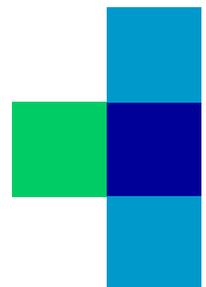


Die direkt-arterielle Blutdruckmessung wird häufig zum Nachteil des Kindes unterlassen



Tino Münster
Anästhesiologische Klinik



Die Hypothesen

- Die invasive Blutdruckmessung wird in der Kinderanästhesie zu selten durchgeführt.
- Die invasive Blutdruckmessung erniedrigt Mortalität und Morbidität in der Kinderanästhesie.

Die Hypothesen

- Die invasive Blutdruckmessung wird in der Kinderanästhesie zu selten durchgeführt.
- Die invasive Blutdruckmessung erniedrigt Mortalität und Morbidität in der Kinderanästhesie.

Wie häufig messen wir den Blutdruck invasiv?

Daten aus Erlangen

Alter	Narkosen	iBP-Monitoring	Prozent
< 1 Jahr	2.890		
1- 4 Jahre	5.480		
5 – 17 Jahre	8.620		
≥ 18 Jahre	120.670		



Die Hypothesen

- Die invasive Blutdruckmessung wird in der Kinderanästhesie zu selten durchgeführt.
- Die invasive Blutdruckmessung erniedrigt Mortalität und Morbidität in der Kinderanästhesie.

Evidence based medicine

David L Sackett et al., BMJ 1996;312:71-72

- ... Evidence based medicine is the conscientious, explicit, and judicious use of current best evidence in making decisions about the care of individual patients.*
- ... The practice of EBM means ... the best available external clinical evidence from systematic research.*

Die Sache mit dem Fallschirm

GCS Smith and JP Pell, BMJ 2003;327:1459-61

■ Fragestellung:

- Verhindert die Benutzung eines Fallschirms ernste Verletzungen beim freien Fall?

■ Studiendesign:

- Metaanalyse randomisierter Untersuchungen

■ Untersuchungsvariablen:

- Freier Fall
- Tod oder schweres Trauma



Die Sache mit dem Fallschirm

GCS Smith and JP Pell, BMJ 2003;327:1459-61

■ Ergebnisse:

! Es gibt **KEINE** Untersuchung

■ Schlußfolgerung:

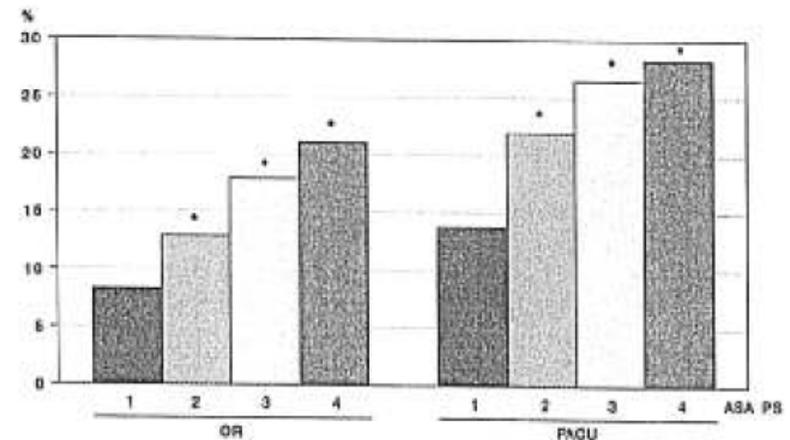
1. Wir akzeptieren ausnahmsweise den gesunden Menschenverstand.
2. Wir führen randomisierte Doppelblindstudien im crossover-Design durch.

SpO2 und Outcome

Moller et al. Anesthesiology, 1993

- SpO2-Monitoring führt zu
 - Erhöhter Detektion von Hypoxie
 - Frühzeitigem Einleiten korrigierender Maßnahmen
 - Senkung postoperativer kardialer Ischämien
 - Keine Veränderung in Mortalität und bleibender Morbidität

- ? Sind die Methoden passend
- ? Ist das Kollektiv das richtige
- ? ...



Evidence based medicine

David L Sackett et al., BMJ 1996;312:71-72

- *„It's about **integrating** individual clinical expertise and the best external evidence“*
- *Evidence based medicine is the conscientious, explicit, and judicious use of current best evidence in making decisions about the care of individual patients. The practice of evidence based medicine means integrating individual clinical expertise with the best available external clinical evidence from systematic research.*

Die Idee dahinter

Blutdruck



Organfunktion



Der Beginn

McKesson 1923 Anesth Analg April:43-9

The anesthetist is the only one who is in a position during an operation to make the necessary observations. The surgeon cannot keep his mind upon the patient's life processes, study the pharmacology and

