

Beatmung

SS 2006

Überblick

- Warum Beatmung ?
- Formen der kontrollierten Beatmung
- Maschinell unterstützte Spontanatmung

- Gasaustausch
 - O₂-Aufnahme (Oxygenierung)
 - CO₂-Elimination (Ventilation)
- Beatmung ist keine kausale Therapie !
- Sicherung der Atemwege

Warum Beatmung ?

Indikationen

- Respiratorische Insuffizienz
 - Pulmonal
 - Nicht-pulmonal
- Sicherung der Atemwege
- Besondere Indikationen

- Pulmonal
 - Pneumonie
 - ARDS: Acute Respiratory Distress Syndrome
 - Exazerbation COPD
- Extrapulmonal
 - Neurolog. Erkrankung: Z.B. Guillan-Barré
 - Schwere Einschränkung der extrapulmonalen Atemmechanik
 - ← Skoliose
 - ← Abdominal: z.B. "offener Bauch"

Indikationen

Sicherung der Atemwege

- Aspirationsgefahr
 - Schädel-Hirn-Trauma
 - Andere Bewußtseinsstörung: z.B. Sepsis, Intoxikation
- Atemwegsverlegung
 - Trauma: z.B. Kehlkopffraktur
 - Epiglottitis

Indikationen

Besondere Indikationen

- Elektive Narkoseausleitung
- Zum Lufttransport falls Beatmungsindikation wahrscheinlich
- Schwerste Linksherzinsuffizienz
 - Nachlastsenkung
 - Ausreichendes O₂-Angebot
 - Reduktion des O₂-Verbrauchs
- Opiatentzug in Narkose

- Polytraumatisierter Patient
 - Patient geborgen, Transport im RTW
 - U.a. Beckenfraktur
 - Hämorrhagischer Schock: Hf 140/min, RR 80/40 mmHg
 - Patient ist ansprechbar
 - Keine Verletzungen von Schädel und Atemwegen

- Schädel-Hirn-Trauma
 - Als PKW-Fahrer eingeklemmt (Bergung ca. 1 Stunde)
 - Patient ist ansprechbar, aber agitiert

- Peritonitis
 - Z.n. mehrfachen abdominellen Revisionen
 - V.a. Sepsis
 - O₂-Bedarf: 15 L/min über Maske

- COPD

- 85 J., 3-Gefäß-Erkrankung, chron. Herzinsuffizienz, komp. Niereninsuffizienz
- Akute Infektexazerbation
- Ausgereizte pharmakolog. Therapie
- Chronischer O₂-Bedarf

Beatmungsphasen

- **Akute Phase**
 - Entscheidung zur Intubation
 - Anpassung des Beatmungsmusters
- **Unterstützende Beatmungstherapie**
 - Stabilität der pulmonalen Situation
 - keine Entwöhnung möglich
 - Entscheidung zur Tracheotomie
- **Entwöhnung**
 - zunehmende Spontanatmung
 - Ziel Extubation/Spontanatmung

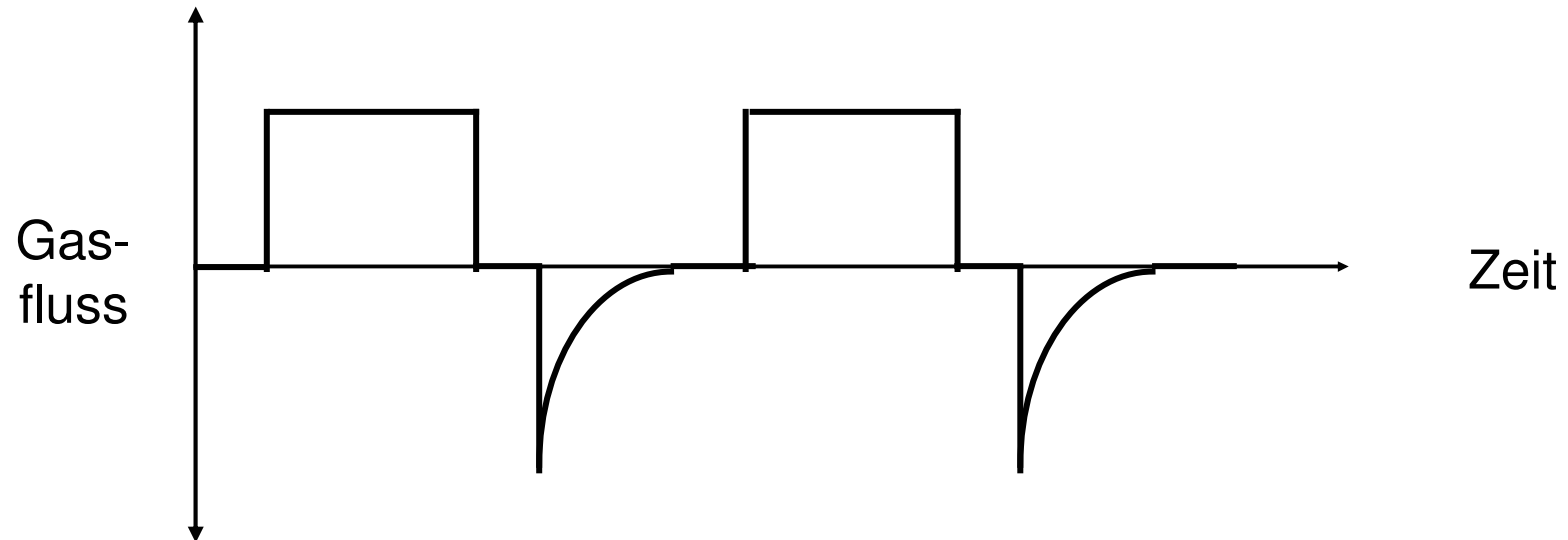
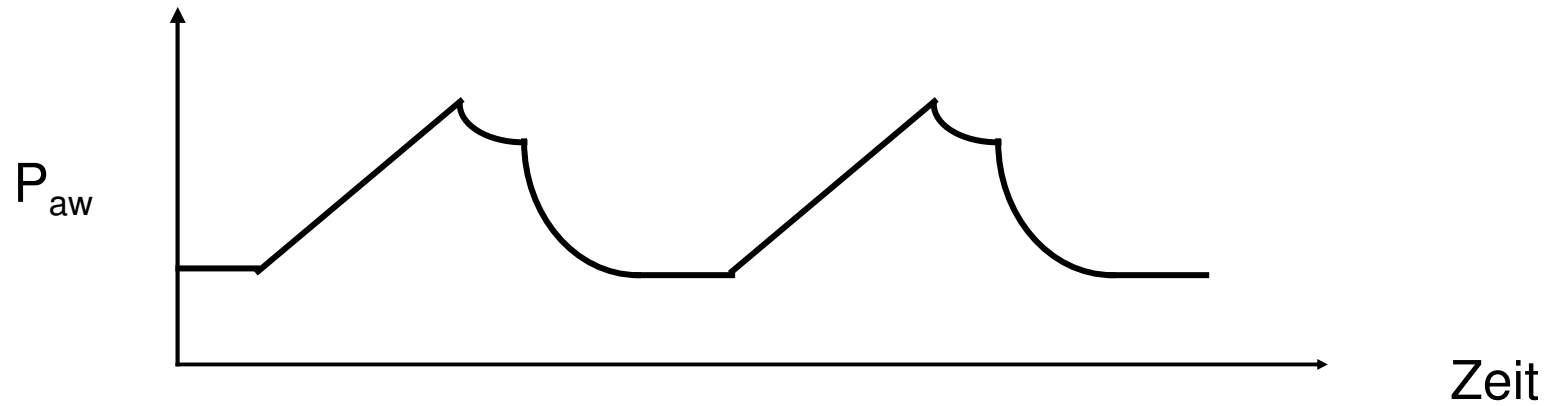
Beatmung

