

EKSTRAVASKÜLER AKCİĞER SIVISI (EVLW)

EXTRA VASCULAR LUNG WATER

Dr. Sema Turan

SUNU PLANI

- EVLW nedir?



- EVLW nasıl ölçülür?



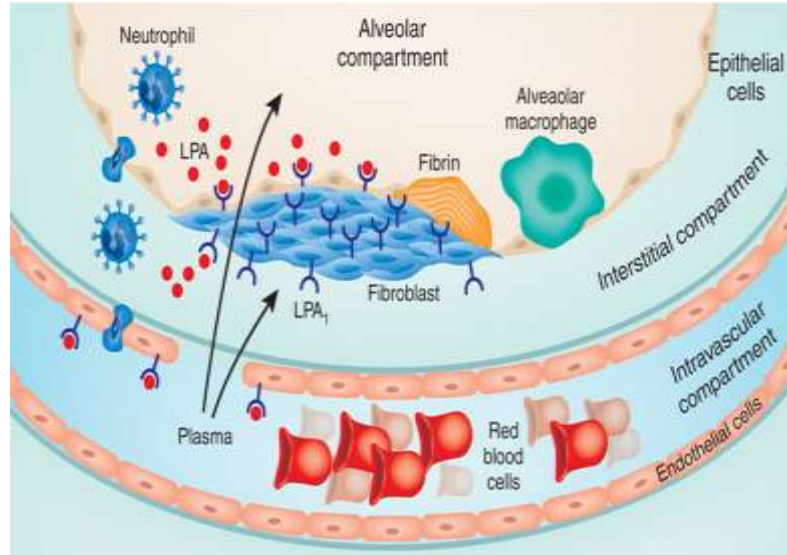
- EVLW tanı, takip ve tedavide yeri?



EVLW: Akciğerlerde damar dışında bulunan sıvı olarak tanımlanmaktadır.

İnterstisyel alan

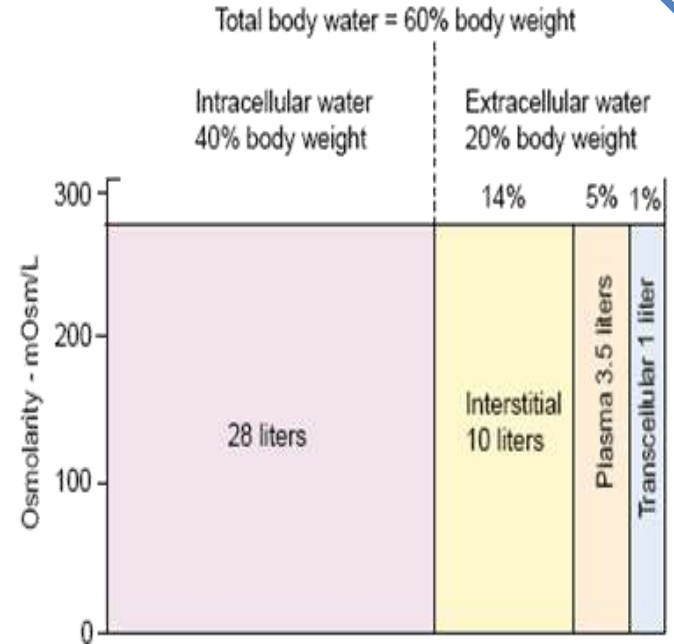
Alveoler boşluk



Akciğerlerde interstisyel alandaki SIVI

Fizyolojik: Tüm vücut interstisyel alanlarındaki sıvının 1/6'sını oluşturmaktadır

Normali: 3-7 ml/kg

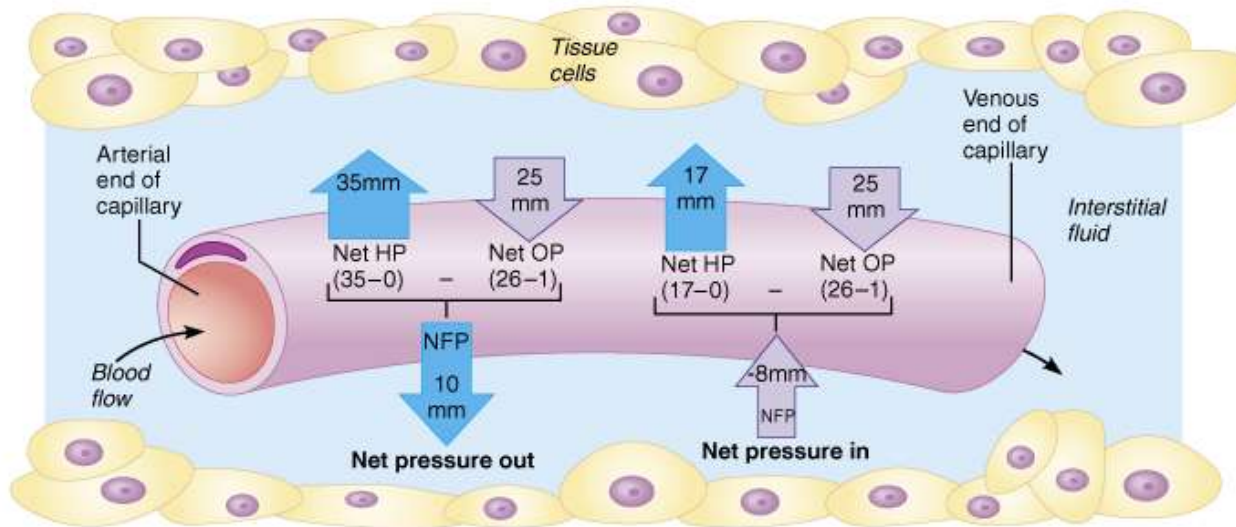


Alveolokapiller membrandaki sıvı hareketi STARLING yasasına göre düzenlenmektedir.

Kapiller ve interstisyel alanlardaki hidrostatik basınç

Kapiller ve interstisyel alanlardaki onkotik basınç

Kapiller permeabilite



Key to pressure values:

HP_c at arterial end = 35 mm Hg HP_{if} = 0 mm Hg OP_{if} = 1 mm Hg
 HP_c at venous end = 17 mm Hg OP_c = 26 mm Hg

STARLING KANUNU

Kapiller ve venül düzeyinde net filtrasyon basıncı

Net filtrasyon: $L_p S \times (P_h \text{ cap} - P_h \text{ is}) - S(P_o \text{ cap} - P_o \text{ is})$

L_p : Kapiller duvar permeabilitesi

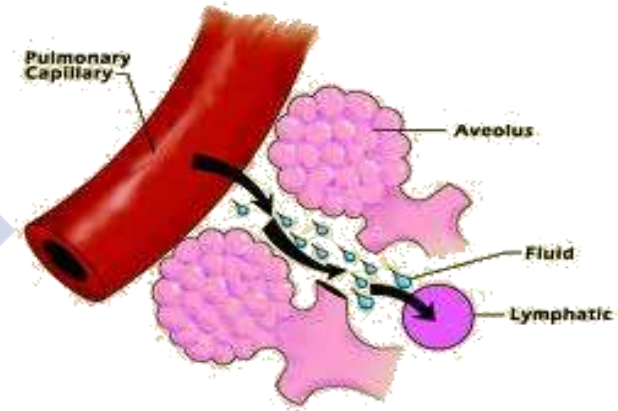
S : sıvı hareketinin gerçekleştiği yüzey alanı

$P_h \text{ cap}$ ve $P_h \text{ is}$: kapiller ve interstisyel hidrolik basıncı

$P_o \text{ cap}$ ve $P_o \text{ is}$: kapiller ve interstisyel onkotik basıncı

Akciğerlerde
ekstravasküler
alanda sıvı
birikimi Starling
güçlerindeki
dengenin
bozulması ile
oluşmaktadır.

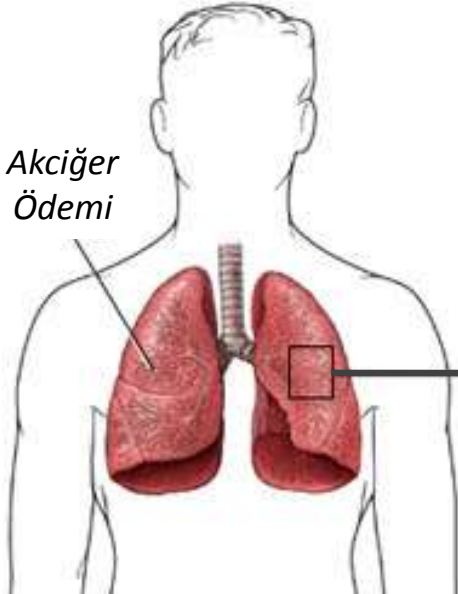
- Hidrostatik basınçta artış
- Onkotik basınçta azalma
- Alveoler kapiller geçirgenliğinde artma
- Lenfatik akımın azalması



- Ekstravasküler akciğer sıvısındaki artışın interstisyel alandan sonraki ve son kompartmanı alveol içine sıvı çıkışıdır ki; bu da son evrede, klinik olarak akciğer ödemi tablosu şeklinde karşımıza çıkar.



