

Ich brauche nur Echo! Wie ich die Volumentherapie steuere und was ich gebe....

Ao. Univ. Prof. Dr. Eva M. Base
Univ. Klinik f. Anästhesie & Intensivmedizin
Abt. Herz-Thorax und Gefäßchirurg. Anästhesie & Intensivmedizin
AKH Wien



Echo - Kategorie I Indikation

- essentielles Hilfsmittel bei der Betreuung hämodynamisch instabiler Patienten
 - OP, ICU, Notfallaufnahme
- Echokardiographie
 - Morphologie
 - Funktion

„Perioperative evaluation of acute life threatening hemodynamic disturbances“

 - primär transthorakal
 - TEE

Cheitlin MD, et al. ACC/AHA/ASE 2003 Guideline Update for the Clinical Application of Echocardiography: summary article, A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASE Committee to Update the 1997 Guidelines for the Clinical Application of Echocardiography). J Am Soc Echocardiogr. 2003 Oct;16(10):1091-110. Review.

Echo & Hämodynamik

- Preload/Vorlast
 - Dehnungszustand bzw. Länge der Herzmuskelfasern am Ende der Diastole
- Afterload/Nachlast
 - Widerstand, den der Herzmuskel bei der Entleerung der Kammer zu überwinden hat
- Kontraktilität
 - Geschwindigkeit und Ausmaß der Verkürzung der Myokardfasern während der Systole
- Füllungsdrücke

Preload

LVEDV \propto LVEDP \propto LAP \propto PCWP \propto PAEDP \propto CVP

↓ ↓ ↓ ↓ ↓
Kompliance LV Mitralkl. AirwayPres PVR RV Kompl, Trikuspidalkl.

LVEDV = linksventrikuläres enddiastolisches Volumen
LVEDP = linksventrikulärer enddiastolischer Druck
LAP = linksatriale Druck
PCWP = pulmonary capillary wedge pressure
PAEDP = diastolische Pulmonaldruck
PVR = Widerstand in der Lungenstrombahn
CVP = ZVD

Preload Untersuchung im Echo

LVEDA \propto LVEDV

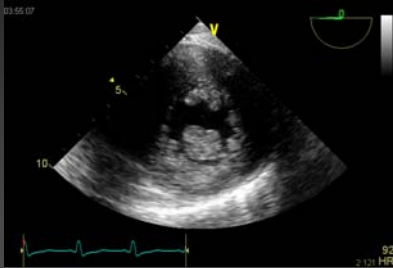
linksventrikuläre enddiastolische Fläche
 \propto
linksventrikuläres enddiastolisches Volumen
(Simpson Methode)

Preload - LVEDA

- 90% des Schlagvolumens durch Verkürzung in der kurzen Achse
- Messung enddiastolisch
- gute Korrelation

Estimation of left ventricular volume and ejection fraction by two-dimensional transoesophageal echocardiography: comparison of short axis imaging and simultaneous radionuclide angiography. Clements FM, Harpole DH, Quill T, Jones RH, McCann RL. Br J Anaesth. 1990 Mar;64(3):331-6.

Enddiastolische Fläche



Schnellste Methode Preload zu untersuchen
EDA < 5,5cm²/m² - HYPOVOLMAMIE

Hypovolämie & Perikarderguss



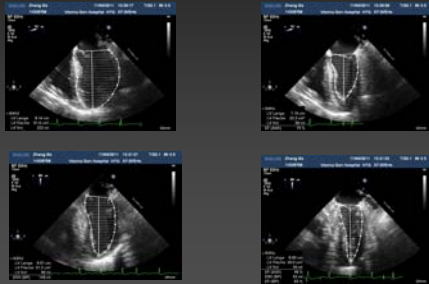
LVEDA - Limitationen

- Sepsis – niedriger SVR
- Rechtsherzversagen
- Trikuspidalinsuffizienz
- Diastolische Funktionsstörung
- Vasokonstriktive Medikamente

Preload – LVEDV Simpson Methode

- Linker Ventrikel Summe von 20 Scheiben
- Stoss von kleiner werdenden Münzen
- Biplaner Simpson
 - ME 4 Kammer Blick
 - ME 2 Kammer Blick
- Monoplaner Simpson
 - alternativ

