

Pulmonalarterien
katheter



I.gasteiger

ANÄSTHESIE FORUM

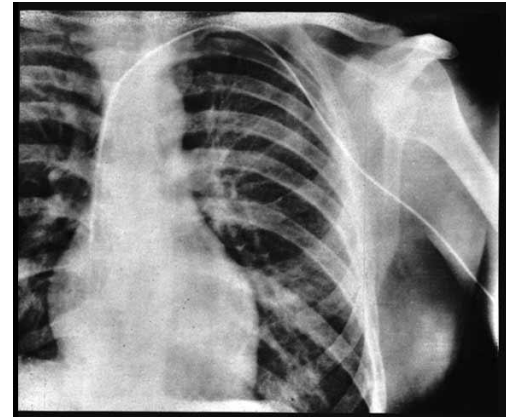
ALPBACH

REPETITORIUM

Historie



- Adolf Fick (1870):
 - Fick'sches Prinzip:
 - $HZV = VO_2 / avDO_2$
 - VO_2 (Sauerstoffverbrauch) = $avDO_2 * HZV$ (ca.250ml/min)
- Carl Ludwig (1875):
 - „Blutfluss ist die Hauptaufgabe des Kreislaufs, die dafür benötigten Drücke sind von untergeordneter Bedeutung. Jedoch ist die Messung von Flüssen schwierig, während die von Drücken einfach ist.“
- Werner Forssmann (1929):
 - Erster Rechtsherzkatheter im Selbstversuch
 - Nobelpreis 1956 mit Cornand und Richards
- Swan, Ganz (1970)
 - Ballon-Einschwemmkatheter
 - NEJM 1970:283;447-51



Indikator - / Thermodilution



- **Prinzip:**

- Zugabe einer definierten Menge eines Indikators an das Blut
- Messung des Konzentrationsverlaufs des Indikators stromabwärts
- Wärme (bzw. Kälte), Gase, radioaktive Stoffe, Farbstoffe (Indocyaningrün)

- **Prinzip der Massenerhaltung:**

- $C_0 = m_0 / V_d$
- $m_0 = m_{\text{rein}} = m_{\text{raus}}$
- Unter Annahme eines konstanten Flusses (V'):
 - $V' = m_0 / \int_{t_0}^{\infty} c(t) dt$

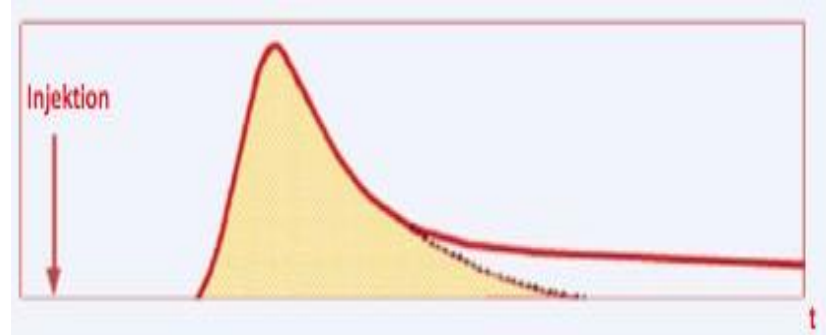
- **Rezirkulation:**

- Zweiter bzw dritter Konzentrationsanstieg durch Rezirkulation möglich.
- Abbruch der Messung durch HZV-Computer bei Abfall auf 30% (50%) des Peaks.