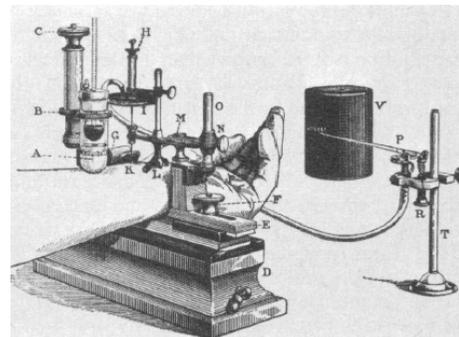
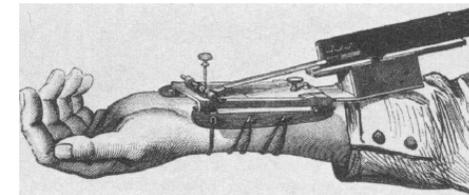
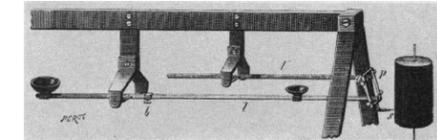
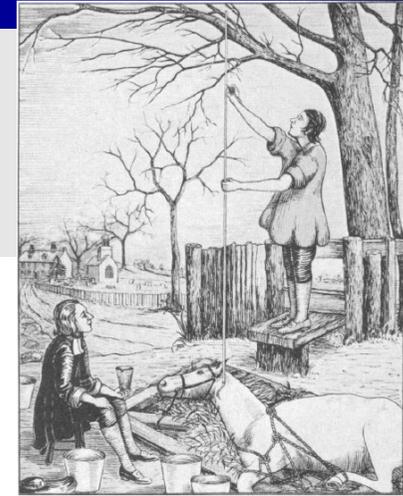
ing of the patient. The sphygmomanometer is an instrument which actually measures pulse quality in definite figures and all but eliminates the personal factor in interpretation. It saves lives by showing when and how remedial measures should be applied.



Geschichte der Blutdruckmessung

Nach Jeremy Booth 1977 Proc Roy Soc Med 70:793-9

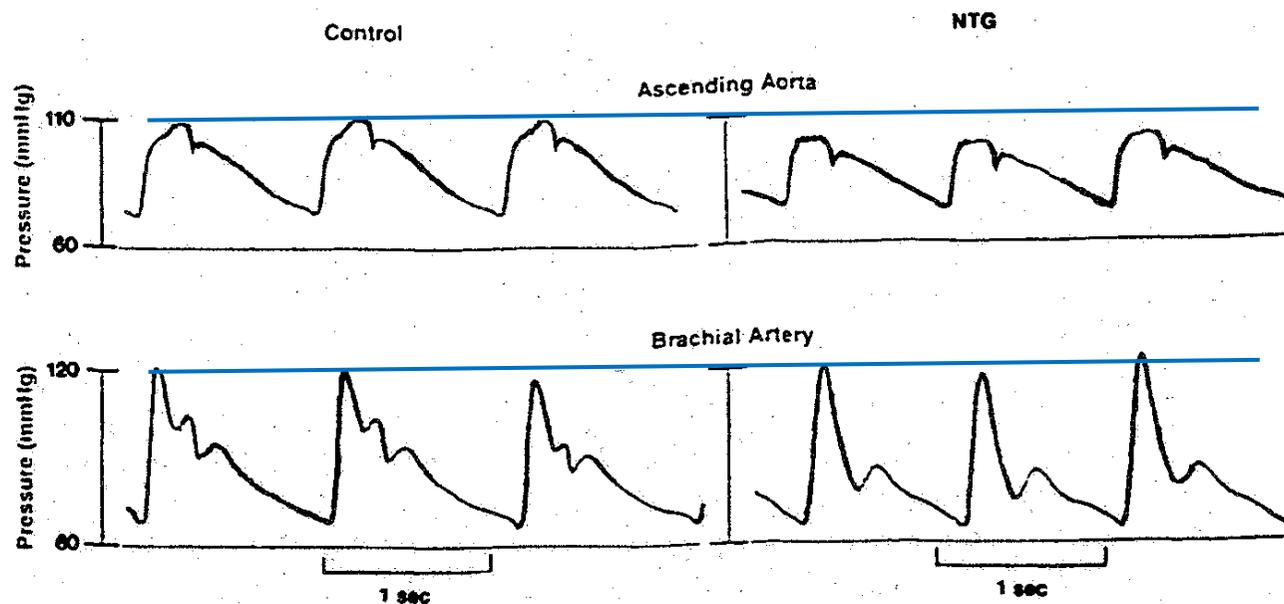
- 1733 Invasiv *Stephen Hale*
- 1828 Quecksilber Manometer *Poiseuille*
- 1847 Kymograph (Kyma=wave; grapheion=stylus)
Carl Ludwig
- 1855 Sphygmomanometer *Vierordt*
- 1896 *Scipione Riva-Rocci*
- 1905 *NC Korotkoff*



Was ist nun aber „Blutdruck“

O'Rourke MF What is blood pressure? 1990 Am J Hypertens;3:803-10

- Eine Messgröße abhängig von HZV, SVR sowie **Compliance und Wellenreflexionen**
- Beeinflusst von Alter, Erkrankung, ...



Anforderungen an Monitoring

modifiziert nach Eichhorn, JH 1993 Int Anesthesiol Clin 31(3):181-96

Zugewinn von Informationen zur Diagnostik und Therapiesteuerung ist nur ***sinnvoll***, wenn:

- ✓ Meßergebnisse genau und zuverlässig sind
- ✓ Pathophysiologische Konzepte richtig sind
- ✓ (Zusatz)informationen korrekt interpretiert werden
- ✓ Potentielle Therapieoptionen und Konsequenzen vorhanden sind
- ✓ Der Nutzen größer als das Risiko ist
- ✓ Verbesserung des Outcome nachgewiesen ist.