Akciğer
Ödemi



Pulmoner ödem

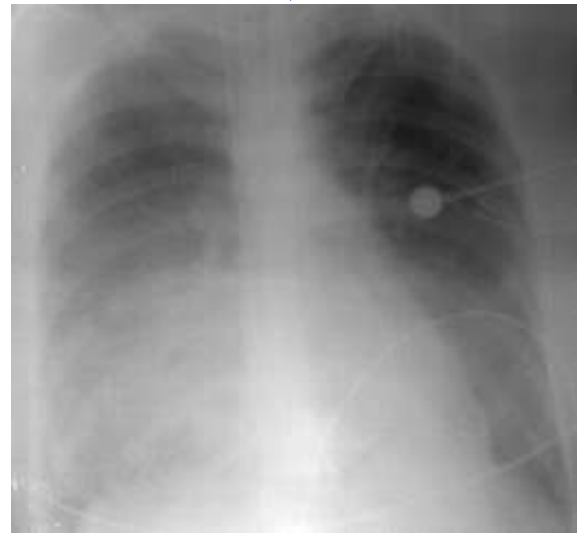


ELWI = 19 ml/kg

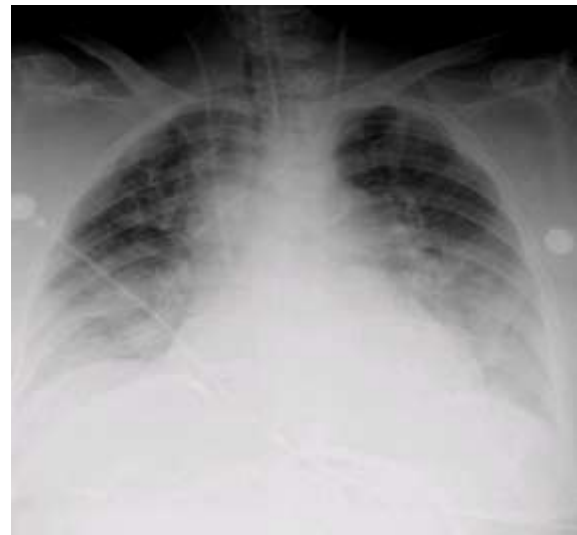


ELWI = 14 ml/kg

Normal



ELWI = 7 ml/kg



ELWI = 8 ml/kg

SUNU PLANI

- EVLW nedir?



- EVLW nasıl ölçülür?



- EVLW tanı, takip ve tedavide yeri?

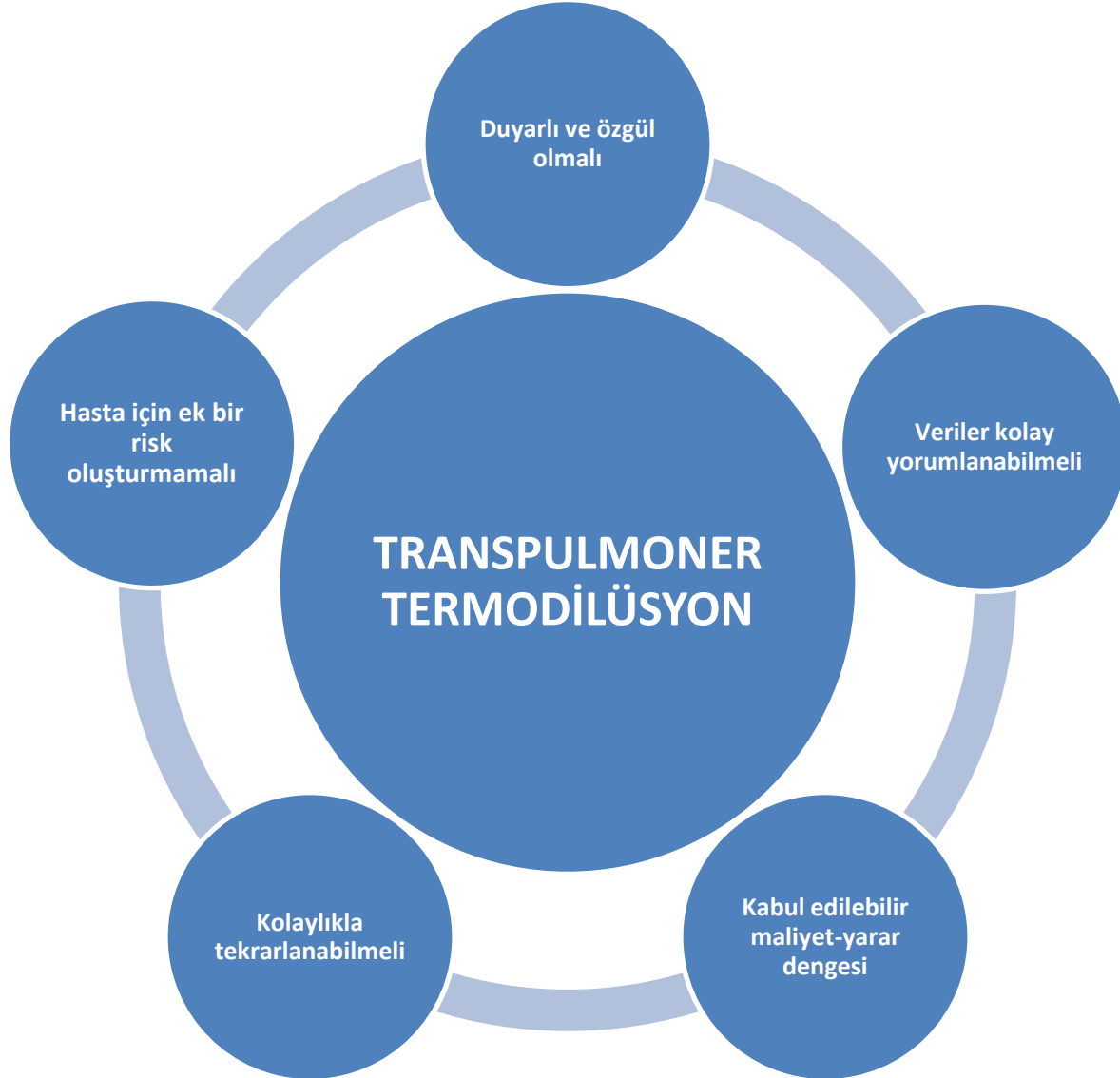


EVLW ölçümü

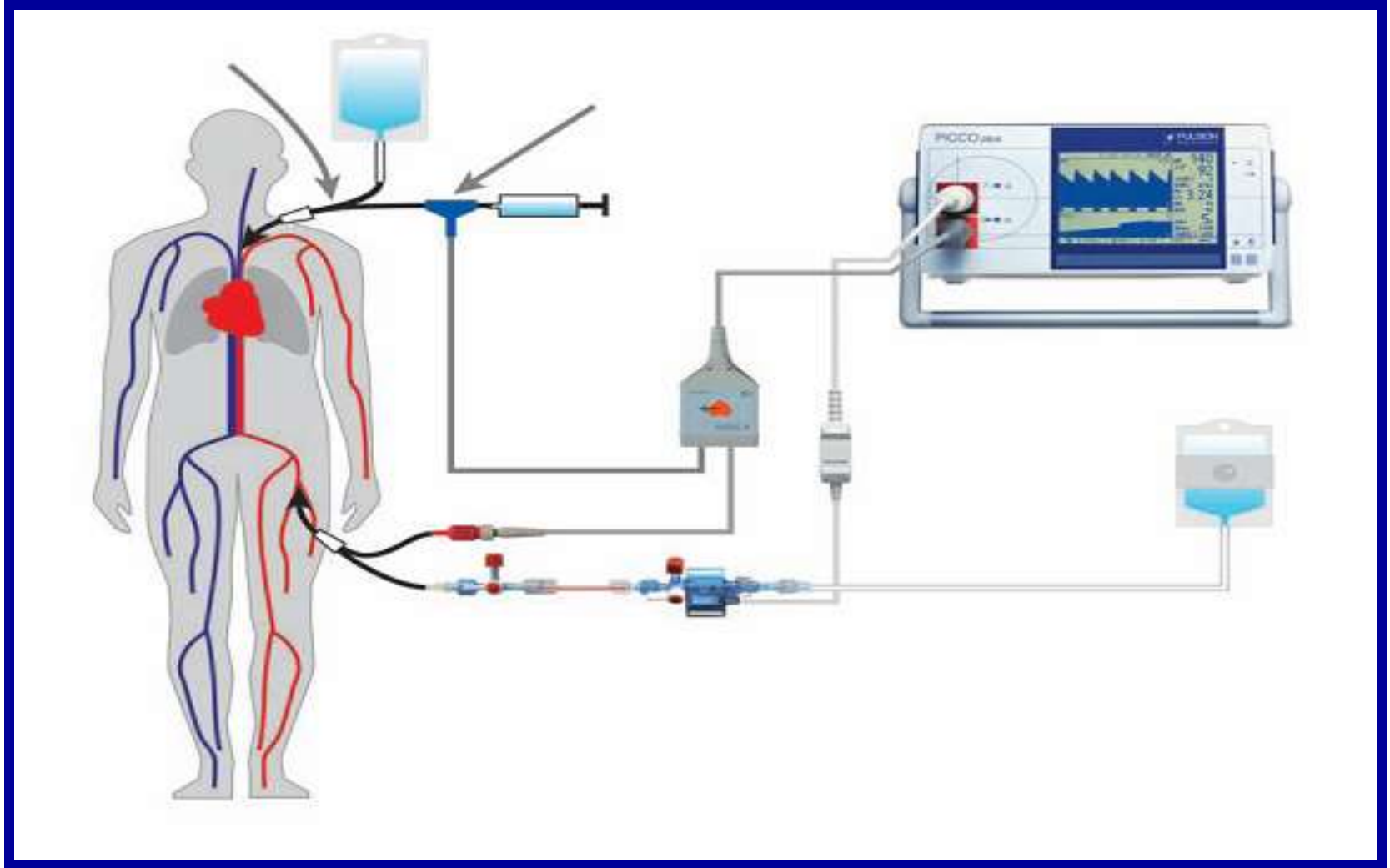
EVLW hangi yöntemlerle ölçülmektedir.

