Evidenz der lungenprotektiven Beatmung in der Anästhesie

SIGA/FSIA Frühlingskongress

18. April 2009

Kultur- und Kongresszentrum Luzern

Hintergrund I

- **Atemzugsvolumina über die Jahre kontinuierlich reduziert**
  - 10 – 15 ml/kg aktuellem KG --> < 9 ml/kg predicted KG
- **Änderung aufgrund unzähliger Tierversuche, bei denen grosse TV eine vorbestehende Lungenpathologie verschlechterten (VILI)**
- **2 klinische Studien zeigten kleinere Mortalität und Morbidität bei ALI/ARDS (VALI)**
- **3 Publikationen konnten eine erniedrigte Mortalität zeigen bei Anwendung lungenprotektiver Beatmung**

Hintergrund II

- **Klinische Guidelines unterstützen die Anwendung lungenprotektiver Beatmung bei Patienten mit ALI/ARDS**
- **Es existieren keine Guidelines für die Beatmungseinstellung bei Patienten ohne vorbestehenden Lungenschaden (gemäss Definitionen ALI/ARDS)**
  - Mangel an RCT

Experimente

- Tv 20-50 ml/kg bei Tieren: proteinreiches Lungenödem, histologisch nicht unterscheidbar von anderen Formen des Lungenkapillarlecks
- PEEP protektiv, solange kein Anstieg des PIP und keine Lungenüberblähung
- Kleine Tiere empfindlicher
- End-inspiratorisches Lungenvolumen entscheidender als PIP
- Anstieg Entzündungsmarker in BAL/Serum bei nicht lungenprotektiver Beatmung bei ARDS

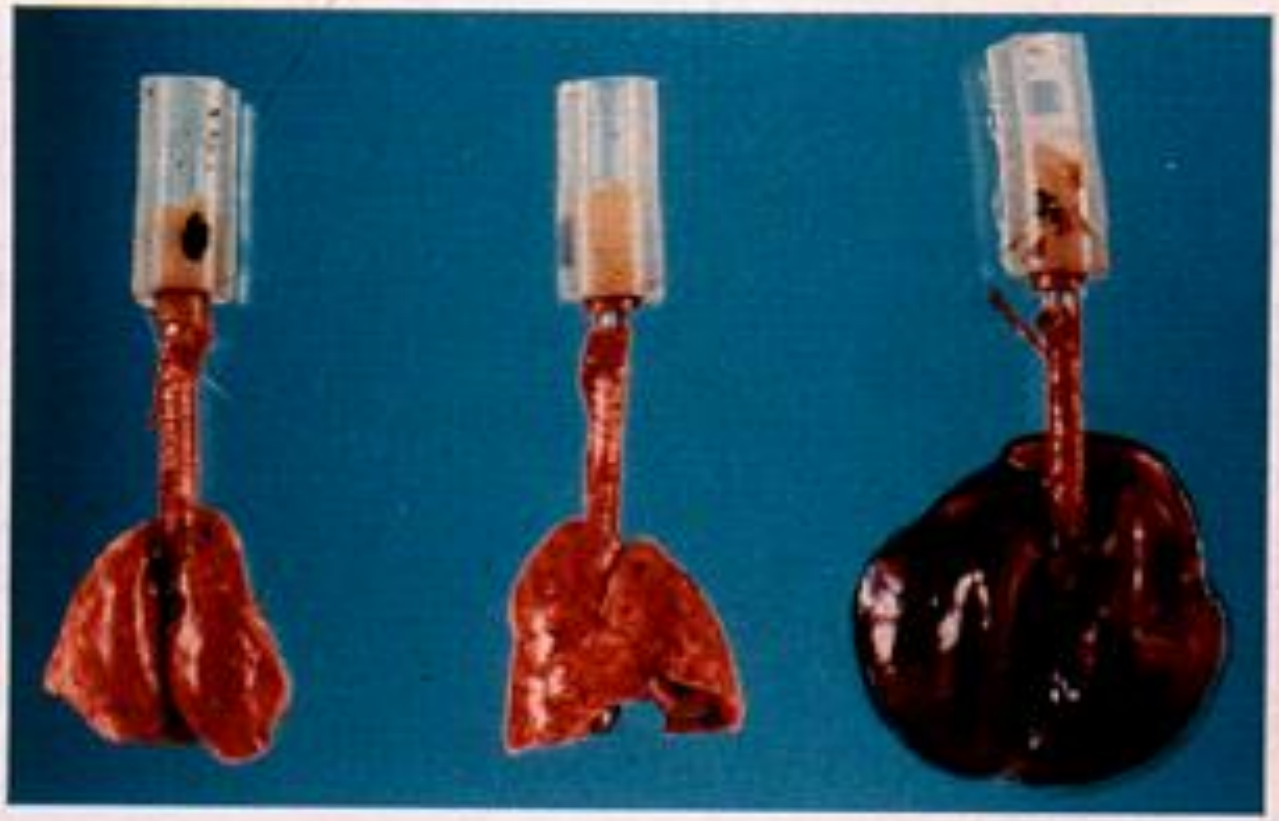


Figure 5. Macroscopic aspect of rat lungs after mechanical ventilation at 45 cm H_2O peak airway pressure. *Left*: normal lungs; *middle*: after 5 min of high airway pressure mechanical ventilation. Note the focal zones of atelectasis (in particular at the left lung apex); *right*: after 20 min, the lungs were markedly enlarged and congestive; edema fluid fills the tracheal cannula.