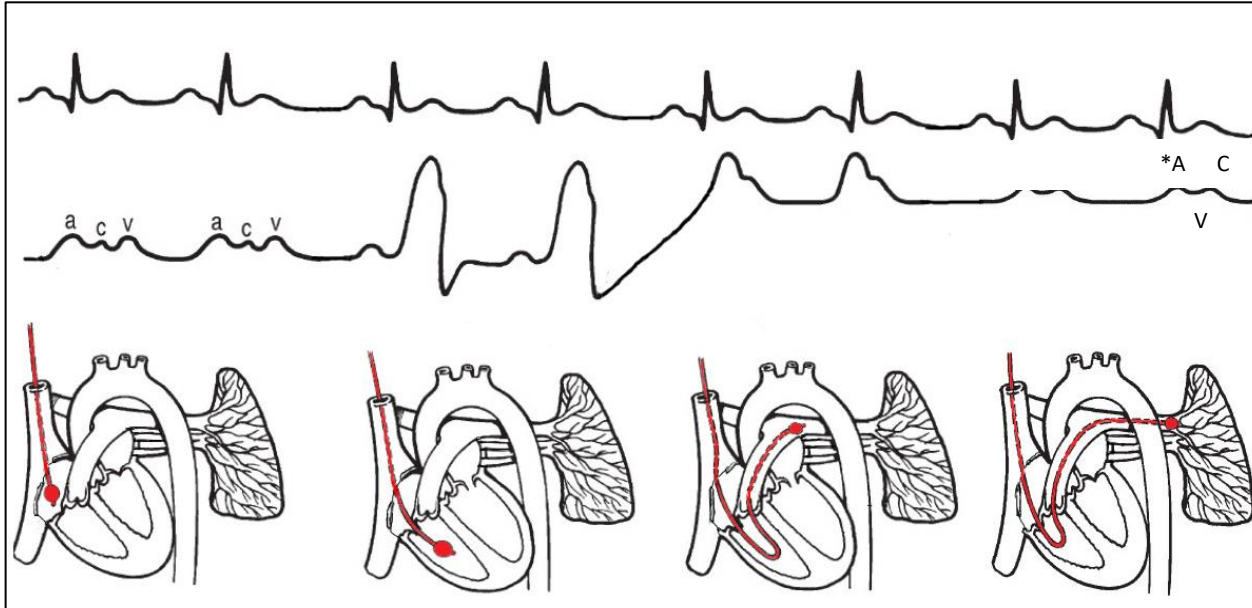
Stewart Hamilton Gleichung



- **Grundlage aller Indikatordilutionsmessungen**
- **$HZV = (T_b - T_i) \times V_i \times K / \int dT_b dt$**
- T_b : Bluttemperatur
- T_i : Injektattemperatur
- V_i : Injektatvolumen
- $\int dT_b dt$: Fläche unter der Kurve (AUC) der Thermodilutionskurve
- K : Korrekturfaktor aus spez. Gewicht und spez. Wärmekapazität von Blut und Injektat



Einführen PAK



- **Nach Platzierung Ballon ablassen und PAK ca 5 cm zurückziehen!!!**

A: linksatriale Kontraktion
C: linksventrikuläre Kontraktion
V: linksatriale Füllung

PAK-Messung



- CO-Messung nach Thermodilution:
 - Kühles NaCl
 - Mittelwert aus 3-fach Messung am Ende der Expiration
 - Elimination von „Falsch-Messungen“
- PCWP:
 - Pulmonal Capillary Wedge Pressure
 - Abschätzen der linksventrikulären Vorlast
 - LVEDV~LVEDP~PCWP
- Einschränkung:
 - PCWP < LVEDP: Mitralinsuffizienz, Mitralstenose, Hoher PEEP
 - PCWP > LVEDP: Aorteninsuffizienz, eingeschränkte LV-Compliance

Kontraindikationen



Relativ	Absolut
Blutungsneigung	Latexallergie
Hyperkoagulabilität	Trikuspidal -, Pulmonalstenose
Schwere Herzrhythmusstörungen	Tumor, Thrombus rechte Herzhöhlen
Überleitungsstörungen	Single Ventrikel



Direkt gemessene Drücke	Berechnete hämodynamische und pulmonale Funktionsparameter
Mittlerer zentraler Venendruck (ZVD)	Systemvask. Widerstand [SVR; $(MAP-ZVD) \cdot 80/CO$; dyn $\cdot s \cdot cm^{-5}$]
Mittlerer rechtsatrialer Druck (RAP)	Pulmonalvask. Widerstand [PVR; $(mPAP-PAOP) \cdot 80/CO$; dyn $\cdot s \cdot cm^{-5}$]
Rechtsventrikulärer Druck (RVP)	„Cardiacoutput“(CO; nach der Steward-Hamilton-Gleichung)
Pulmonalarterieller Druck (systolisch, mittel und diastolisch; PAP; mmHg)	Schlagvolumen (SV; CO/HF; ml) Schlagvolumenindex (SVI; SV/BSA; ml/m ² KOF)
Gemischtvenöse Sauerstoffsättigung (SvO ₂)	Linksventrikulärer Schlagarbeitsindex [LVSWI; $SVI \cdot (MAP-PAOP) \cdot 0,0136$; g $\cdot m/m^2KOF$]
Mittlerer pulmonalarterieller Verschlussdruck (PAOP, PCWP, „Wedge“-Druck)	Rechtsventrikulärer Schlagarbeitsindex [RVSWI; $SVI \cdot (mPAP-ZVD) \cdot 0,0136$; g $\cdot m/m^2KOF$]
Bluttemperatur (°C)	<ul style="list-style-type: none">• Arterieller O₂Gehalt (CaO₂; $SaO_2 \cdot Hb \cdot 1,34 + paO_2 \cdot 0,003$; ml/l)• Gemischtvenöser O₂Gehalt (CvO₂; $SvO_2 \cdot Hb \cdot 1,34 + pvO_2 \cdot 0,003$; ml/l)• Arteriovenöse Sauerstoffgehaltsdifferenz (avDO₂; $CaO_2 - CvO_2$; ml/l)• Sauerstoffangebot (DO₂; $CO \cdot CaO_2 \cdot 10$; ml/min)• Sauerstoffverbrauch (VO₂; $CO \cdot avDO_2 \cdot 10$; ml/min)• Sauerstoffextraktionsrate (O₂-ER; $avDO_2/CaO_2 \cdot 100$; %)• Pulmonale Shunt-Fraktion (Q_s/Q_t) $[(CalvO_2 - CaO_2)/(CalvO_2 - CvO_2)]$; %• Rechtsventrikuläre Ejektionsfraktion (RVEF; $SV/RVEDV$, %)