Was ist hier schon „Normal“?

Report of the Second Task Force on Blood Pressure Control in Children Pediatrics 1987;79:1
The Fourth Report on ... Pediatrics 2004;114:555

■ Definition:

- „Normal“: 10. – 90. Perzentile
- „Hypertension“: > 95. Perzentile
- „Hypotension“: ist **nicht** definiert

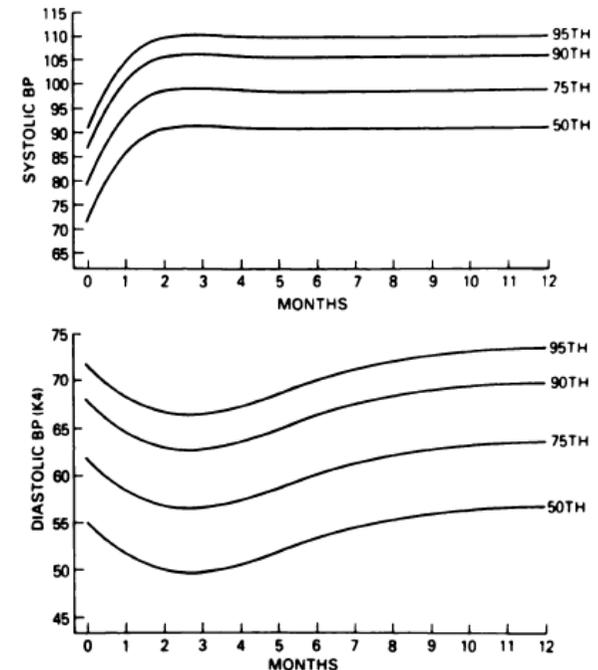
■ Kaum Daten im ersten Lebensjahr

■ Keine Daten für Frühgeborene

■ Normwerte immer als NiBP gemessen

■ Epidemiologische Erhebung

- Keine Definition notwendiger bzw. therapiebedürftiger unterer Blutdruckwerte



Wie sieht es bei Früh- und Neugeborenen aus

Lee et al. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 1999;81:F168–F170

- 61 Frühgeborene
- 10.000 Blutdruckwerte
- Bis 24 h nach Geburt

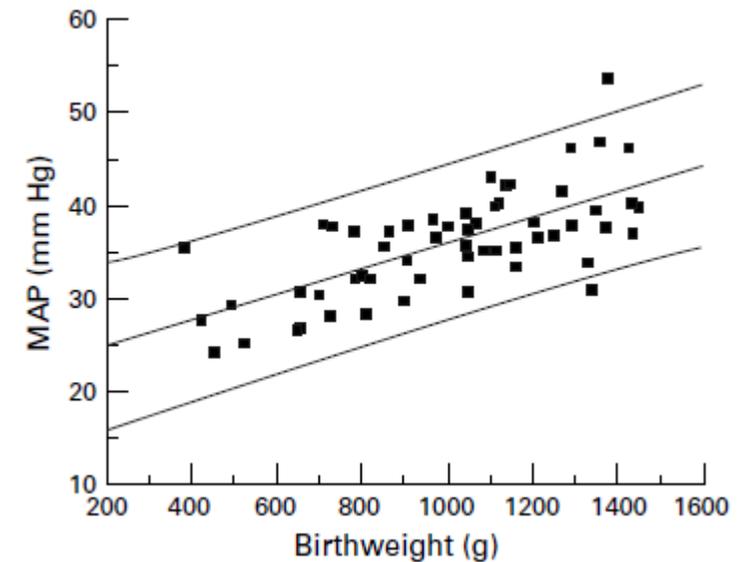


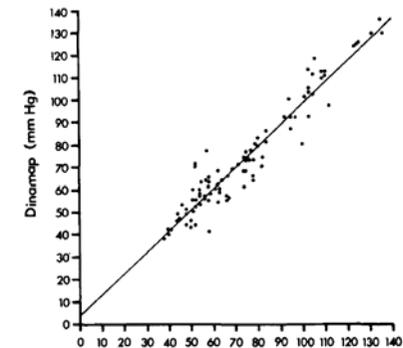
Table 2 Lower 95% CI for MAP (mm Hg) vs gestational age (weeks)

Gestational age	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
0–12 hours	20	21	22	23	25	26	27	28	29	30	31	32	33
13–24 hours	20	22	23	25	27	28	29	30	32	33	35	36	37

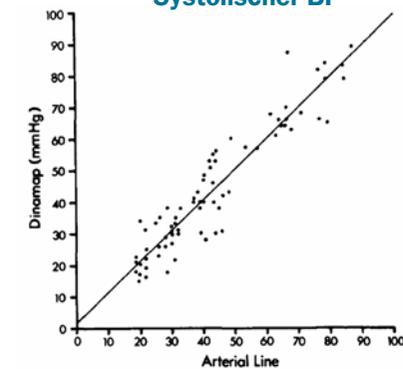
iBP versus NiBP

RH Friesen JL Lichtor, 1981 Anesth Analg;60:742-5

- 20 Kinder
 - 1 Tag bis 22 Wochen
 - 680 bis 6000 g
-
- ✓ Auf den ersten Blick gar nicht so schlecht
 - ? Was mit kranken/kritischen Patienten