Dreyfuss D & Saumon G. AJRCCM 1998:157:294-323

Lungenschäden

- **VILI/VALI**

- **Low pressure Lungenödem (Kapillarleck)**
- **Mechanische Verdrehung/Überblähung von Lungenstrukturen**
- **Nicht infektiöse Lungenentzündung (Biotrauma) durch Zytokine, Mediatoren**

VALI

- **Volutrauma → Überdehnung**
  - Grosse TV, hohes endinspiratorisches Volumen
- **Atelektotrauma → zyklischer Kollaps und Öffnen von Alveolen**
  - Zu wenig PEEP, zu kleines endexspiratorisches Volumen
- **Biotrauma → Inflammation der Lunge**
  - Mediatorenfreisetzung durch lungenschädigende Beatmung
- **O_2-Toxizität → Freisetzung von Radikalen**
  - Dosiswirkungskurve nicht bekannt
- **Barotrauma → zu hohe Beatmungsdrucke**

Pinhu et al Lancet 2003;361:332-340

Lungenschaden durch Beatmung

- Extra-alveoläre Gaslecks (Barotrauma)
- Schaden an den kleinen Luftwegen (Zysten, Bronchiektasen)
- Entzündliches Ödem (low pressure lung edema)
- Alveolarblutungen

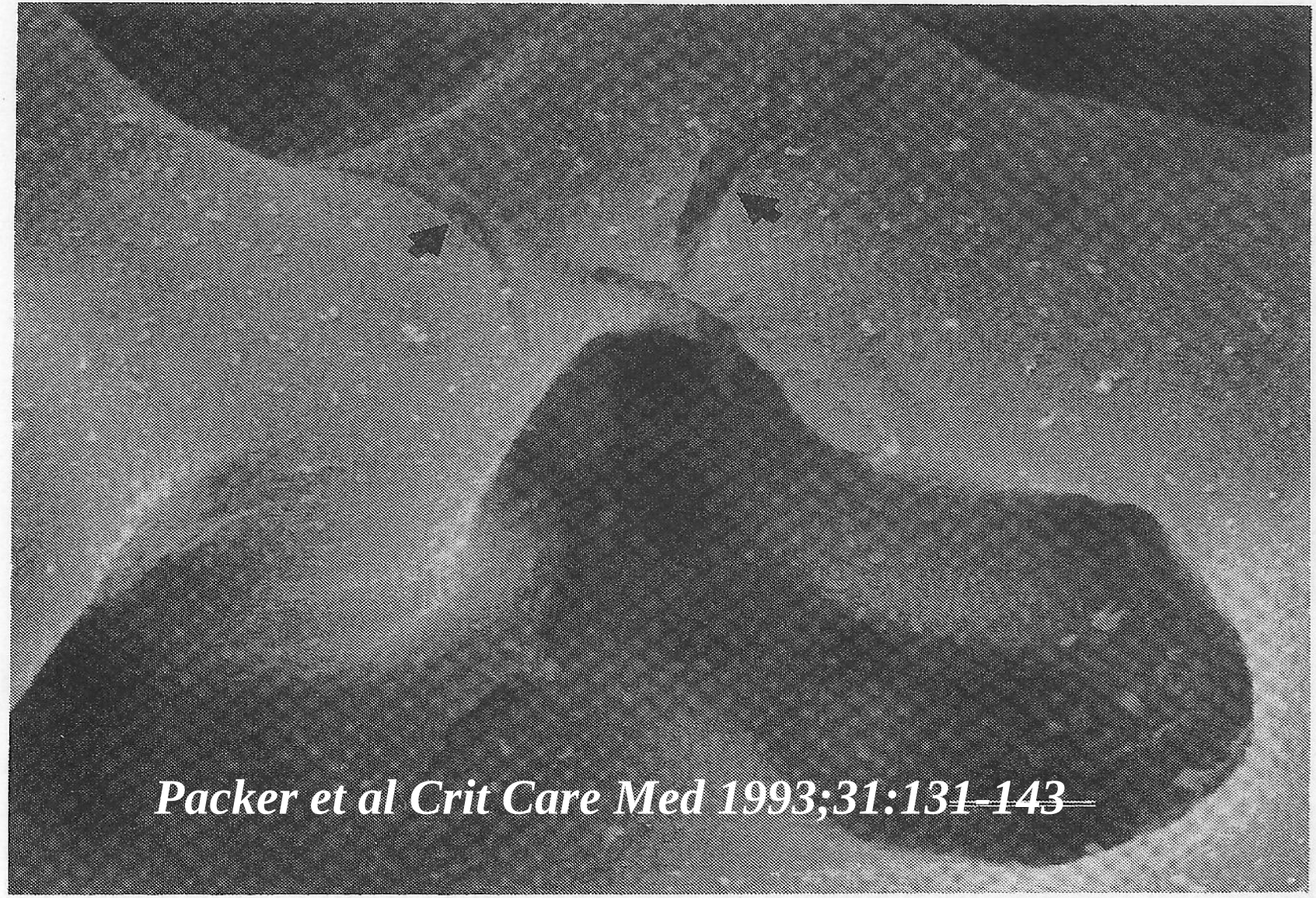
Beatmungsinduzierte Lungenschäden

- **Potential, um Verletzung zu produzieren oder zu vergrössern**
  - hohe Inspirationsdrucke
  - Alveoläre Überdehnung
  - Scherkräfte
  - alveoläres Recruitment/Derecruitment
- **PEEP hat einen positiven Effekt**
- **Korrekte Beatmungsstrategie beeinflusst das Outcome positiv bei vorbestehender Lungenpathologie**