Kosten / Nutzen



Vorteile

Gut validierte Messparameter und Berechnungen

Messung pulmonalarterieller Drücke

Messung des PCWP

Umfangreiche Berechnung hämodynamischer Parameter

Berechnung von Sauerstofftransport, O₂-Angebot und – Verbrauch

Messung der SvO₂

Kosten / Nutzen



Vorteile	Nachteile
Gut validierte Messparameter und Berechnungen	Knotenbildung, Klappenläsionen, Pulmonalarterienruptur, Lungeninfarkt
Messung pulmonalarterieller Drücke	Beeinflussung der Messwerte durch intrathorakalen Druck (z. B. bei künstlicher Beatmung)
Messung des PCWP	Beeinflussung der Messung durch Klappenvitien (Mitralsuffizienz)
Umfangreiche Berechnung hämodynamischer Parameter	CO-Messung am Ende der Expiration gefordert (geringster intrathorakaler Druck)
Berechnung von Sauerstofftransport, O ₂ -Angebot und – Verbrauch	Keine Schlag für Schlagmessung des SV/HZV
Messung der SvO ₂	Herzrhythmusstörungen (bei Katheteranlage und liegenden Kathetern)

Kosten / Nutzen



Vorteile	Nachteile
Gut validierte Messparameter und Berechnungen	Knotenbildung, Klappenläsionen, Pulmonalarterienruptur, Lungeninfarkt
Messung pulmonalarterieller Drücke	Beeinflussung der Messwerte durch intrathorakalen Druck (z. B. bei künstlicher Beatmung)
Messung des PCWP	Beeinflussung der Messung durch Klappenvitien (Mitralsuffizienz)
Umfangreiche Berechnung hämodynamischer Parameter	CO-Messung am Ende der Expiration gefordert (geringster intrathorakaler Druck)
Berechnung von Sauerstofftransport, O ₂ -Angebot und – Verbrauch	Keine Schlag für Schlagmessung des SV/HZV
Messung der SvO ₂	Herzrhythmusstörungen (bei Katheteranlage und liegenden Kathetern)

- Einziges Hämodynamik-Monitoring für gleichzeitige Messung von CO, SvO₂ und intravaskulären Drücken!!
- Summativer Erkenntnisgewinn am Größten

Pulmonalkatheter und Outcome



Intensive Care Med (2008) 34:800–820
DOI 10.1007/s00134-007-0967-6

Gustavo A. Ospina-Tascón
Ricardo L. Cordioli
Jean-Louis Vincent

What type of monitoring has been shown to improve outcomes in acutely ill patients?

tality. *Conclusion:* There is no broad evidence that any form of monitoring improves outcomes in the ICU and most commonly used devices have not been evaluated by RCT. This review puts into perspective the recent negative studies on the use of the pulmonary artery catheter in the acutely ill.

Pulmonalkatheter und Outcome



Special Article: Point of View

The pulmonary artery catheter: *In medio virtus*

Jean-Louis Vincent, MD, PhD, FCCP; Michael R. Pinsky, MD, Dr hc, FCCP; Charles L. Sprung, MD; Mitchell Levy, MD, FCCP; John J. Marini, MD; Didier Payen, MD; Andrew Rhodes, MB, BS; Jukka Takala

Conclusion: The pulmonary artery catheter is still a valuable tool for hemodynamic monitoring when used in selected patients and by physicians adequately trained to correctly interpret and apply the data provided. (Crit Care Med 2008; 36:3093–3096)

tality. C
evidence
improve
most commonly used devices have not been evaluated by RCT. This review puts into perspective the recent negative studies on the use of the pulmonary artery catheter in the acutely ill.