Systolischer BP



Diastolischer BP

NiBP versus iBP

- Bei Hypotension wird der Blutdruck überschätzt, bei Hypertension unterschätzt

Gevers M et al. *Intensive Care Med* 1996;22:242-8
TR Holt et al. *Pediatr Crit Care Med* 2011;12(6):391-4

- Je kleiner das Kind, umso mehr wird der Blutdruck überschätzt

Dannevig et al. 2005 *Acta Pædiatrica* 94: 191-196

- NiBP ist anfällig für Fehler

- Manschettengröße
- Wiederholte Messungen

Clark et al. *Pediatrics* 2002; 110: 920-3)

Nwankwo et al. *Pediatrics* 1997;99

- ABER: Normwerte sind mit NiBP erhoben

Goldstandard iBP?

- Kleine Kanülen unterschätzen den SBP
- Luftblasen unterschätzen den SBP und überschätzen den DBP
- Katheterort spielt eine Rolle
- ...

Weindling AM. Arch Dis Child 1989;64:444

Komplikationen der arteriellen Kanülierung

King et al. *Pediatr Crit Care Med* 2008;9(4):367-71
Schindler et al. *Ped Anesth*, 2005 15:677-82
Mortensen *Circulation* 1967;35:1118-23

■ Komplikationen

- Spasmus/Ischämie/Thrombose
- Hämatom/Blutung
- Infektion
- Nervenläsion
- Aneurysma/AV-Fistel
- Fehlinjektion

■ Risikofaktoren

- Seldingertechnik
- Liegedauer (> 3 Tage)
- Ort der Kanülierung (A. brachialis > A. radialis)
- Punktionsversuche
- Grunderkrankung (Infektion/Sepsis)
- Alter

Table 2. 1,172 complications found in 1,072 of 10,394 total PICU patients with arterial cannulation

Complication	Number	Percent of Total Complications	Percent of Total PICU Patients
Infection	724	61.8%	6.9%
Complication of vascular device NOS	175	14.9%	1.7%
Mechanical complication	165	14.1%	1.6%
Arterial thrombosis or embolus	88	7.5%	0.9%
Other vascular complication	18	1.5%	0.2%
Nerve injury	2	0.2%	0.02%

NOS, not otherwise specified; PICU, pediatric intensive care unit.

6 Amputationen

Table 3. Characteristics of patients with and without complications associated with arterial catheterization

Durchführung der arteriellen Kanülierung

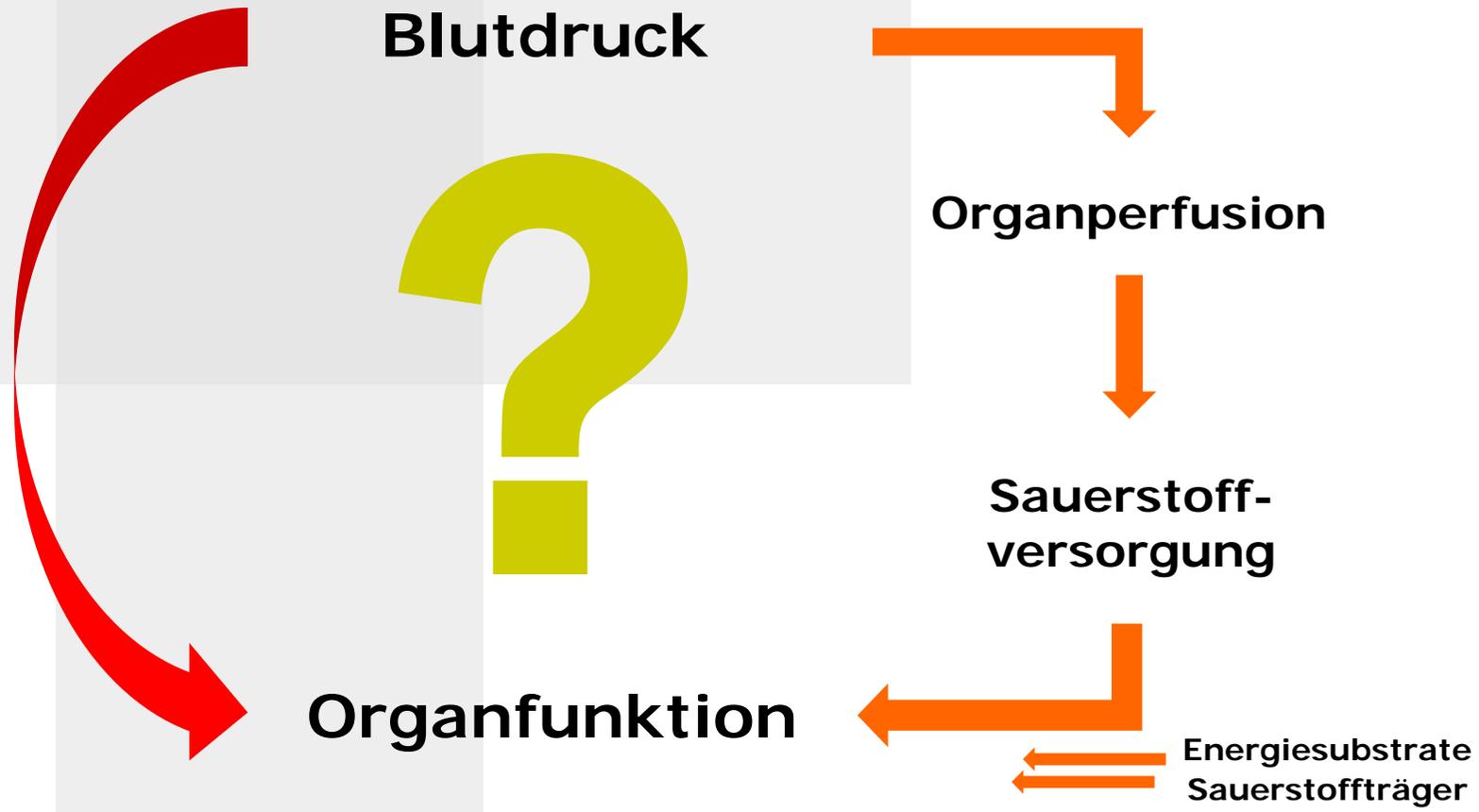
E Schindler et al. Ped Anesth, 2005 15:677–82