Histologie – Autopsie VILI

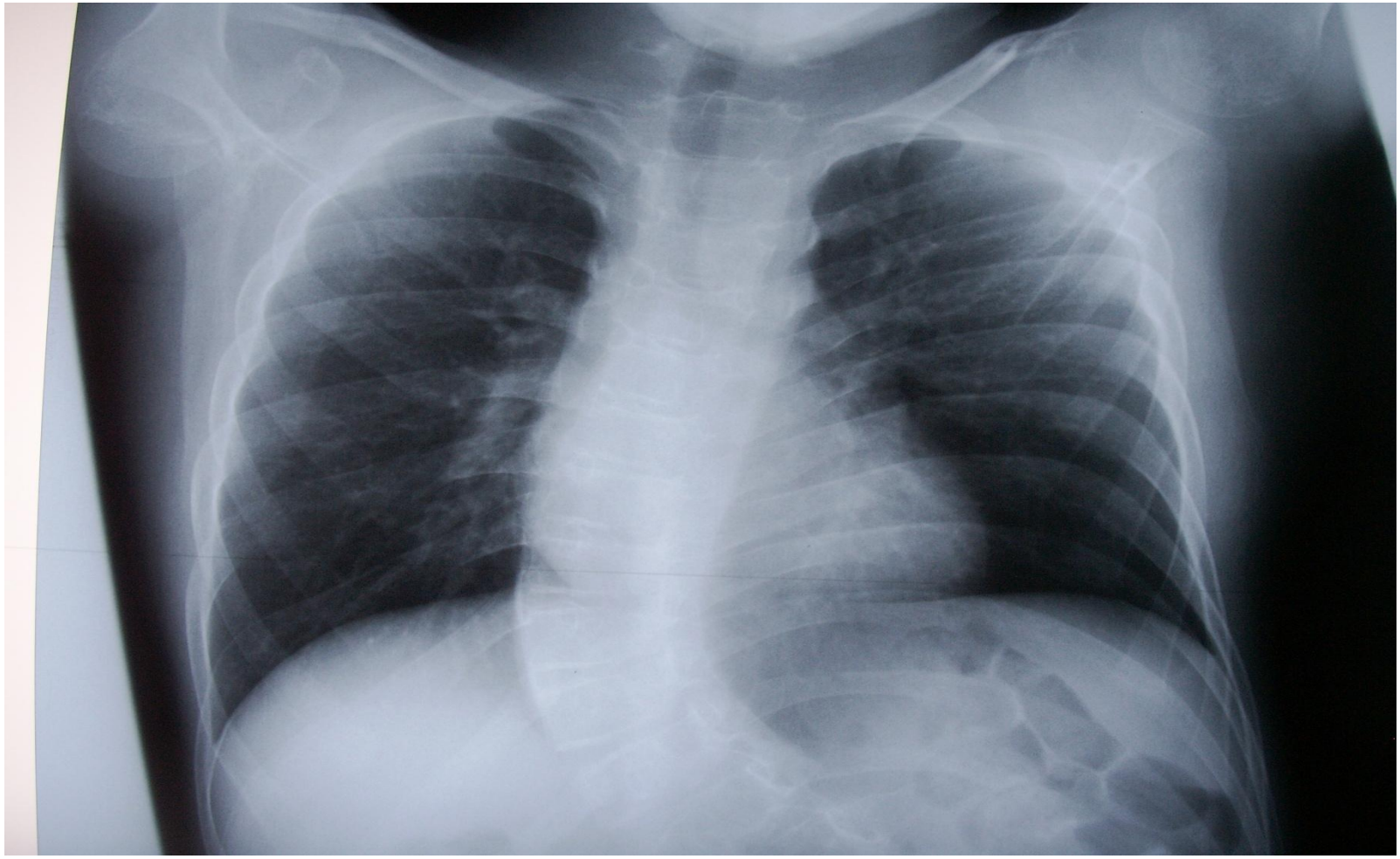
- **Emphysem-ähnliche Veränderungen**
  - Lungenzysten
  - Bronchiektasen
- **Im CT vor allem in nicht abhängigen und caudal gelegenen Lungenabschnitten**
- **Abhängig von:**
  - Tidalvolumina
  - Spitzendruck
  - Dauer der Beatmung
  - Dauer der hohen $FiO_2 > 0,6$

