



Monitorizasyonda İleri Teknikler

Kardiyak Fonksiyonların İzlemi:

NONİNVAZİV TEKNİKLER

Dr.TÜRKAN KUDSİOĞLU

Siyami Ersek Göğüs Kalp ve
Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
Anesteziyoloji Kliniği, İSTANBUL



Monitor

Latince 'monitio'

«uyarı, hatırlatma»

Anestezi ve cerrahi sırasında değişik derecelerde etkilenen fizyolojik fonksiyonların izlenmesi, ölçülmesi ve kaydedilmesi

Günümüz hemodinamik ölçümler

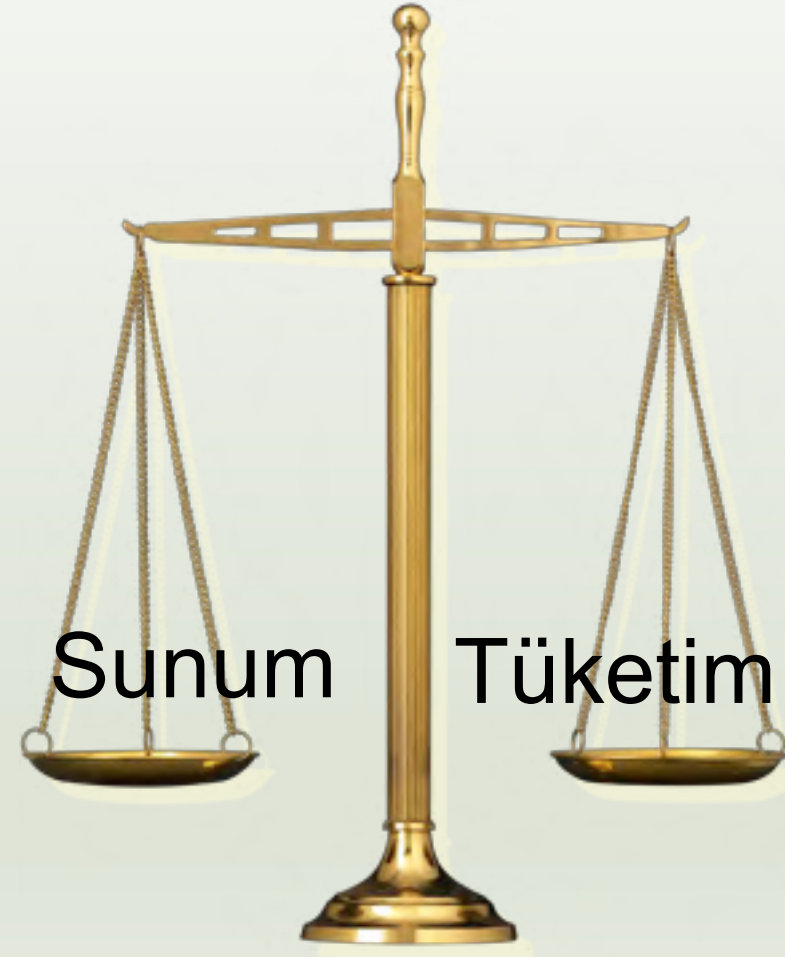
- Daha az invazif
- Tam
- Real-time
- Sürekli data
- Sürekli analiz
- Dinamik indekslere dayalı ve daha çok fonksiyonel

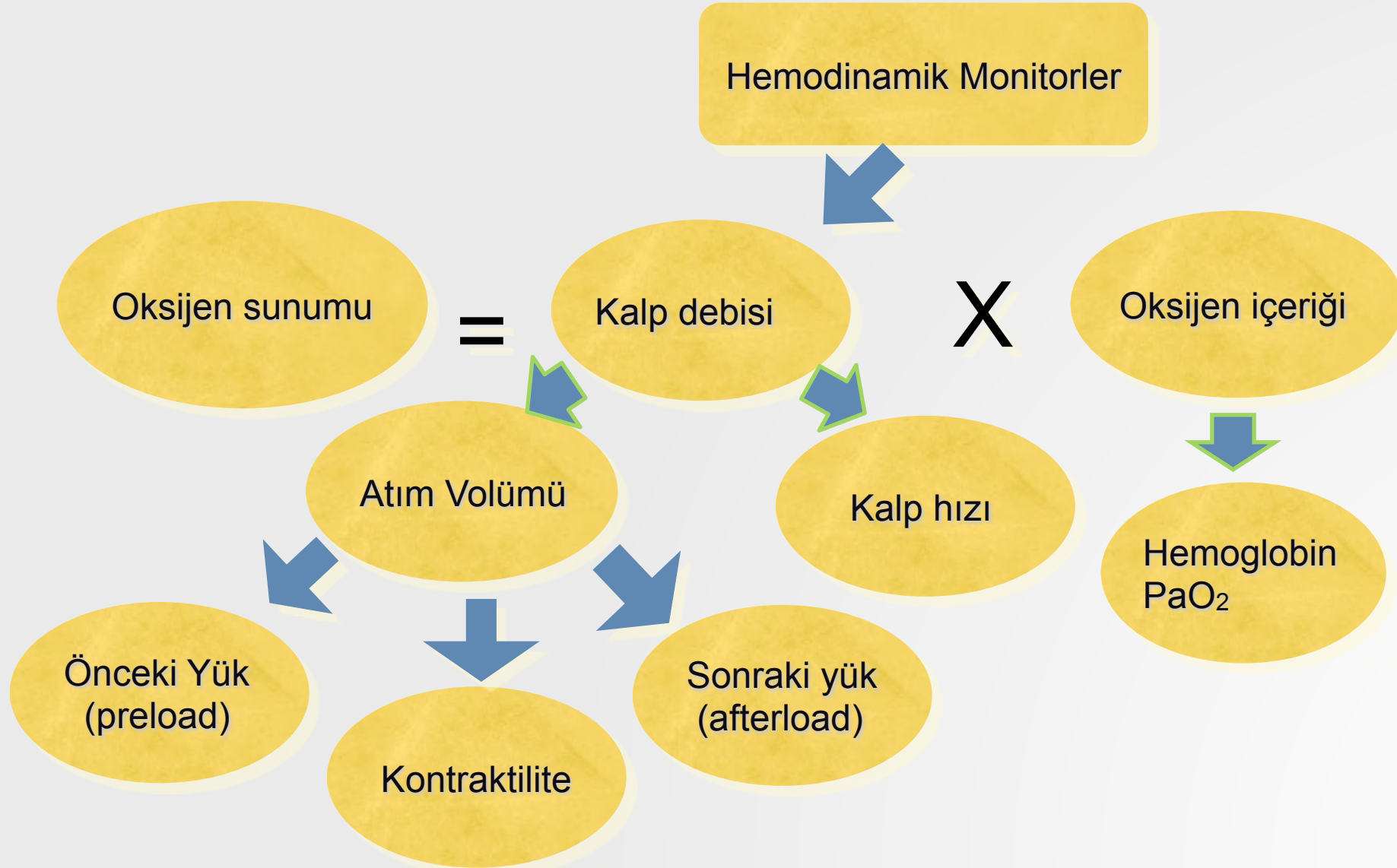
Noninvaziv Monitorizasyon ?

Hedef

- Preload-Hemodinami
- Doku perfüzyonu
- Perfüzyon yetersizliğinin erken tanınması

Oksijen Sunumu Yeterli mi?





Hemodinami

- Sağ, sol kalp fonksiyonları
- Kalp debisi
- Sıvı Durumu
- İntravasküler basınç



değerlendirilmesi

Ameliyathanede monitorizasyon;

Preload ve O₂ sunumu yeterliliği

- Sıvı monitorizasyonu (AV, AVV)
- Perfüzyon monitorizasyonu

(SaO₂/MvO₂, KD, O₂ sunumu, StO₂)

Hipovolemi



Hipotermi

Hipotansiyon

Postoperatif monitorizasyon;

Hasta grubu

Organ fonksiyon bozukluğu / Organ yetmezliği

Tedavi: Akciğer / Dolaşım

- Sıvı monitorizasyonu

Global (GEDV)

Bölgesel(EVLW)

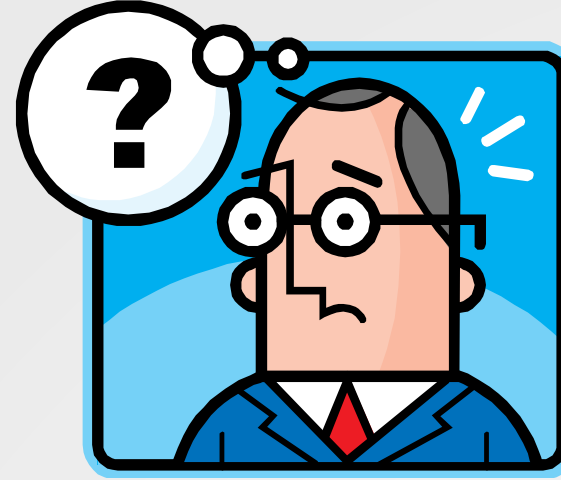
- Perfüzyon monitorizasyonu

(SaO₂/SvO₂, KD, DO₂, StO₂)

What technique should I use?

- Knowledge of technical principles
- Ability of a convenient routine handling
- Safety issues (invasive, less invasive)
- Validation data (as accurate and precise as PAC)
- Additional haemodynamic variables
- Power to affect change in therapy and outcome

Hofer CK et al. Curr Opin Crit Care 2007 13:308-317



- Teknik prensipleri bilmek
- Rutin kolay kullanım
- Güvenlik (invaziv, **noninvaziv**)
- Verilerin kesinliği, güvenilirliği
- Ek hemodinamik bilgiler
- Tedavi ve sonucu etkileme gücü



Medicine is the science and art
(*ars medicina*) of healing
humans.....

This means today
Evidence based medicine

Perioperative haemodynamic therapy

Mikhail Y. Kirov^{a,b}, Vsevolod V. Kuzkov^a and Zsolt Molnar^c

Current Opinion in Critical Care 2010,
16:384 – 392

Cerrahi sırasında; organ perfüzyonun sağlanması,
kardiyak fonk. İzlenmesi, O2 sunum ve tüketim
dengesinin optimizasyonu



Hedefe Yönelik Tedavi

Amaca Yönelik Monitorizasyon

Perioperatif Monitorizasyon Araçlarının Sınıflaması



Mascha Fehsech ^{1,2}, Corinna Bester ², Johannes Gerke ³, Andreas Hocht ¹ und Witali Seidel ¹

Table 1. What hemodynamic monitoring do you routinely use for the management of high-risk surgery patients? (Please, mark all that apply)

	ASA Respondents (n = 237)	ESA Respondents (n = 195)
Answer Options	Response Percent	Response Percent
Invasive arterial pressure	95.4%	89.7%
Central venous pressure	72.6%	83.6%
Non-invasive arterial pressure	51.9%	53.8%
Cardiac output	35.4%	34.9%
Pulmonary capillary wedge pressure	30.8%	14.4%
Transesophageal echocardiography	28.3%	19.0%
Systolic Pressure Variation	20.3%	23.6%
Plethysmographic Waveform Variation	17.3%	17.9%
Pulse Pressure Variation	15.2%	25.6%
Mixed venous saturation (ScvO2)	14.3%	15.9%
Central venous saturation (SvO2)	12.7%	33.3%
Oxygen delivery (DO2)	6.3%	14.4%
Stroke Volume Variation	6.3%	21.5%
Near infrared spectroscopy	4.6%	5.1%
Global end diastolic volume	2.1%	8.2%

Sıvı tedavisi sonrası kalp debisi artışını en iyi belirleyen yöntem?

Table 5 In your opinion, what best predicts an increase in cardiac output following volume expansion?

	ASA Respondents (<i>n</i> = 190)	ESA Respondents (<i>n</i> = 158)
Answer options	Response percent	Response percent
Transesophageal echocardiography	26.8%	17.7%
Cardiac output	21.1%	20.9%
Blood pressure	14.2%	5.7%
Pulse pressure variation or systolic pressure variation	12.1%	12.0%
Mixed venous saturation (ScvO ₂)	7.9%	5.7%
Stroke volume variation	5.8%	21.5%
Clinical experience	5.3%	3.2%
Pulmonary capillary wedge pressure	2.1%	3.2%
Central venous saturation (SvO ₂)	2.1%	1.9%
Central venous pressure	1.1%	3.2%
Global end diastolic volume	1.1%	3.8%
Plethysmographic waveform variations	0.5%	1.3%

Noninvaziv kardiyak monitorizasyon

- EKG
- Pulse oksimetri
- NIBP

Chest 2007;132;2020-2029

CHEST

Postgraduate Education Corner

CONTEMPORARY REVIEWS IN CRITICAL CARE MEDICINE

Hemodynamic Evaluation and Monitoring in the ICU*

Michael R. Pinsky, MD, FCCP

Table 1—*Hemodynamic Monitoring-Defined Primary Hemodynamic Variables**

Noninvasive monitoring

ECG

HR, dysrhythmias, HR variability

Pulse oximetry

SpO₂, HR

Arterial pressure

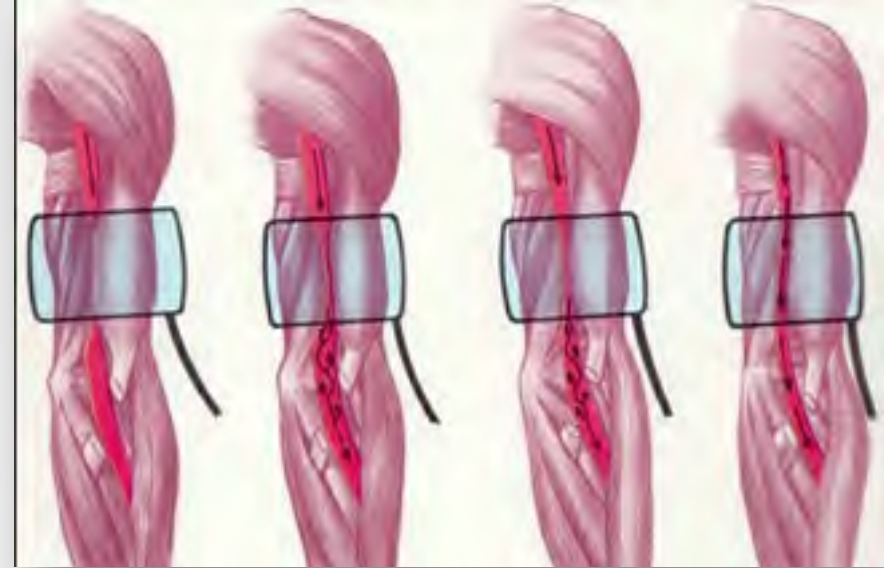
Sphygmomanometry

Systolic and diastolic BP, HR, pulsus paradoxus

ARTERİYEL BASINÇ

NONINVAZIV

- Palpasyon yöntemi
- Oskültasyon yöntemi
- Osilometrik yöntem



Kardiyak Döngü

Diyastol

Atriyumlar venöz sistemden gelen kanla dolunca, içindeki basınç ventrikül içindeki basıncı aşar ve önündeki kapaklar sağda triküspid, solda mitral kapak açılır ve kan ventriküle dolar.

Başlangıçta kan hacminin yarattığı etki ile basınç farkı yüksek olduğu için kanın atriyumlardan ventriküle geçişi hızlı, basınç farkı azaldıkça yavaş olur.

Sonunda atriyum sistolü ile atriyumlarda kalan son %25 lik kan hacmi de ventriküllere geçer

1st Phase

Isovolumetric Relaxation

- Follows T wave
- All valves closed
- Ventricular pressure declines further
- Ends in the ventricular "diastolic dip"

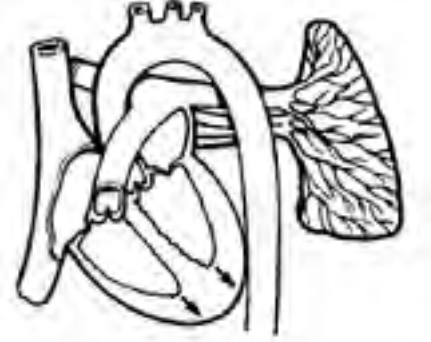


Figure 3c

2nd Phase

Rapid Ventricular Filling

- AV valves open
- Approximately two-thirds goes into ventricle

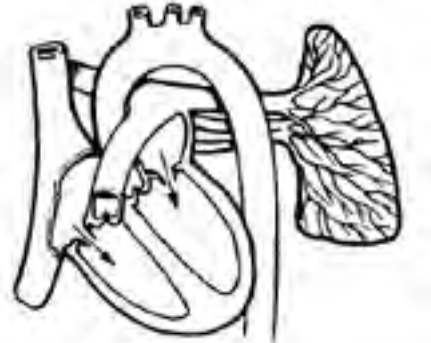
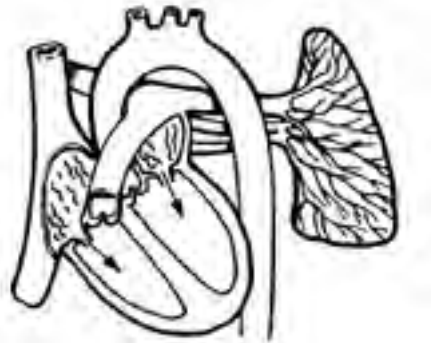


Figure 3d

3rd Phase

End Diastole - "Atrial Kick"

- Follows "P" wave during sinus rhythms
- Atrial systole occurs
- Produces "a" wave on atrial tracings
- Remaining volume goes into ventricle



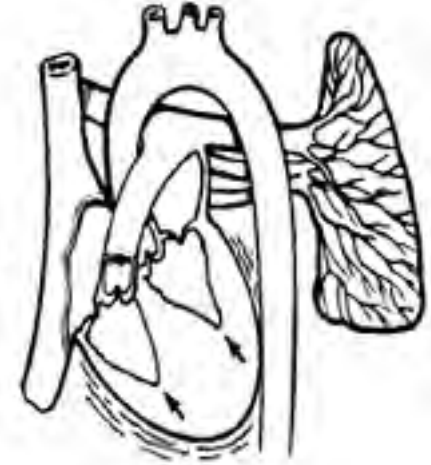
Sistol

- Ventrikül atriyumlardan gelen kanla dolunca ventrikül kasında gerilim artar (ventrikül izometrik kasılma dönemi, atriyum içi basınç ventriküle göre düşüktür)
- kan atriyumlara geri dönme eğilimi gösterir
- atriyo-ventriküler kapaklara çarparak kapanmasına neden olur.
- Ventrikül kasılmaya başlar, içindeki basınç aort ve pulmoner arterdeki basıncı aşınca semilüner kapaklar açılır ve kan fırlatılır.

