.



Şekil 4. PAK yerleştirilirken distal uçtan izlenen traseler.

PAC ilerletilmesi



Tablo 7. Pulmoner arter kateteri komplikasyonları.

Komplikasyon	İnsidans (%)
Santral venöz girişim	
Artere girilmesi	1.1-13
Kanama (çocuklarda)	5.3
Postoperatif nöropati	0.3-1.1
Pnömotoraks	0.3-4.5
Hava embolisi	0.5
Kateterizasyon sırasında	
Minör aritmiler*	4.7-68.9
Ventriküler taşikardi ve fibrilasyon*	0.3-62.7
Sağ dal bloğu*	0.1-4.3
Komplet blok (önceden sol dal bloklü)*	0-8.5
Kateterin kalması	
Pulmoner arter rüptürü*	0.1-1.5
Pozitif kateter ucu kültürleri	1.4-34.8
Katetere bağlı sepsis	0.7-11.4
Trombofilebit	6.5
Venöz tromboz	0.5-66.7
Pulmoner infarktüs*	0.1-5.6
Duvarda tromboz*	28-61
Kapak/endokard vejetasyonları veya endokardit*	2.2-100
PAK'a bağlı ölüm*	0.02-1.5

* PAK'ta santral venöz kateterizasyona göre daha fazla olan komplikasyonlar.

Cardiac Output

- Volume pumped by ventricles each minute;
normal = **4 - 8 liters/minute**
- Cardiac Output = Heart Rate x Stroke Volume
(CO = HR X SV)
- SV = amount of blood ejected from each ventricle with each contraction;
normal SV = **50 - 100 ml** per contraction

Cardiac Index

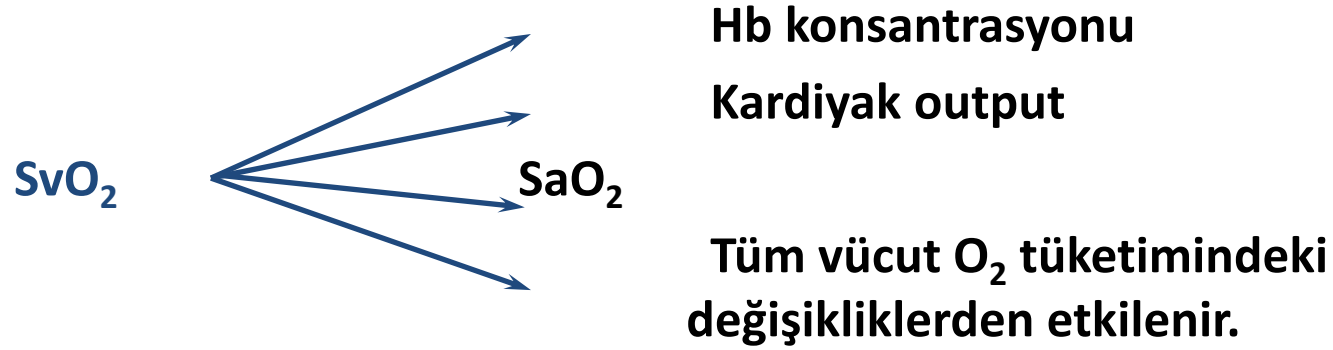
- Cardiac output (CO) adjusted to body size
- Cardiac index (CI) = $CO / \text{body surface area}$
- Normal CI range = **2.5 to 4.3 L/min/m²**

Tablo 2. Kardiyopulmoner parametreler.