Simpson Methode



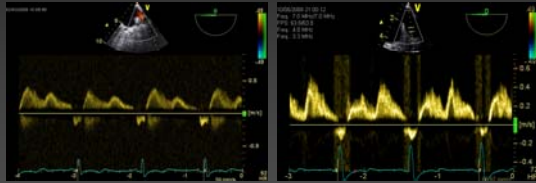
Preload Hinweise im Echo

- Bulging Septum
- Lungenvenenflussmuster (LAP)
- LV Inflow Velocity duration (LVEDP)
- Tissue Doppler (PCWP)

Bulging Septum



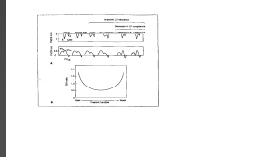
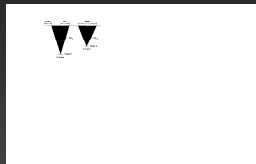
Flussmuster Lungenvenen ↕ Linksatrialer Druck



Systole > Diastole LAP < 15mmHG Systole < Diastole LAP > 15

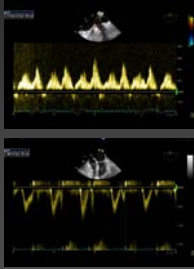
Kuecherer et al, Circ. 1990; Oct;82(4):1127-39. Rossvoll et al, JACC 1993;1687-96

Flussmuster Mitralklappe



-E: peak mitral flow velocity during early filling
-A: peak mitral flow velocity during atrial contraction
Ref: Perrino AC: A practical Approach to Transesophageal echocardiography S150-152

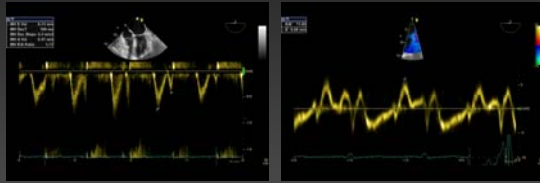
LV Inflow Velocity Duration



- Dauer A Welle der Pulmonalvene geringer als
- Dauer A Welle Mitral Inflow
- dann LVEDP < 15 mmHg

Rossvoll et al, JACC 1993;1687-96

Mitral inflow & Tissue Doppler Imaging E/E' a LVEDP



Mitral inflow velocity

-E: peak mitral flow velocity during early filling

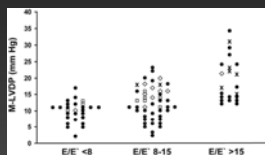
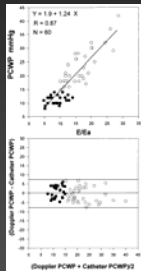
-A: peak mitral flow velocity during atrial contraction

Diastolic Longitudinal motion velocity of mitral annulus

E': early diastole

A': late diastole

E/E' a LVEDP



$E/E' < 8$ = LVEDP normal

$E/E' \geq 8$ = erhöhter LVEDP

$E/E' \geq 15$ = LVEDP > 20mmHG

Nagueh, JACC, 1997

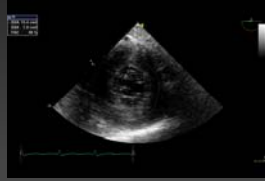
Ommen, Circulation, 2000, 102: 1788-94

FAC (Fractional Area Change)

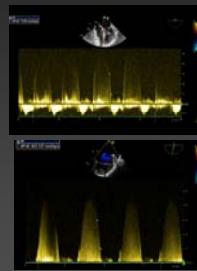
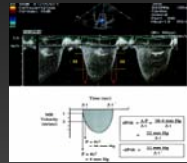
- Flächenänderung (FAC)
 - enddiastolische Fläche (EDA)
 - endsystolische Fläche (ESA)

$$\text{FAC [\%]} = \frac{\text{EDA} - \text{ESA}}{\text{EDA}} \times 100$$

- Limitationen:
 - FAC ist kein zuverlässiger Indikator der Kontraktilität
 - FAC Anstieg durch Zunahme der Kontraktilität oder Abnahme der Nachlast (periphere Vasodilatation)
 - FAC Abfall durch Abnahme der Kontraktilität (Myocardischämie) oder Zunahme der Nachlast