Systole

Isovolumetric Phase

- Follows QRS of ECG
- All valves are closed
- Majority of oxygen consumed



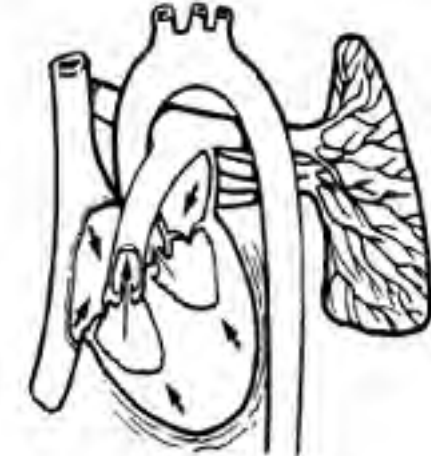
Rapid Ventricular Ejection

- Occurs during ST segment
- 80% to 85% of blood volume ejected

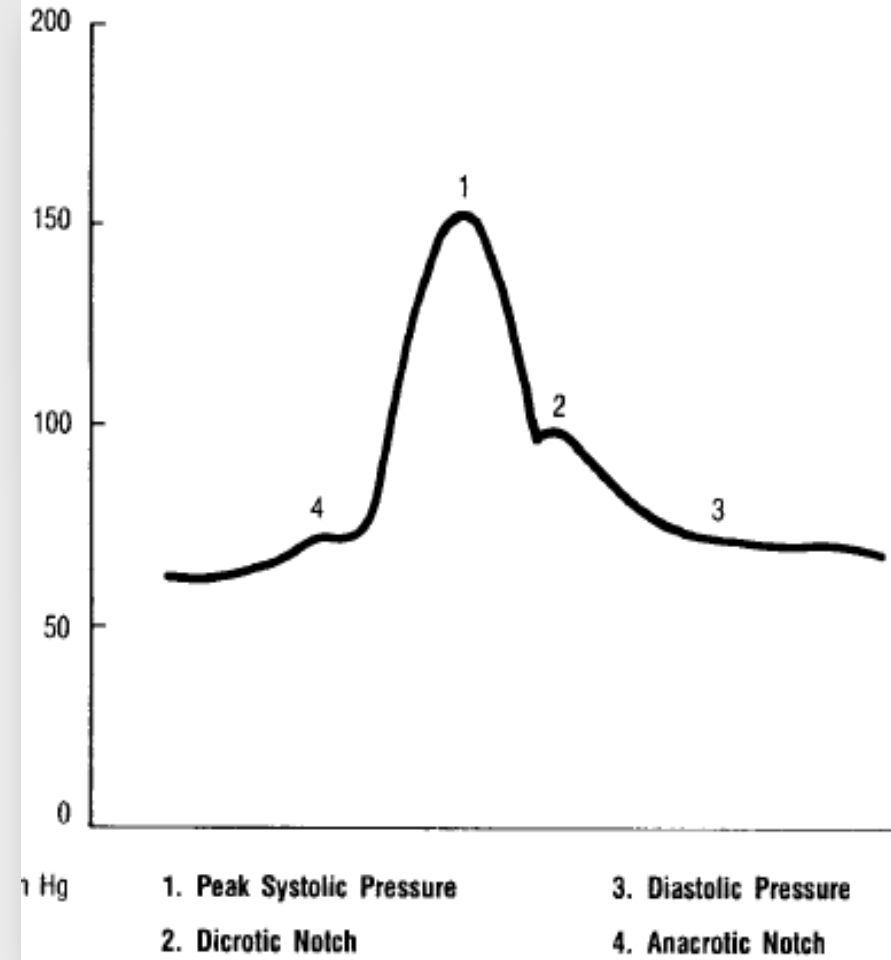
Figure 3a

Reduced Ventricular Ejection

- Occurs during T wave
- Atria are in diastole
- Produces "V" wave in atrial tracing



- Aorta fırlatılan kan, geri dönme eğilimi gösterir, aort kapağına çarparak kapanmasına neden olur.
- basınç eğrisinde önce düşme, sonra geri dönen kan hacmi ile artma, aort kapağının kapanması ve kanın sistemik arterlere doğru akması ile basınç düşmesi izlenir;
- aort basınç eğrisinde **dikrotik** dalganın oluşum nedeni budur.



*** nabız basıncı = sistolik – diyastolik basınç**

*** ortalama basınç = diyastolik basınç + nabız basıncı / 3**

kalp döngüsü sırasındaki ortalama basınç

**Ortalama arteryel = Kalp debisi x Total periferik direnç
kan basıncı**

Kalp debisinde ↑ → sistolik kan basıncını ↑

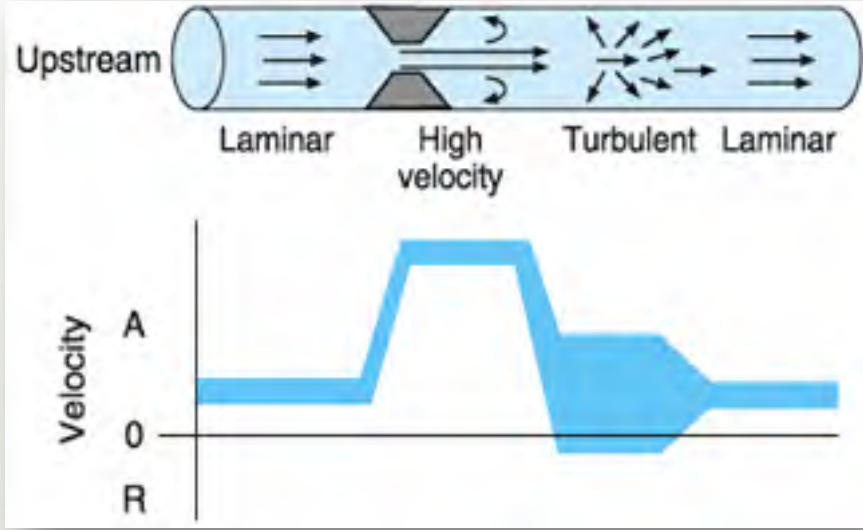
Periferik dirençte ↑ → diyastolik kan basıncını ↑

Oskültasyon metodu

- Arteriyel kan akımını kesmek üzere pnömatik kaf şişer.
- Arterdeki türbülant akımın oluşturduğu seslerin (korotkoff) ilk ve en son duyulduğu rakamlar sistolik ve diyastolik basınçlardır.



Seslerin oluşum mekanizması

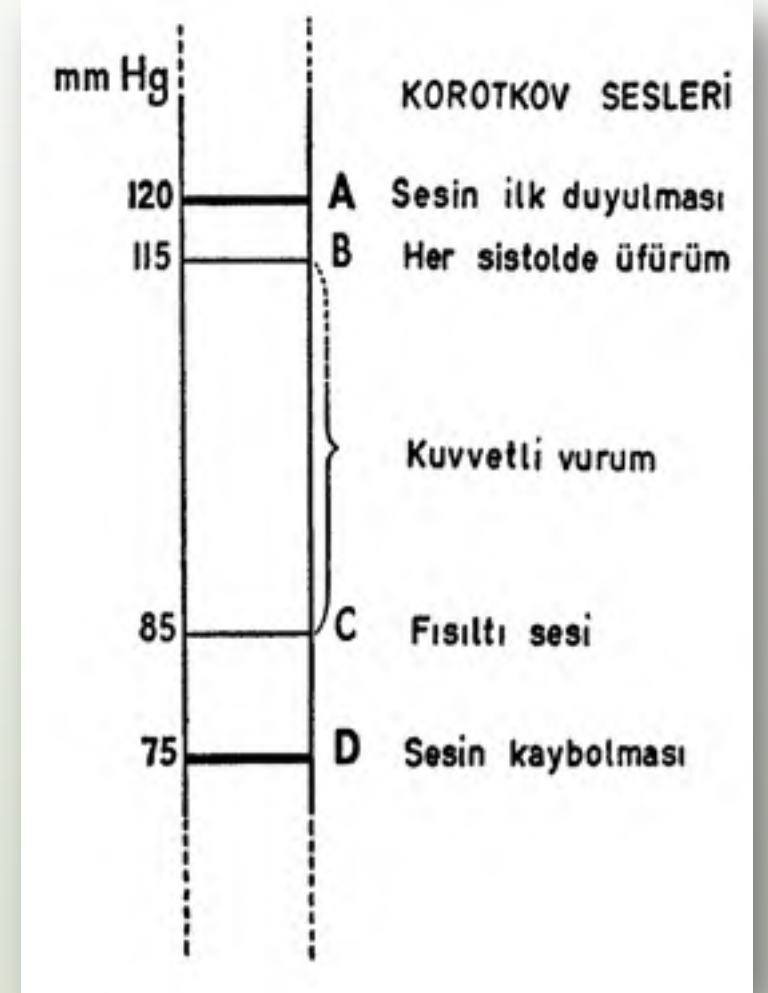


Sesler brakiyal arterdeki türbülant akım sonucu oluşur.

(Laminer akım sessizdir, türbülant akım gürültüdür.)

Manşondaki basınç brakiyal arterdeki ;

- Sistolik basıncın üstüne çıktığında brakiyal arterden kanın akışı durur.
- Sistolik basınca düşürüldüğünde her bir ventrikül sistolü ile senkron brakial arterden kan geçerken ses oluşturur.
- Diyastolik basıncın altına düştüğünde brakiyal arterde bir darlık kalmaz ve sesler kaybolur.



Arteriyel basınç; sistolik / diyastolik basınç

Osilometrik yöntem

- Kaf şiştiğinde arter atımlarının neden olduğu basınç değişimlerini bir bilgisayar analiz eder.
- Maksimum osilasyon ortalama arter basıncında olur.

Problemler

- Uygun olmayan kaf çapı (Kol çapından % 20-50 daha büyük olmalı)
- Titreme
- Uzun süre kullanımda
 - ULNAR sinir parestezi,paralizi
 - Tromboflebit
 - Kompartman sendromu



Research Article

Hindawi Publishing Corporation
The Scientific World Journal
Volume 2014, Article ID 353628, 8 pages

Noninvasive Techniques for Blood Pressure Measurement Are Not a Reliable Alternative to Direct Measurement: A Randomized Crossover Trial in ICU

Sara Ribezzo,¹ Eleonora Spina,² Stefano Di Bartolomeo,^{3,4} and Gianfranco Sanson¹

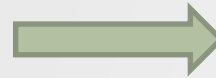
Oskültasyon

Osilometrik

İnvaziv yöntemler karşılaştırılmış.

OAB uygun

İnvaziv



SB

DB

OAB

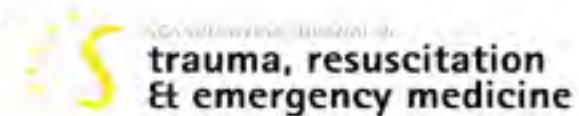
TABLE 1: Differences between patient systolic, diastolic, and mean arterial pressure taken with direct-invasive (IBP) and, respectively, with auscultatory-aneroid (ABP) and oscillometric automated (OBP) methods.

	Systolic	Diastolic	Mean
IBP			
Mean $\pm$ SD	134.4 $\pm$ 24.1	57.9 $\pm$ 12.3	81.5 $\pm$ 14.5
(median)	(134.5)	(57.0)	(79.5)
ABP			
Mean $\pm$ SD	124.7 $\pm$ 18.3	63.1 $\pm$ 12.9	83.7 $\pm$ 12.2
(median)	(125.0)	(62.0)	(82.0)
Difference (IBP – ABP)			
Mean $\pm$ SD	9.7 $\pm$ 13.8	–5.1 $\pm$ 7.1	–2.1 $\pm$ 7.1
(95% CI)	(7.0; 12.5)	(–6.5; –3.7)	(–3.6; –0.7)
<i>P</i> value	<i>P</i> < 0.0001	<i>P</i> < 0.0001	<i>P</i> = 0.0033
IBP			
Mean $\pm$ SD	134.2 $\pm$ 24.3	58.0 $\pm$ 12.7	81.6 $\pm$ 14.6
(median)	(134.0)	(57.0)	(80.0)
OBP			
Mean $\pm$ SD	123.4 $\pm$ 16.7	61.6 $\pm$ 11.9	76.2 $\pm$ 11.2
(median)	(125.0)	(60.5)	(75.5)
Difference (IBP – OBP)			
Mean $\pm$ SD	10.8 $\pm$ 14.9	–3.6 $\pm$ 6.0	5.4 $\pm$ 7.1
(95% CI)	(7.8; 13.8)	(–4.8; –2.4)	(4.0; 6.8)
<i>P</i> value	<i>P</i> < 0.0001	<i>P</i> < 0.0001	<i>P</i> < 0.0001

Noninvasive arterial basınç sistemi

(CNAP™ Monitor 500, CNSystems Medizintechnik AG, Austria)

Wagner et al. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 2014, **22**:8
<http://www.sjtrepm.com/content/22/1/8>



ORIGINAL RESEARCH

Open Access

Noninvasive continuous versus intermittent arterial pressure monitoring: evaluation of the vascular unloading technique (CNAP device) in the emergency department

Julia Y Wagner^{1,4}, Julia S Prantner², Agnes S Meidert², Alexander Hapfelmeier³, Roland M Schmid² and Bernd Saugel^{2,4*}

- Monitor 2 parmakta kaf, kolda basınç transduser kalibrasyon için (30 dk)
- ‘volume clomp metod’, Jan Pen’a’z 1973
- **İnfrared geçiřli pletismografi-kan volümü ve elektro pnömatik sistem**
- Parmağı saran bir kaf, fotoelektrik *cell*, ışık emici *diot’a* , gereksinim vardır.
- Normotermide-stabil durumlarda

Problem;

- Düşük AB da iyi sonuç vermiyor. Hata
- Hızlı hemodinamik değişimlerde ve SVR değişimlerinden etkilenmekte.
- Ek monitör olarak yararlı olabilir



Table 2 Overview of the arterial pressure variables measured by the oscillometric method and vascular unloading technique and the differences between the two methods

	Mean value OSCI ($\pm$ SD)	Mean value VUT ($\pm$ SD)	Mean difference ($\pm$ SD; LOA)
SAP	130 ($\pm$ 24)	125 ($\pm$ 27)	-5 ($\pm$ 22; -47 to + 37)
DAP	74 ($\pm$ 17)	71 ($\pm$ 15)	-2 ($\pm$ 15; -32 to + 27)
MAP	97 ($\pm$ 20)	92 ($\pm$ 19)	-6 ($\pm$ 16; -37 to + 26)

All arterial pressure values are given in mmHg. OSCI, oscillometric arterial pressure measurement; SD, standard deviation; SAP, systolic arterial pressure; DAP, diastolic arterial pressure; MAP, mean arterial pressure; VUT, vascular unloading technique; LOA, limits of agreement.