Parametre	Birimi	Normal
SVK	mmHg	1-6
CVP	mmHg	0 (1)-(6) 8
RA	mmHg	0-8
RVSP	mmHg	15-(28) 30
RVEDP	mmHg	0-8
PASP	mmHg	15-(28) 30
PADP	mmHg	4 (6)-(12) 16
PWP	mmHg	6-(12) 15
LA	mmHg	4-12
LVSP	mmHg	90-140
LVEDP	mmHg	4-12
CI	L/dakika/m ²	2.8-4.2
SV	mL/dakika	60-90
SVR	Dynes.s.cm ⁻⁵	900-1400
PVR	Dynes.s.cm ⁻⁵	150-250
SvO ₂	%	70-75
CaO ₂ = SaO ₂ x 1.36 x Hb x (0.0031 x PaO ₂)	mL/dL	19 ± 1
CvO ₂ = SvO ₂ x 1.36 x Hb x (0.0031 x PvO ₂)	mL/dL	14 ± 1
DO ₂ = CI x CaO ₂	mL/dakika. m ²	520-570
VO ₂ = CI (CaO ₂ -CvO ₂)	mL/dakika. m ²	110-160
O ₂ ER= DO ₂ /VO ₂	%	20-30

Mix venöz O₂ satürasyonu (SvO₂)

SvO₂ pratik uygulamada CO'un tahmini için kullanılır.



SvO₂ fiberoptik sensörü olan kateterler ile sürekli olarak ölçülebilir.

N = % 70 - 75

Fick prensibine göre;

$$VO_2 = CO \times (CaO_2 - CvO_2)$$

CaO₂ ve VO₂ sabit olduğunda
SvO₂ CO'yu yansıtır.

KARDİYAK OUTPUT (CO)

CO, kalbin 1 dakikada periferik sirkülasyona pompaladığı kan miktarıdır.

Bu ölçüm sadece kalbin değil dolaşım sisteminin durumunu da yansıtır.

$$\text{CO} = \text{Stroke volüm} \times \text{kalp atım hızı}$$

Preload,
Afterload,
Kalp atım hızı,
Kontraktilite

CO' u belirler.

CO ölçümü için kullanılan teknikler:

- 1. Termodilüsyon yöntemi**
- 2. Pulse Counter yöntemi**
- 3. Fick yöntemi**
- 4. Doppler teknikleri**
- 5. Torasik impedans yöntemi**

Termodilüsyon yöntemi

- En bilinen yöntemdir.
- Sağ atriyuma 2.5, 5 veya 10 ml volümde oda ısısında veya daha soğuk bir sıvı enjekte edilirse, pulmoner arter kateterindeki termistor ile temas halinde olan kanın ısısı değişikliğe uğrar. PAC 'deki termistör bu ısı farkını saptar. **Isı değişikliğinin derecesi CO ile ters orantılıdır.**

Termodilüsyon yöntemi

- ✓ CO ölçümünün doğru olması için;
- ✓ Hızlı ve kesintisiz bir enjeksiyon
- ✓ Enjekte edilen sıvının ısısının ve hacminin doğru belirlenmesi
- ✓ Pulmoner kateterinin hesaplama sabitelerinin komputere doğru olarak girilmesi
- ✓ Ölçüm sırasında elektrokoter kullanılmaması gerekir.