Kontrollierte Beatmung

- VCV: Volumenkontrolliert
- PCV: Druckkontrolliert

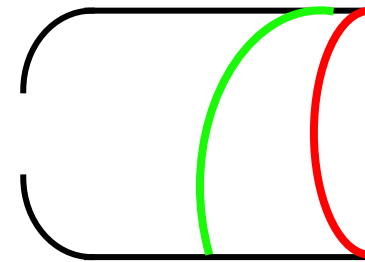
Kontrollierte Beatmung

Volumenkontrolliert (VCV)

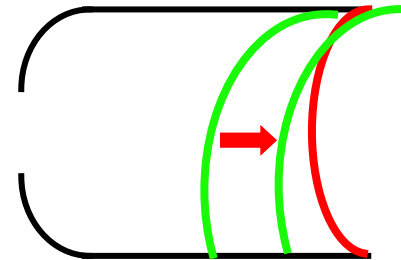


- FIO_2
- PEEP: Positive end-expiratory pressure
 - Oxygenierung (Rekrutierung)
- V_T : Tidalvolumen
- Atemfrequenz
- I:E oder Inspiratorischer Gasfluss

- Durch fehlenden Glottis-Schluss
- Kranialverlagerung des Zwerchfells
 - Durch Rückenlage
 - Durch Sedierung
 - Durch Relaxierung
- Durch fehlende spontane "Seufzer"



- Positive End-Expiratory Pressure
- Bei unterstützter Spontanatmung auch CPAP:
Continuous Positive Airway Pressure
- PEEP erhöht FRC
- PEEP rekrutiert Alveolen
- Oxygenierung



- FIO₂: Inspiratorische Sauerstofffraktion (0-1)
- Nie < 0,4 (0,3)
- 1,0 in Notfällen, bei Zyanose etc.
- > 0,6 toxisch, besser
 - Kausale Therapie
 - PEEP
 - Lagerung (Bauchlage)

Einstellparameter

V_T , Atemfrequenz und I:E

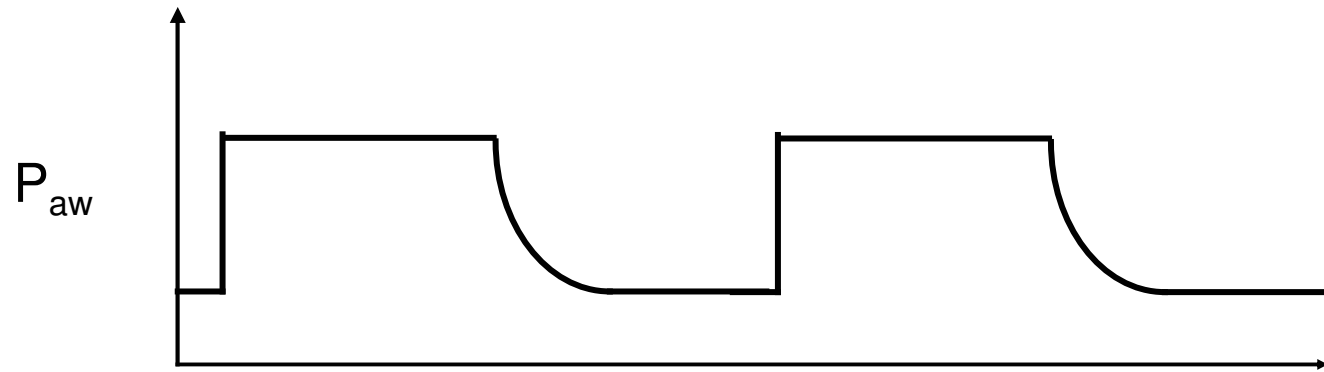
- V_T max. 10 mL/kg des Idealgewichts
- Atemfrequenz nach PaCO_2
- I:E-Verhältnis
 - Physiologisch 1:1,7
 - Bestimmt mittleren Atemwegsdruck
 - Kann Oxygenierung verbessern (2:1)