CNAP sürekli noninvasiv AB için aralıklı osilometrik ölçüme göre daha iyi
Hiptansif ataklar atlanmıyor

Kalp Debisi

LV pompaladığı kan miktarı ölçülür
Her bir ventrikülün L/dk

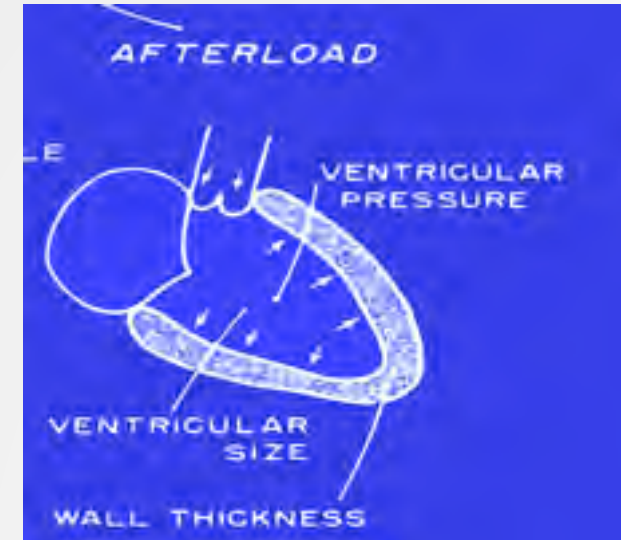
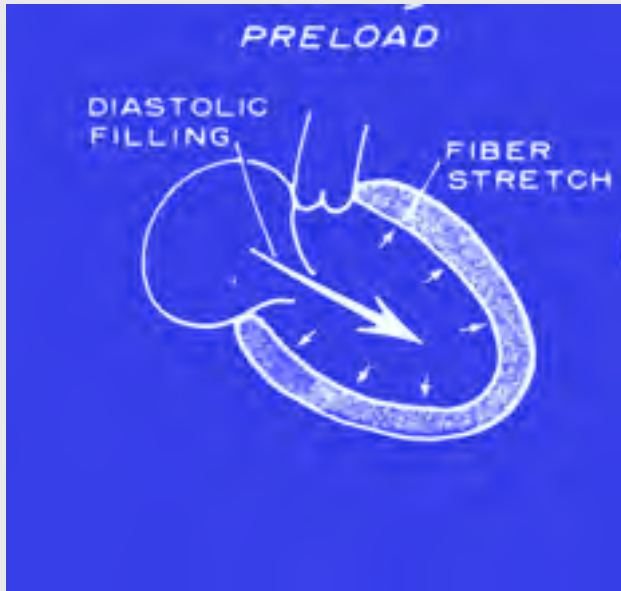
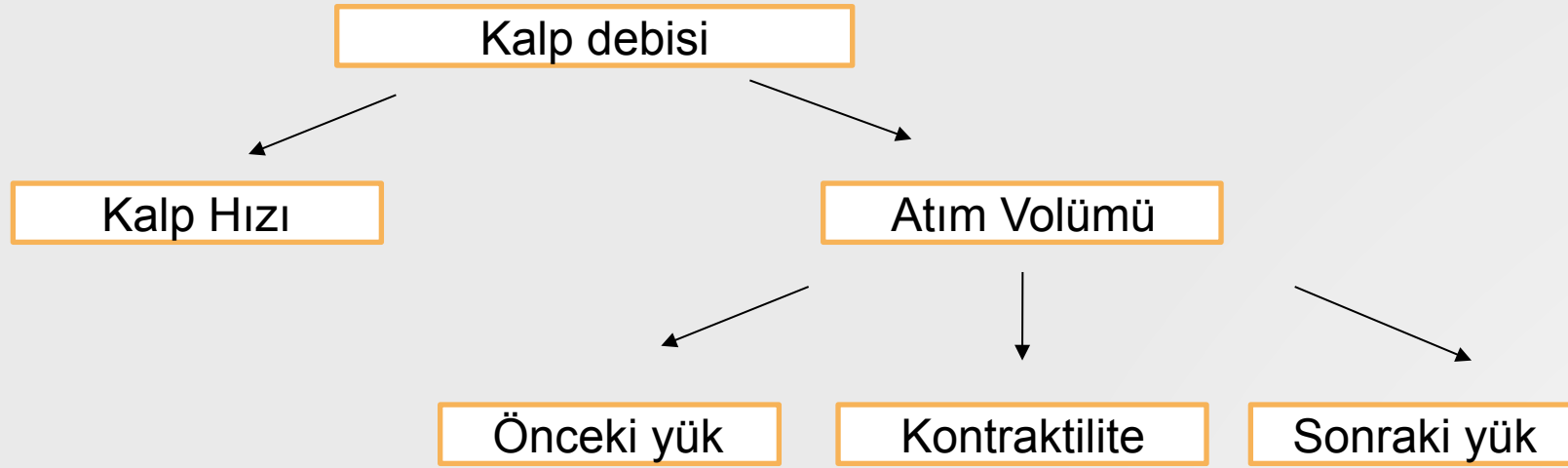
Kan Akımı metabolik ihtiyaçları karşılamaya yeterli mi ?

Pompa
Fonksiyonu

Yeterli
intravasküler
volum

Venöz dönüş

- İntravasküler volümün arttırılması kalp debisini arttıracak mı?
- Venöz dönüş (dolma basıncının) azalması kalp debisini azaltacak mı?



Ne zaman ölçülmeli ?

- Konjenital ve kazanılmış kalp hastalıkları
- Şok
- Çoklu organ yetmezliği
- Mekanik ventilasyonlu hastada kardiyopulmoner etkileşimler
- Klinik araştırmalar

$$\mathbf{KD = AV \times KH}$$

Kalp indeksi: kalp debisinin vücut yüzey alanına göre uyarlanması.

Vücut yüzeyinin metrekaresi başına kalp debisidir.

SV(Atım hacmi)= herbir ventriküler kasılmada pompalanan kan miktarı

$$AV = EDV - ESV \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$EF = \frac{SV}{EDV} = \frac{EDV - ESV}{EDV}$$

KD ölçüm teknikleri

Noninvaziv yöntemler

- Doppler Yöntemleri
- Transtorasik elektriksel biyoempedans yöntemi
- Nabız sayım analizi yöntemi
- Gaz inhalasyon yöntemi (CO₂ rebreathing)
- Ballistokardiyografi yöntemi

İnvaziv yöntemler

Dilüsyon yöntemleri

Termodilüsyon yöntemi

Boya dilüsyon yöntemi

Lityum dilüsyon yöntemi

Floresan dilüsyon yöntemi

Fick yöntemi

Radyoizotop analiz yöntemi

Kontrast ve radyonüklid anjiyografi yöntemi

REVIEW

Cardiac output monitoring: an integrative perspective

Jamal A Alhashemi[†], Maurizio Cecconi[‡], Christoph K Hofer^{§*}

Table 1. Factors affecting selection of cardiac output monitoring devices

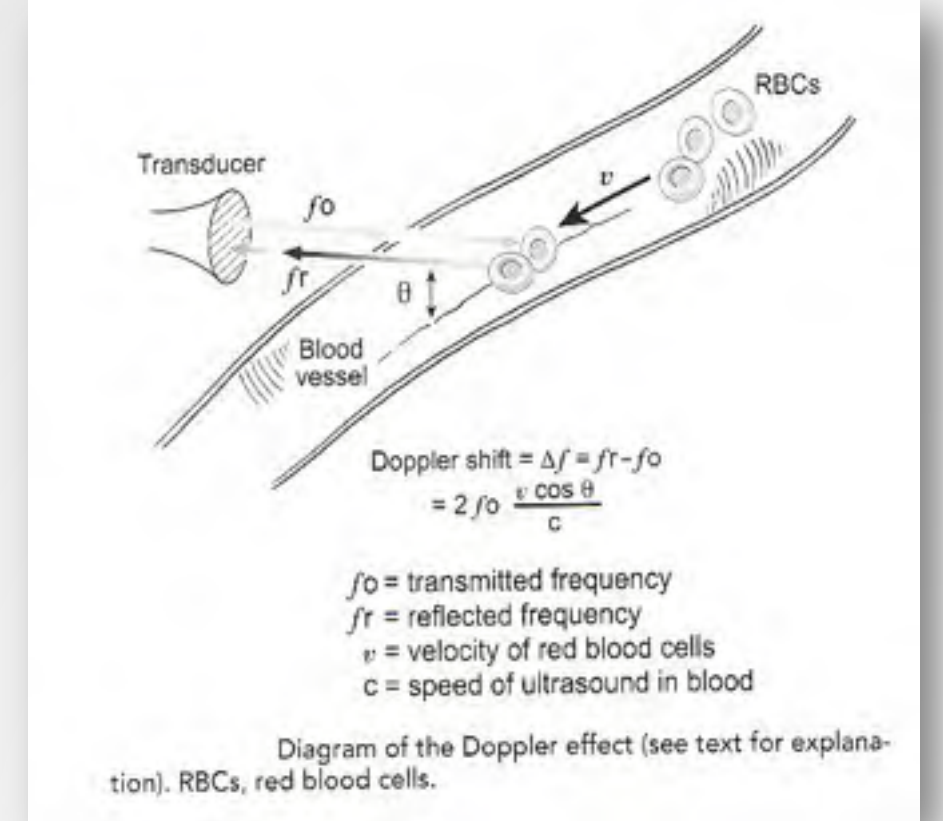
Factor groups	Examples
Institution	Type of institution
	Availability of monitoring techniques
	Level of standardization
	Potential of integration into existing monitoring systems
	Level of experience
Devices	Invasiveness
	Handling
	Technical limitations
	Validity, accuracy & repeatability
	Availability of additional hemodynamic information
Patient	Severity of specific diseases
	Heart rhythm
	Contraindications
	Type of intervention
	Type of treatment protocol

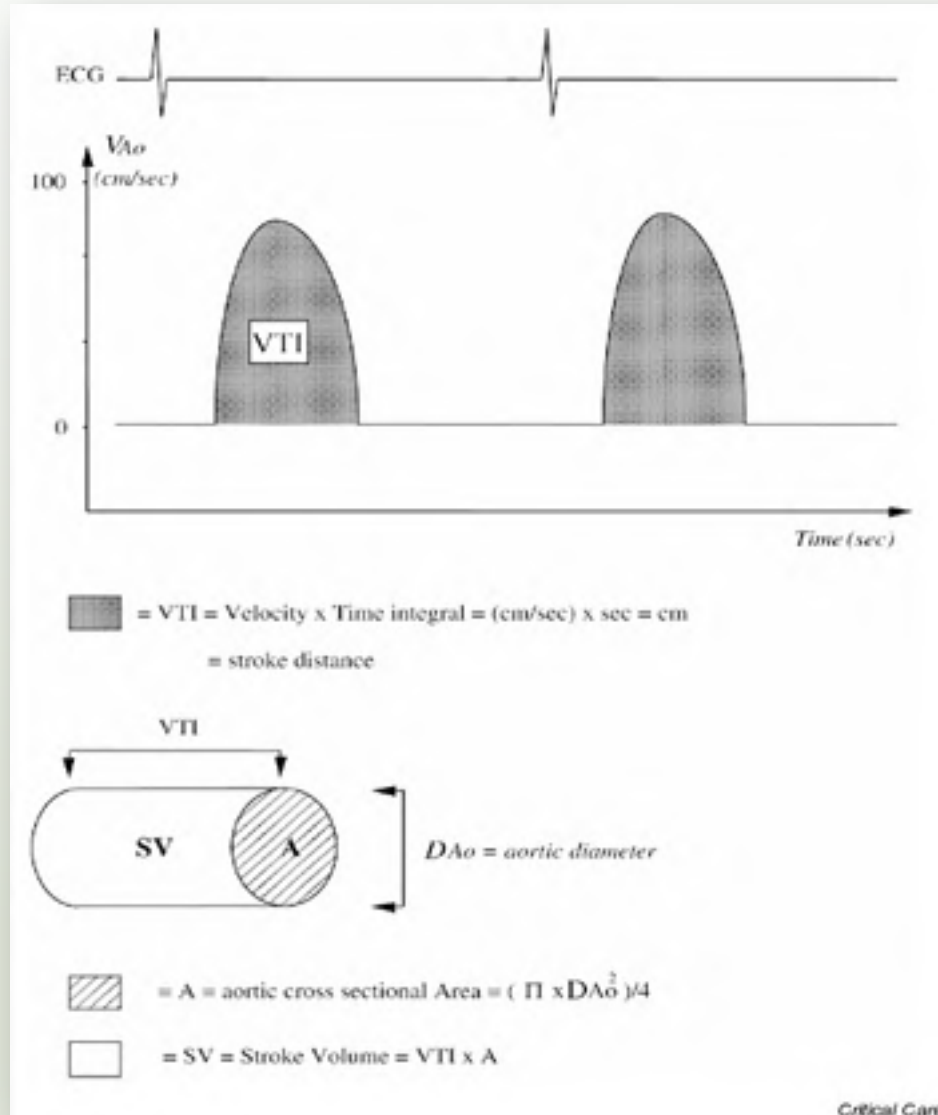
Doppler Teknikleri;

Özofageal veya Transtorasik proplar

Özefagiyal Doppler Monitor

- Ultrason ışını f_0 frekansı ile iletildiğinde, eritrositler tarafından yansıtılır
- Doppler etkisi, bir kaynak ve araştırmacının rölatif hareketine göre sinyalin frekans şiftinde değişimi gösterir.
- Ses kaynağı araştırmacıya doğru gelirken frekansının artması, uzaklaşırken frekansın azalmasıdır.
- Dolaşım sistemi içinde hedef eritrositlerdir.





- AV; CSA aortic velocity (V_{Ao}) ile CSA hesaplanır
- Aortic velocity envelope (VTI) altında kalan alan
- $KD = AV \times KH$
- ODM II_{TM} (Abbott, Maiden head, UK),
- CardioQ_{TM} (Deltex Medical Ltd, Chichester, Sussex, UK)
- HemoSonic100_{TM} (Arrow, Reading, PA, USA).

- Kardiyak parametrelerden LV kontraktilitesi, önceki ve sonraki yük değerlendirir.

- KD

- Atım volum

FTc (corrected flow time-Sistolik akımın kalp hızına göre düzeltilmesi)

- PV (peak velocity)

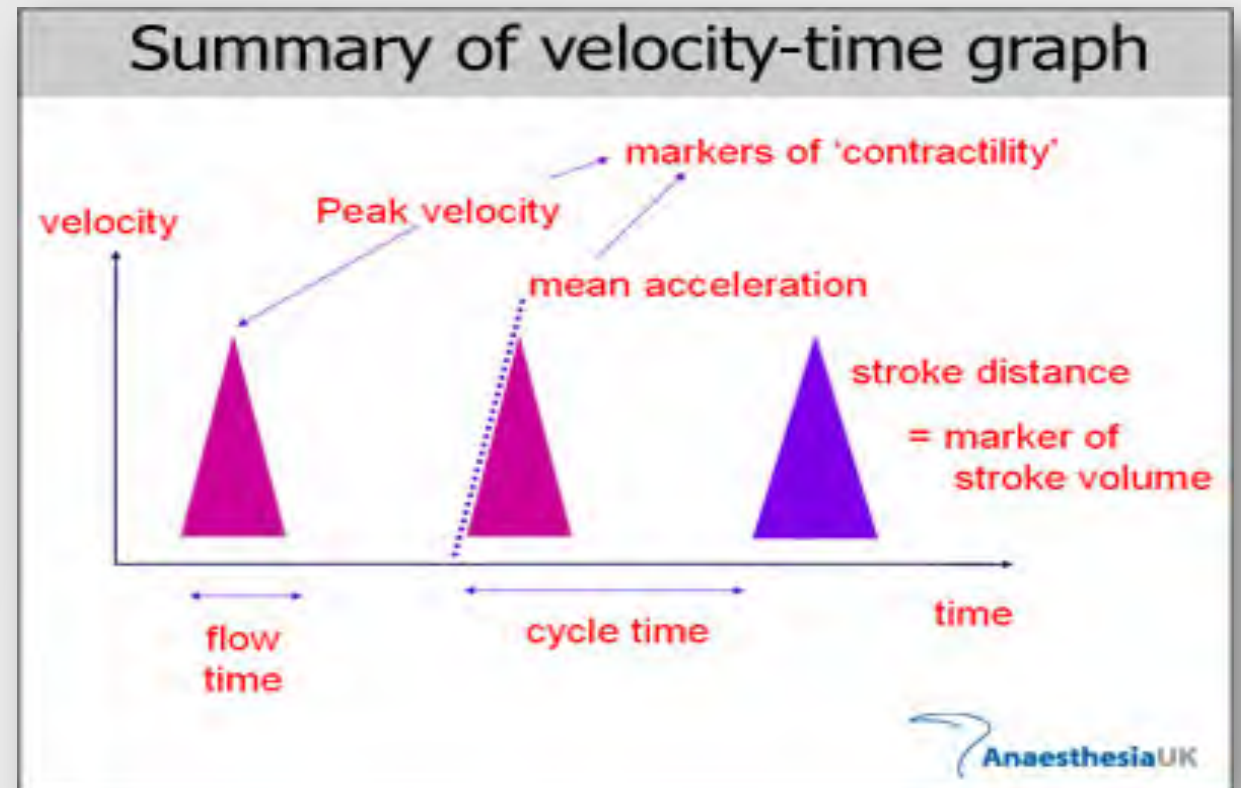
- MD (minute distance)

- KH

$$SV = SD \times C$$

SD: Kanın kalp kasılması sırasında aldığı yol olan SD ölçer

pulsed wave



Sınırlayıcı;

Desandan aortadan ölçümü

Hemodinamik unstabl / co-morbidite de değişebiliyor

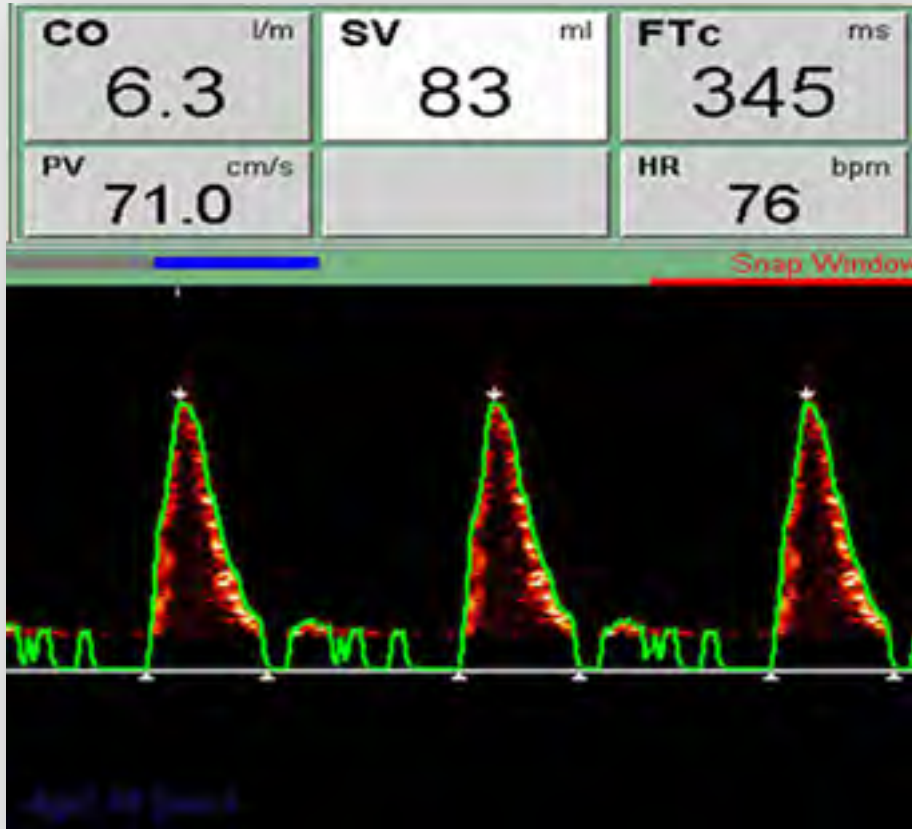
Proplar küçük pozisyon- KD ölçümü ? ➡ operator-dependent % 8-12

Aort çapı ölçümü doğru ?