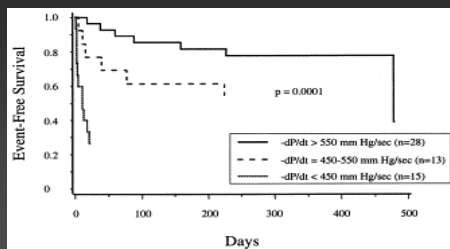


Kontraktilität des linken Ventrikels dP/dt



normal: >1200mmHg/sec
borderline: 1200 -1000 mmHg/sec
reduziert: >1000 mmHg/sec

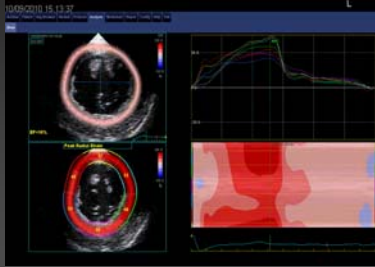
dP/dt predicts survival in CHF



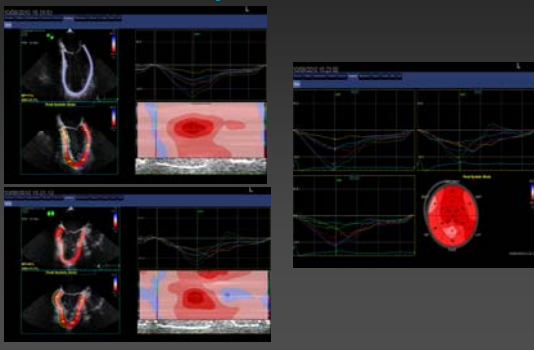
Doppler-derived dP/dt and -dP/dt predict survival in congestive heart failure.
Kollas TJ, Aaronson KD, Armstrong WF.
J Am Coll Cardiol. 2000 Nov 1;36(5):1594-9

Speckle tracking

- Strain
 - longitudinal
 - radial
 - circumferential
- Strain rate
- Displacement



Peak Systolic Strain



Echo & Rechtsventrikelfunktion

- Anders als der linke Ventrikel
- Assymetrisch
- Crescend shape



J Am Soc Echocardiogr. 2010 Jul;23(7):685-713; quiz 786-6.
Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography.
Rudski LS, Lai WW, D'Elia J, Hua L, Handschumacher MD, Chandrasekaran K, Solomon SD, Louie EK, Schiller NB.

Rechtstventrikelfunktion

- Pressure overload
- Volume overload
- Wandstärke
- Interventricular dependence
- Ischämie (regional)
- Globale Dysfunktion



Rechtsherzbelastung

- RV Pressure Overload
 - Pulmonale Hypertension
 - Pulmonalstenose
- RV Volume Overload
 - ASD
 - Trikuspidalinsuffizienz
 - Pulmonalinsuffizienz
 - RV Infarkt

Zeichen für Rechtsherzbelastung

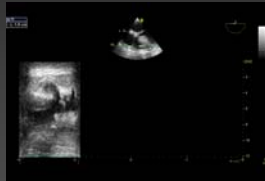
- RV Volume overload
 - Septum displacement into LV
 - Maximum at enddiastole/peak filling
- RV Pressure overload
 - Septum displacement into LV
 - Maximum end systole/peak afterload of RV

RV Hypertrophie & Distension

- RV Hypertrophie
 - Freie Wand > 60% LV Wanddicke (enddiastolisch)
- RV Distension
 - RV area >60% LV area (enddiastolisch)

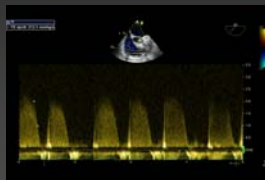
TAPSE/TAM = Tricuspid annular motion

- Distanz des RV Annulus während systolischer Excursion
- Repräsentiert longitudinale RV Funktion
- Einfach!!!
- TAPSE <17mm cut-off für abnormal



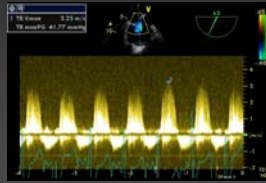
RV – TR dP/dt

- Trikuspidalinsuffizienz
 - TR jet velocity
 - Zeit von 1m/s zu 2m/s
 - Bernoulli Gleichung
 - 12mmHg/time
- TR dP/dt <400mmHg/s cut-off für abnormal