Evidenz der lungenprotektiven Beatmung

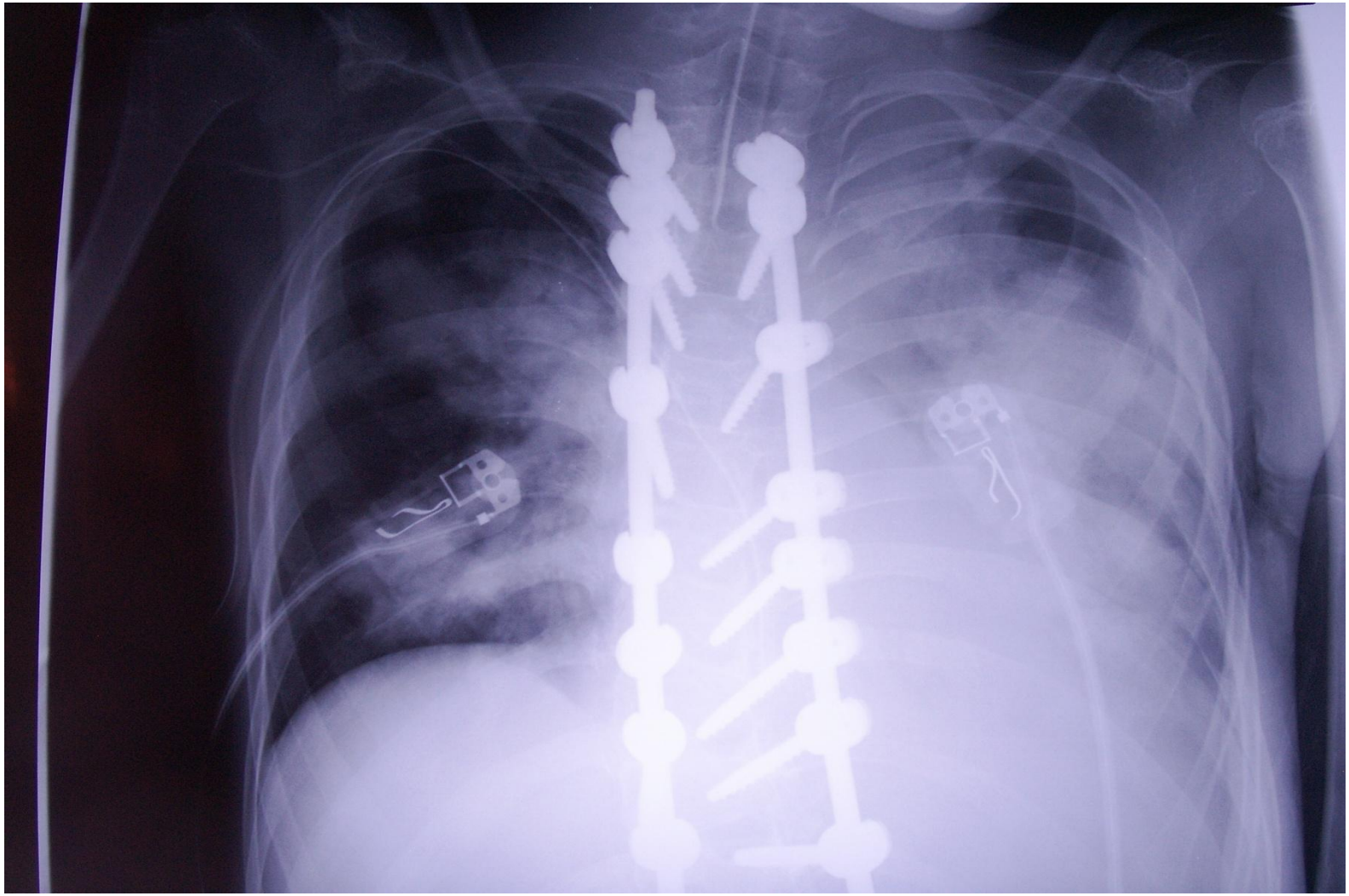


Packer et al Crit Care Med 1993;31:131-143

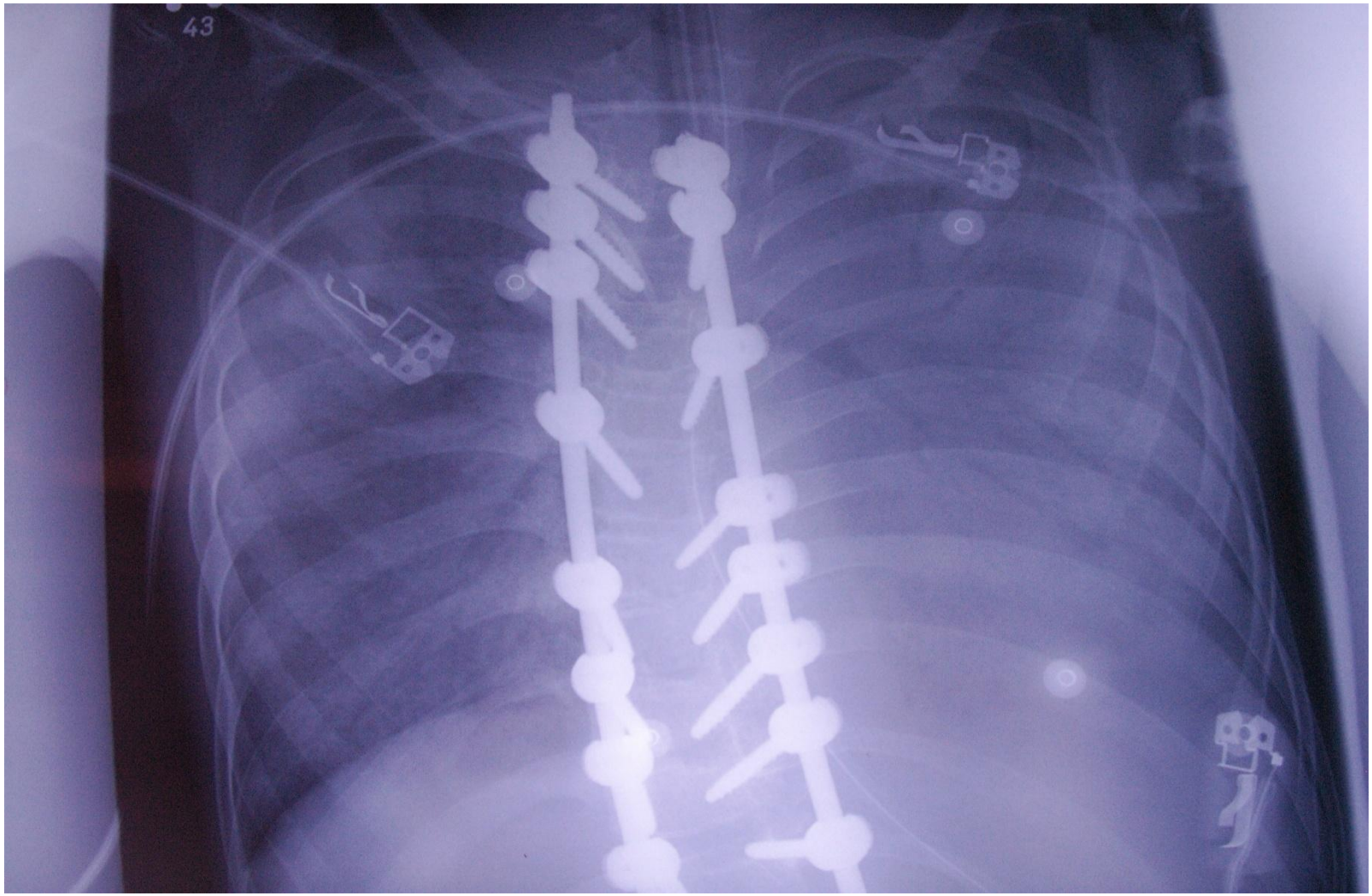
Thorax präoperativ



