



Klinische Anästhesie (10)

Stundenplan

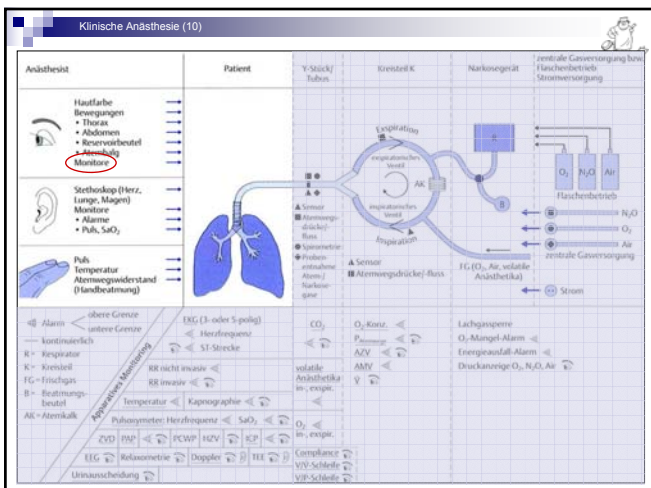
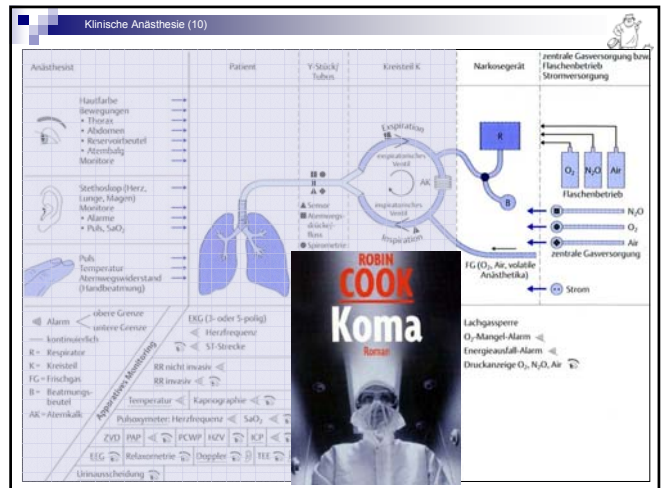
- 22.11.11 Einführung, Geschichte, physiologische Grundlagen
- 24.11.11 Sicherung der Atemwege, Inhalationsanästhesie
- 29.11.11 Intubation, intravenöse Anästhesie, Sedierung
- 1.12.11 Beatmung, Blutgasanalyse
- 6.12.11 Voruntersuchungen, Aufklärung, Prämedikation
- 8.12.11 Analgesie, Relaxation
- 13.12.11 Volumenersatz, Therapie mit Blutkomponenten
- 15.12.11 Lokal- und Regionalanästhesie, Lokalanästhetika
- 20.12.11 Aufwachraum, postoperative Schmerztherapie
- 22.12.11 **Intra- und postoperatives Monitoring, Simulation**
- 10.1.12 Narkosekomplikationen, Zwischenfälle
- 12.1.12 Narkoseführung bei Risikopatienten (Fallbeispiele)
- 23.1.12 Abschlussklausur (LFI HS 1 & 2)

Klinische Hospitation / METI im Sommersemester

Klinische Anästhesie (10) Anästh Intensivmed 36:250-54 (1995)

„Essentielles“ Monitoring Standardarbeitsplatz

Arbeitsplatz	verfügbar
Narkosegerät	X
EKG-Monitor	X
Blutdruck (nichtinvasiv)	X
Pulsoxymetrie	X
Kapnometrie	X
Narkosegasmessung	X
EKG-Registrierung	X
Defibrillator	X
Temperatur-Monitoring	X
Notfall-Instrumentarium	X
Relaxometrie	X
ZVD-Messung	X



Klinische Anästhesie (10)

Nicht-invasive Blutdruckmessung (NIBP, Oszillometrie)

SAP MAP DAP

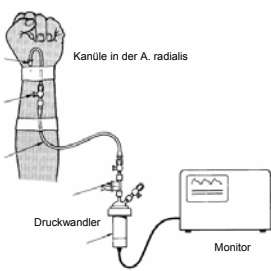
Mess-Intervall meist 5 min (cave Druckschäden)

korrekte Manschettengröße:
zu schmal → falsch zu hoch;
zu breit → falsch zu niedrig

MAP = DAP + 1/3 (SAP - DAP)

Klinische Anästhesie (10)