- Gravimetrik (deneysel ölçüm metod)
- Görüntüleme yöntemleri
 - *X-ray, CT, MRI, PET*
- Elektrikli impedans tomografi
- Transpulmoner termodilüsyon yöntemi
Tek veya Çift indikatör

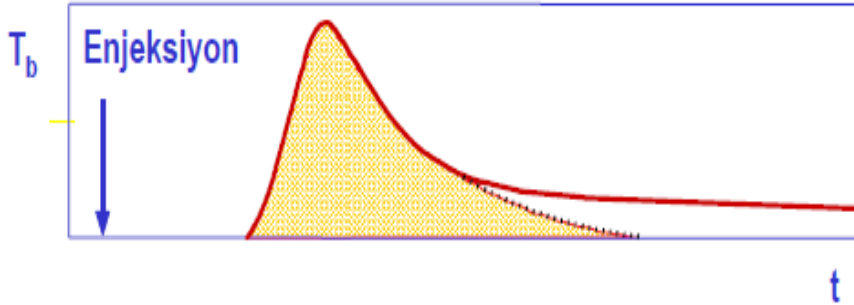
EVLW ile monitörizasyonda istenen özellikler



Transpulmoner termodilüsyon yöntemi



Transpulmoner termodilüsyon



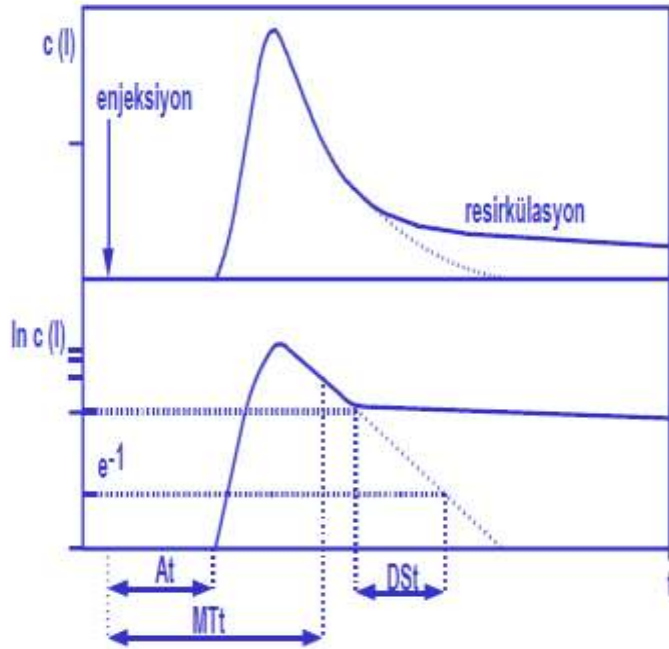
Stewart-Hamilton metodu

$$CO_{TDa} = \frac{(T_b - T_i) \cdot V_i \cdot K}{\int \Delta T_b \cdot dt}$$

T_b = Kan sıcaklığı
 T_i = Enjektat sıcaklığı
 V_i = Enjektat hacmi
 $\int \Delta T_b \cdot dt$ = Termodilüsyon eğrisi altında kalan alan
 K = Kan ve enjektat sıcaklığına özel düzeltme sabiti

- Kardiak output (CO)
- İntratorasik termal volüm index (İTTVI)
- İntratorasik kan volüm index (İTBVI)
- Global end-diyastolik volüm index (GEDVI)
- **Extravasküler lung water (EVLW)**

Ortalama geçiş zamanı (MTt) ve Exponential downslope süresi (DSt)



MTt: Mean transit time
≈ Ortalama transit süresi

DSt: Downslope time
≈ exponential downslope süresi

MTt: Dilüsyon eğrisi altındaki alandır. Sıvının sistem içerisindeki akışının süresini ve bunun ne kadar sürdüğünü gösterir.

DSt: Farklı hacimlerden oluşan bir seride en büyük hacime bağlıdır. Verilen maddenin en büyük hacimden temizlenme süresi ve akım hızını gösterir.

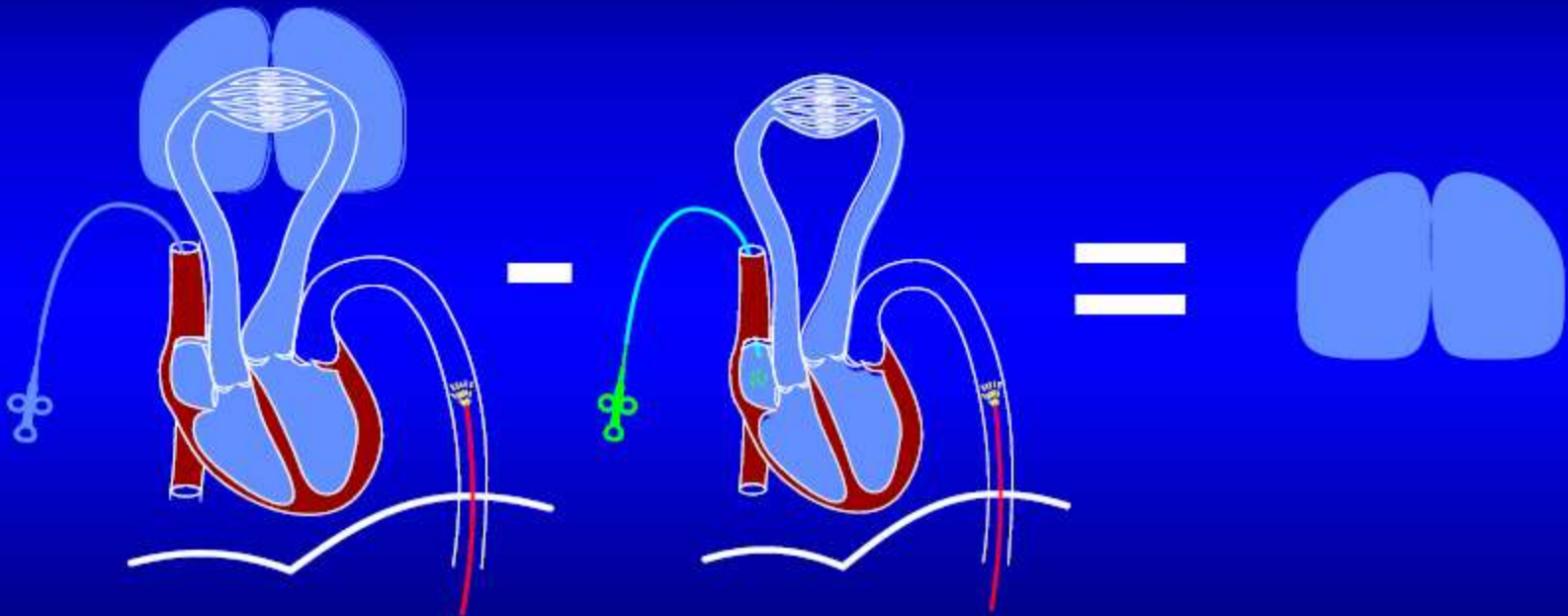
Çift indikatör transpulmoner termodilüsyon yöntemi ile EVLW ölçümü

- Santral venöz kanül ve femoral arter kanülü yerleştirilir
- Femoral arter kanül ucunda termistör ve fiberoptik algılayıcı bulunmaktadır.
- 15ml soğuk sıvı içerisinde indosyanin green eklenerek eş zamanlı olarak santral venöz injeksiyon yapılır.
- İnjesiyon sonrası aortik termodilüsyon ve indosiyenin green eğrileri bir bilgisayar sistemi aracılığıyla otomatik olarak kaydedilir.