} Ventilation

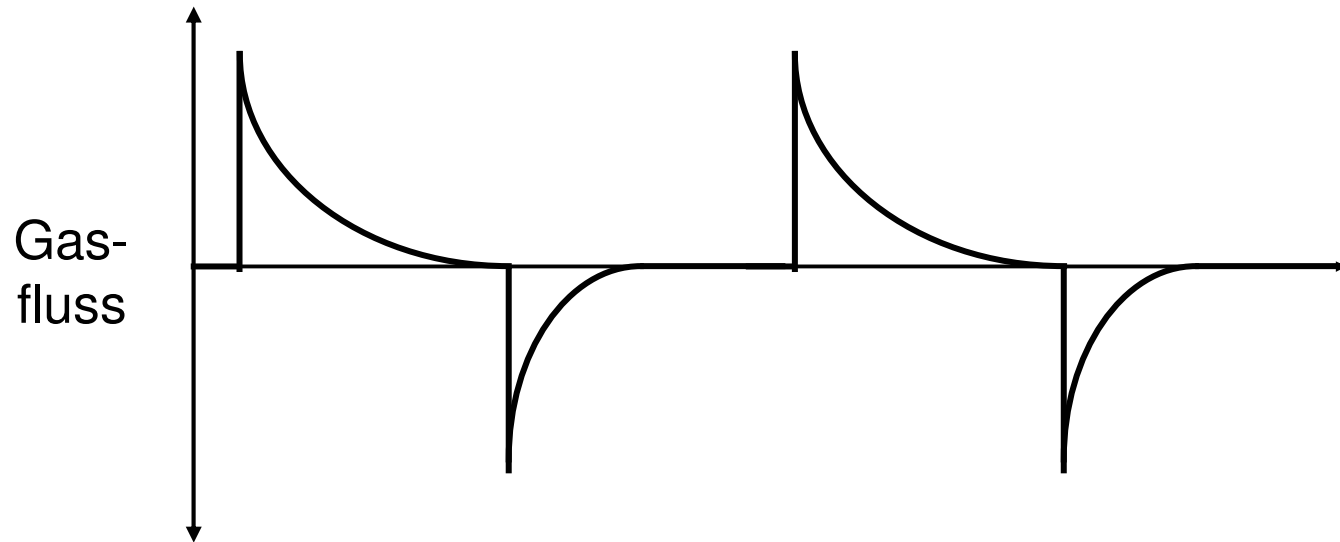
- Vorteile
 - Konstante Ventilation
 - Einstellung einfach
- Nachteile
 - Exzessiv hoher Plateaudruck möglich
 - Risiko: "trapped air" bei hoher Atemfrequenz und extremem I:E-Verhältnis
- IPPV: Intermittend Positive Pressure Ventilation

Kontrollierte Beatmung

Druckkontrolliert (PCV)



Zeit



Zeit

PCV

Einstellung

- PEEP
- P_{plat} : Plateaudruck
- Atemfrequenz
- I:E

- Vorteile

- Plateaudruck kann nicht unkontrolliert ansteigen
- Kein Risiko für "trapped air"
- Besserer Gasaustausch (nicht gesichert)