- Bei kleinen Patienten schwierig:
- Hohe Rate an Mehrfachpunktionen
 - 33% bei Kindern < 5kg KG (vgl. < 10% beim Erwachsenen)
- Häufig alternative Punktionsorte notwendig

Distribution of arterial catheter placement from 1998 to 2002
(n = 1574)

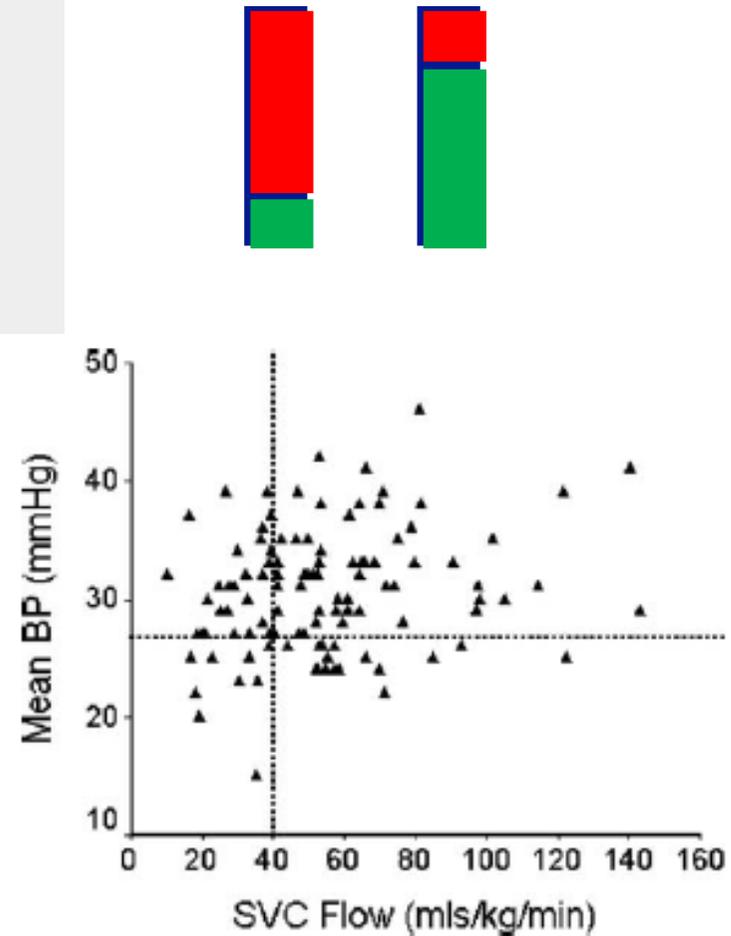
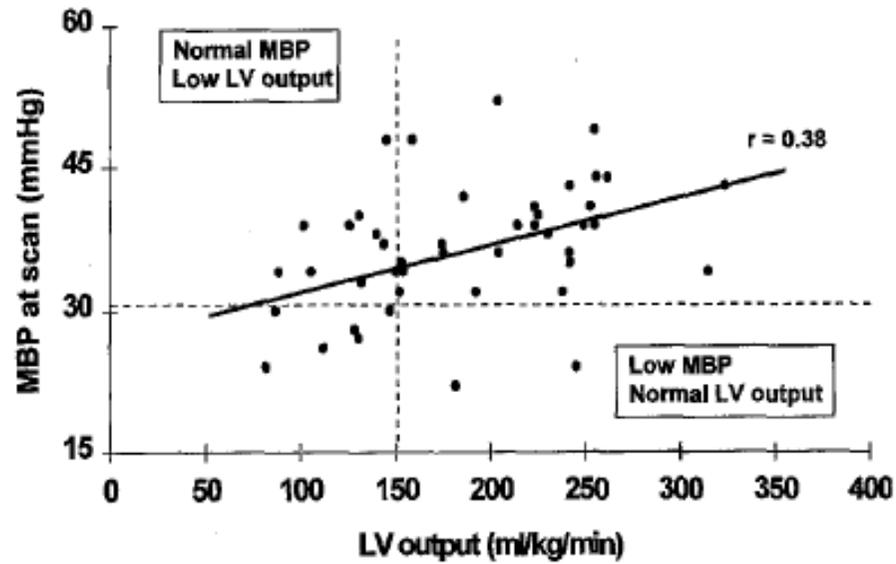
	<5 kg [n (%)]	5–10 kg [n (%)]	10–20 kg [n (%)]
Right radial artery	271 (44.6)	381 (57.1)	163 (53.2)
Left radial artery	119 (19.8)	135 (20.2)	96 (31.2)
Right brachial artery	112 (18.6)	83 (12.4)	26 (8.4)
Left brachial artery	88 (14.6)	59 (8.8)	18 (5.8)
Right femoral artery	2 (0.3)	3 (0.4)	2 (0.6)
Left femoral artery	7 (1.2)	3 (0.4)	2 (0.6)
'Cut down' (right brachial artery only)	2 (0.3)	–	–