Invasive Blutdruckmessung



Kanüle in der A. radialis

Druckwandler

Monitor

Schlag-für-Schlag-Registrierung

Indirekte Beurteilung der Myokardkontraktilität

Analyse der hämodynamischen Auswirkungen von Rhythmusstörungen

Entnahme von Blutproben

Klinische Anästhesie (10)

Invasive Blutdruckmessung (Allen-Test)



7 sec bis zur Normalisierung: ausreichender Kollateralkreislauf



Klinische Anästhesie (10)

Invasive Blutdruckmessung (A. radialis)



Spüfflüssigkeit unter Druck

Nullabgleich, Kalibrierung

Pflaster rot markiert



Schnellspülung

Druckwandler

Klinische Anästhesie (10)

Invasive Blutdruckmessung

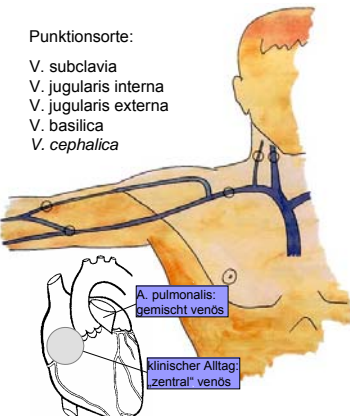
Indikation:
engmaschige Kontrolle (z.B. bei Schock, kontrollierter Blutdrucksenkung, großen Gefäß- und Herzoperationen);
 Vermeidung von Blutdruckschwankungen (Operation zerebraler Aneurysmen, Thrombendarterektomie der A. carotis ..)

Probleme und Komplikationen:
 Thrombosierung der Arterie (ca. 3% permanenter Verschluss), lokale Infektion (1-3%), Hämatom im Punktionsbereich, periphere Durchblutungsstörungen, arteriovenöse Fistel;
versehentliche intraarterielle Medikamenteninjektion;
 Entblutungsgefahr bei unbemerkter Diskonnektion

Klinische Anästhesie (10)

Zentralvenöse Katheter

Punktionsorte:
 V. subclavia
 V. jugularis interna
 V. jugularis externa
 V. basilica
 V. cephalica



Druckmessung, Sauerstoffsättigung, Herzzeitvolumen

Volumentherapie, herznahe Medikamente, parenterale Ernährung

intensivmedizinische Überwachung

A. pulmonalis: gemischt venös

klinischer Alltag: zentral venös

Klinische Anästhesie (10)

Lagekontrolle

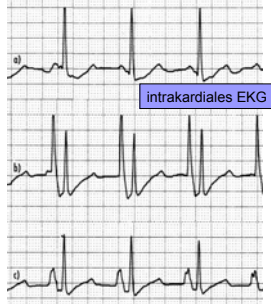
Pneu?

Röntgen Thorax

V. cava superior
 rechter Vorhof


optimale Lage: in V. cava superior, 2 cm vor rechtem Vorhof

a) Normalbefund
 b) Katheterspitze im Bereich des Sinusknoten (P-Zacke !)
 c) Katheter zurückgezogen



intrakardiales EKG

Klinische Anästhesie (10)



Zentraler Venendruck

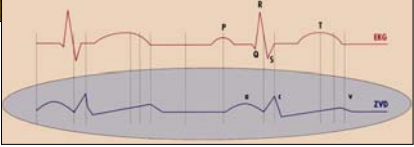
Normalwert 1-10 (MW 5) mm Hg
(1 mm Hg = 1,359 cm H₂O = 0,133 kPa)

Herzinsuffizienz ↑
(Beatmung, Pneu, Perikard-Tamponade ...)

Volumenmangel ↓

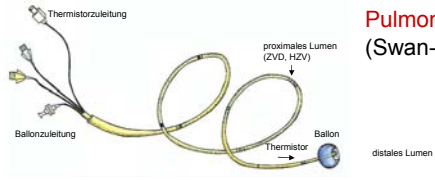
Urinproduktion beobachten:
Sollwert > 1 ml / kg / h

a: Kontraktion des rechten Vorhofs
c: Vorwölbung Trikuspidalklappe in den rechten Vorhof bei Kontraktion des rechten Ventrikels
v: Vorhoffüllung nach Schluss der Trikuspidalklappe



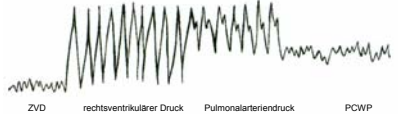
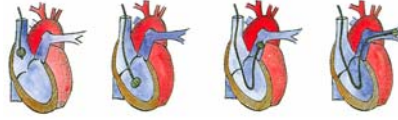
Klinische Anästhesie (10)