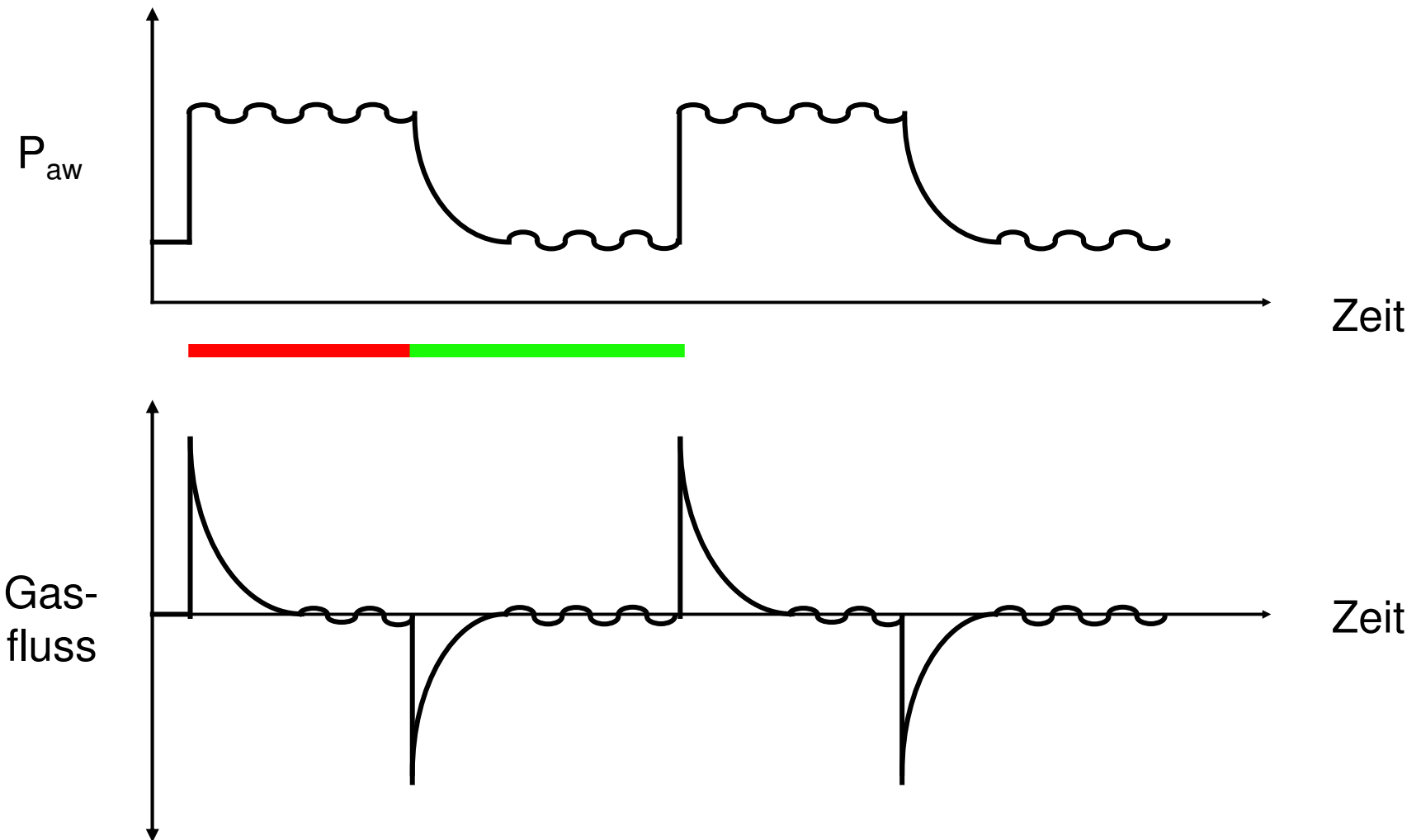
➔ Günstig bei ARDS

- Nachteile

- Keine garantierte Ventilation
- Erfordert mehr Überwachung

Kontrollierte Beatmung/Spontanatmung

BIPAP



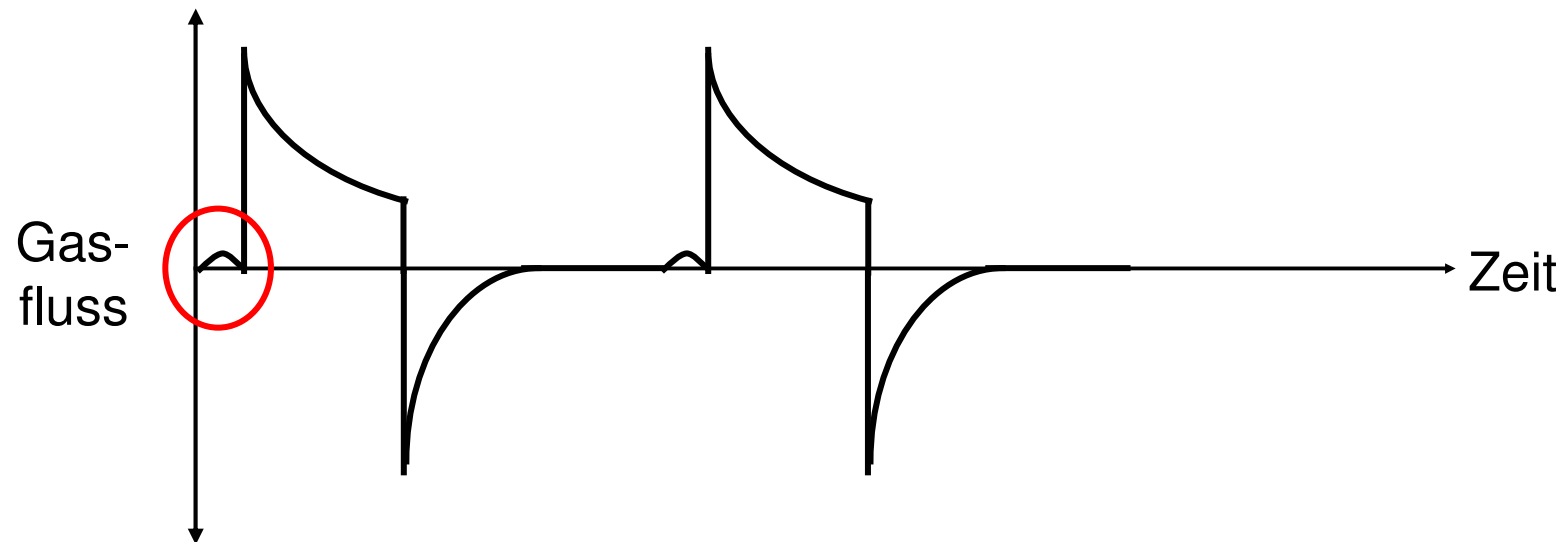
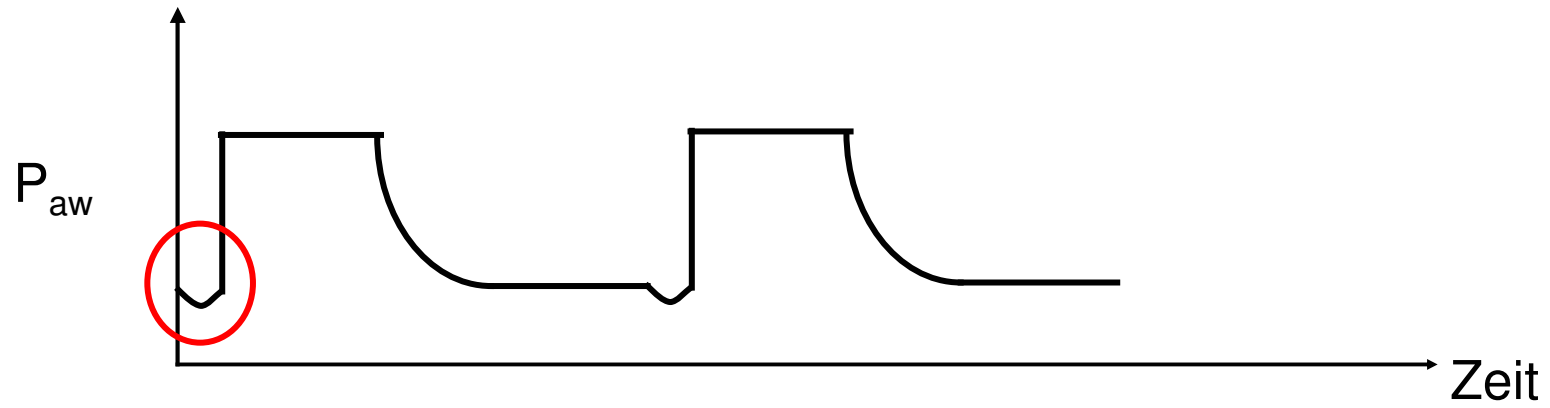
Kontrollierte Beatmung