ITTV_{cold}

ITBV_{dye (ICG)}

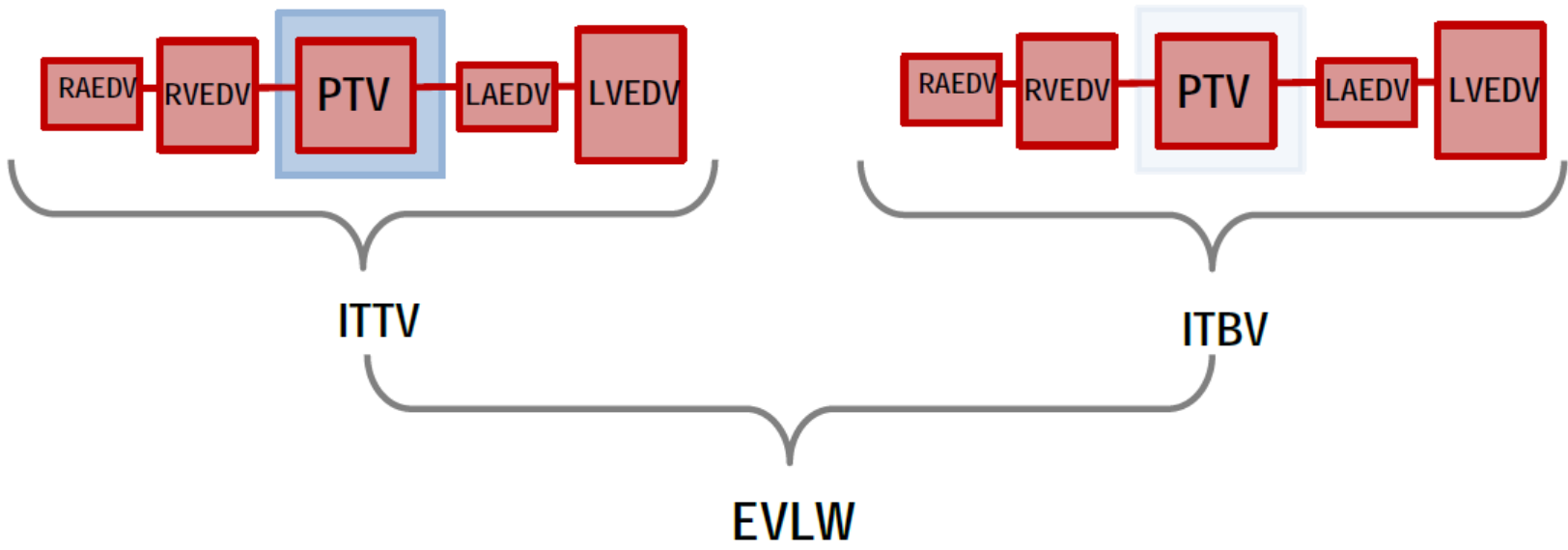
EVLW



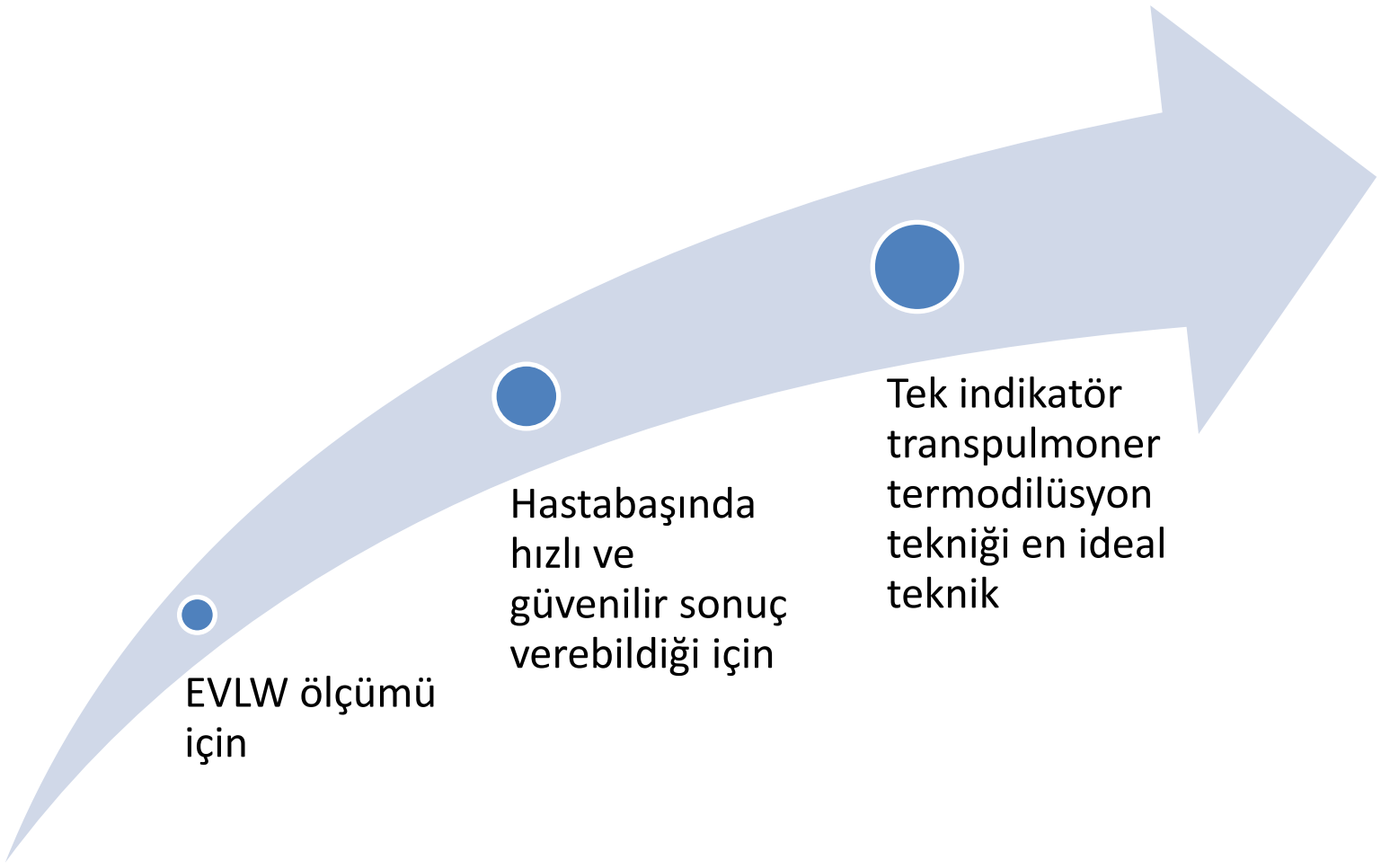
$$\text{ITTV} - \text{ITBV} = \text{EVLW}$$

Tek indikatörlü transpulmoner termodilüsyon teknigi

- Santral venöz kanül ve femoral arter kanülü yerleştirilir
- Femoral arter kanül ucunda termistör algılayıcı bulunmaktadır.
- İndikatör olarak soğuk salin kullanılır
- 15 ml soğuk salin (8 C) santral venöz yoldan hızlıca verilir.
- Femoral arter kanül kanül ucundaki ısı ölçülerek aortik termodilüsyon eğrisi elde edilir.
- İntratorasik kan volümü $1.25 \times \text{GEDV}$ formülü ile elde edilmektedir.



$$EVLW = (CO \times MTt) - (1.25 \times CO \times (MTt - DSt))$$



EVLW ölçümü için

Hastabasında hızlı ve güvenilir sonuç verebildiği için

Tek indikatör transpulmoner termodilüsyon tekniği en ideal teknik

Assessment of cardiac preload and extravascular lung water by single transpulmonary thermodilution.

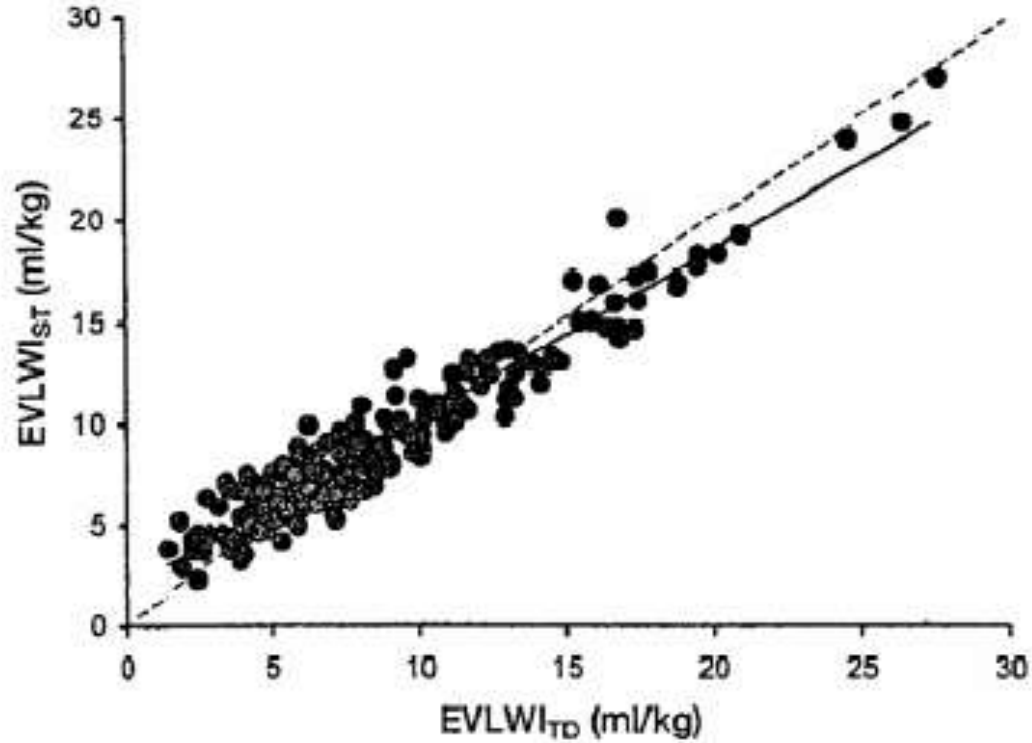
Sakka SG, Rühl CC, Pfeiffer UJ ve ark.

Bu çalışmada 57 yoğun bakım hastasında EVLW, GEDV ve İTBV ölçümü hem tek hemde çift indikatör transpulmoner termodilüsyon yöntemi ile ölçülerek karşılaştırılmıştır.

Tek indikatör transpulmoner termodilüsyon yöntemi ile elde edilen sonuçların çift indikatör termodilüsyon yöntemi ile uyumlu olduğu gösterilmiştir.

Sakka ve ark.'ları tek indikatör yönteminin: uygulanmasının basit, daha az invaziv ve daha düşük maliyetli bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

209 Yoğun bakım hastasında $EVLWI_{ST}$ vs. $EVLWI_{TD}$ *Sakka SG ve ark.*



Intensive Care Med. (26) 2000

Accuracy of transpulmonary thermodilution versus gravimetric measurement of extravascular lung water.

Katzenelson R, Perel A, Berkenstadt H ve ark.

İntravenöz oleik asit enjeksiyonu ile permeabilite pulmoner ödemi ve sol atrial balon inflasyonu ile oluşturulan hidrostatik pulmoner ödem tablosu geliştirilen 10 köpekte ,

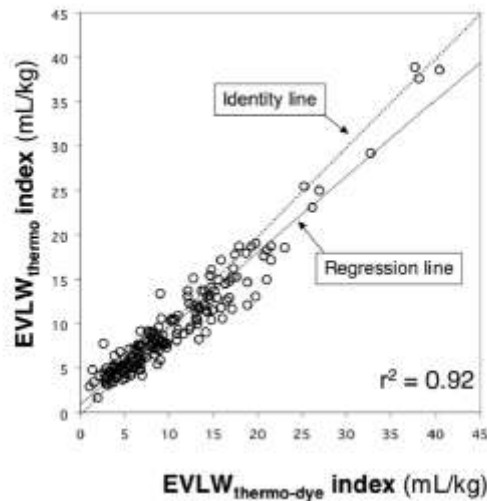
Hem gravimetrik hemde tek indikatör transpulmoner termodilüsyon yöntemi ile EVLW ölçümü yapılmış.

Tek indikatör transpulmoner termodilüsyon yöntemi ile EVLW ölçümünün hem permeabilite hemde hidrostatik pulmoner ödem tablosunda gravimetrik ölçümlerle oldukça yakın korelasyon gösterdiğini bulmuşlardır.