Kontrendike;

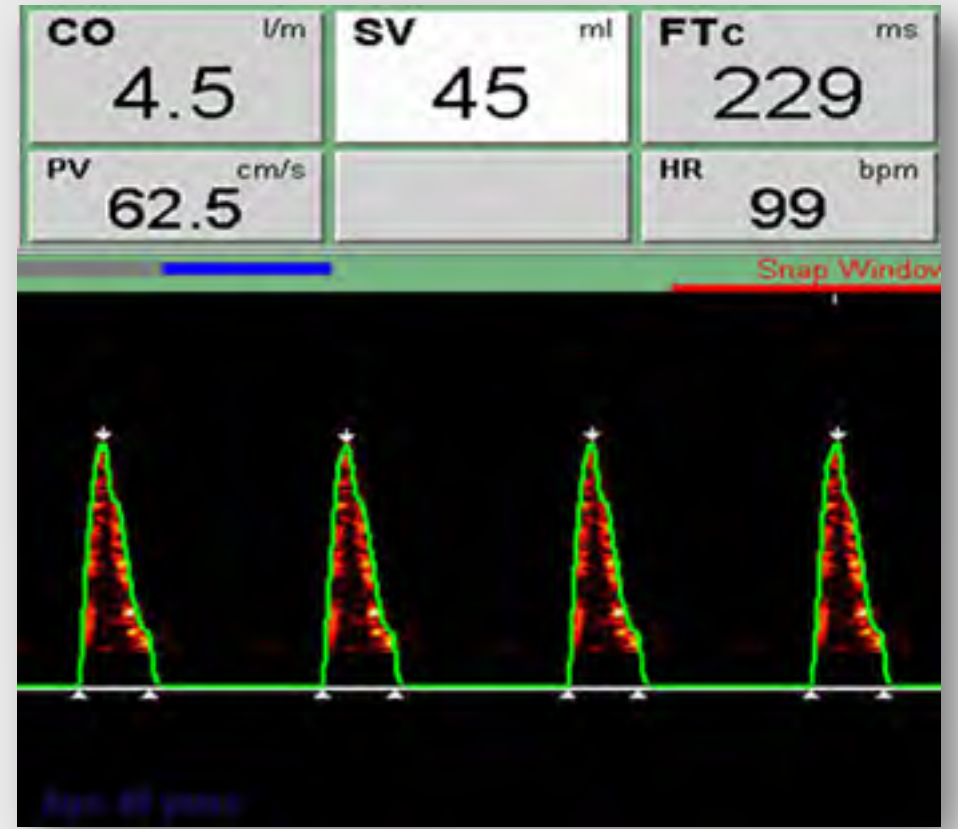
- İABP
- Aort koarktasyonu
- Ciddi AY
- Aortik kros klemp





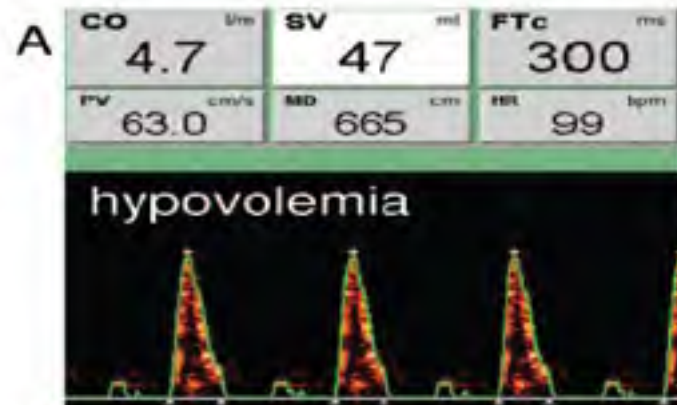
Normovolemi:geniş taban, uzun tepe

SD, SV
FTc: 330-360 ms
PV: 70-120cm/sn

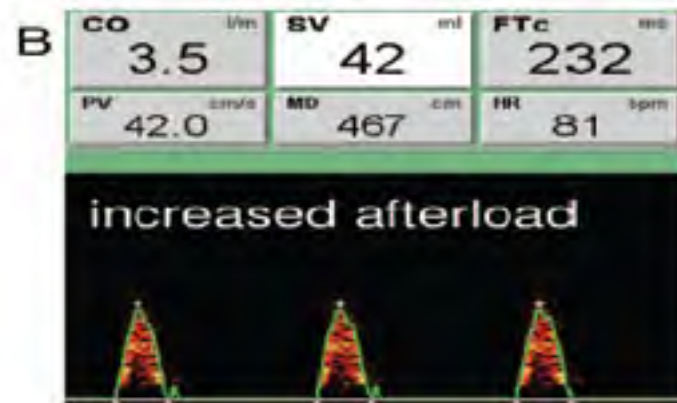
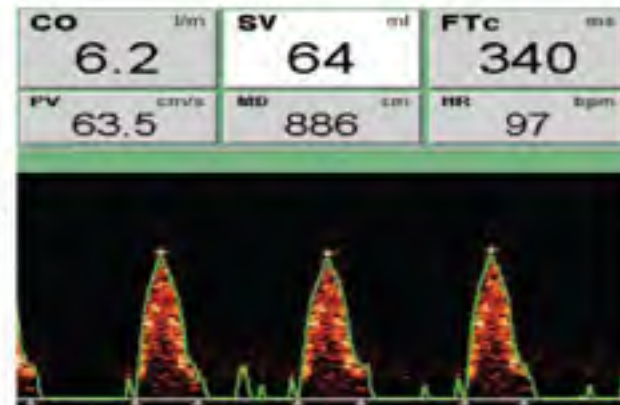


Hipovolemi:dar dalga formu, düşük FTc

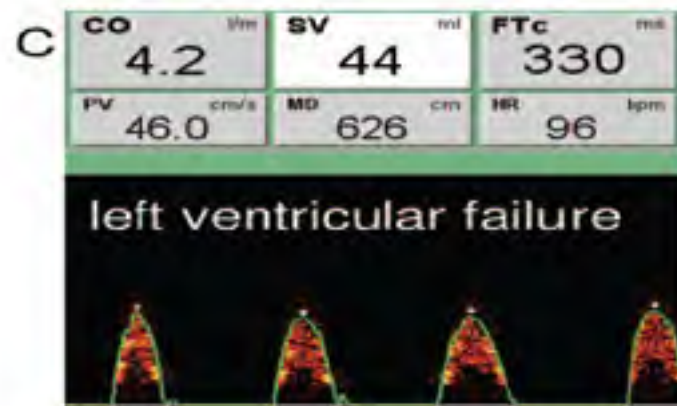
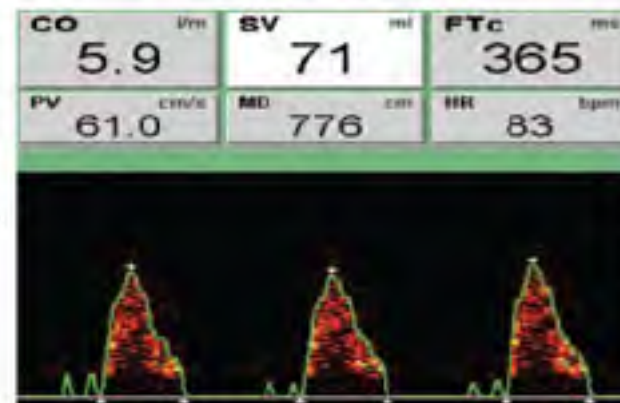
Sıvı
İnotrop
Vazodilatör



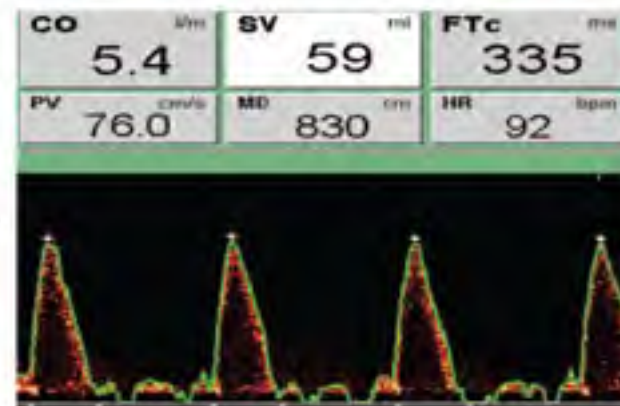
Fluid →



Vaso-dilator →



Inotrope →



Transtorasic proplar; Suprasternal Doppler tekniği

USCOM (Ultrason KD monitörü Doppler)



Beat-to-beat data displayed for all parameters including:

CO (l/min)	Cardiac Output
CI (l/min/m ²)	Cardiac Index
SV (cm ³)	Stroke Volume
SVI (ml/m ²)	Stroke Volume Index
HR (bpm)	Heart Rate
SVR (d.s.cm ⁻⁵)	Systemic Vascular Resistance
Vpk (m/s)	Peak Velocity

- Suprasternal çukurdan- Parasternal ve suprasternal pencere
- Asendan aortanın veya pulmoner arterin akımı değerlendirilir
- Sistolik hız-zaman eğrisi, aortun enine kesitinin alanı ve kalp hızının integrali ile
- Problem; aralıklı KD, sinyalin değişimi



Noninvaziv Pulse Contour Analysis (Dijital Fotopletismografik) KD monitörü

Digital photoplethysmographic device (Nexfin, BMEYE B.V., Amsterdam, The Netherlands)

- Dolaşım; $P = Akım \times Rezistans$ ilişkisi
- Arteryal basınç sinyalinin altındaki alan KD, R sabit ise SVR değişimi nedeniyle KD hesabında nabız basıncı (sistolik-diastolik)
- «Windkessel model»
- 1993 Wesseling ve ark.
Three element «Modelflow tekniği» aortik impedans, arteryal kompliyans , SVR
- Pulse contour sistemler



- Distalde kan akımı diyastolde periferel arteryal basınç dalgası
- Periferden KD ölçümünde **Diyastolik komponent** önemli
- Volüm klemp ile fotoelektrik tekniğini kullanarak Pulse pressure yorumu
- Photoplethysmografik monitör
- Sürekli arteryal basınç ve Kİ ölçümü
- Periferik direnç değişiminden etkileniyor

CARDIOVASCULAR

Non-invasive continuous arterial pressure and cardiac index monitoring with Nexfin after cardiac surgery

M. O. Fischer^{1*}, R. Avram¹, I. Cărbaliu¹, M. Massetti^{2,3}, J. L. Gérard^{1,3}, J. L. Hanouz^{1,3} and J. L. Fellahi^{1,3}

¹ Department of Anesthesiology and Critical Care and ² Department of Cardiothoracic Surgery, CHU de Caen, Caen F-14000, France

³ University of Caen, Faculty of Medicine, Caen F-14000, France

* Corresponding author. E-mail: fischer-mo@chu-caen.fr

- Kİ İnvaziv (transpulmoner termodilüsyon yöntemi) ile karşılaştırılmış
- Termodilüsyon yöntemi ile korale ($r^2=0.33$, $P<0.001$)
- 12 hastada uygulanamamış
- Nexfin'i güvenli, uygun ama termodilüsyona tercih ?
- Amaca yönelik hemodinami izlemi

- Nexfin(sürekli noninvaziv parmaktan arteryal basınç) ile invaziv **arteryal basınç**
- Nexfin ile İnvaziv (transpulmoner termodilüsyon yöntemi) **Kİ** karşılaştırılmış

Table 3 Haemodynamic data at different postoperative time points ($n=44$ except for CI). Values are mean (SD). *P*-value refers to one-way ANOVA for repeated measurements. CI significantly increased over time ($*P<0.05$ vs T0, paired Wilcoxon's test with the Bonferroni correction). CI, cardiac index; DAP, diastolic arterial pressure; MAP, mean arterial pressure; SAP, systolic arterial pressure. $*n=24$ patients

	Postoperative time points					<i>P</i> -value
	T0	T1	T2	T3	T4	
Heart rate (beats min ⁻¹)	71 (14)	71 (13)	72 (14)	73 (15)	75 (15)	0.035
SAP (mm Hg)						
Radial catheter	111 (21)	115 (20)	115 (22)	114 (17)	112 (21)	0.698
Nexfin	103 (20)	109 (21)	108 (20)	109 (17)	109 (21)	0.371
DAP (mm Hg)						
Radial catheter	55 (8)	58 (10)	57 (12)	57 (12)	57 (12)	0.572
Nexfin	64 (9)	67 (9)	67 (11)	66 (10)	65 (11)	0.383
MAP (mm Hg)						
Radial catheter	74 (12)	77 (13)	77 (15)	76 (13)	76 (13)	0.701
Nexfin	78 (12)	83 (12)	82 (13)	81 (12)	80 (14)	0.362
CI (litre min ⁻¹ m ⁻²)*						
Thermodilution	2.2 (0.5)	2.5 (0.6)	2.5 (0.6)	2.6 (0.6)*	2.6 (0.6)*	0.005
Nexfin	2.3 (0.7)	2.5 (0.8)	2.4 (0.7)	2.6 (0.7)*	2.6 (0.9)	0.010

Table 2 Comparison of arterial pressure ($n=220$) and CI ($n=120$) between the Nexfin device and invasive reference methods. Values are mean (sd) (range). Reference methods were invasive radial pressure and transpulmonary bolus thermodilution. CI, cardiac index; DAP, diastolic arterial pressure; MAP, mean arterial pressure; SAP, systolic arterial pressure

	Reference method	Nexfin	P-value
SAP (mm Hg)	113 (20) (56–176)	108 (20) (55–166)	0.003
DAP (mm Hg)	57 (11) (29–87)	67 (10) (44–94)	<0.001
MAP (mm Hg)	76 (13) (36–115)	81 (12) (48–117)	<0.001
CI (litre $\text{min}^{-1} \text{m}^{-2}$)	2.5 (0.6) (1.5–4.5)	2.5 (0.7) (1.1–4.7)	0.898

Sınırlamalar:

Bazı hastalara uygulanamaması-

KPH da zorluk

Teknik sorunlar, Fotopletismografi

Farklı dolum durumlarında bakılmamış (sıvı değişimi-PLR gibi)

Sıvı cevabı ?

.

RESEARCH

Open Access

The estimation of cardiac output by the Nexfin device is of poor reliability for tracking the effects of a fluid challenge

Xavier Monnet^{1*}, Fabien Picard¹, Elsa Lidzborski¹, Malcie Mesnil², Jacques Duranteau², Christian Richard¹ and Jean-Louis Teboul¹

45 hastada volüm (500 mL salin infüzyonu sonrası- 30 dk)
Transpulmoner termodilasyon (PiCCO)
Nexfin ile Kİ yanıtı

Table 1 Characteristics of patients.

Age (mean $\pm$ SD, years)	65 $\pm$ 15
Gender (male/female, number of patients)	20/18
SAPS II (mean $\pm$ SD)	55 $\pm$ 15
Acute respiratory distress syndrome (number of patients, %)	16 (42%)
Atrial fibrillation (number of patients, %)	5 (13%)
Spontaneous breathing activity (number of patients, %)	20 (53%)
Tidal volume (mean $\pm$ SD, mL/kg of predicted body weight)	6.1 $\pm$ 1.3
Patients receiving norepinephrine (number of patients, %)	17 (45%)
Body temperature (mean $\pm$ SD, °C)	37.8 $\pm$ 1.4
Type of shock (number of patients, %)	
Septic	33 (87%)
Hypovolemic	5 (13%)
Dose of norepinephrine (median (interquartile range), μ g/kg/min)	0.4 (0.21-0.60)

n = 38. SAPS, simplified acute physiology score.

Table 2 Hemodynamic changes induced by volume expansion.