Nachteile

- Risiko für nosokomiale Pneumonie
 - Ca. 1%/Beatmungstag
 - Durch Intubation
 - Durch gestörte Sekret Drainage (kein Husten)
- Atelektasen
- Sedierung erforderlich
- Atrophie des Zwerchfells

- SIMV: Synchronized Intermittend Mandatory Ventilation
 - VCV mit "Triggerung", dazwischen Spontanatmung mgl.
- PSV: Pressure Support Ventilation
- Patientenadaptierte Verfahren
 - ATC: Automatic Tube Compensation
 - PAV: Proportional Assist Ventilation

PSV: Pressure Support Ventilation



- Arzt
 - PEEP
 - Hilfsdruck
- Patient
 - Atemfrequenz
- Effekt
 - V_T : vor allem durch Hilfsdruck, z.T. d. Patient

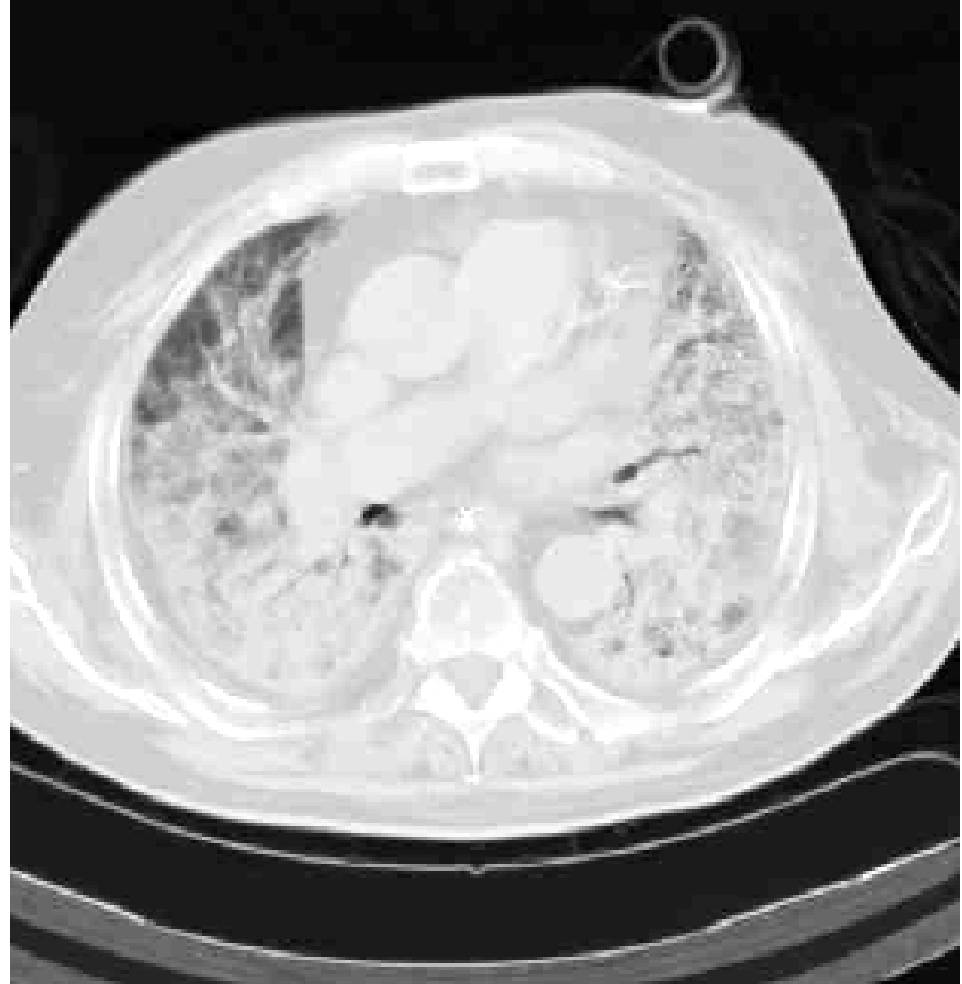
- Vorteile

- Patient kann Atemfrequenz bestimmen

- Nachteile

- Patient hat geringen Einfluss auf V_T
- Exzitatorischer Effekt hoher Gasflüsse
- Kein Ausgleich des Tubuswiderstands

Alles Klar? Oder was?