Pulmonalkatheter (Swan-Gantz)



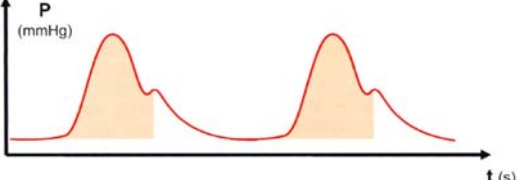
pulmonal-kapillärer Verschlussdruck („wedge“) entspricht weitgehend dem linksventrikulär enddiastolischen Druck (LVEDP): Beurteilung der Funktion des linken Herzens

Herzzeitvolumen (HZV) meist mittels Thermomodulation bestimmt (Injektion kalter NaCl-Lösung)

Klinische Anästhesie (10) Anästh Intensivmed 50:389-400 (2009)


PiCCO: HZV aus Pulswellenkonturanalyse



$$PCHZV = cal \cdot HR \cdot \int_{Systole} \left(\frac{P(t)}{SVR} + C(p) \cdot \frac{dP}{dt} \right) dt$$

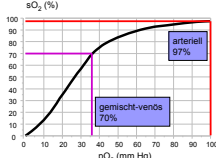
Patientenspezifischer Kalibrationsfaktor (wird mit Thermomodulation ermittelt) | Herzfrequenz | Fläche unter der Druckkurve | Aortale Compliance | Form der Druckkurve

Klinische Anästhesie (10)



Säure/Base 37°C		Einheiten	Normalbereich
pH	7,258 ↓		(7,350 - 7,450)
pCO ₂	80,7 ↑	mmHg	(35,0 - 45,0)
pO ₂	486,7 ↑	mmHg	(75,0 - 100,0)
HCO ₃ -akt	35,2	mmol/l	
HCO ₃ -std	29,7	mmol/l	
BE (B)	5,7	mmol/l	
BE (ecf)	8,1	mmol/l	

Sauerstoff 37°C		Einheiten	Normalbereich
cHb	12,2	g/dl	(12,0 - 18,0)
Hkt	36	%	
ctO ₂ (a)	18,2	ml/dl	(15,0 - 23,0)
pO ₂	486,7 ↑	mmHg	(75,0 - 100,0)
sO ₂	99,7 ↑	%	(92,0 - 98,5)
FO ₂ Hb	98,6 ↑	%	(94,0 - 97,0)
FCOHb	0,3	%	(0,0 - 1,5)
FMetHb	0,8	%	(0,0 - 1,5)
FHHb	0,3	%	(0,0 - 5,0)



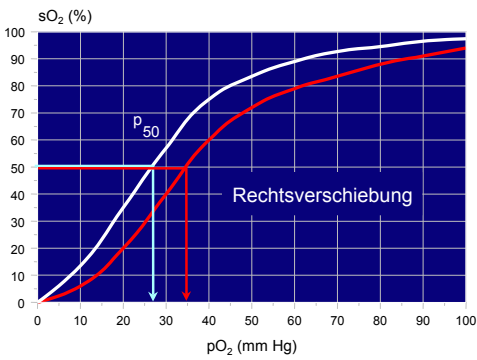
Elektrolyte		Einheiten	Normalbereich
Na ⁺	135,1	mmol/l	(135,0 - 148,0)
K ⁺	3,61	mmol/l	(3,50 - 5,30)
Ca ²⁺	1,13	mmol/l	(1,13 - 1,32)
Cl ⁻	103	mmol/l	(98 - 106)

Metabolite		Einheiten	Normalbereich
Glukose	145 ↑		(67 - 93)

Sauerstofftransport

Klinische Anästhesie (10)

Sauerstoffbindungskurve



Rechtsverschiebung

p_{50}

Klinische Anästhesie (10)

Rechtsverschiebung Sauerstoffbindungskurve

Bei gleichem pO₂ wird weniger O₂ an Hämoglobin gebunden, d.h. bei niedrigem pO₂ (im Gewebe) wird mehr O₂ abgegeben.