Bedside assessment of extravascular lung water by dilution methods : Temptations and pitfalls

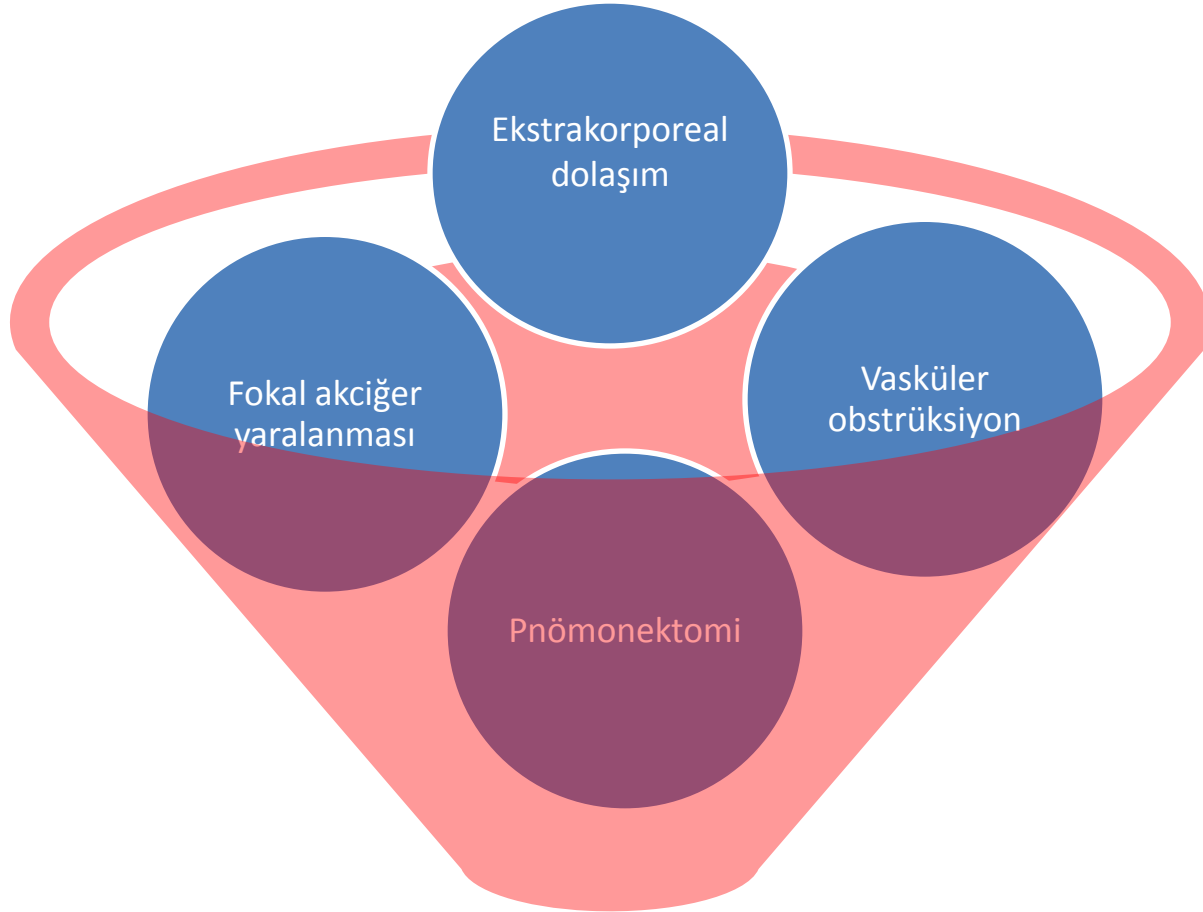
Frederick Michard

Hem tek indikatör hemde çift indikatör transpulmoner termodilüsyon yöntemi ile elde edilen EVLW ölçümleri birbirleri ile uyumludur.



Crit Care Med 2007 Vol.35 , No.4

Dilüsyon yöntemi ile EVLW ölçümünü etkileyen faktörler



SUNU PLANI

- EVLW nedir?



- EVLW nasıl ölçülür?



- **EVLW tanı, takip ve tedavide yeri?**



Akciğerlerde interstisyel alandaki sıvının ölçülebilmesi neden önemli?

İnterstisyel alandaki sıvı artışı normalin;
%30-40 'ına ulaştığında ancak radyolojik bulgu verebilmekte,
% 200 artışında arteriyel desatürasyon ortaya çıkmaktadır.

EVLW değer artışıyla beraber hastalarda mekanik ventilasyon ihtiyacı artar,
enfeksiyon riski yükselir ve yoğun bakım tedavi süreci uzar.

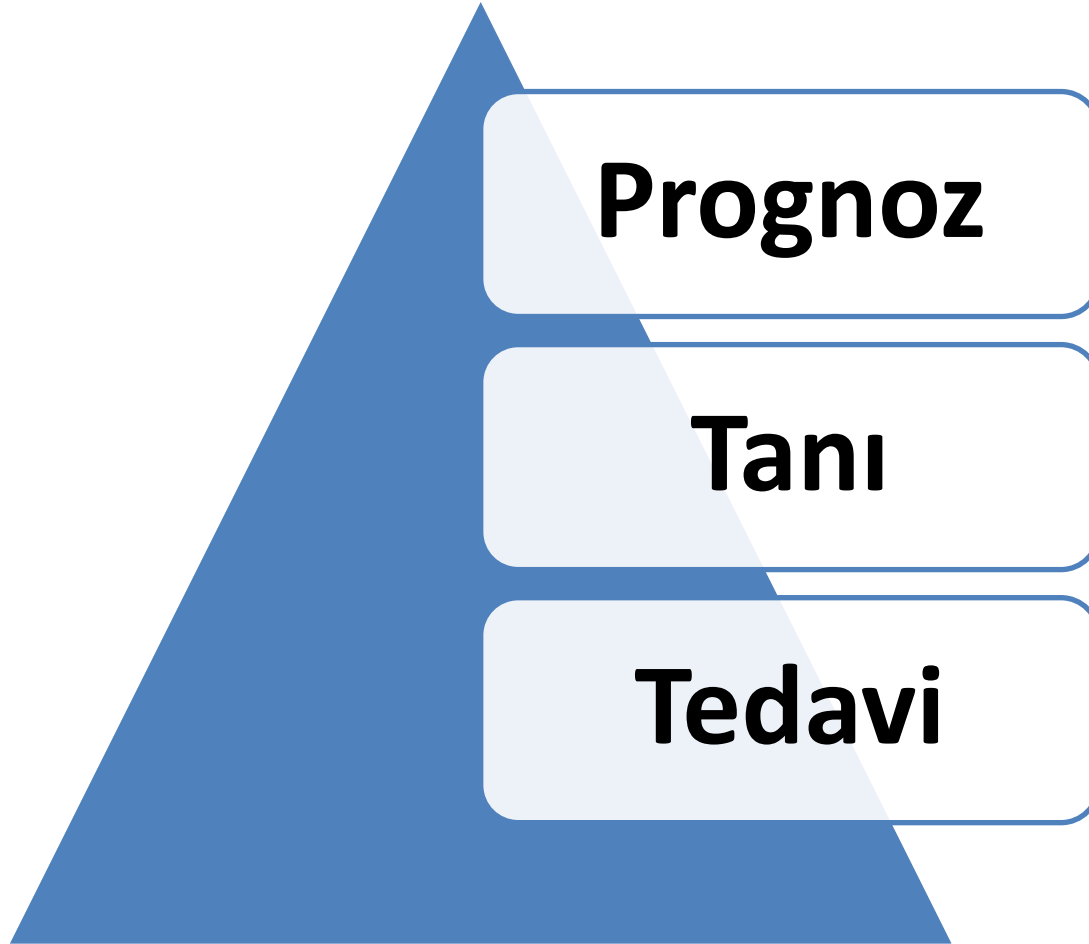
Bu nedenle; organ perfüzyonunu azaltmadan EVLW'yi düşürecek tedavi,
yoğun bakım sürecinde prognoza olumlu katkılar yapacaktır.

EVLW ölçümü

- Septik hastalarda
- Kardiyak cerrahi öncesi ve sonrasında
- Çift akciğer transplantı yapılan hastalarda
- Karaciğer nakli yapılan hiperdinamik hastalarda
- Kardiyovasküler ve dolaşımdaki sıvı hacminin takip edilmesi gereken tüm hastalarda

- Gelişmekte olan pulmoner ödemin erken saptanması (%10-20 artış)
- Pulmoner ödemin seyrinin izlenmesi
- Pulmoner ödem tedavisine yanıtı takip

EVLW monitörizasyonunun klinikteki yeri



EVLW Prognoz

Yoğun bakımda EVLW düzeyi ile mortalite arasındaki ilişki

Eisenberg ve ark.

Am Rev Respir Dis. 1987

Sakka ve ark.