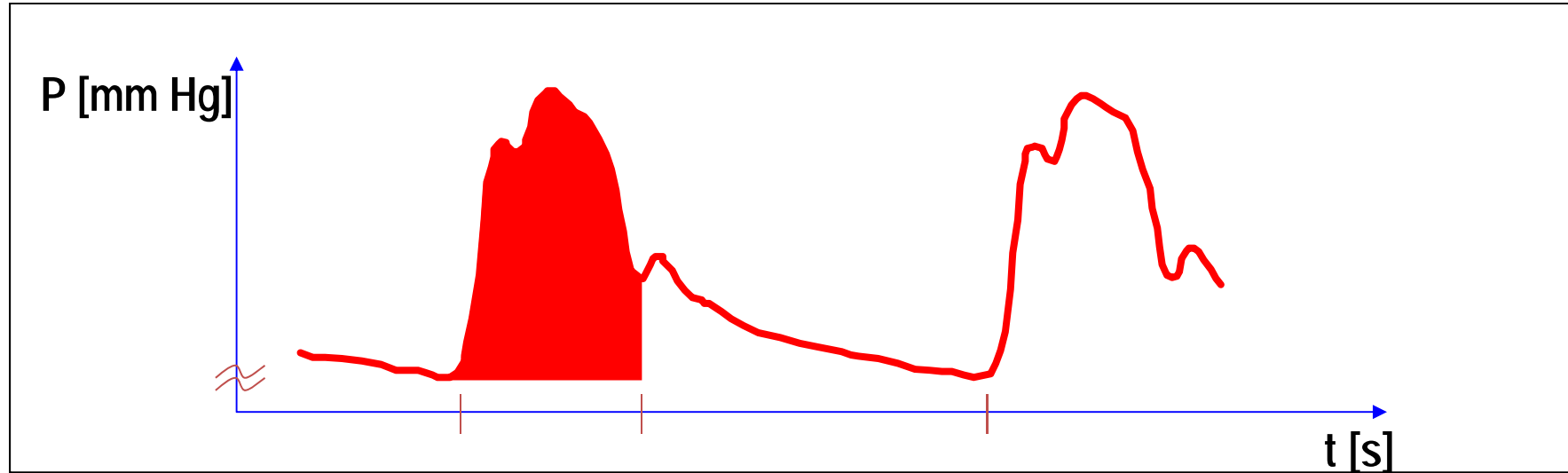
Sürekli termodilüsyon yöntemi

Bir termal sinyal kullanarak CO 'u sürekli ölçmek mümkündür.

Bir termal filamente sahip ve pulmoner kapağın proksimalinde kan akımına minik ısı dalgaları yayan özel bir PA kateteri ile sürekli olarak CO ölçülebilmektedir.

PULSE CONTOUR ANALİZİ (PiCCO)

Arteriyel basınç dalgasının şekli SV ile orantılıdır
(Wesseling, 1983)



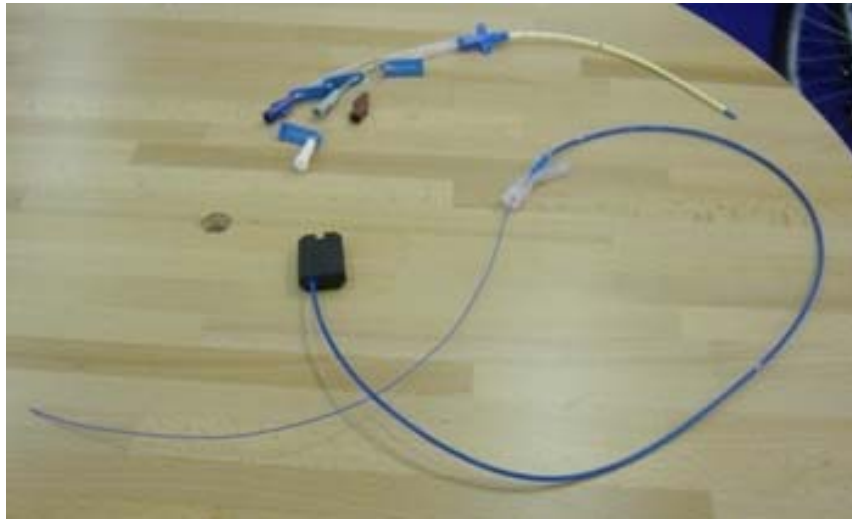
PULSE CONTOUR ANALİZİ (PiCCO)

- Global end diastolik hacim (GEDV)
- İntratorasik kan hacmi (ITBV)
- Ekstravasküler akciğer sıvısı (EVLW)

- ITBV, preload tahmininde PCWP ve CVP'den daha değerli

Buhre W. Anaesthesist 1998; 47: 51-53

SANTRAL VENÖZ OKSİJEN SATÜRASYONU (ScvO₂)



Yoğun bakım hastasında
en önemlisi

hasta ve yakınlarının isteklerine
saygı gösterilmeli, yaşam
kalitesine önem verilmelidir.