Ursache: Erhöhung 2,3-DPG, z.B. bei

- Hyperkapnie,
- Azidose,
- Fieber

Klinische Anästhesie (10)

Sauerstofftransportkapazität =
Herzzeitvolumen · arterieller Sauerstoffgehalt

Hüfner-Zahl:
1 g Hb bindet 1,39 ml O₂¹⁾
→ 15 · 1,39 = 21 ml O₂ / 100 ml arterielles Blut

physikalische Lösung:
0,003 ml O₂ pro 100 ml Blut und mm Hg pO₂²⁾
→ 0,003 · 100 = 0,3 ml O₂ / 100 ml Blut (Raumluft)
→ 0,003 · 630 = 1,9 ml O₂ / 100 ml Blut (F_iO₂ = 1)

¹⁾ Angaben schwanken zwischen 1,34 und 1,39
²⁾ 0,003 = α (Bunsen-Koeffizient)

Klinische Anästhesie (10)

Sauerstoffverbrauch = $HZV \cdot avDO_2$
= 5 l Blut / min · 50 ml O₂ / l Blut
= 250 ml O₂ / min

Sauerstoffgehalt (ctO₂)

Ein normales pO₂ und eine normale sO₂ schließen eine Hypoxie nicht aus, z.B. bei niedrigen Hb-Werten.

ctO₂ [ml O₂ / 100 ml Blut] =
 $\alpha \cdot pO_2 + sO_2 \cdot Hb \cdot 1,39$

Normalwerte:
arteriell ~ 21, gemischt-venös ~ 16 ml O₂ / 100 ml Blut

Sauerstofftransportkapazität = $HZV \cdot ct_aO_2$
= 5 l Blut / min · 210 ml O₂ / l Blut = 1050 ml O₂ / min

Arterio-venöse Sauerstoffgehaltsdifferenz (avDO₂)
avDO₂ = ct_aO₂ - ct_vO₂

Normalwert ~ 5-6 ml O₂ / 100 ml Blut

Klinische Anästhesie (10)

Sauerstoffverbrauch = $HZV \cdot avDO_2$
= 5 l Blut / min · 50 ml O₂ / l Blut
= 250 ml O₂ / min

Abnahme HZV oder Zunahme O₂-Verbrauch:
Abnahme gemischt-venöser O₂-Gehalt
(bei konstantem Hb: Abnahme gemischt-venöse Sättigung)

ctO₂ = ctO₂ (physikalisch) + ctO₂ (Hb)
= α · pO₂ + sO₂ · Hb · 1,39

Abfall der gemischt-venösen Sauerstoffsättigung
Hb / HK konstant? Oxygenierung ausreichend?

- Zunahme peripherer O₂-Verbrauch, z.B. Maligne Hyperthermie, Hyperthyreose, Sepsis ..
- Abnahme des HZV relativ zum peripheren Bedarf (Herzinsuffizienz), z.B. Infarkt, Intoxikation, Perikardtamponade, Spannungspneumothorax ..

Klinische Anästhesie (10)

Monitoring der Körper- (Kern-) Temperatur (1)

Normalerweise wird die Kerntemperatur in einem sehr engen Bereich von ca. 0,5°C reguliert (Homöothermie).
Unter dem Einfluss von Anästhetika verbreitert sich der Temperaturbereich, in dem vom Körper keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden, auf 3-4°, insbesondere bei alten Patienten (Poikilothermie). Unter diesen Bedingungen setzt eine periphere Vasokonstriktion zur Vermeidung weiterer Wärmeverluste erst bei etwa 34,5°C ein.

Hypothermie führt zu verschiedenen Organdysfunktionen und ist damit maßgeblich an intra- und postoperative Komplikationen beteiligt (kardial, respiratorisch, neurologisch, metabolisch, Gerinnung, Immunsystem). Bei kritisch kranken Patienten steigt dadurch die perioperative Mortalität erheblich an.

Klinische Anästhesie (10) Bräuer et al., Anaesthesist 55.1321 (2006)

Monitoring der Körper- (Kern-) Temperatur (2)

Narkose-einleitung

Klinische Anästhesie (10)

Monitoring der Körper- (Kern-) Temperatur (3)

Die Temperaturmessung erfolgt in der Regel mit Thermistoren, die an geeigneten Körperstellen platziert werden (z.B. Trommelfell, nasopharyngeal, ösophageal – rektale Messwerte fallen bei starker Zentralisation meist zu niedrig aus).

Maßnahmen zur Verminderung einer Auskühlung:
Anhebung der Raumtemperatur, Zudecken der Patienten mit angewärmten Tüchern, Anwärmen von Beatmungsgasen, Infusionslösungen und Blutkonserven, Verwendung von low-flow-Anästhesietechniken, Warmluftmatten unter bzw. auf dem Patienten

Insbesondere kardiale und pulmonale Risikopatienten mit einer ausgeprägten Hypothermie (< 35°) sollten bis zur Wiedererwärmung auf > 36° sediert und beatmet bleiben, um ausgeprägtes postoperatives Kältezittern („shivering“) zu vermeiden (Zunahme O₂-Verbrauch und CO₂-Produktion).