Chest. 2002

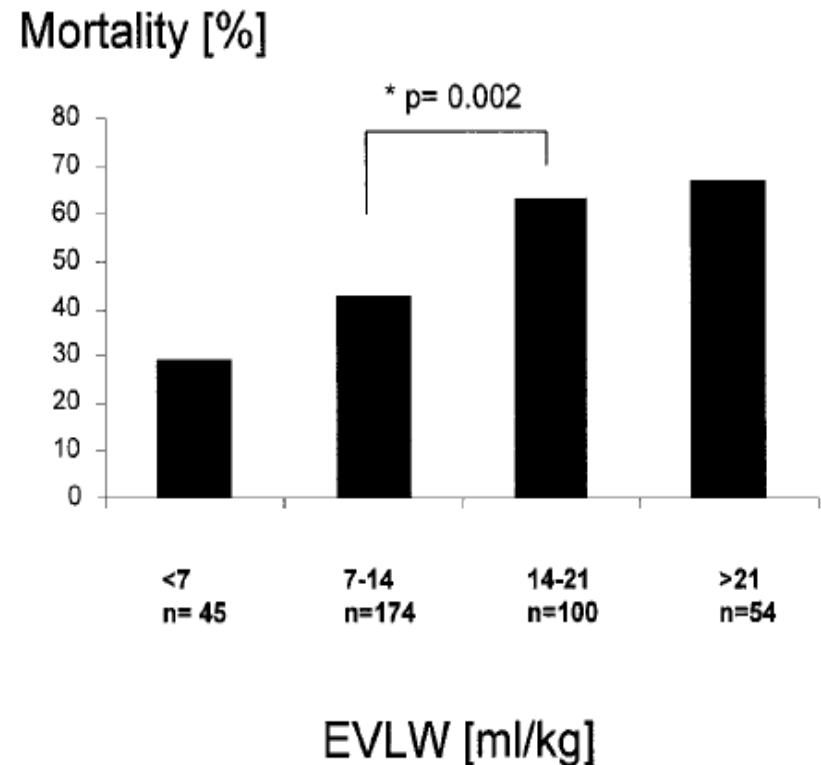
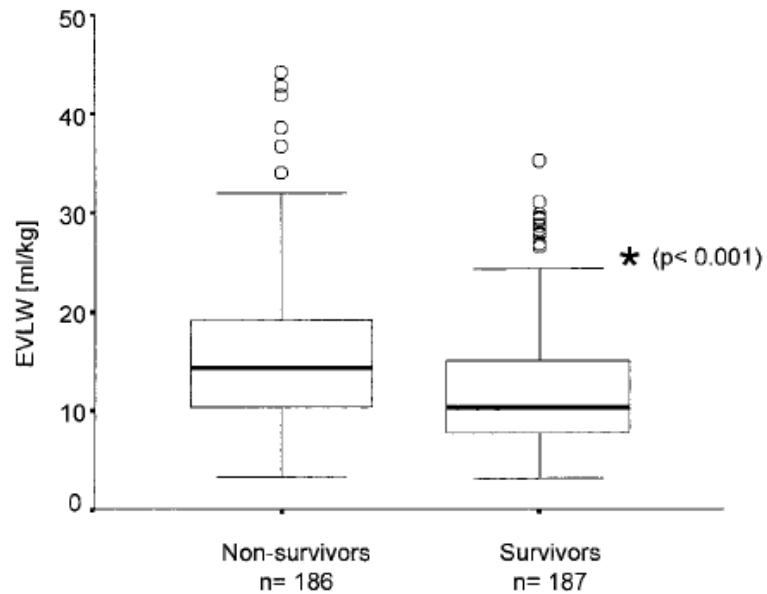
EVLW

MORTALİTE



Prognostic Value of Extravascular Lung Water in Critically Ill Patients

Samir G. Sakka, Magdalena Klein, Andreas Meier-Hellmann



Prognostic value of extravascular lung water index in critically ill patients: A systematic review of the literature.

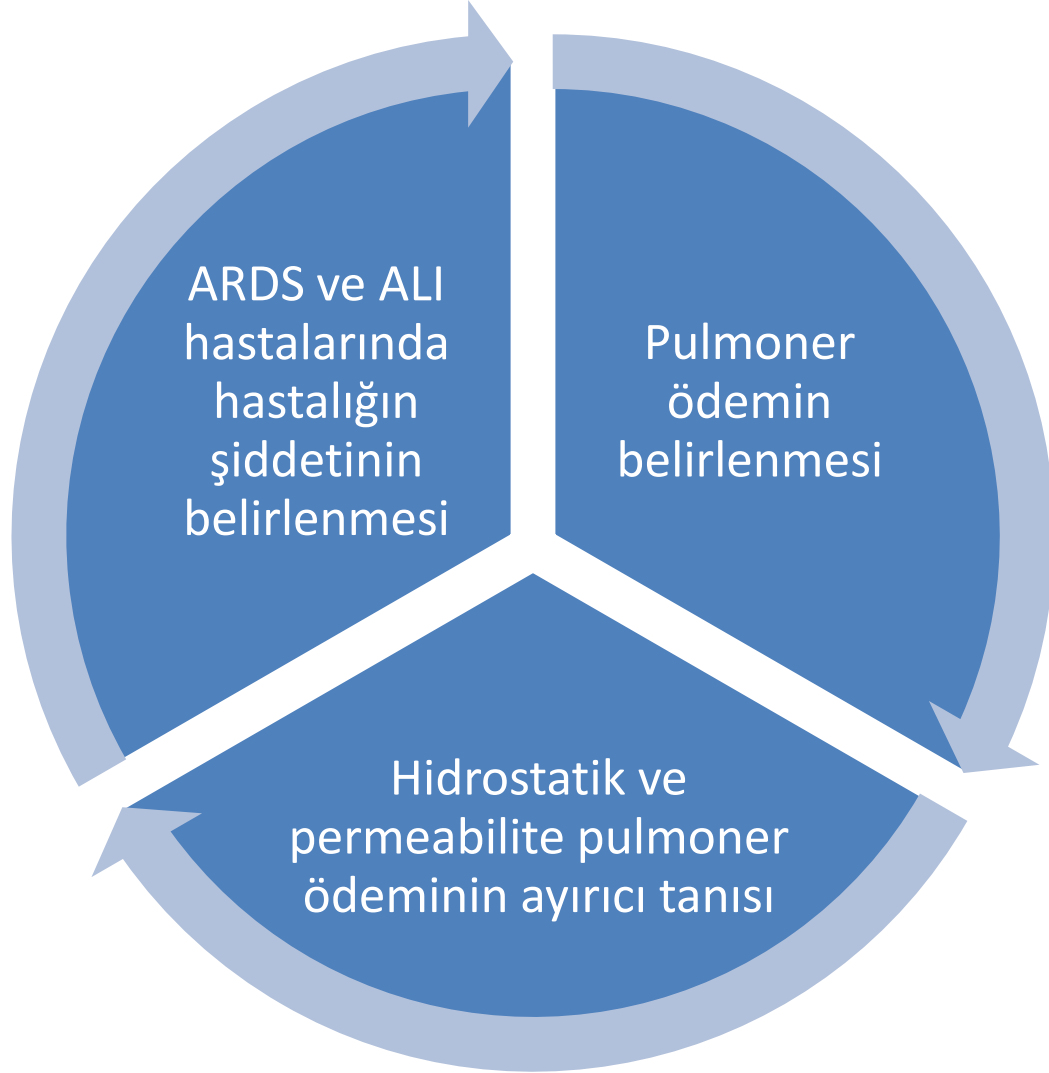
Zhang Z, Lu B, Ni H

Bu araştırmada EVLW ölçümü yapılan 11 çalışmada 670 hasta

ALI,ARDS,Sepsis ve yanıklı hastaları içeren popölasyonda hastane,yoğun bakım ve 28 günlük mortalite oranları değerlendirilmiş.

EVLW düzeyleri yüksek olan olgularda mortalite oranlarının daha yüksek olduğu belirlenmiş.

EVLW tanı



Clinical investigation of extravascular lung water index and pulmonary vascular permeability index in diagnosis and continuous monitoring of lung edema.

Zhongguo Wei, Zhong Bing, Ji Jiu, Yi Xue.

Bu çalışmada pulmoner ödem tablosu ile yoğun bakıma kabul ettikleri 40 hastayı değerlendirmişler.

25 hasta ARDS ve 15 hasta akut kardiyojenik pulmoner ödem tablosunda

Tüm hastalarda EVLW ve Pulmoner vasküler permeabilite indexleri kaydedilmiř.

Her iki nedenle geliřen pulmoner ödem tablosunun erken dönemde belirlenmesinde EVLW ve PVPI'nin yararlı olabileceęini belirtmişlerdir.

Assessing pulmonary permeability by transpulmonary thermodilution allows differentiation of hydrostatic pulmonary edema from ALI/ARDS

Xavier Monnet, Nadia Anguel, David Osman ve ark.

	ALI/ARDS (n = 36)	Hydrostatic pulmonary edema (n = 12)
Age (years)	57 ± 16	60 ± 15
Sepsis (n)	33	8
Tidal volume (ml/kg)	6.0 ± 0.4	7.2 ± 0.7*
PEEP (cmH ₂ O)	10 ± 4	6 ± 1*
LV ejection fraction (%)	51 ± 8	42 ± 8*
Cardiac index (l/m ²)	3.7 ± 1.0	4.2 ± 0.9
Patients receiving norepinephrine (n (%))	22 (61)	5 (42*)
Norepinephrine dosage (µg/kg/min)	1.0 [0.2–1.6]	1.1 [0.3–1.8]
BNP (pg/ml)	307 [122–514]	1390 [554–3054]
EVLWi (ml/kg)	22 ± 9	16 ± 4*
PaO ₂ /FIO ₂ (mmHg)	118 ± 56	173 ± 71*
GEDVi (ml/m ²)	778 ± 275	1177 ± 307*
PVPI	4.7 ± 1.8	2.1 ± 0.5*

Transpulmoner termodilüsyon yöntemi ile
EVLW ve pulmoner kan volümü ölçülmekte

$$\text{EVLW} / \text{PBV} = \text{PVPI}$$

Pulmoner Vasküler Permeabilite Index
(PVPI) yüksekse permeabilite pulmoner
ödem, normal ise hidrostatik pulmoner
ödem

**Comparison of values in critically ill patients for global end-diastolic volume and extravascular lung water measured by transcardiopulmonary thermodilution:
A metaanalysis of the literature.
*Eichhorn V, Goepfert MS, Eulenburg C ve ark.***

Bu meta analizde 1925 hastanın dahil edildiği 64 çalışma değerlendirilmiş. Tüm hastalarda tek ve çift indikatörlü transpulmoner termodilüsyon yöntemi ile EVLW ve GEDV lmleri yapılmış.

Hastalar cerrahi ve non-cerrahi septik grup olarak iki gruba ayrılmış.

Non-cerrahi septik grupta EVLW ve GEDV düzeyleri cerrahi gruba göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu belirlenmiş.