		Before volume expansion	After volume expansion
Heart rate	<i>volume responders (n = 16)</i>	104 ± 33	110 ± 28
(mean ± SD, beats/min)	<i>non-volume responders (n = 22)</i>	98 ± 20	96 ± 22
Invasive mean arterial pressure	<i>volume responders (n = 16)</i>	77 ± 16	80 ± 20#
(mean ± SD, mmHg)	<i>non-volume responders (n = 22)</i>	74 ± 14	79 ± 14
Non-invasive mean arterial pressure	<i>volume responders (n = 16)</i>	75 ± 17	80 ± 18#
(mean ± SD, mmHg)	<i>non-volume responders (n = 22)</i>	70 ± 16	76 ± 19#
Invasive cardiac index	<i>volume responders (n = 16)</i>	3.2 ± 0.9	3.9 ± 1.0#
(mean ± SD, L/min/m ²)	<i>non-volume responders (n = 22)</i>	3.8 ± 9.0	3.8 ± 1.1
Non-invasive cardiac index	<i>volume responders (n = 16)</i>	3.2 ± 1.2	3.6 ± 1.1#
(mean ± SD, L/min/m ²)	<i>non-volume responders (n = 22)</i>	3.4 ± 1.0	3.6 ± 1.0
Global end-diastolic volume	<i>volume responders (n = 16)</i>	726 ± 112	767 ± 111#
(mean ± SD, mL/m ²)	<i>non-volume responders (n = 22)</i>	799 ± 137	814 ± 156

#P <0.05 vs. 'before volume expansion'.

8 hastada Nexfin ile kayıt- hipoperfüzyona bağlı alınamamış

Volüm sonrası 0.2 (-1.8 to 2.2)

Nexfin de KI % 10 değişim, ancak % 57 hata

He ikisin de de volüm yanıtı izlenmiş (P = 0.0002) with an r₂ = 0.31

Ancak Nexfin kritik hastalarda, volüm yanıtında uygun değil

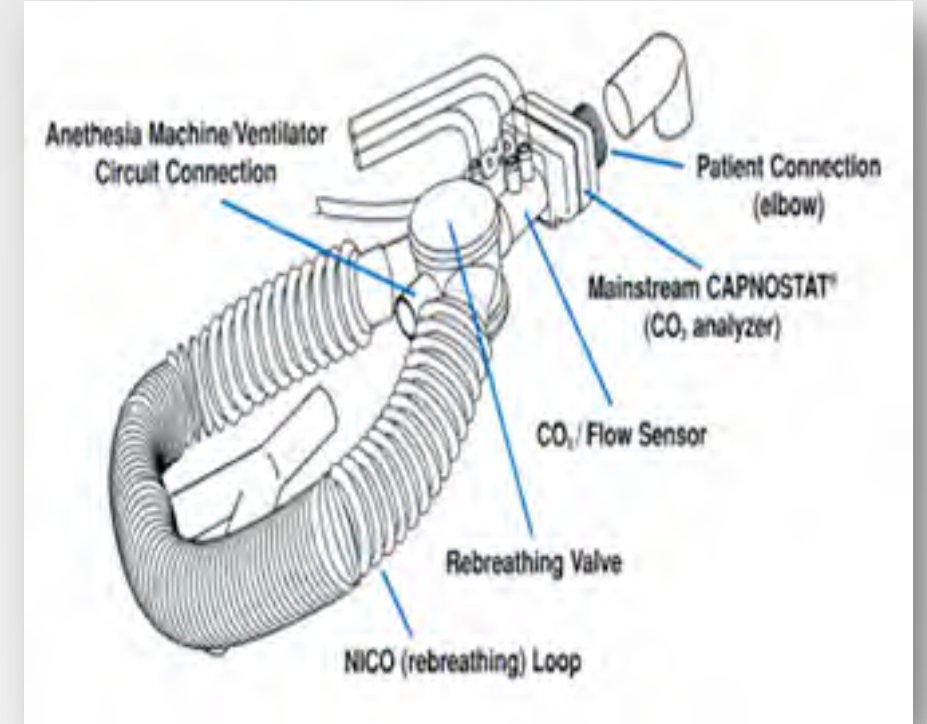
Parsiyel CO₂ geri solumalı Fick tekniği (NICO)

(Respironics, Philips Healthcare, USA).

- O₂ tüketiminin/karışık venöz hemoglobin satürasyonunun standart Fick yöntemiyle ölçümünden kaynaklanan zorluklardan dolayı,
- Fick denklemi, oksijen alımı yerine CO₂ eliminasyonunu içerecek şekilde düzenlenmiş
- Sistem; CO₂ İnfrared sensör, disposabl hava-akım sensör ve puls oksimetri
- Üretilen CO₂; end-tidal CO₂ ve dissosiasyon eğrisinden hesaplanır
- NICO (Respironics) üretilen tek sistem
- **Çok başarılı değil; solunum paternine çok duyarlı**



- Özel tasarlanmış solunum sistemi ve izlem bilgisayarıyla, bu ölçüm, trakeal entübe hastalarda kolaylıkla yapılabilmekte
- Bu yöntemde, ventilasyondaki kısa, ani değişimlere yanıt olarak ortaya çıkan CO₂ üretimi ve soluk sonu CO₂ konsantrasyonundaki değişim kullanılır
- Sınırlanma;
- Hasta entübe-sedatize olması



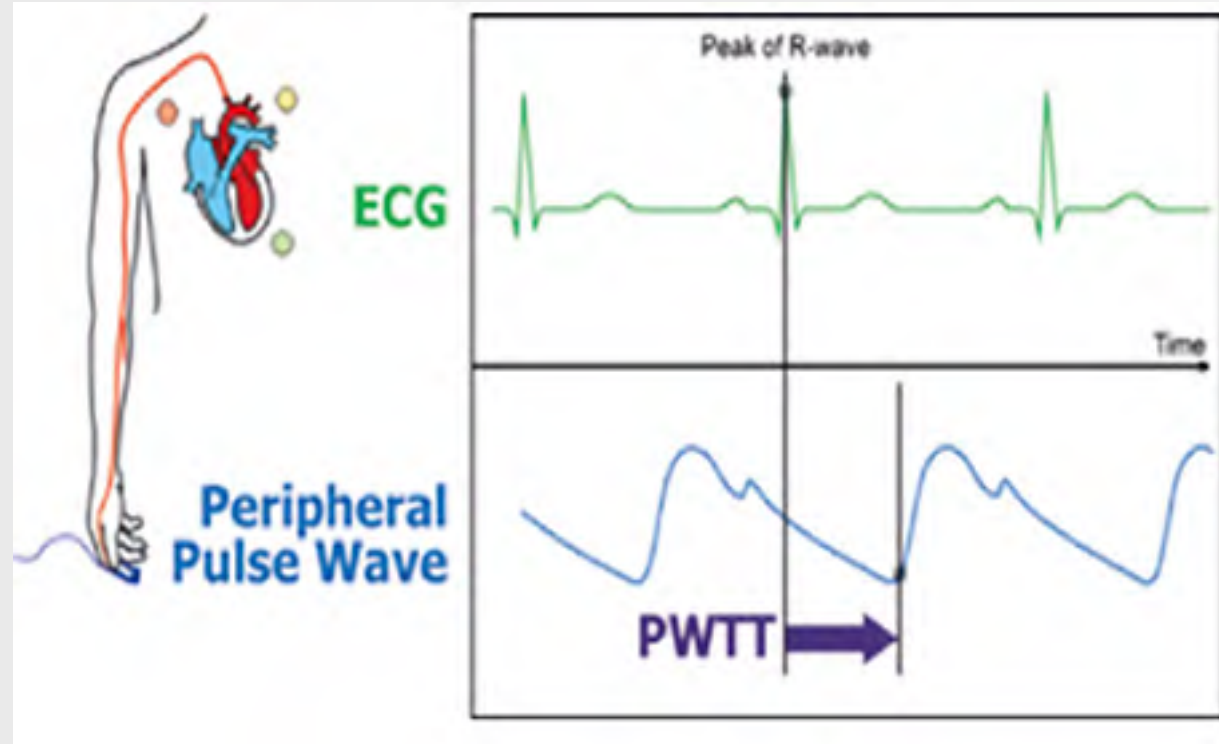
esCCO monitor

(Nihon Kohden, Tokyo, Japan)

- EKG ve pulse oksimetri sinyalleri arasındaki zaman gecikmelerinden

FloWave 1000 (Woolsthorpe Technologies, Brentwood, TN, USA).

Japonlar **esCCO KD**



Biyoopedans (özdirenç) ve biyoreaktans

- **Biyoopedans** KD izlem tekniğı ilk olarak Kubicek ve ark
- Sistol sırasında kan ejeksiyonu ile ortaya çıkan, göğüs boşluğunun elektrik özdirencindeki değışimlere dayanmakta
- KD sürekli;

- **toraksta** cilde elektrotlar

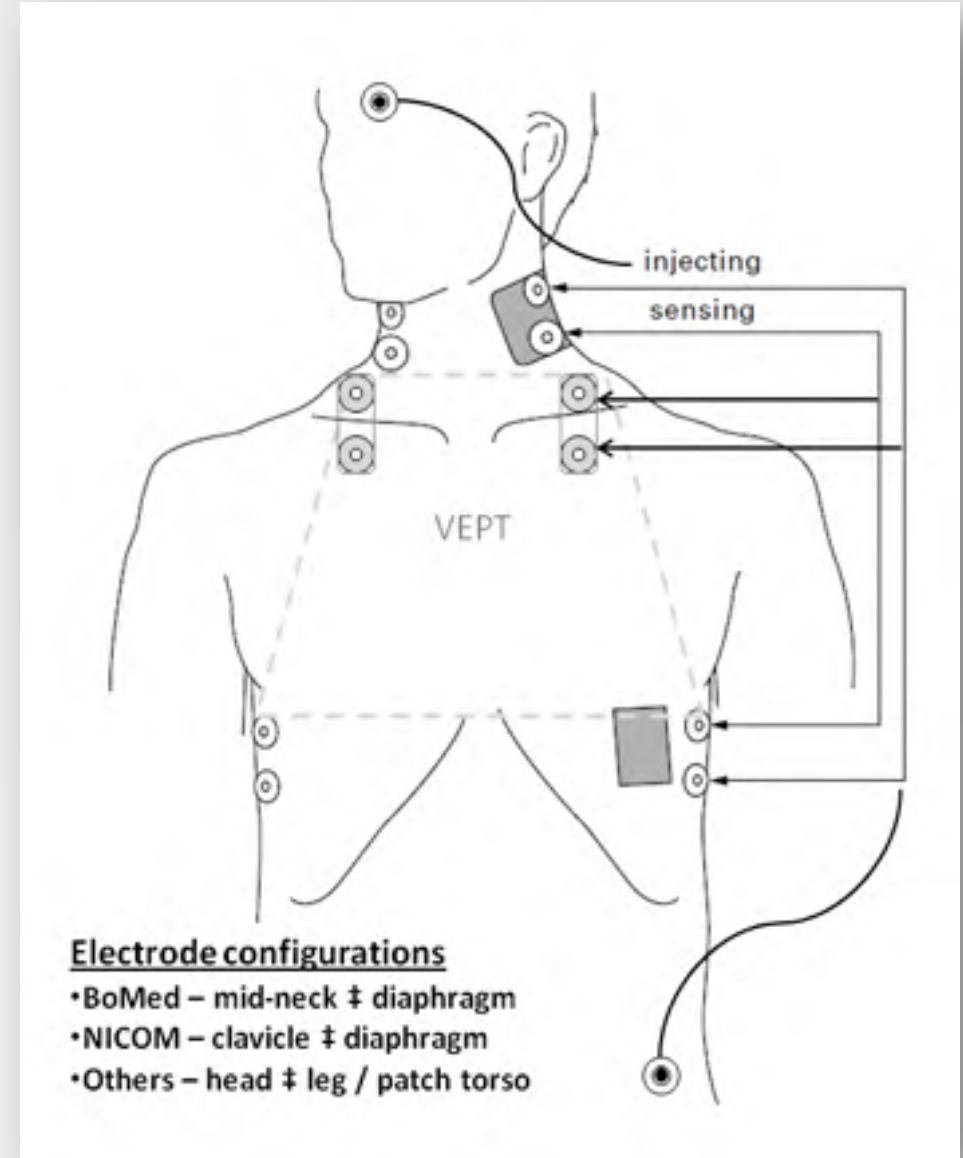
(BioZ®, CardioDynamics, USA)

- endotrakeal tüpe yerleştirilen elektrotlar ile

(ECOMTM, Conmed Corp, USA)

- Sinyal değışimi analizi

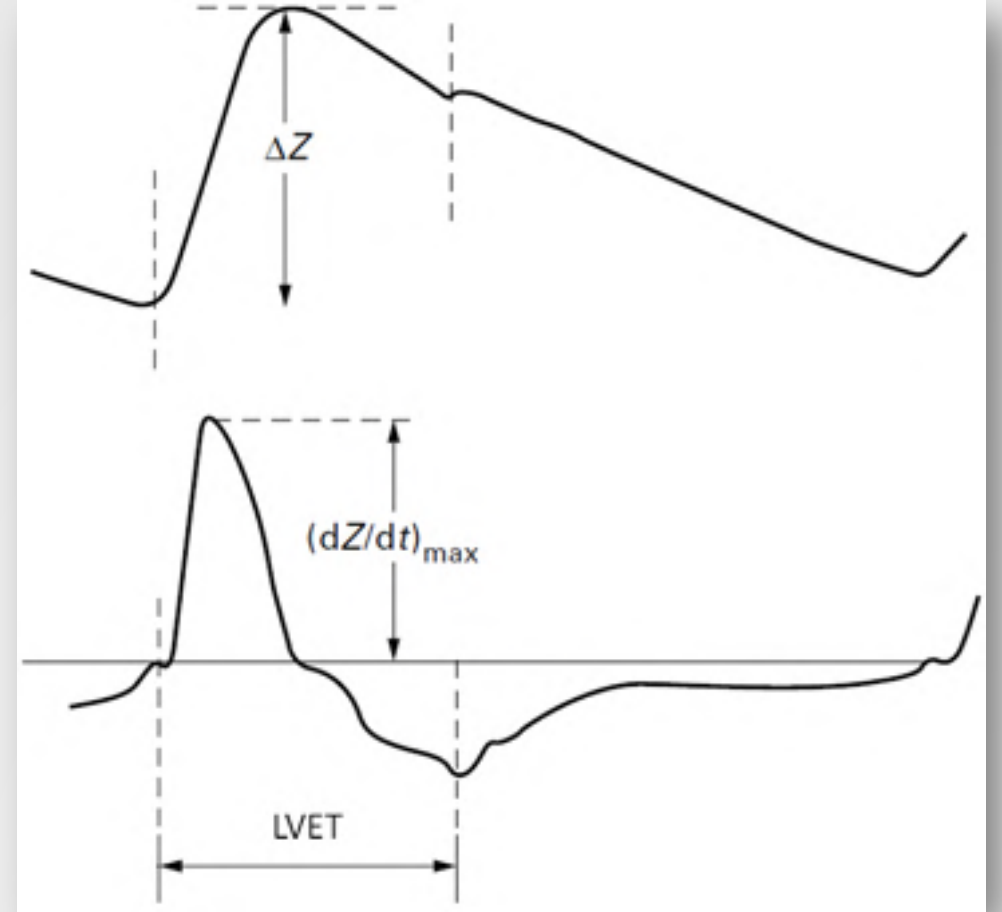
- Düşük amplitüdlü (<4 mA) ve yüksek frekanslı (50-100 kHz) alternan akım verilir-aynı anda algılanır
- Ölçüm boyun ve ksifoide elektrod
- İmpedans sırasında oluşan Sistolik dalganın altında alanı kalan KD



- $(dZ/dt)_{\max}$ akım değişimi- aort kan akımı
- LVET
- $dZ/dt (\max) \times LVET = SV$
- $SV \times HR = CO$
- Kalibrasyon gerekir

Torasik impedans;