Beatmungsassoziierte Lungenschädigung

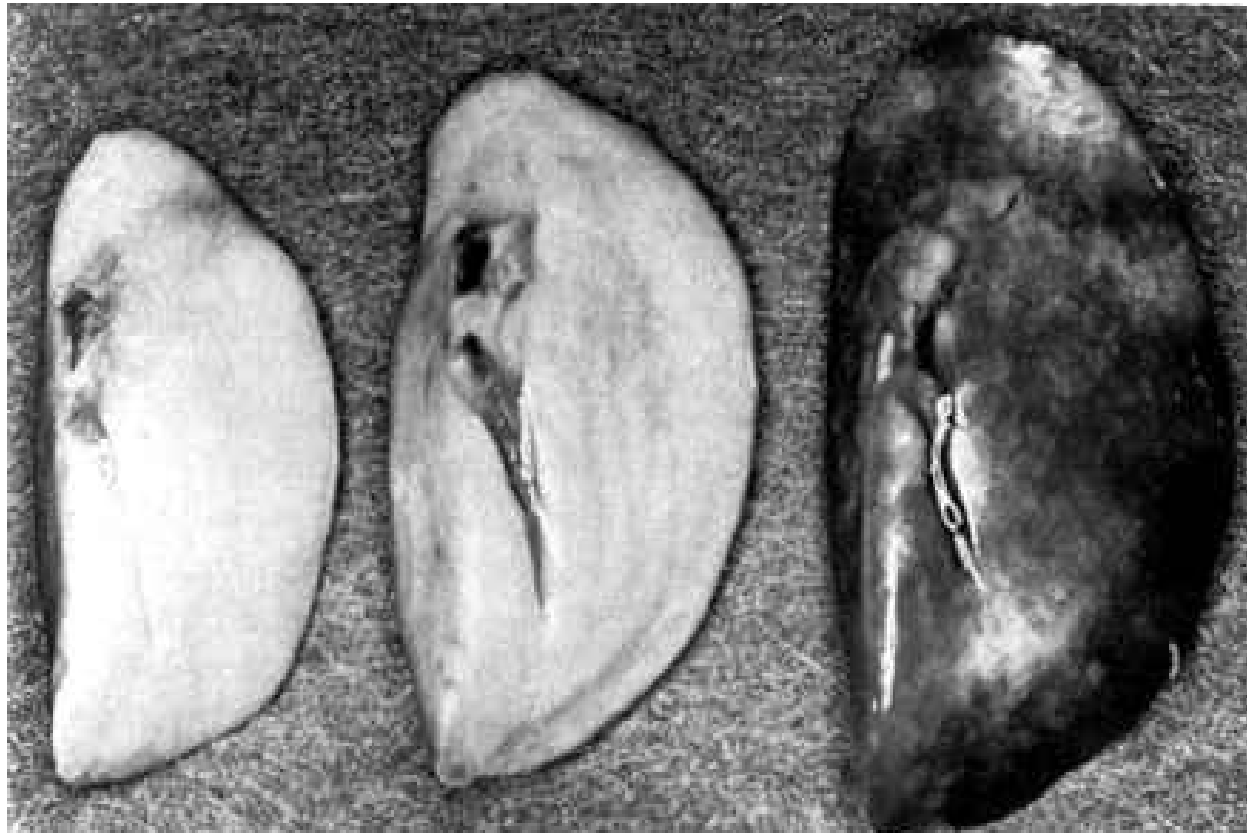
PEEP

**Paw/PEEP
(mbar)**

14/0

45/10

45/0



Webb HH et al. Am Rev Respir Dis 110:556-65, 1974

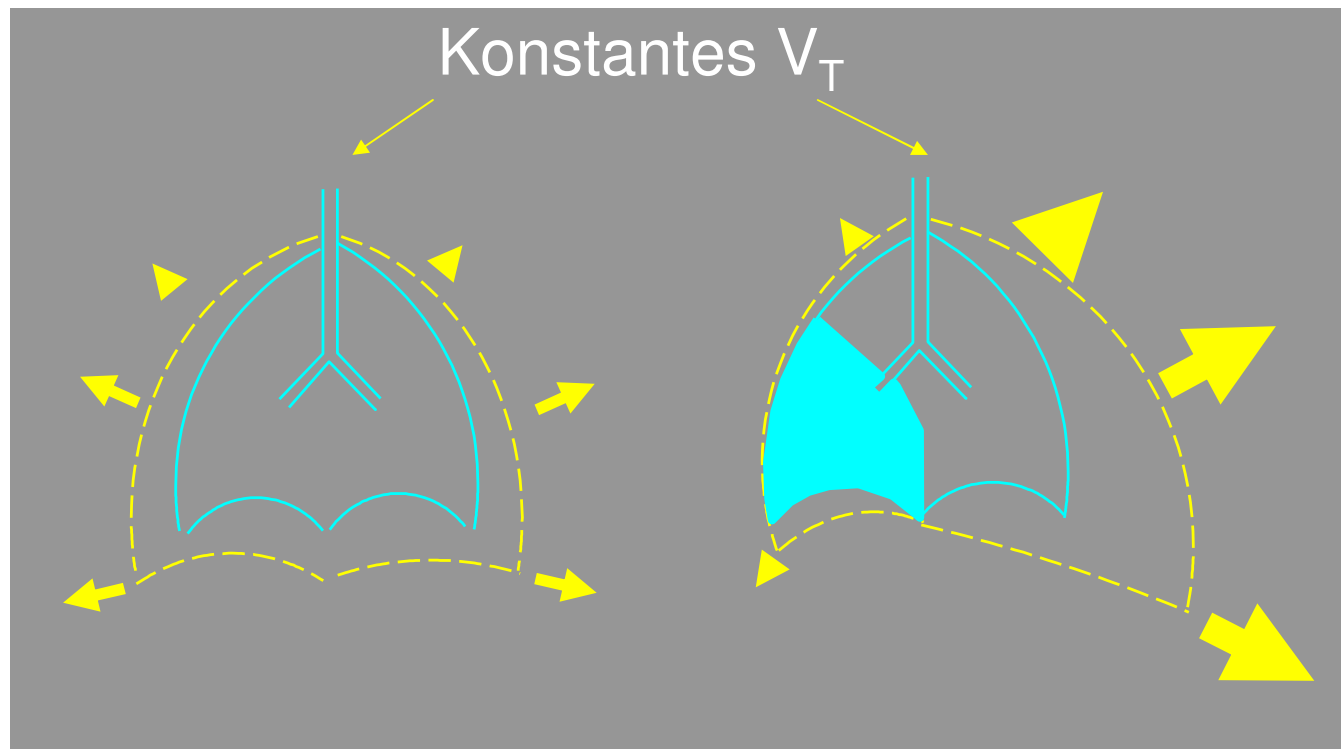
Beatmung ARDS
Baro - Volutrauma

55 j. Patientin, 65 kg
Pneumonie
Beatmung:
PEEP 5 mbar
 P_{aw-max} 60 mbar
 V_T 1,1 l