Extravascular lung water predicts progression to acute lung injury in patients with increased risk

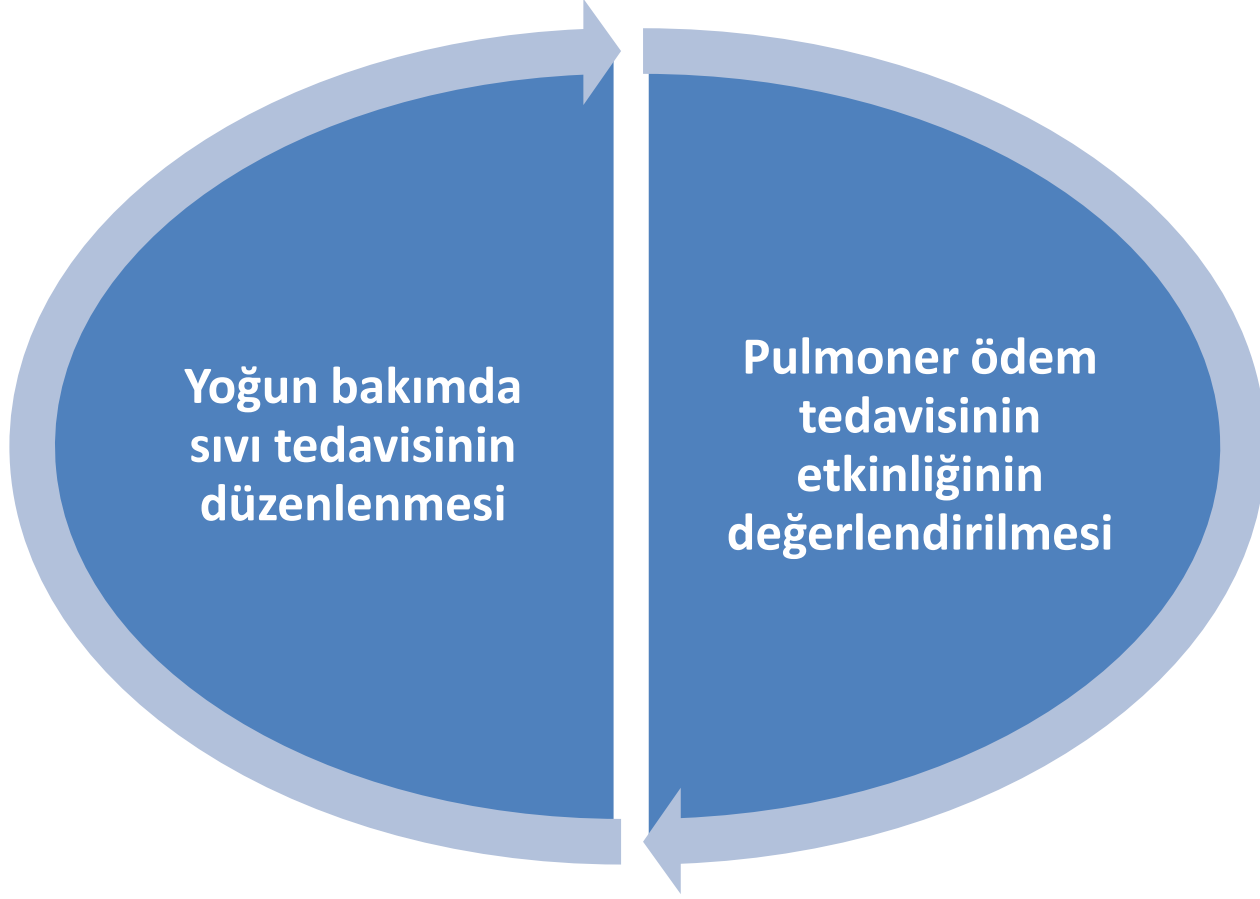
LeTourneau JL, Pinney J, Phillips CR.

Bu çalışmada yoğun bakıma kabulde akut akciğer hasarı tanısını alan yada akut akciğer hasarı için risk faktörleri taşıyan 29 hasta dahil edilmiş. Tüm olgularda EVLW index ölçümleri yapılmış.

Akut akciğer hasarı gelişimi için risk faktörlerini taşıyan hastalarda akut akciğer hasarı gelişiminden 2.6 ± 0.3 gün önce EVLW artışının olduğu belirlenmiş.

Bu sürenin akut akciğer hasarı gelişimini önlemek, hasta sonuçlarını değiştirmek ve tedavi yaklaşımlarını düzenlemek için fırsat tanıyabileceğini vurgulamışlardır.

EVLW tedavi



Yoğun bakımda sıvı tedavisi

Yeterli kardiyak
output artışına
izin verebilecek

Sıvı yüklenmesine
neden olmayacak

Yetersiz kardiyak output durumunda

İntravasküler
volüm
yetersizliği
nedeni ile mi?

Ventriküler
disfonksiyon
nedeni ile mi?

Afterload artışı
nedeni ile mi?



CVP

PAOB

SVR

CVP

- Sağ ve Sol ventrikül disfonksiyonunda intravasküler volüm durumunu değerlendirme için yetersiz.

PAOB

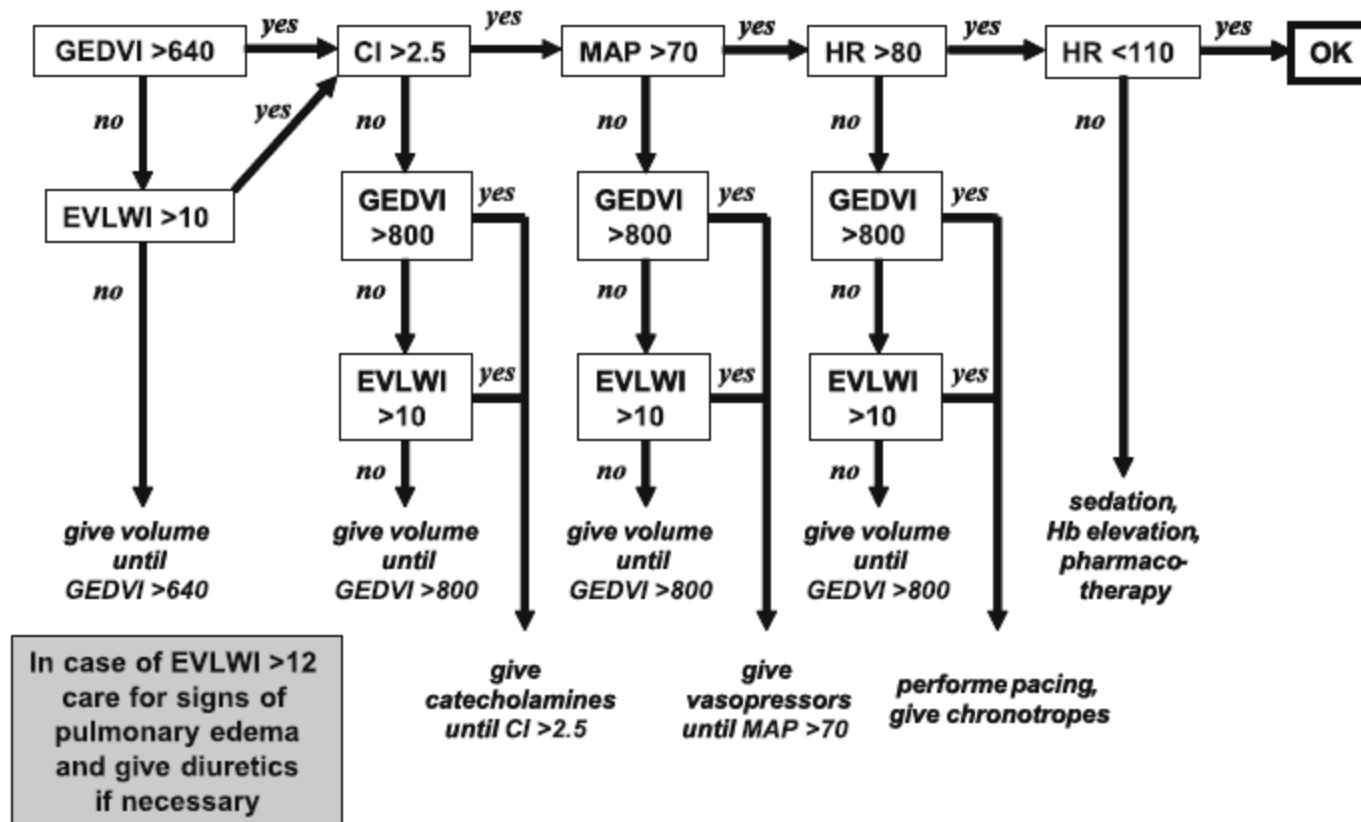
- Mitral kapak patolojilerinde ve Sol ventrikül disfonksiyonunda intravasküler volüm durumunu değerlendirme için yetersiz.

EVLW ve GEDV

- İntravasküler volüm durumunu değerlendirmede yeterli olabilir mi?

Goal-directed fluid management reduces vasopressor and catecholamine use in cardiac surgery patients

Matthias S. G. Goepfert, Daniel A. Reuter, Derya Akyol ve ark.