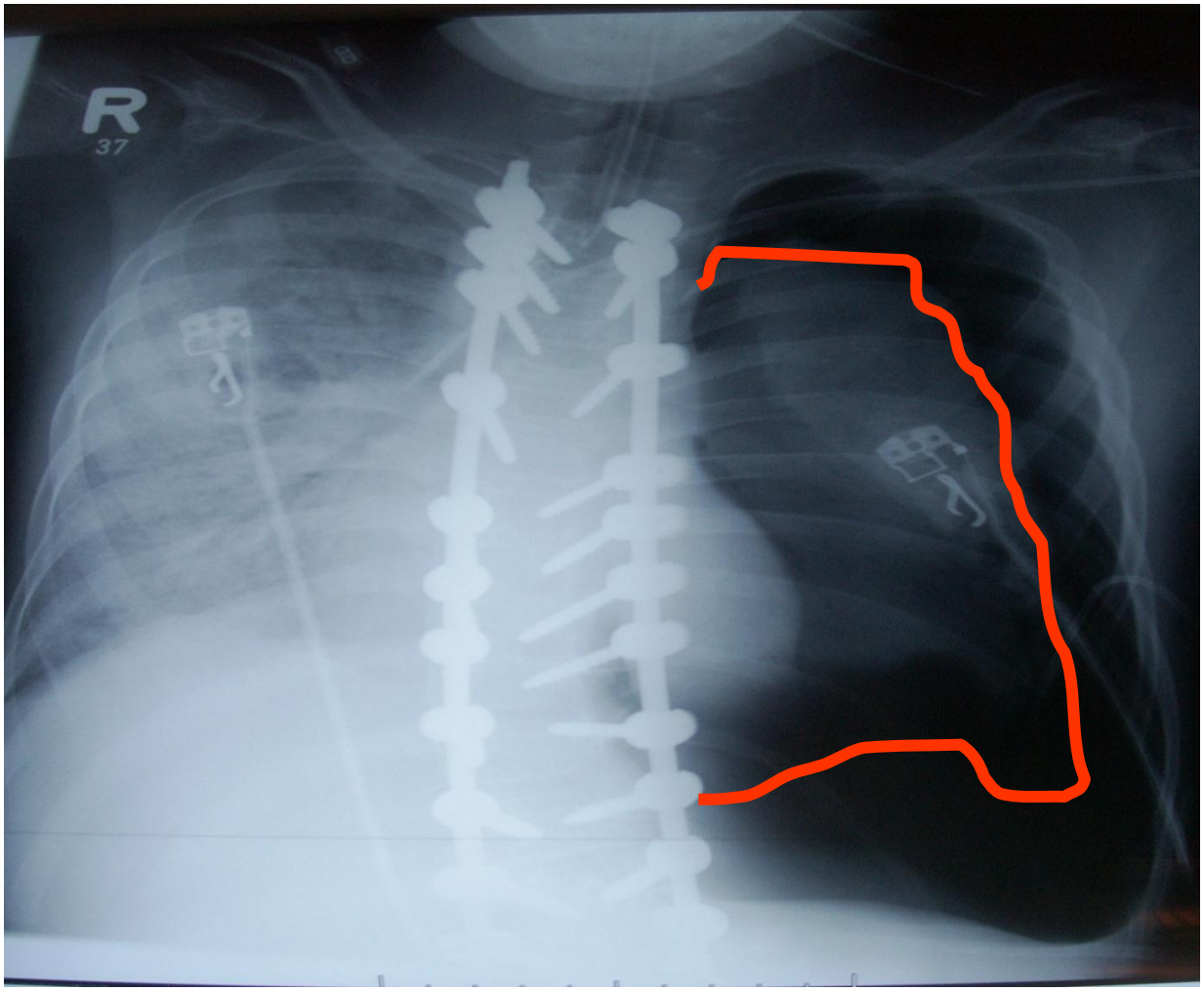
Thorax nach Intubation



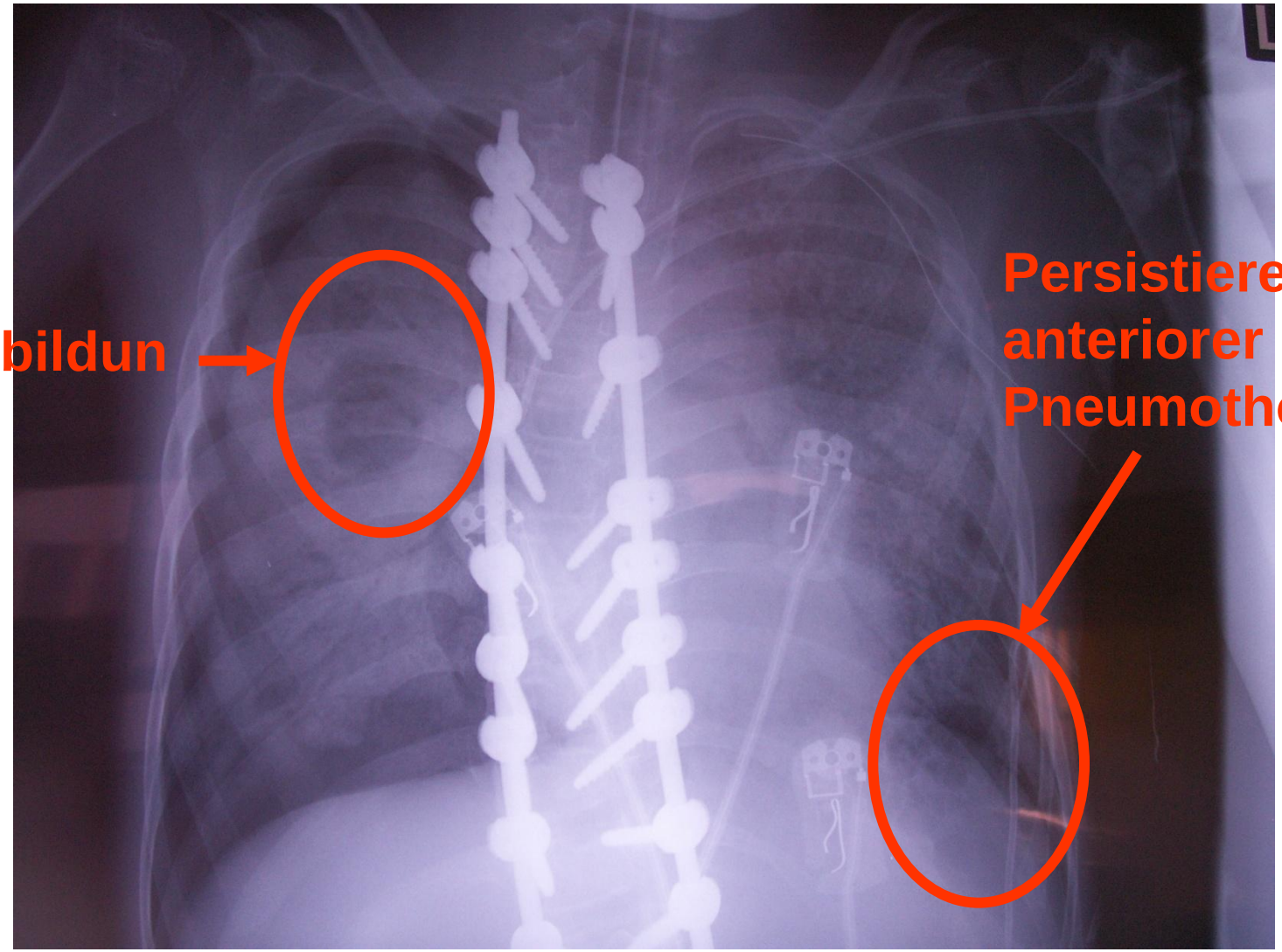
Thorax nach 2 Tagen Beatmung



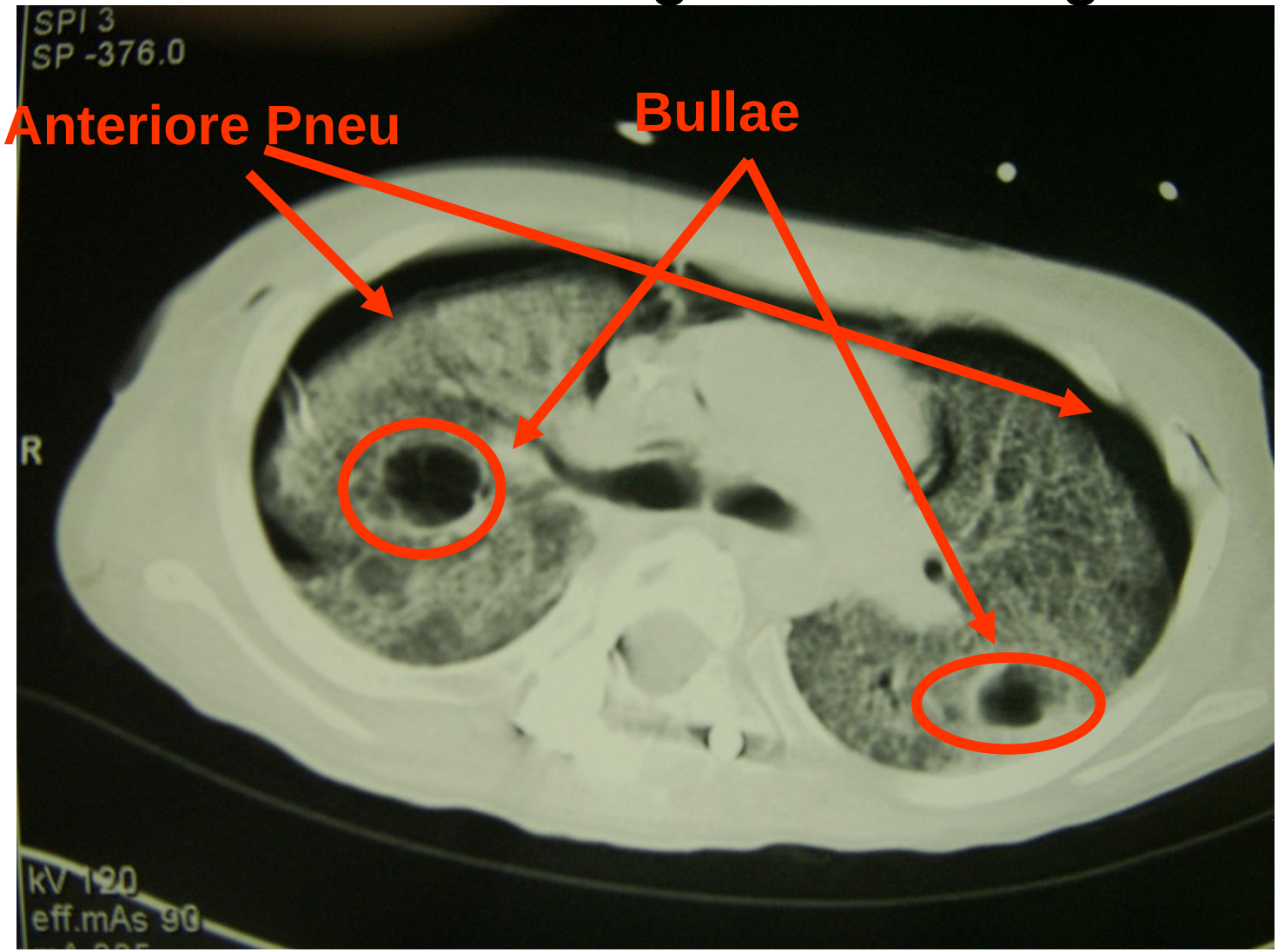