Stimmt das Konzept?



Stimmt das Konzept?

Kluckow and Evans J Pediatr 1996;129:506-12
 Evans Early Human Development (2006) 82, 803-810



$$\text{MAP} = \text{CO} \quad * \text{SVR}$$

$$= (\text{HF} * \text{SV}) \quad * \text{SVR}$$

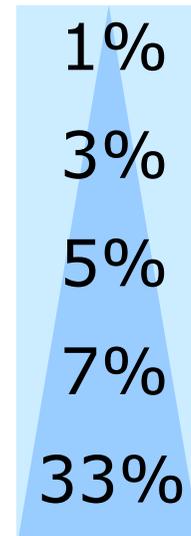
Hypotension als Mortalitätsprädiktor

Brierley J et al. Crit Care Med 2009; 37:666–688

- Eucardia
- Tachycardia/bradycardia
- Hypotension with capillary refill < 3s
- Normotension with capillary refill > 3s
- Hypotension with capillary refill > 3s

MAP

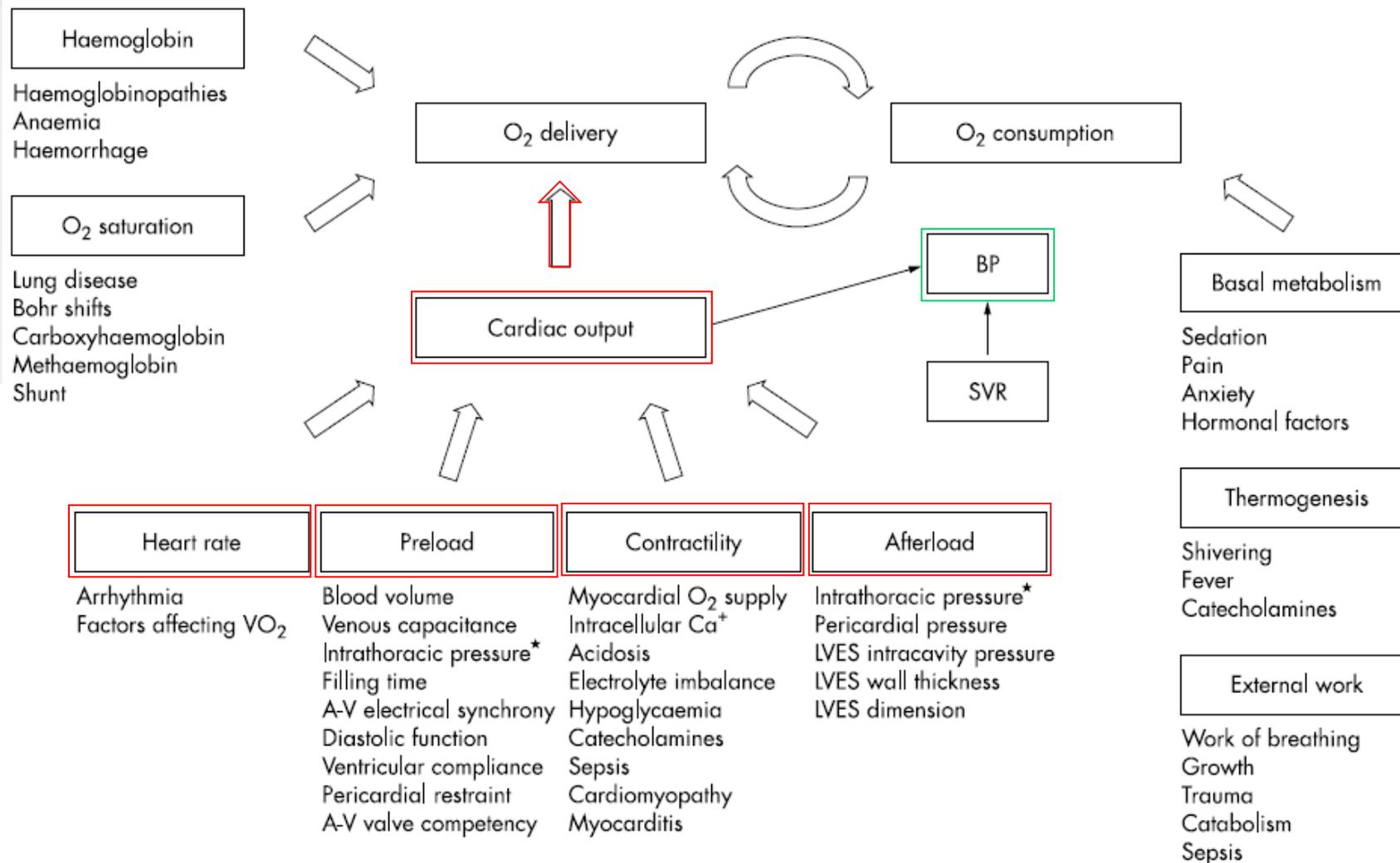
CO



- MAP < 30mmHg (VLBW) erhöht Mortalität

Was ist kardiale Funktion

Tibby and Murdoch Arch Dis Child 2003;88:46-52