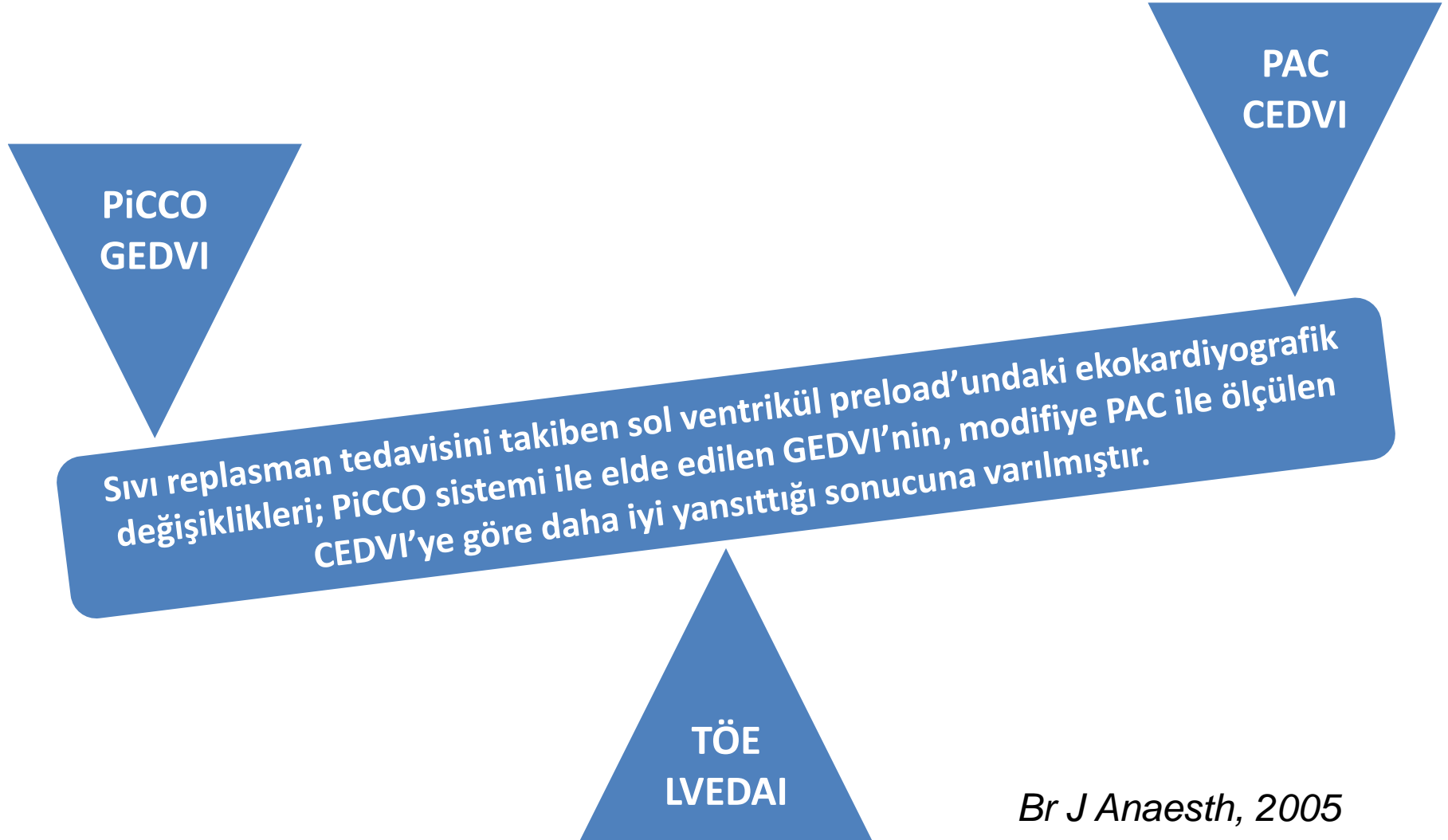
Kardiak cerrahi hastalarında hedefe yönelik sıvı tedavisinin

Transpulmoner termodilüsyon yöntemi ile elde edilen verilere göre yapılması

Preload ve kardiak output'un erken dönemde optimizasyonuna ve uygun tedavi stratejisinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır.

Volumetric preload measurement by thermodilution: a comparison with transoesophageal echocardiography

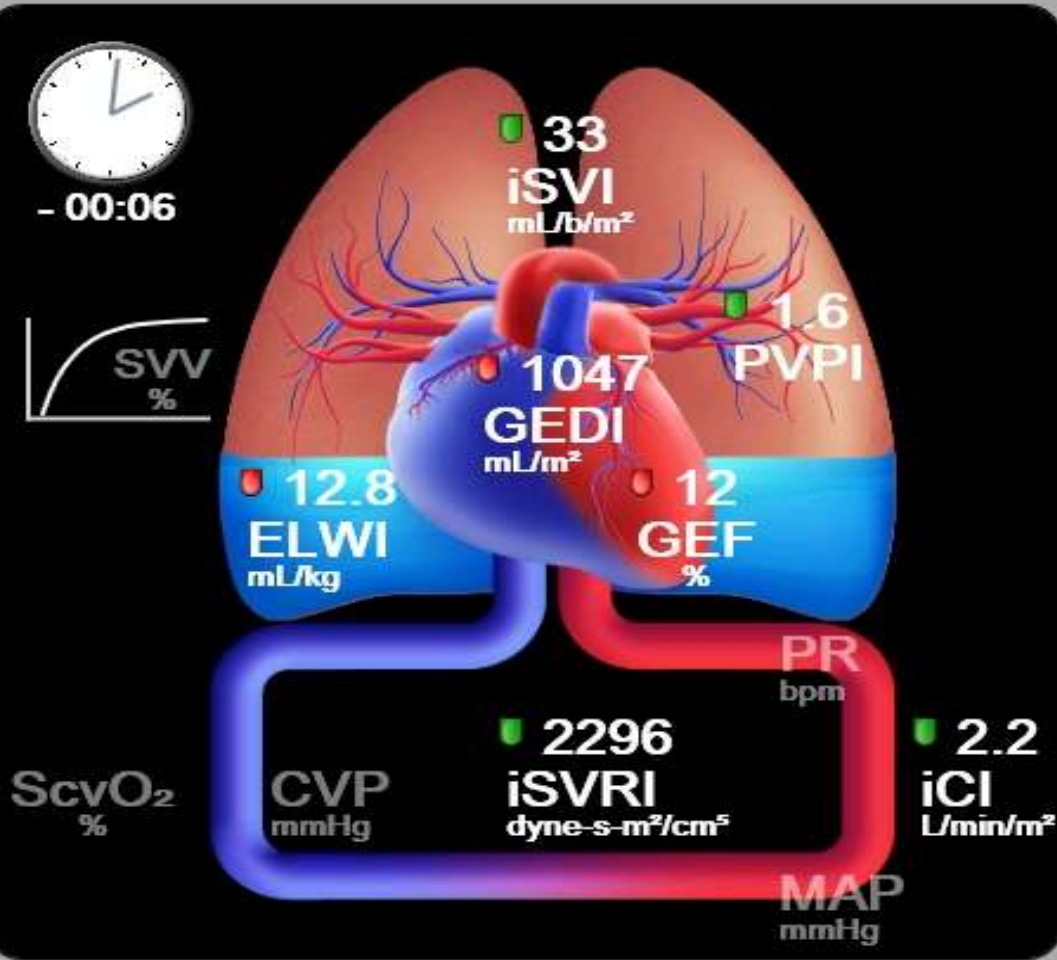
C. K. Hofer, L. Furrer, S. Matter-Ensner ve ark.



2:01 am
04/04/12



- 00:06



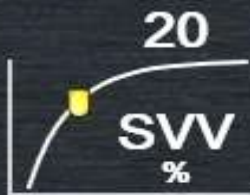
2:08:30 am

04/04/2012

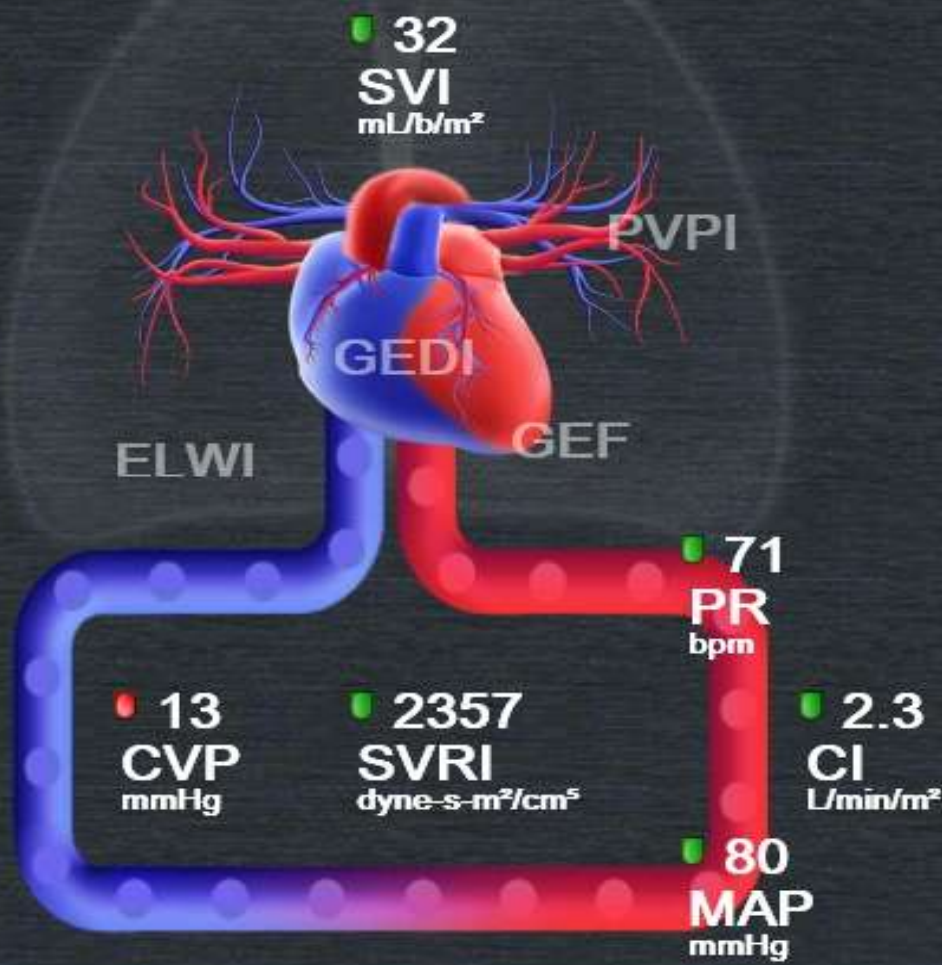
20

BT: 39.5°C





ScvO₂
%



2.3
L/min/m²
CI

20
%
SVV

32
mL/b/m²
SVI

2357
dyne-s-m²/cm⁵
SVRI

2:09:15 am | 04/04/2012 | 20 | BT: 39.5°C |

Fault Oximetry: OM Disconnected

Sonuç olarak

EVLW ölçümü için
ideal teknik tek
indikatör
transpulmoner
termodilüsyon
tekniki

Sepsis,ALI,ARDS
olgularında
prognozu predikte
etmede başarılı

Uygulanacak
tedavinin
belirlenmesinde
daha çok klinik
çalışmaya ihtiyaç
var.

TEŞEKKÜRLER