Hämodynamik RV & pulm. Circulation

- Systolischer Pulmonaldruck
 - TI Jet Velocity
 - Mehrere Schnitte – Vmax
 - $RVSP = 4(V)^2 + RAP$
- Diastolischer Pulmonaldruck
 - Enddiastolische PI Velocity
- Mean Pulmonaldruck
 - Formel: $1/3(SPAP)+2/3(PADP)$

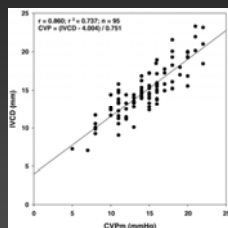


RV & Fluid?

- Beobachten TAPSE mit Eyeballing
 - 4 Kammer Blick
 - Inflow outflow
- Trikuspidalinsuffizienz
 - Color flow



Diameter V.cava inferior a ZVD



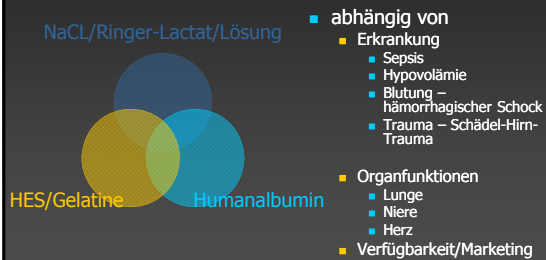
ME bicaval view, Ende der T welle

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.
 Arthur ME, Landolfo C, Wade M, Castresana MR.
 Echocardiography. 2009 Feb;26(2):140-9. Epub 2008 Nov 24

Warum Fluid geben?

- um das intravasculäre Volumen zu erhöhen
 - Schlagvolumen↑, Cardiac Output ↑, Blutdruck↑
- Kompensation von Verlust
- Inadäquate Verteilung (Vasodilatation)

Fluid, was ich gebe....



Hydroxyethylstärke (HES)

- entwickelt als weniger teure Alternative für Humanalbumin
- HES Lösungen unterscheiden sich durch:
 - Molekulargewicht
 - Verteilung des Molekulargewichts
 - Verhältnis zwischen C2/C6 Hydroxyethylierung
 - Art des Lösungsmittel (NaCl, balancierte Lösung)
- Negative Effekte auf die Blutgerinnung
- Verursache eine osmotische Nephrose
 - Verschlechterung der Nierenfunktion

Warum Kolloide?

- Hauptgründe für die Verwendung von Kolloiden
 - Effektivere Plasmaexpander als Kristalloide
 - Synthetische Kolloide - so sicher wie Albumin
 - HES Lösungen – bestes Risiko/Nutzen Profil
 - 3.Generation HES 130/0.4 – weniger Nebenwirkungen als ältere HES Lösungen

Hartog et al; Anesthesia&Analgesia, Jan 2011, excellent Review

Effektivere Plasmaexpander?

- Hämodynamische Effekte von Kolloiden
 - kurzfristig
 - führen nicht zu besserem klinischen Outcome
- Kristalloid – Kolloid Volumen Ratio
 - 3:1 in Lehrbüchern
 - Evidence based eher (zwischen 1-2)

HES Lösungen – bestes Risiko/Nutzen Profil?

- Risiko synthetischer Kolloide
 - Anaphylaktische Reaktionen
 - All synthetic colloids are associated with a several-fold increased incidence of anaphylactoid reactions compared with albumin with an incidence rate ratio of
 - 4.51 (95% CI, 2.06–9.89) for HES
 - 2.32 (95% CI, 1.21–4.45) for dextran
 - 12.4 (95% CI, 6.40–24.0) for gelatin
 - Nierenfunktionseinschränkungen – Mechanismus unklar
 - Koagulopathien – Thrombozytenfunktion↓, Willebrand F.↓ Faktor VIII↓
 - however, there are few data to determine their relative safety...

HES 130/0.4 ist besser???