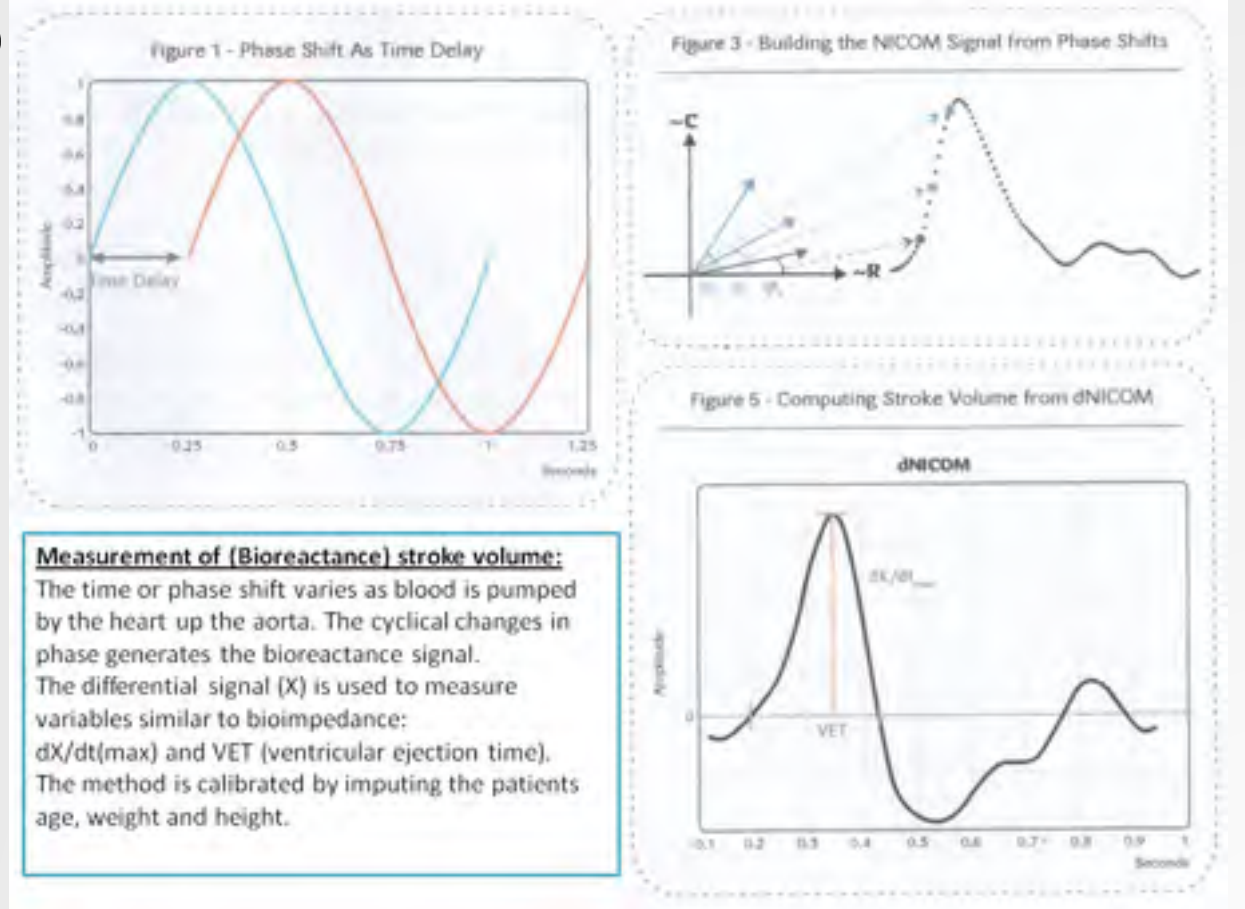
- AC sıvı İndeksi
- Sistolik zaman integrali, pre ejection period (PEP) ve LVET...E/F
- $d^2Z/dt^2(\max)$ kontraktilite indeksi



Torasik biyoreaktans

NICOM ®, Cheetah Medical Ltd, UK)

- Farklı elektrik sinyalleri kullanılıyor-
Modifiye İmpedans
- Sinusoidal dalga
- Sistolde kan volümünün aortayı
genişletmesini algılıyor-damar gerilimi
- Periferik rezistanstan etkileniyor
- Faktörlerden az etkileniyor



Evaluation of a noninvasive continuous cardiac output monitoring system based on thoracic bioreactance

Hanan Keren,¹ Daniel Burkhoff,² and Pierre Squara³

¹Cheetah Medical Limited, Ra'anana, Israel; ²Columbia University, New York, New York; and ³Clinique Ambroise Pare, Neuilly, Paris, France

Submitted 14 February 2007; accepted in final form 18 March 2007

Am J Physiol Heart Circ Physiol 293: H583–H589, 2007.
First published March 23, 2007; doi:10.1152/ajpheart.00195.2007.

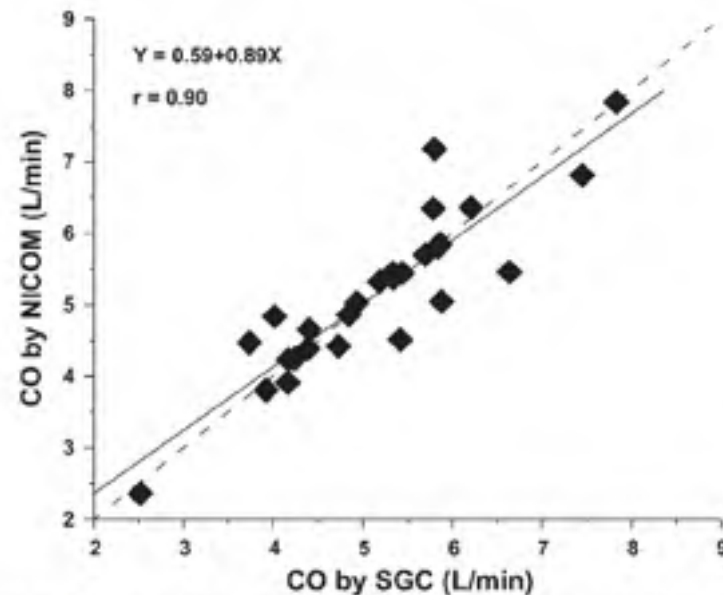
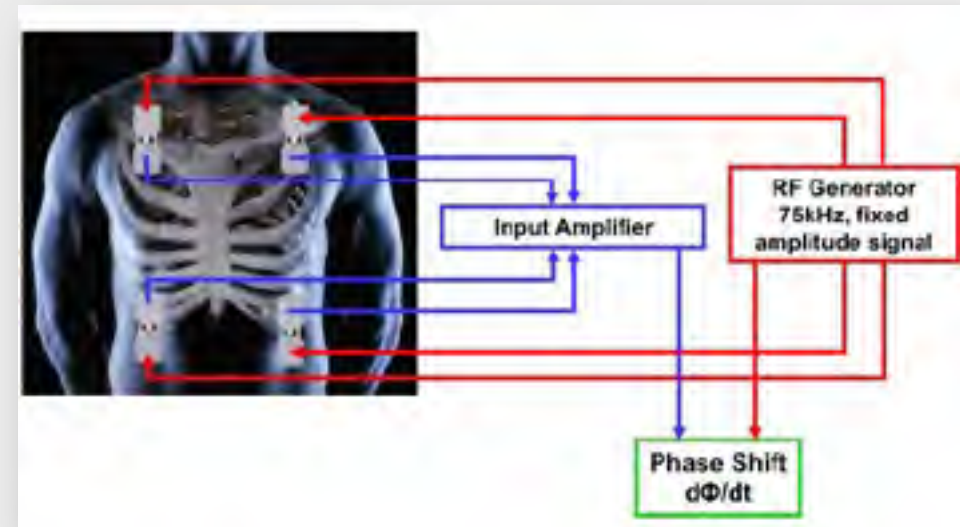


Fig. 9. Correlation between mean values of CO measured from the NICOM system and thermodilution in 27 postoperative patients.



Sınırlamalar;

- Düşük akımlarda yanıt ?
- NICOM KD sürekli ve otomatik monitorizasyon
- Bulgular NICOM ve PAK korelasyon var
- Ancak termodilüsyon tekniği ile karşılaştırmak doğru mu ?
- Sonuçlarda elektriksel gürültüye rağmen güvenle KD ölçülmüş
- **Klinik kullanımının arttırılması- daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç var**

Ballistokardiyografi:

- Kalbin fırlatma kuvvetinin gövdede oluşturduğu sarsıntıların ölçümü yardımıyla KD'nin hesaplanmasına ballistokardiyografi yöntemi denilmektedir.
- Ballistokardiyografi; ileri geri hareket edebilen ve hareket algılayıcı akselerometre (ivme ölçer) bulunan bir yüzeyde oluşan kuvvetleri ölçebilen bir sistem

Table 2. Overview of hemodynamic monitoring techniques

Groups	Examples	Features	Invasiveness	Additional variables			
				Continuous CO	Static	Dynamic	SvO ₂ /ScvO ₂
PAC	Vigilance™	Right heart catheterization	■■■	Response time up to 12 minutes	CVP PCWP	—	Specific catheter for continuous measurement available
Pulse wave analysis	Calibrated	PiCCOplus™	■	Response time 3 seconds	CVP GEDV EVLW	SW PPV	Specific catheter for continuous measurement available
		LIDCOplus™	■□	Beat-by-beat	—	SW PPV	—
		EVI000™/VolumeView™*	■	NA	CVP GEDV EVLW	SW	Specific catheter for continuous measurement available
Uncalibrated		FloTrac/Vigileo™	■	Response time 20 seconds	—	SW	Specific catheter for continuous measurement available
		LIDCOrapid™	■	Beat-by-beat	—	SW PPV	—
		PulsioFlex™*	■	NA	—	SW PPV	Specific catheter for continuous measurement available
		PRAM MostCare*	■	Beat-by-beat	—	SW PPV	—
		Nexfin™ HD	□	Beat-by-beat	—	—	—
Doppler							
TE	CardioQ™	Esophageal flowprobe	■	Limitation: probe positioning	—	—	—
TT	USCOM™	Flowprobe	□	Intermittent	—	—	—
Applied Fick principle							
Partial CO ₂ rebreathing	NICO™	Rebreathing loop	■	Up-date every 3'	—	—	—
Dye dilution	DDG analyzer*	Specific sensor	■	Intermittent	—	—	—
Bioimpedance/ Bioreactance							
Endotracheal bioimpedance	ECOM™	Specific endotracheal tube, arterial line	■	Continuous	—	—	—
Thoracic/ whole body bioimpedance	BioZ*	Specific electrodes	□	Continuous	—	—	—
Thoracic bioreactance	NICOM™	Specific electrodes	□	Continuous	—	SW	—

Table 2. Overview of hemodynamic monitoring techniques

Groups	Examples	Features	Invasiveness	Additional variables			
				Continuous CO	Static	Dynamic	SvO ₂ /ScvO ₂
Uncalibrated	FloTrac/Vigileo™	Specific arterial pressure sensor	■	Response time 20 seconds	—	SW	Specific catheter for continuous measurement available
	LIDCOrapid™	Regular arterial line	■	Beat-by-beat	—	SW PPV	—
	PulsioFlex™*	Regular arterial line Specific sensor	■	NA	—	SW PPV	Specific catheter for continuous measurement available
	PRAM MostCare®	Specific arterial kit	■	Beat-by-beat	—	SW PPV	—
Doppler	Nexfin™ HD	Specific pressure sensors	□	Beat-by-beat	—	—	—
	TE	CardioQ™	■	Limitation: probe positioning	—	—	—
	TT	USCOM™	□	Intermittent	—	—	—
	Applied Fick principle						
	Partial CO ₂ rebreathing	NICO™	■	Up-date every 3'	—	—	—
	Dye dilution	DDG analyzer®	■	Intermittent	—	—	—
	Bioimpedance/Bioreactance						
Thoracic/whole body bioimpedance	Endotracheal bioimpedance	ECOM™	■	Continuous	—	—	—
	BioZ®	Specific endotracheal tube, arterial line	□	Continuous	—	—	—
	Thoracic bioreactance	NICOM™	□	Continuous	—	SW	—

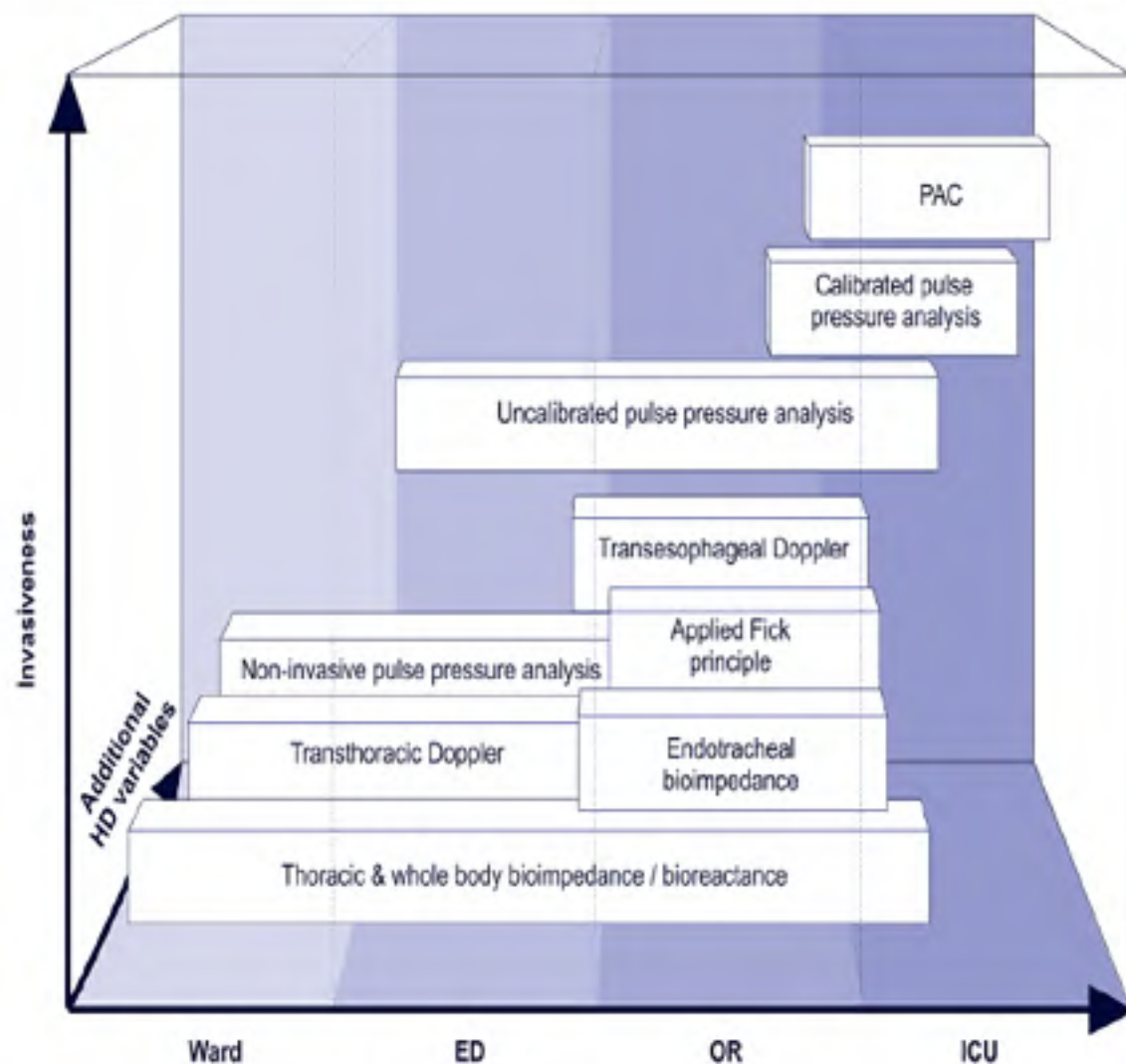
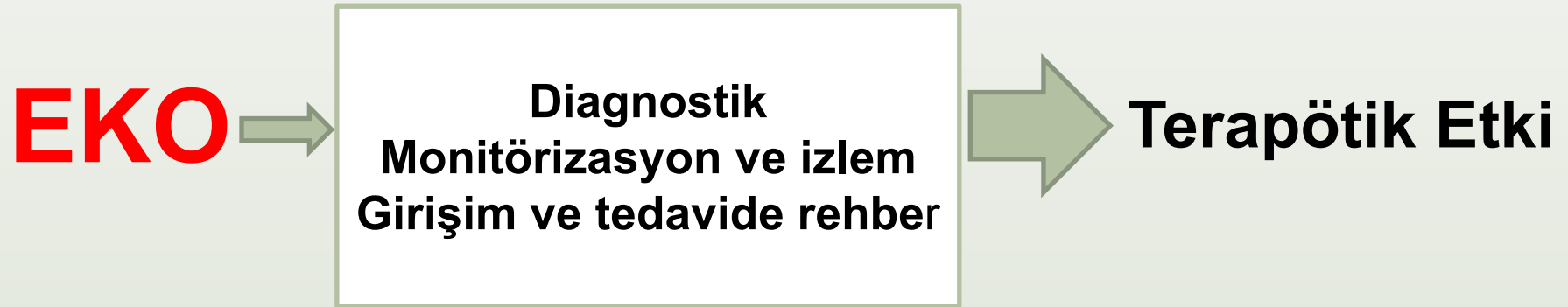


Figure 2. Integrative concept for the use of cardiac output monitoring devices. ED: emergency department; HD: hemodynamic; ICU: intensive care unit; OR: operating room; PAC: pulmonary artery catheter.