Cardiac output und Outcome

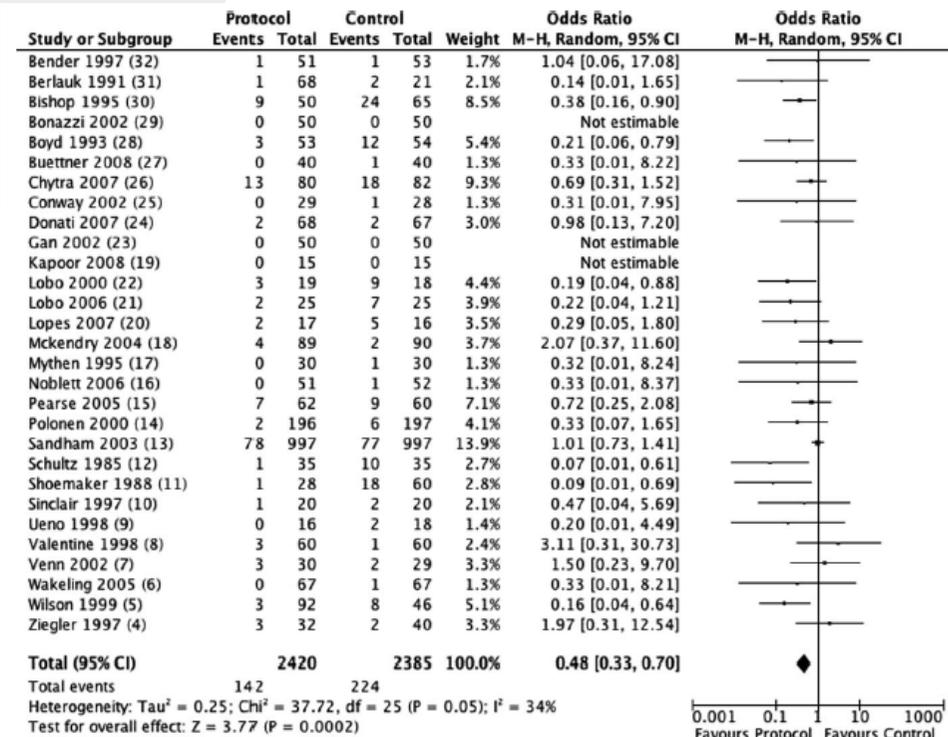
Hamilton Anesth Analg 2011;112:1392-402

- Hämodynamische Optimierung (Präemptiv) senkt postoperative Mortalität und Komplikationen bei Patienten mit hohem Risiko

- Monitor:
PAK, ösophagealer Doppler

- Zielgrößen:
CI > 2,8-3 l/min/m²
DO₂ > 600 ml/min/m²

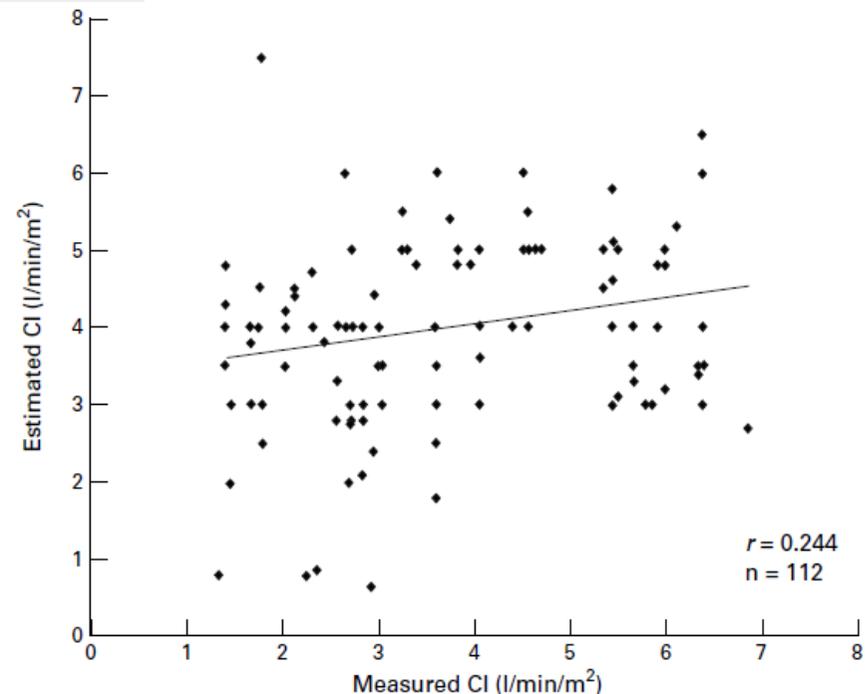
- Therapie:
Volumen, Katecholamine



Monitoring des Cardiac output

Tibby et al. Arch Dis Child 1997;77:516–518

- Messung des CO erfordert invasives Messverfahren
- Meßverfahren:
 - Ficksches Prinzip
 - Indikator-dilution
 - Dopplerechokardiographie
 - Bioimpedance-Messung
 - Pulskonturanalyse