Spannungspneumothorax li



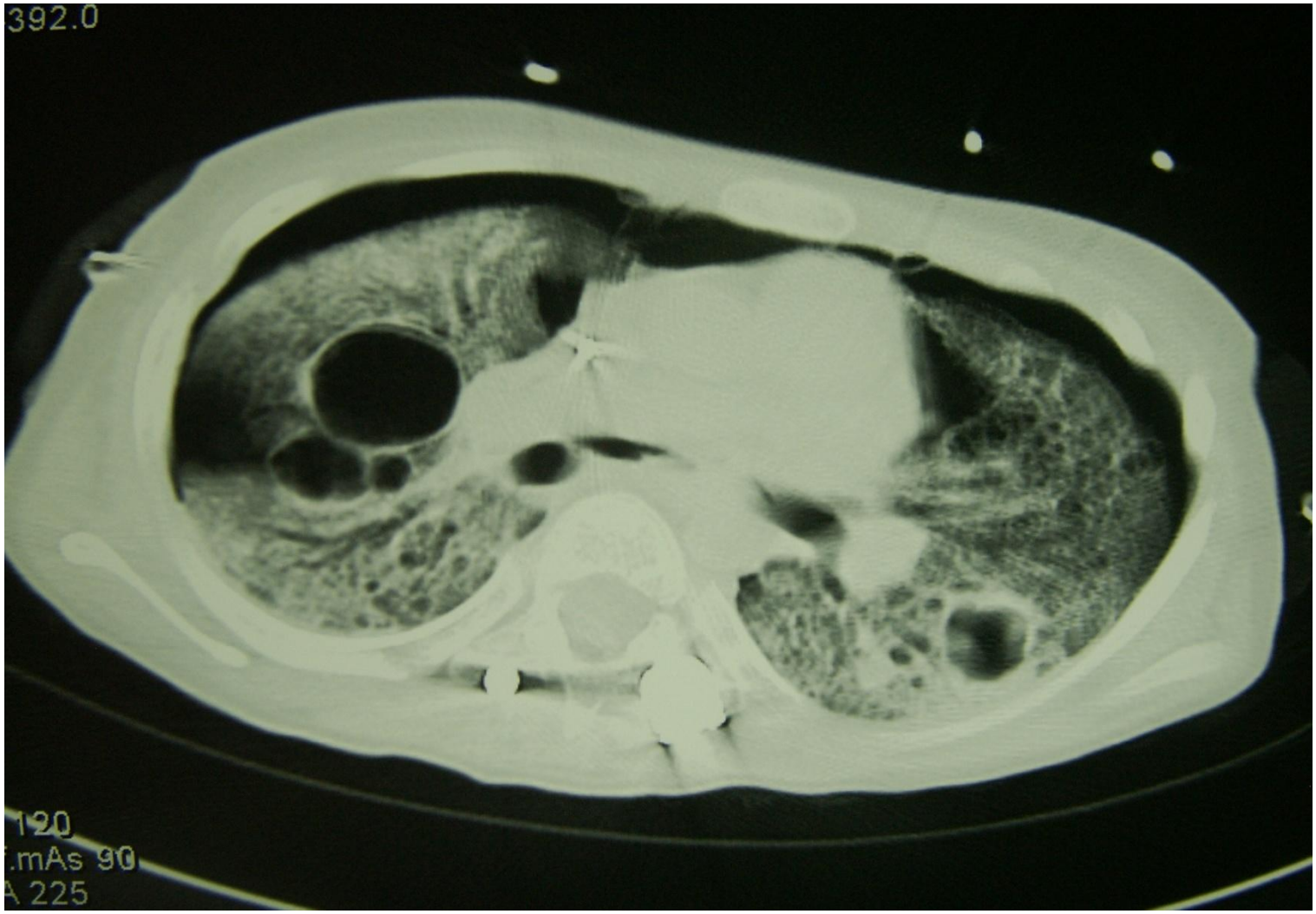
Spannungspneumothorax re



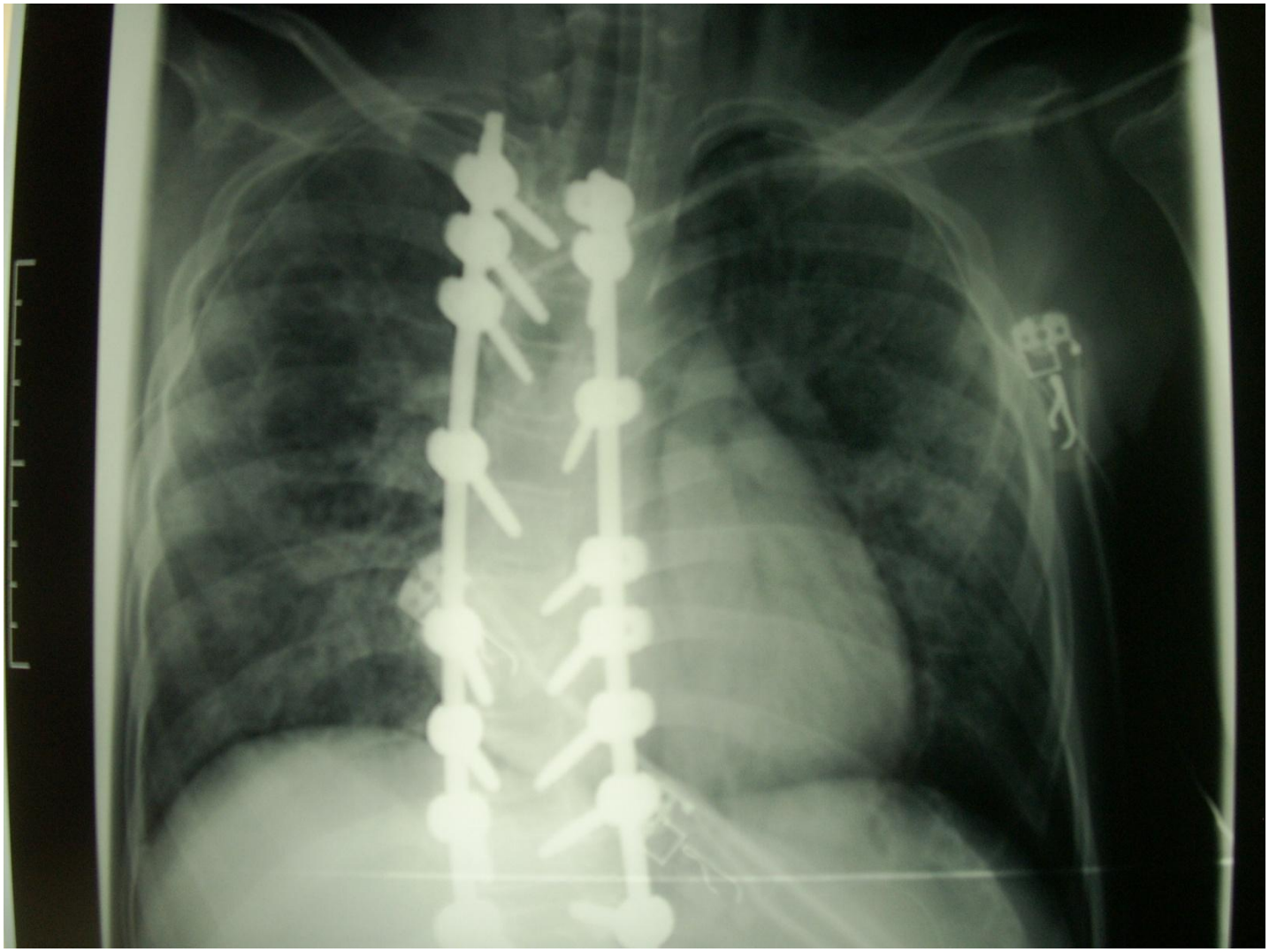
CT nach 21 Tagen Beatmung



CT nach 21 Tagen Beatmung