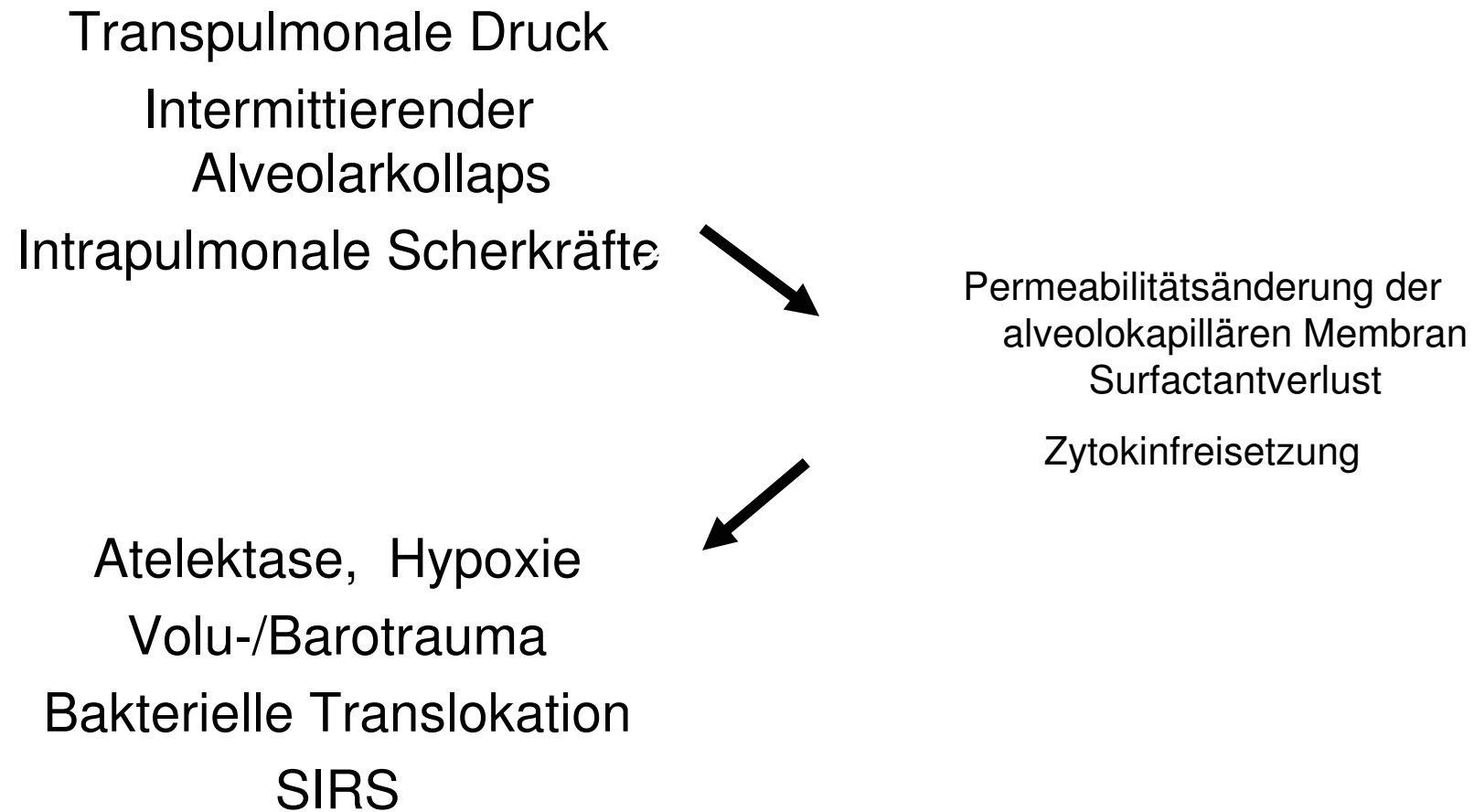
Kleines V_T bei ARDS

Rationale



"Baby - Lung" Konzept L. Gattinoni
Dreyfuß D et al. Am J Respir Crit Care Med 159:1752-7, 1999

Grundlagen spezieller Probleme: Beatmungsassoziierter Lungenschaden



Aktuelles Beispiel einer „schlechten Beatmung“

Quantitative Sentinel - Intensiv View AIT Arzt Benutzer:PD. Dr. Pannen, Benedikt (Ärzte) 25.04.02 09:27 Patientendaten Anforderung

Sicherheit Patientenauswahl Stationstafeln Ventilator-Daten Monitor-Daten Hilfe LAB-Daten PAT-Daten

FR_Respiration_Visite - Soltau,Cornelia (20445530)

30.03.02									
	12:59	13:57	14:53	15:52	16:03	16:51	18:07	18:55	
Beatmungs-Modus	BIPAPASB	BIPAPASB	BIPAPASB	BIPAPASB		BIPAPASB	BIPAPASB	BIPAPASB	
FIO2	55	50	50	50		50	100	70	%
PEEP	20	20	20	18		18	18	18	mbar
DK-HD	30	32	32	30		30	40	40	mbar
ASB	30	30	30	28		28	28	28	mbar
AF-TOT	24	20	18	18		20	20	20	/min
TV Exp.	700	820	940	1020		150	690	630	
AMV	10,30	10,00	11,70	12,80		12,80	13,90	12,90	l/min
I:E-GEMESS	1,20	1,20	1,20	1,20		1,20	1,00	1,00	
PEAK	36,0	37,0	40,0	41,0		41,0	41,0	41,0	mbar
BLUTGAS - ERGEBNIS									
Art der BGA					Text...				
30.03 16:03	Aszitespunktat								
PaO2	71,2	66,6	69,7	61,3	75,2	67,0	255,0	87,1	mmHg
PaCO2	51,1	50,3	46,5	44,6	50,3	42,0	41,4	41,6	mmHg
pH	7,277	7,278	7,319	7,334	7,314	7,346	7,351	7,358	
SÄURE - BASEN - STATUS									
ABEc	-3,1	-3,3	-2,3	-2,1	0,0	-2,5	-2,5	-1,9	mmol/L
SBIC	21,7	21,5	22,5	22,6		22,2	22,4	22,8	mmol/L
SAO2	93,5	92,5	94,3	92,4	?.....	94,4	99,5	97,5	%
Kleines Labor									
tHB	7,8	8,1	8,2	8,4	0,0	7,9	7,5	7,6	g/dL
Hctc	24,3	25,2	25,4	26,1	1,0	24,6	23,5	23,8	%
K+	4,6	4,6	4,6	4,7	4,6	4,5	4,4	4,4	mmol/L
Na+	140	140	140	140	141	140	140	140	mmol/L
Ca++	1,15	1,14	1,14	1,14	1,15	1,13	1,14	1,16	mmol/L