Optimierung der Therapie

Heart rate	Preload	Contractility	Afterload
Arrhythmia Factors affecting VO_2	Blood volume Venous capacitance Intrathoracic pressure* Filling time A-V electrical synchrony Diastolic function Ventricular compliance Pericardial restraint A-V valve competency	Myocardial O_2 supply Intracellular Ca^+ Acidosis Electrolyte imbalance Hypoglycaemia Catecholamines Sepsis Cardiomyopathy Myocarditis	Intrathoracic pressure* Pericardial pressure LVES intracavity pressure LVES wall thickness LVES dimension

■ Flüssigkeit/Volumen

■ Vasoaktive Substanzen

- Konstriktion
- Dilatation

■ Inotrope Medikamente

Fluß ist wichtiger als Druck

Jarisch Dt Med Wochenschr 1928;29:1211

■ Fortschritte der gesamten Medizin

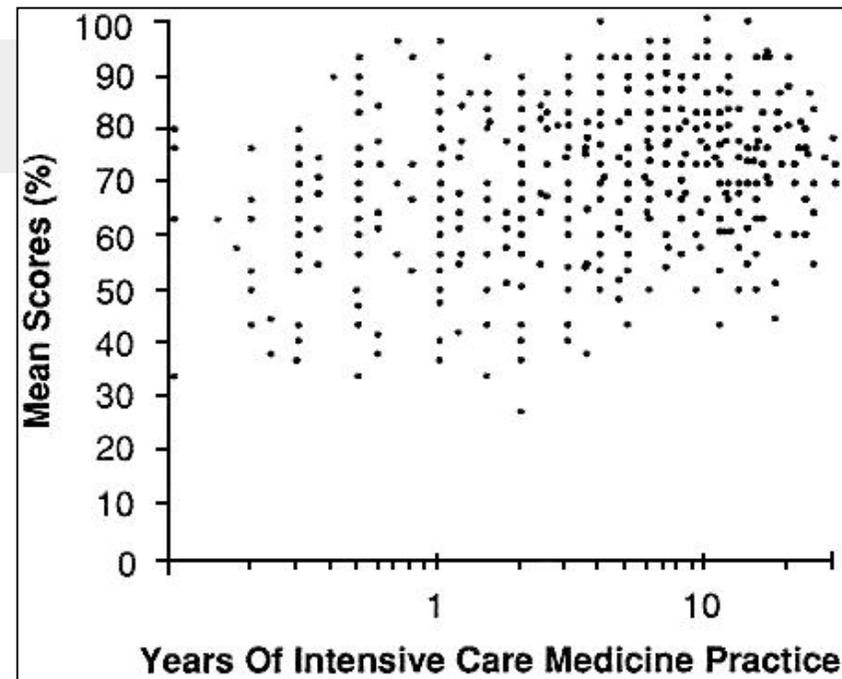
einmal auch anders sein. Für die Entwicklung der Lehre vom Kreislauf war es gewiß ein Verhängnis, daß das Stromvolumen verhältnismäßig so umständlich, der Blutdruck aber gar so leicht bestimmbar ist: deshalb gewann das Blutdruckmanometer einen geradezu faszinierenden Einfluß, obwohl die meisten Organe gar nicht Druck, sondern Stromvolumen brauchen.

Man muss Daten auch interpretieren

Gnaegi Crit Care Med 1997; 25:213-220
Iberti JAMA 1990;264:2928-32

1. Technical aspects of pressure or cardiac output measurements
2. Calculation of derived values
3. Interpretation of hemodynamic profiles
4. Catheter insertion
5. Recognition, prevention, and treatment of catheter-related complications
6. Use of the pulmonary artery catheter for guiding therapy
7. Other

We conclude that current physician understanding of the PAC is extremely variable. Deficiencies in PAC knowledge may lead to inappropriate therapeutic decisions and increased patient morbidity. These findings highlight the need for reevaluation of accreditation policies for use of the device.



Conclusion

- ? Die invasive Blutdruckmessung wird in der Kinderanästhesie zu selten durchgeführt.
- ? Die invasive Blutdruckmessung erniedrigt Mortalität und Morbidität in der Kinderanästhesie.

Conclusion

- Die invasive Blutdruckmessung hat Ihren Platz:
 - Bei kleinen Kindern
 - Bei kritisch kranken Kindern
 - Bei Operationen mit hohem Blutverlust oder Volumenverschiebungen
 - Bei häufig notwendigen Blutgasanalysen

Conclusion

- Die invasive Blutdruckmessung erfordert Übung und Expertise
- Die invasive Blutdruckmessung ist zuverlässig

Conclusion

- Die invasive Blutdruckmessung erfordert Expertise
- Die invasive Blutdruckmessung ist z
- Die invasive Blutdruckmessung ist bei Kindern dem NiBP überlegen
- Entscheidend ist bei Hypotension/kritischen Patienten die Verwendung zusätzlichen Monitorings zur Therapiesteuerung