- **PAK KD ölçümünde kullanımı giderek azalıyor.**
- **KD monitörleri için sınırlayıcılar;**
- Merkez, Cihaza ilişkin, hastaya göre
- Teknik hastanın konumuna göre
- Kritik hastalarda;
- **ScvO2 ölçümleri ile volümetrik preload ve fonksiyonel hemodinamik değişkenlerinin birlikte değerlendirilmesi**
- **PAK kullanımını kaldırabilir**

intraoperatif ve yoğun bakım

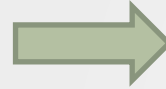


Hemodinamik İstabilitede En Önemli Araç

En Önemli Endikasyonlar

- Şok
- Major valvulopati
- Major yapısal anomaliler
- Endokardit
- PE
- Tamponat

HIZLI, ODAKLI EKO PROTOKOL



**Focused EXAM
RACE, FATE**



Yoğun Bakım Ekokardiografi

Odaklı EKO

- ✓ Amaç : FADE, RACE
- ✓ 10 dakikada iyi bir doğrulukla
- ✓ Yatak başında
- ✓ Sıvı durumu ve kalitatif kalp ejeksiyon fraksiyonu: **değerlendirebilir**

Boyd JH, The role of echo in hemodynamic monitoring, Curr Opin Crit Care, 2009

Eğitim programlarının artması ile EKO öğrenmenin kolay
Gelecekte konu kullanıcılara ölçüm ve artefaktların öğretilmesi

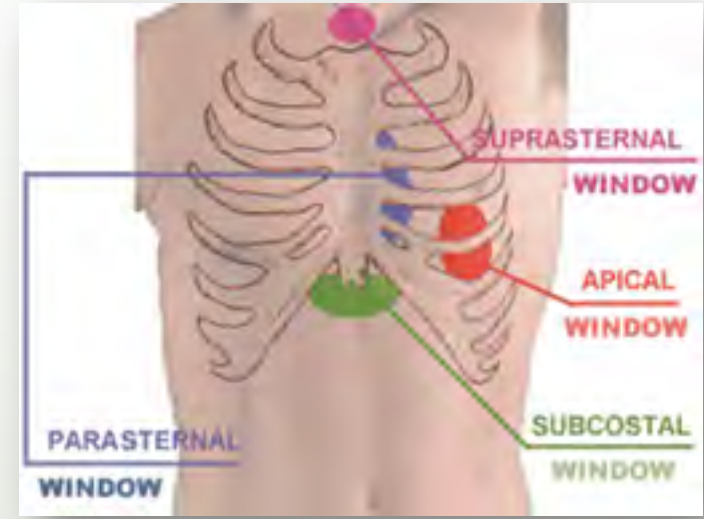
Huang SJ. Card Res Prac, 2012

Pratik Yaklaşım

RACE Rapid assessed echo

Hızlı kardiyak eko değerlendirmesi

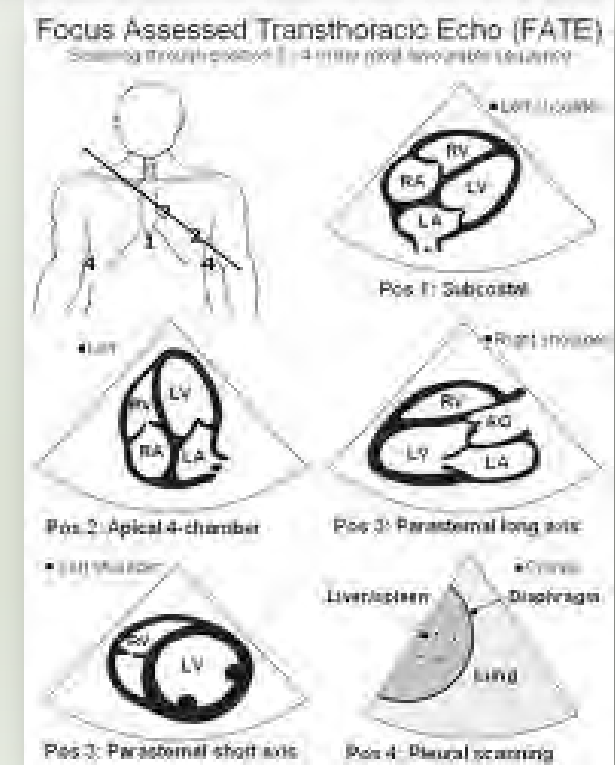
- Sol ventrikül fonksiyonu
- Sağ ventrikül fonksiyonu
- PE veya tamponat ?
- Sıvı durumu



FATE Focus assessed echo

Odaklı TTE değerlendirmesi

- Önemli patoloji
- Volüm durumu, kontraktilite
- Kardiopulmoner tarama ve monitorizasyon
- Hızlı odaklı ve sistematik protokol



Cardiovascular Ultrasound



Review

Open Access

Echocardiography practice, training and accreditation in the intensive care: document for the World Interactive Network Focused on Critical Ultrasound (WINFOCUS)

Susanna Price^{*1}, Gabriele Via², Erik Sloth³, Fabio Guarracino⁴,
Raoul Breitzkreutz⁵, Emanuele Catena⁶, Daniel Talmor⁷ and World Interactive
Network Focused On Critical UltraSound ECHO-ICU Group⁸

Adult Intensive Care Unit, London, UK

Department of Anesthesia and Intensive Care, Pavia, Italy

Department of Anaesthesiology, Skejby Sygehus, Denmark

Cardiothoracic Anaesthesia and ICU, Pisa, Italy

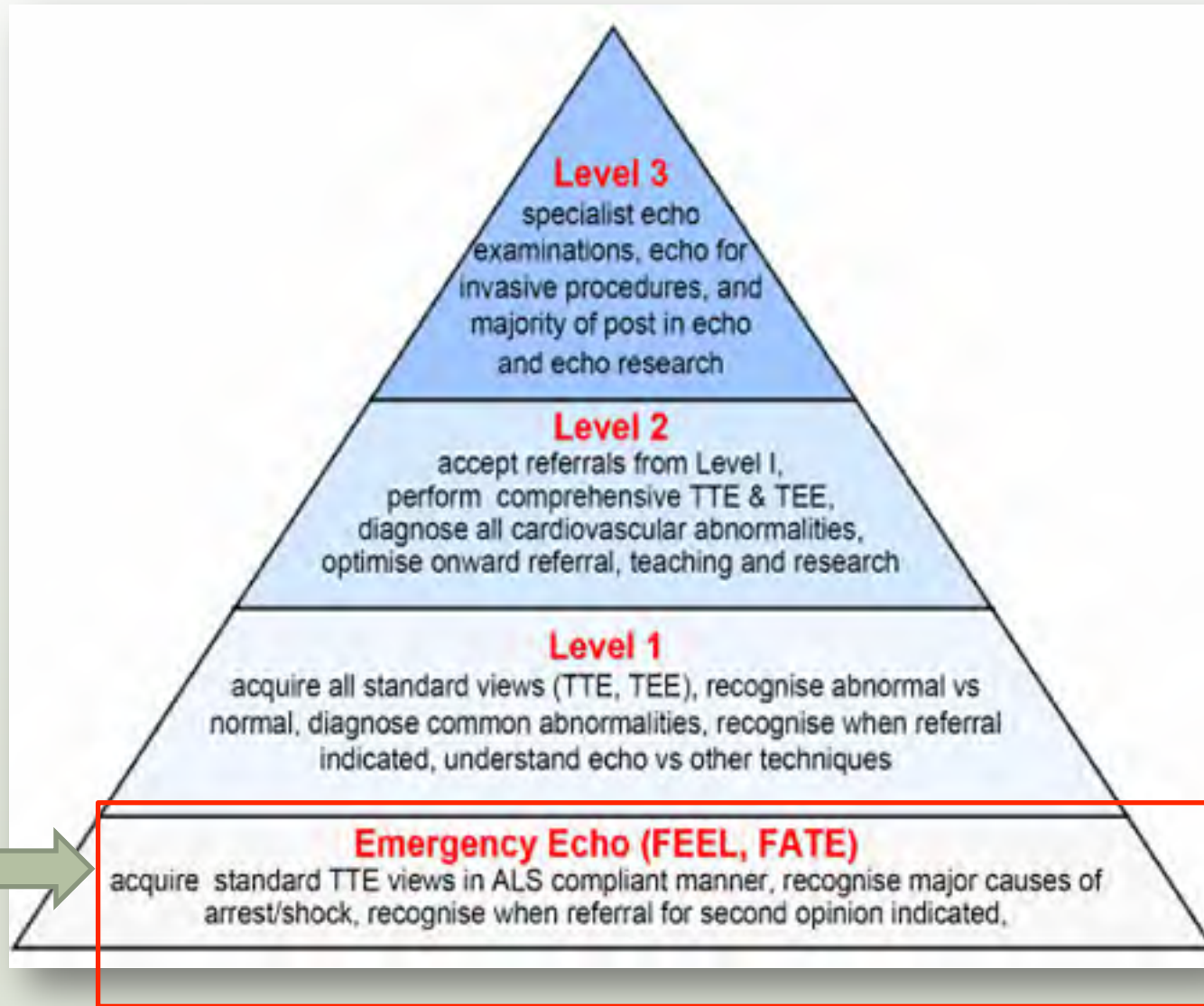
Department of Anesthesiology, Intensive Care, and Pain therapy, Germany

Department of Cardiothoracic Anesthesia, Milan, Italy

Department of Anesthesia, Critical Care and Pain Medicine, Beth Isra

EKO noninvaziv tanısal ve hemodinamik monitör

EKO kritik hastda kv patofizyolojinin değ erlendirilmesinde
tek yararlı !



- **Görüntünün** bulunması
- “**Normal**” nedir bilinmesi
- “**Önemli patolojilerin**” bilinmesi
- Bulguların **linik duruma** uygulanması



YB da EKO Endikasyonları, ACC/AHA/ASE 2003

TTE	TÖE
Genel tarama-tam değerlendirme <u>Hemodinamik değerlendirme</u>	TTE ile yetersiz görüntülenme <u>Hemodinamik instabilite</u>
Tamponat ihracı	Açıklanamayan hipoksi Prone pozisyonu Tamponat (lokal) Post kardiyak cerrahi Akut RV yüklenme Torasik travma (ventile hasta)
Akut RV yüklenme (PE) Torasik travma (vent yok) Aortik hasar şüphesi	
TÖE kontrendike	Torasik aort disseksiyon, Endokarditis, Kardiyak veya aortik emboli Santral line, PAK, kanül

Hemodinamik unstable hastada **EKO Sınıf 1 endikasyon**

- **YB da KV fizyolojiyi etkileyen faktörler:**

PPV, sedasyon, değişik yüklenme durumları, inotropalar

- **İmaj kalitesi:**

PPV, amfizem, insizyon, drenler



TTE YB da, güvenli noninvaziv, iyi doğru imaj, hızlı cevap (tamponat), TTE TÖE den daha hızlı, 100 şok vakasında **TTE ile imaj kalitesi %99** bulunmuş

Genel YB popülasyonunda, kardiyak nedenli şok teşhisinde TTE'nin sensitivitesi %100, spesivitesi %95

Joseph MX et al. Chest, 2004

- YB da TTE ile yeterli imaj kalitesi sağlanamıyorsa TÖE
- Primer TÖE: **aortik disseksiyon, prostatik valv,**
akut kardiyak sorun, AF için kardiyoversiyon

TÖE ciddi komplikasyon **%0.5 - %1.6**

TÖE ile **yeni teşhis oranı %27-%98,**
tedavi planında değişiklik % 80

Khoury AF, Am Heart J, 1994

Prognostik etki : Prospektif randomize kontrollü çalışmalar yok

TÖE' nin kullanılmaması potansiyel zararı artırıyor ve etik değil

E. Hüttemann, TEE in Critical Care, Minevra Aneast, 2006

EKO ve İnvaziv Hemodinamik Monitörler

	EKO	İnvaziv Hemodinamik Monitörler
İnvazivlik	TTE noninv, TÖE yarı-inv	PAK inv, arter dalga analiz yarı-inv
Portabilite	Var	Yok
Akut Kullanım	Evet	Hayır
Diagnostik	Evet	Evet
Monitörizasyon	Evet	Evet
Kullanıcı bağımlı	Evet	Evet, Kalibrasyon

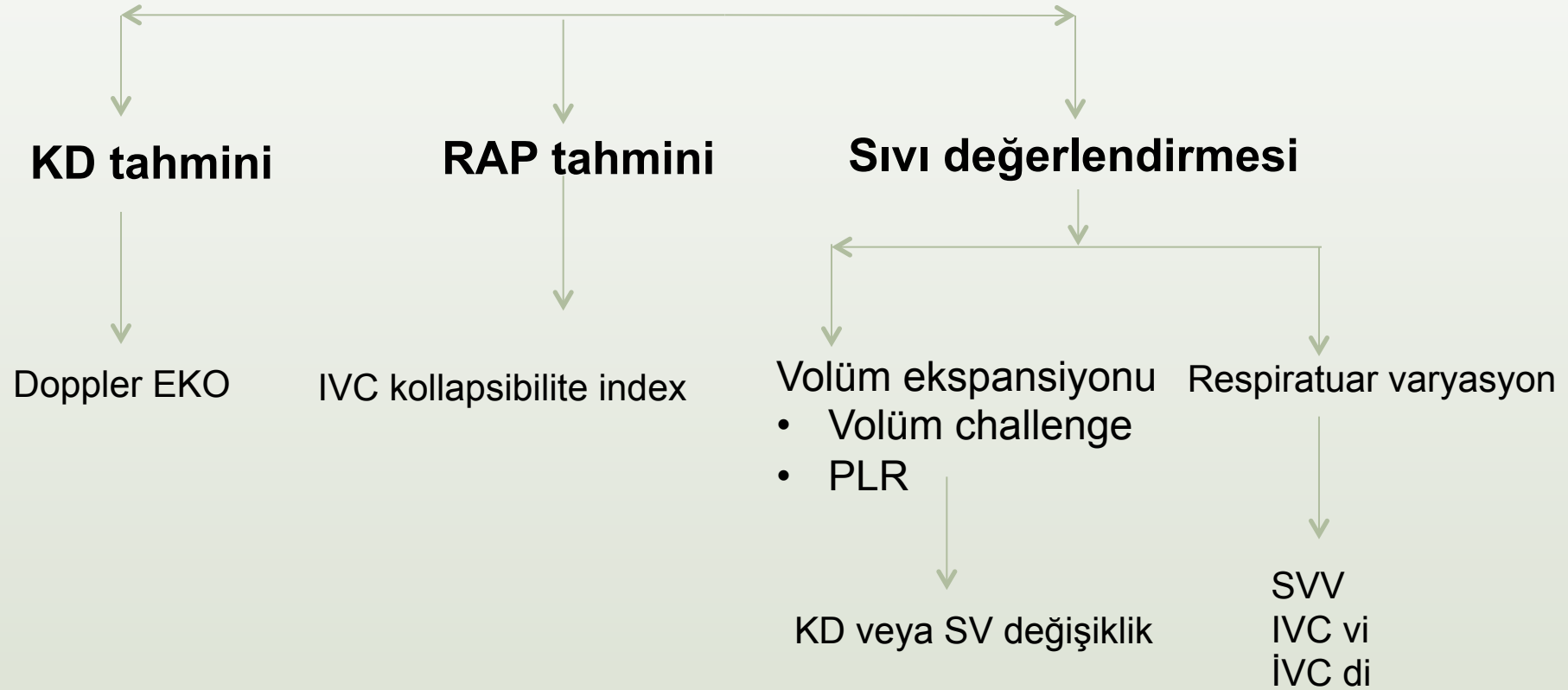
EKO üstünlükleri	PAK üstünlükleri
Kalp boşluk volümleri LV EF LV diastolik fonksiyon Perikardial boşluk değerlendirmesi Valvular disfonksiyon Noninvaziv KD ölçümü	Basınçlar SVO2 Sürekli monitörizasyon PAOP KD ölçümü Operatör bağımlı değil

EKO ve PAK tamamlayıcı teknikler

Her ikisi YB hastasının bakım kalitesini artırır

Reda Selam, Curr Opin Crit Care, 2008

Hemodinamik Değerlendirme



Preload-sıvı durumu

Hipovolemi

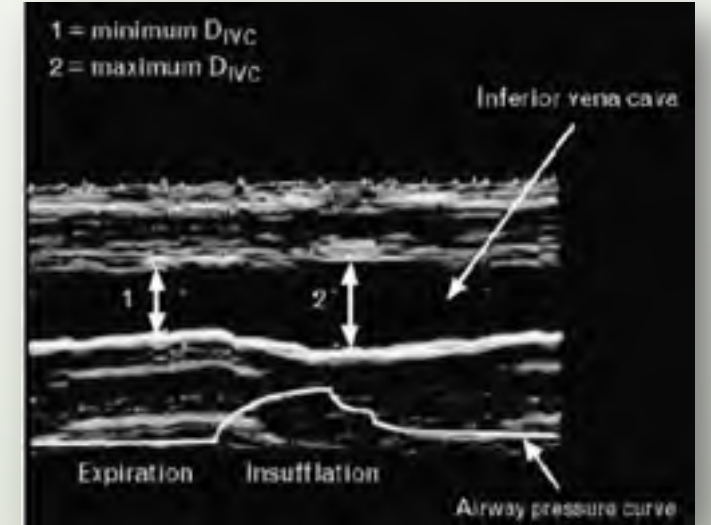
Triad: İ- **Kissing LV**, kissing LV papiller kas, LVED kavite obliterasyonu
Hiperdinamik LV

ii- **Küçük LV, Küçük RV,**

LVEDA: “eyeballing”, LVEDV, Simpson biplane metod

iii- **N veya küçük RA**

- **RV dilatasyon** ➡ Volüm overload, spesifik değil
- **RA dilatasyon** ➡ Sola deviyeye İAS ile ↑sağ atrial basınç