V_T = 1020 ml

Aufnahme | Vitalwerte / Beatmung | Verordnungen | Kath / Drain | Pflege I | Pflege II | Status | Visite / Befunde | Drucken | Skripte / Info's

Aufn./Probl. + Befunde | Besonderheiten / Notizen | Beatmung Tabelle | Kreislauf Tabelle | Kurvenbild
Hämodynamik Grafik | Labor | Hygiene | Kumulativ | Röntgenbilder

Permissive Hyperkapnie

- Kontrollierte Hypoventilation mit dem Ziel, den Beatmungsassoziierten Lungenschaden so gering wie möglich zu halten.
- Tidalvolumen 4-7 ml/kg
- Wahl des PEEP abhängig von Atemmechanik (LIP, DHI) und nicht vom PaO₂

Hickling *Int Care Med*, 16, 1990

Aktuelles Beispiel einer permissive Hyperkapnie

Quantitative Sentinel - Intensiv View AIT Arzt Benutzer:PD. Dr. Pannen, Benedikt (Ärzte) 25.04.02 09:22 Patientendaten Anforderung									
Sicherheit Patientenauswahl Stationstafeln Ventilator-Daten Monitor-Daten Hilfe LAB-Daten PAT-Daten									
FR_Respiration_Visite - Soltau,Cornelia (20445530)									
25.04.02									
	01:56	03:03	03:59	05:01	06:06	06:56	07:51	09:00	
Beatmungs-Modus	Text...								
25.04 03:03	BIPAP assist								
FIO2	40	40	40	40	39	40	40	39	%
PEEP	5	5	5	5	5	5	5	5	mbar
DK-HD	29	29	29	29	29	29	28	27	mbar
AF-TOT	20	24	20	19	25	18	17	22	/min
TV Exp.	400	360	370	430	300	370	370	370	
AMV	8,00	8,40	7,20	8,00	9,50	6,90	5,70	8,20	l/min
I:E-GEMESS	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,80	4,80	
PEAK	30,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	29,0	28,0	mbar
BLUTGAS - ERGEBNIS									
PaO2	78,0	70,4	75,5	80,1	88,3		104,0		mmHg
PaCO2	63,6	59,8	61,4	60,2	59,6		65,9		mmHg
pH	7,399	7,436	7,429	7,423	7,408		7,382		
SÄURE - BASEN - STATUS									
ABEc	12,5	14,0	14,2	12,9	11,1		12,0		mmol/L
SBIC	36,3	37,7	38,0	36,6	34,9		35,8		mmol/L
SAO2	95,6	95,1	95,7	96,4	97,1		97,8		%
Kleines Labor									
tHB	7,5	7,3	7,4	7,8	8,1		7,8		g/dL
Hctc	23,5	22,9	23,2	24,2	25,3		24,2		%
K+	4,1	4,2	4,0	4,1	4,3		4,5		mmol/L
Na+	137	138	137	138	137		136		mmol/L
Ca++	1,19	1,19	1,19	1,10	1,18		1,19		mmol/L
Cl-	93	93	93	92	93		92		mmol/L
Glucose	126	103	106	120	119		111		mg/dL

Aufnahme	Vitalwerte / Beatmung	Verordnungen	Kath / Drain	Pflege I	Pflege II	Status	Visite / Befunde	Drucken	Skripte / Info's
Aufn./Probl. + Befunde	Besonderheiten / Notizen	Beatmung Tabelle	Kreislauf Tabelle	Kurvenbild					
Hämodynamik Grafik	Labor	Hygiene	Kumulativ	Röntgenbilder					

Akutes Lungenversagen

Permissive Hyperkapnie

- Reduktion Beatmungsspitzenndruck
30 (max. 40) mbar
- PaCO₂ - Anstieg toleriert
- Prognose verbessert
(84% vs. 60 %, Hickling 1990)
- pH - Grenze?

Supportive Maßnahmen

- Bauchlage
- Bei hohem Atemantrieb: Sedierung!
- Reduktion der CO₂-Produktion (Temperatur-senkung, fettreiche Ernährung, Sedierung, ggf. Relaxieren)
- Reduktion des Totraumes des Schlauchsystems (keine Gurgel verwenden!)

Kontraindikationen der permissiven Hyperkapnie

- Absolut
 - Erhöhter intracranieller Druck

- Relativ
 - Rechts- und Linksherzinsuffizienz (Monitoring des PAP und des CO)
 - Kardiale Arrhythmien
 - Medikation mit β -Blockern (Fehlende sympathische Gegenregulation)

Evidence based medicine ?

- Im A/C-Modus führt ein VT von 6 ml/kg im Vergleich zu einem VT von 12 ml/kg zu einer Abnahme
 - der Mortalität (22%)
 - Der Beatmungstage
- Kritik
 - Unphysiologisch hohe VT in der Referenzgruppe

The Acute Respiratory Distress Syndrom Network: N Engl. J Med 18, 2000

Entwöhnung von der Beatmung

Schnell und erfolgreich

- Vermeidung Risikofaktoren Atemmuskelinsuffizienz
- Frühzeitiger Entwöhnungsbeginn, Entwöhnungsprotokoll
- Sedierungskonzept
- Ernährung

Künstliche Beatmung

Richtlinien

- Spontanatmung erhalten!
- Kontrollierte Beatmung:
Druckkontrolliert, -limitiert
- V_T klein wählen, Atemwegsspitzenndruck < 35 mbar
- PEEP ausreichend hoch
- Permissive Hyperkapnie
- Lagerung, Mobilisation