- HES 130/0.4 weniger Nebenwirkungen als ältere HES Lösungen
- Diese Frage in den bisherigen Studien nicht beantwortet

[The efficacy and safety of colloid resuscitation in the critically ill.](#)
Hartog CS, Bauer M, Reinhart K.
Anesth Analg. 2011 Jan;112(1):156-64. Epub 2010 Dec 2. Review

Synthetische Kolloide ~Albumin

- starches can easily replace albumins as volume expanders because they are equally safe but less expensive ?????
 - Boldt J
- HES Lösungen verursachen proinflammatorische Aktionen an Niere und Thrombozyten
- SAFE Trial: In a subgroup albumin tended to decrease mortality (30.7% vs 35.3%, $P = 0.09$) and did not increase rates of renal replacement therapy
- SAFE Trial: evt. schädlich bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma

HES vs. Gelatine bei Sepsis

- 129 Patienten
- Multicenter, randomisierte Studie in Frankreich
- HES 6% (200 kDa, 0.60-0.66 substitution) oder 3% Gelatine
- Primärer Endpunkt war Akutes Nierenversagen
 - Zweifacher Anstieg im Serum Kreatinin
 - Notwendigkeit einer Nierenersatztherapie

[Effects of hydroxyethylstarch and gelatin on renal function in severe sepsis: a multicentre randomised study.](#) Schortgen F, Lacherade JC, Bruneel F, Cattaneo J, Hemery F, Lemaire F, Brochard L. Lancet. 2001 Mar 24;357(9260):911-6

HES vs. Gelatine bei Sepsis

- Häufigkeit von
 - Nierenversagen (27/65 [42%] vs 15/64 [23%], p=0.028)
 - Oligurie (35/62 [56%] vs 23/63 [37%], p=0.025)
 - Peak Serum Kreatinin (225 [130-339] vs 169 [106-273] micromol/L, p=0.04)
 - Signifikant höher in der HES Gruppe
- Multivariate Analyse: Risikofaktoren für akutes Nierenversagen:
 - mechanical ventilation (odds ratio 4.02 [95% CI 1.37-11.8], p=0.013)
 - and use of hydroxyethylstarch (2.57 [1.13-5.83], p=0.026).
- INTERPRETATIONS: The use of this preparation of hydroxyethylstarch as a plasma-volume expander is an independent risk factor for ARF in patients with severe sepsis or septic shock

[Effects of hydroxyethylstarch and gelatin on renal function in severe sepsis: a multicentre randomised study.](#) Schortgen F, Lacherade JC, Bruneel F, Cattaneo J, Hemery F, Lemaire F, Brochard L. *Lancet.* 2001 Mar 24;357(9260):911-6

Kristalloide versus Kolloide ??

- Cochrane Metaanalysis 2007/2011
 - „there is no evidence from randomized controlled trials that resuscitation with colloids, instead of crystalloids, reduces the risk of death in patients with trauma, burns or following surgery...“
 - „... despite finding 70 trials we cannot make any conclusion about the relative effectiveness of different colloid solutions“
 - „As colloids are not associated with an improvement in survival, and as they are more expensive than crystalloids, it is hard to see how their continued use in these patients can be justified outside the context of RCTs“

[Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients.](#) Perel P, Roberts I. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007 Oct 17;(4):CD000567. Review. Update in: *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(3):CD000567.

[Colloids versus crystalloids for fluid resuscitation in critically ill patients.](#) Perel P, Roberts I. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011 Mar 16;(3):CD000567. Review.

Fluid overload Konsequenzen bei AKI

- Verschlechterung der Lungenfunktion
 - Notwendigkeit der Beatmung
 - Cardiale Dysfunktion bei zuviel Preload
 - Dilatation + Vermehrter Wandstress
 - Funktionelle Mitralinsuffizienz
 - Pulmonale Hypertension
 - Funktionelle Trikuspidalinsuffizienz
 - Diastolische Funktionsstörung
- **verzögerte Erholung von AKI**

[Acute renal failure and sepsis.](#) Schrier RW, Wang W. *N Engl J Med.* 2004 Jul 8;351(2):159-69. Review

Zusammenfassung

- Echo ist nützliches Tool
- Expertise notwendig, um Füllungsdrucke zu bestimmen
- Viele Dopplerverfahren kommen zur Anwendung
 - Winkelfehler in der Eile
- Für kontinuierliches Monitoring ist Pulmonalkatheter nicht zu ersetzen
- Flüssigkeit: mit Kristalloiden macht man nichts falsch...