İVK çapında respiratuar değişiklik, TTE, M Mod

Sağ atrial basınç

- vena kava >2 cm (Dilate)
- Respiratuar varyasyon yok

Sağ atrial basınç > 15mmHg



- Spontan soluyan hastada IVK çap ve SVB arasında iyi bir korelasyon

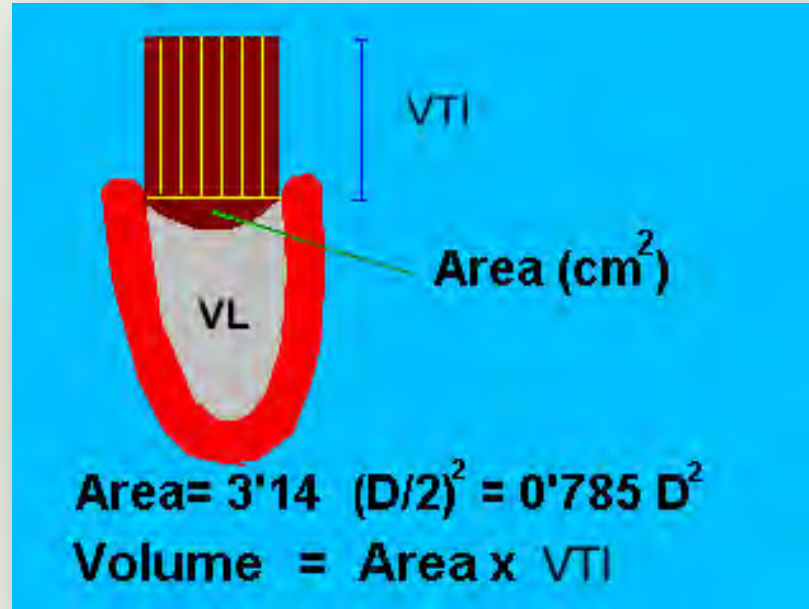
Kalp Debisi Ölçümü-EKO

LV sistolik foksiyonun Doppler Eko değerlendirmesi:
AV ve KD ölçümlerini temel alır

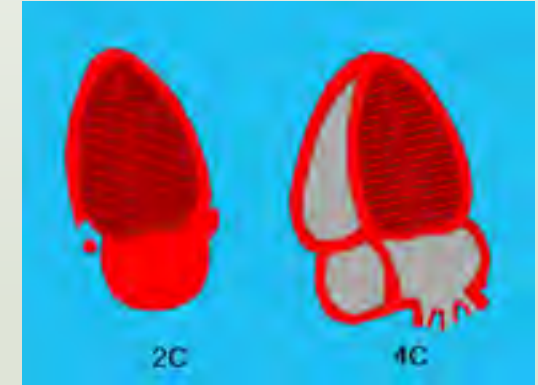
Doppler EKO ve 2D EKO kullanılarak

LVOT'ın VTI
Aortik anülüs çapı

- ✓ $SV = VTI_{LVOT} \times A_{LVOT}$
- ✓ $KD = SV \times HR$



Alan-uzunluk metodu



Modified Simpson metodu

Statik Parametreler

- Direk basınç ölçümleri
- Ekokardiografik indeksler

Statik Basınç Parametreleri

- CVP ve PAOP ile volüm cevabı ve intravasküler volüm arasında korelasyon yok
- Hatta sağlıklı gönüllülerde bile CVP, PAOP sıvı cevabını predikte etmiyor
- Sıvı verilmesi sonrası CVP, PAOP ile kardiyak performans indeksler arasında korelasyon yok

“Statik parametreler belirgin hipovolemi dışında zayıf prediktörleri”

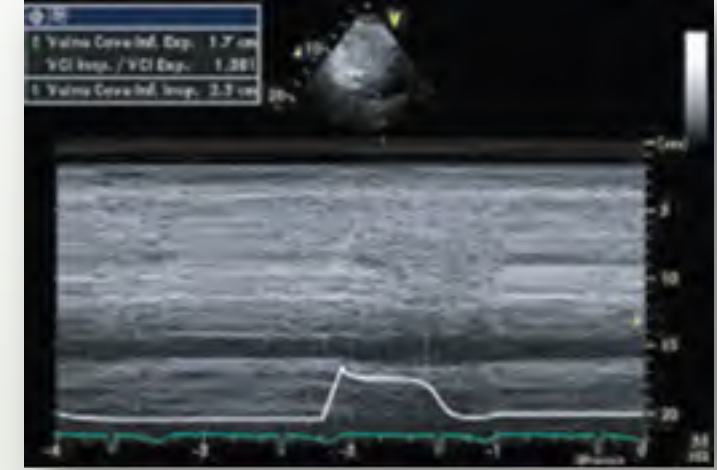
Levitov A. Echo Assesment of preload responsiveness Crit ill Pat. Card Res Prac. 2011

solunumsal değişikliklerin çeşitli monitorizasyon yöntemleriyle değerlendirildiği dinamik parametreler

Parametre	Monitör
Sistolik basınç değişikliği	İnvaziv arter basınç trasesi analizi
Nabız basıncı değişikliği	İnvaziv arter basınç trasesi analizi
Atım hacmi değişikliği	Nabız şekli analizi
Aortik anulus hizasında akım hızı değişikliği	Transözofajiyal Ekokardiyografi
İnen aortta akım hızı değişikliği	Özofagal Doppler
Vena kava inferior boyut deęişiklięi	Transtorasik Ekokardiyografi
Vena kava superior boyut deęişiklięi	Transözofagal Ekokardiyografi

TTE-Dinamik EKO İVK çapında respiratuar değişikler.

Pozitif basınçlı ventilasyon venöz dönüşü azaltarak preloadu etkiler
Solunum → ITP değişiklik → kalp-akciğer ilişki mekaniği →
düzenli SV dalgalanma = **SVV**



İVK Distensibilite İndeks

$$\frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\min}} \times 100$$

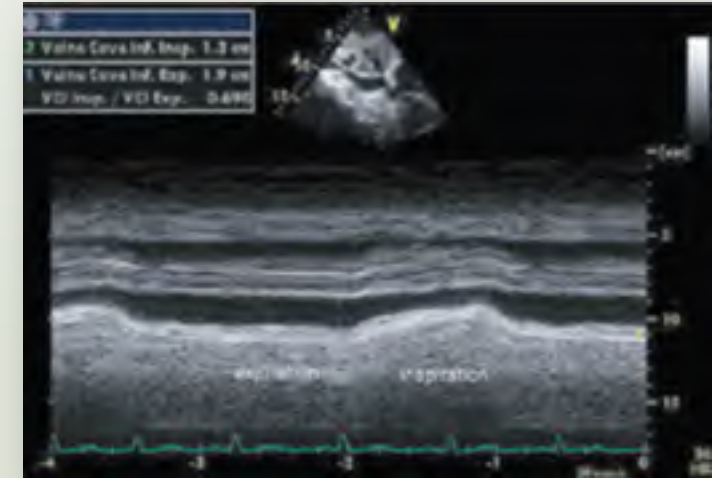
>%18

İVK Variabilite İndeks

$$\frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\text{mean}}} \times 100$$

>%12

Ortalama %15 varyasyon İVK çapında sıvı cevabını predikte ediyor



Boyd JH, Curr Opin Crit Care, 2009

Perikardial Effüzyon Tamponat

Viseral ve parietal perikard arasında eko-serbest alanların gözlenmesi

Hemodinamik olarak önemli perikardial sıvı

Erken sistolde RA kollaps

Erken diastolde RV kollaps

İntraperikardial basınç > Sağ kalp basınçları



İVK dilatasyon



Hemodinamik önemli TAMPONAT

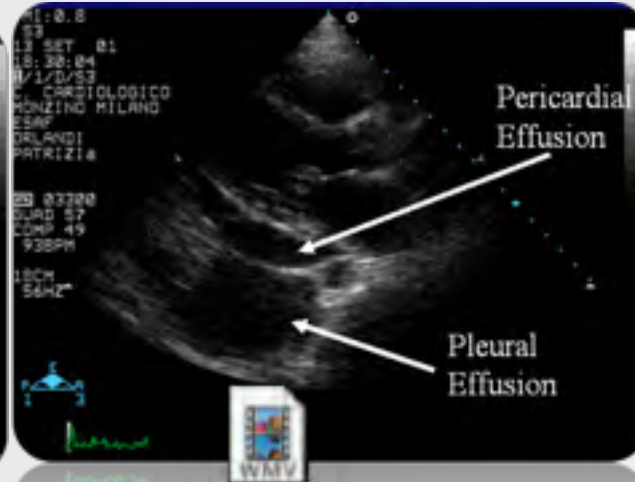


TTE, Parasternal, SAX, Plevral Effüzyon

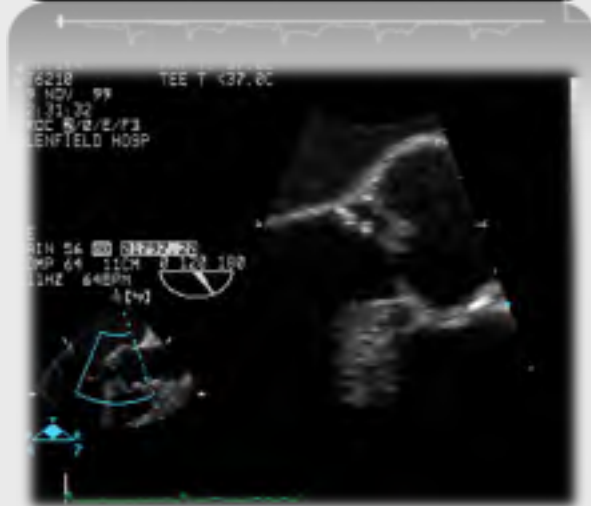
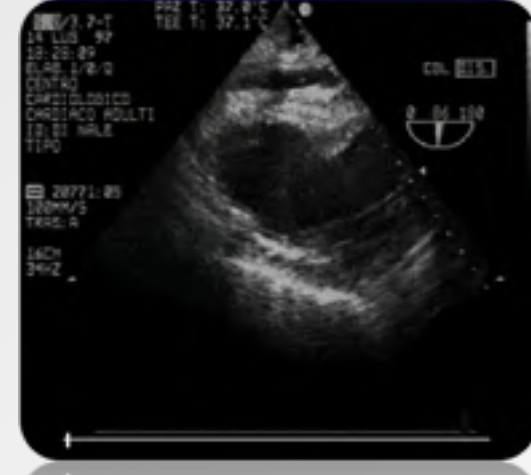
Sol vent rüptürü



Perikardial effüzyon



Tamponat



İnfektif Endokardit

EKO

- Hayat kurtarıcı
- Hemodinamik sorun çözücü
- KD monitör
- Volüm ve SV kateter rehber
- EF
- İskemi, valvular patolojiler
-

Her anesteziist “Ameliyathanede ve Yoğun Bakımda EKO Eğitim”pramidinin temelini sağlayacak bilgi

Passive Leg Raising (PLR)

- Pasif olarak bacakların 45 derece kaldırılıp 1-3 dakika boyunca tutulmasıyla 300-400 ml hacmin intratorasik alana dahil edildiği bir “self servis” sıvı resüsitasyonu durumudur.
- pozisyon düzeldiğinde sıvı yükü tekrar ekstratorasik alana geçeceğinden geriye dönüşümlüdür,
- yüklenme riskinin az olduğu güvenli bir yöntemdir.



- Bu yüzden yatak başında veya ameliyathanede sıklıkla ve kolaylıkla uygulanan bir testtir.
- Günlük pratikte arteriyel basınç cevabı gözlenir,
- yükselme olduğunda sıvı yüklemesine olumlu yanıt alınacağı düşünülür.
- Bacak kaldırma testinin bir olumlu özelliği de bu test eşliğinde **aortik akım hızı** değişiklikleri araştırıldığında
- **aritmik ve/veya parsiyel solunum desteği altında olan hastalarda da uygulanabilirliği**dir.

71 hasta üzerinde **özofajiyal Doppler** monitörü ile yapılmış bir çalışmada

- hastaların yaklaşık yarısının spontan solunum eforu ve/veya aritmisi olmasına karşın **bacak kaldırma testinin** güvenilir sonuç verdiği gösterilmiştir.
- Bacak kaldırma ile **AAH % 10** oranında artan hastalar sonraki 500 ml. sıvı yüklemesine de en az **% 15 oranında AAH** artışıyla yanıt vermişlerdir*.
- Bu yanıt hem kontrole solunumda hem de spontan solunum eforu olan hasta grubu için geçerlidir.

* *Monnet X, Crit Care Med 34(5): 1402-1407, 2006*

İdrar takibi

Son derece önemli

- İdrar akımı; Böbek perfüzyonun hassas bir göstergesi
- Birçok vital veri sağlar :
- Saatlik idrar ölçümü
- 24 saatlik idrar ve Renal Klerans hesabı
- ATN / IN / hematüri değerlendirmesi

Santral-periferel ısı

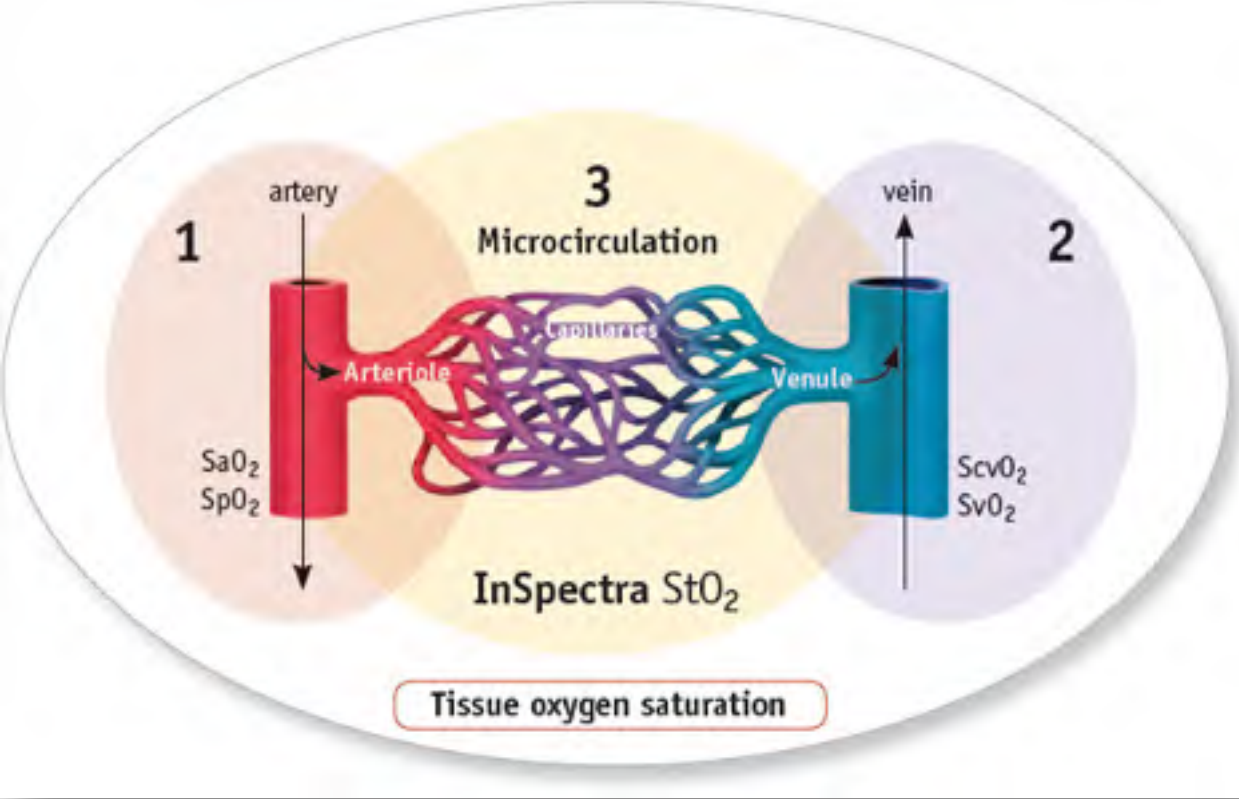
- Cilt (periferik)ve rektal(santral) ısı arasındaki fark sıklıkla periferik perfüzyon indeksi olarak kullanılabilir

Organ ve Doku oksijenasyonu

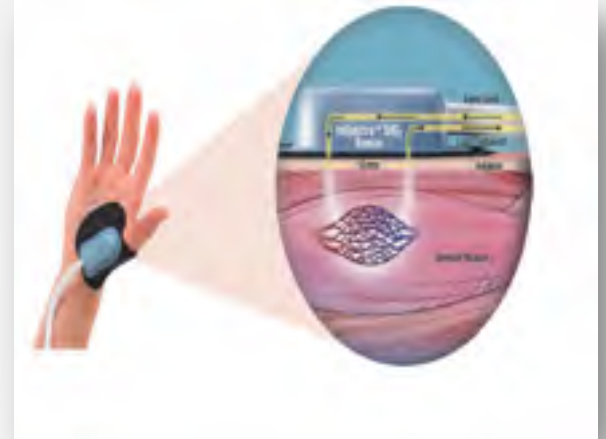
- Total doku perfüzyonunun yeterliliğini yansıtır bölgesel perfüzyon bozukluklarında normal olabilir.
- StO₂

DOKU OKSİJEN MONİTORİZASYONU

TRA™ StO₂



Doku oksimetri yöntemi;
mikrosirkülatuvar alanda
ışıklandırılmış doku
hacmindeki oksijenize
Hg'nin toplam Hg'ye
oranını mutlak bir sayı
olarak ölçümlemesine
dayanır.



J. Mesquida, G. Gruartmoner, and C. Espinal. Skeletal Muscle Oxygen Saturation (StO₂) Measured by Near-Infrared Spectroscopy in the Critically Ill Patients. BioMed Research International Volume 2013

- Organ-spesifik ölçümler

- Gastrik tonometri

gastrik luminal PCO_2 ve mukoza pH ile splanknik iskemiye gösterir.

- İntra-abdominal basınç ölçümü

- Nörolojik monitorizasyon

NIRS, BIS



En iyi noninvaziv monitorizasyon **Anestezi**stir