Thorax nach 24 Tagen Beatmung

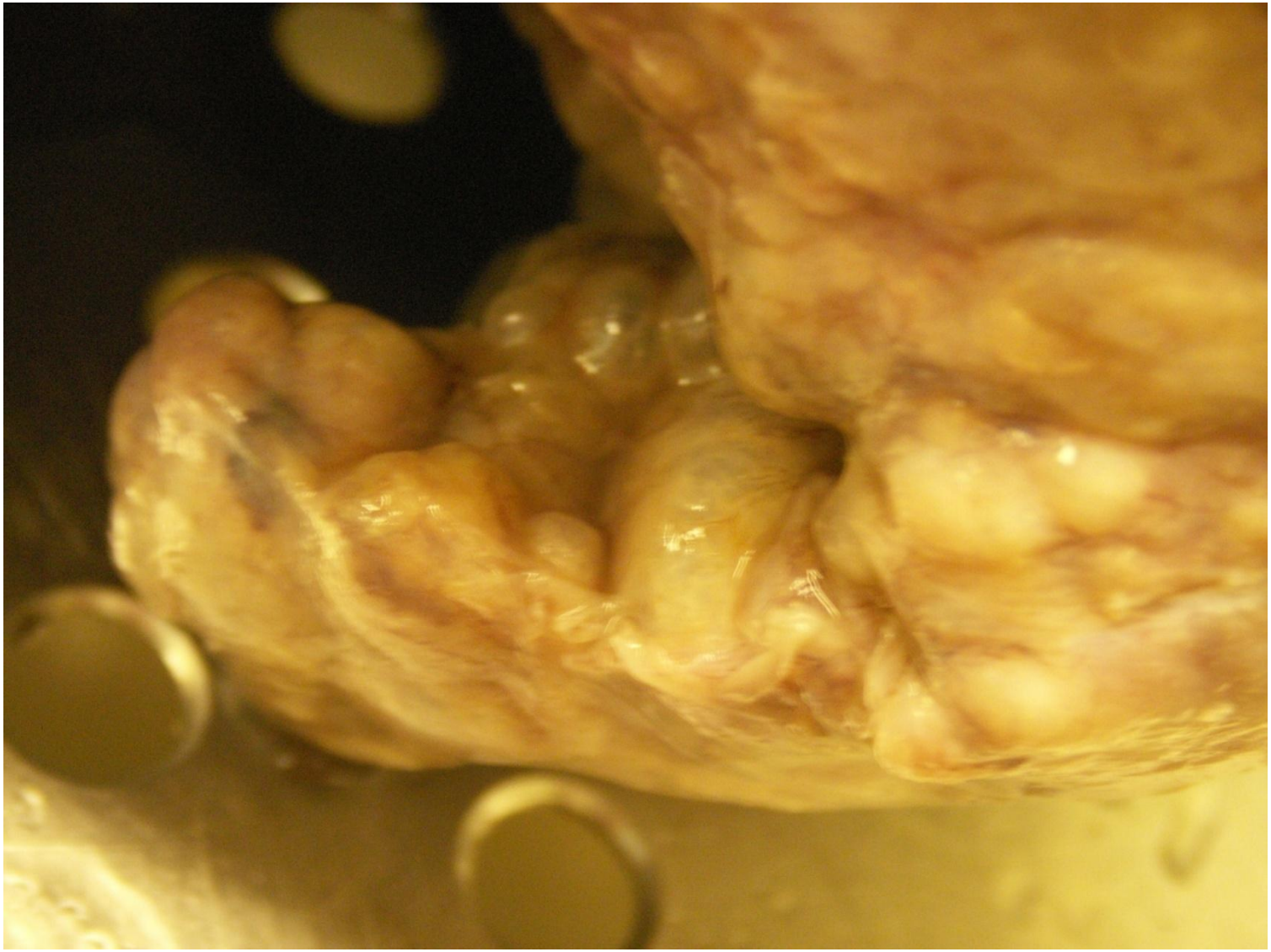


Formalinfixierte Lunge

Evidenz der lungenprotektiven Beatmung

Evidenz der lungenprotektiven Beatmung

Evidenz der lungenprotektiven Beatmung



Was ist eine lungenprotektive Beatmung?

- Eine Beatmungsstrategie mit dem Ziel:
- Nicht noch mehr zu schaden oder
- keinen Schaden zu setzen!
- Was bedeutet dies?

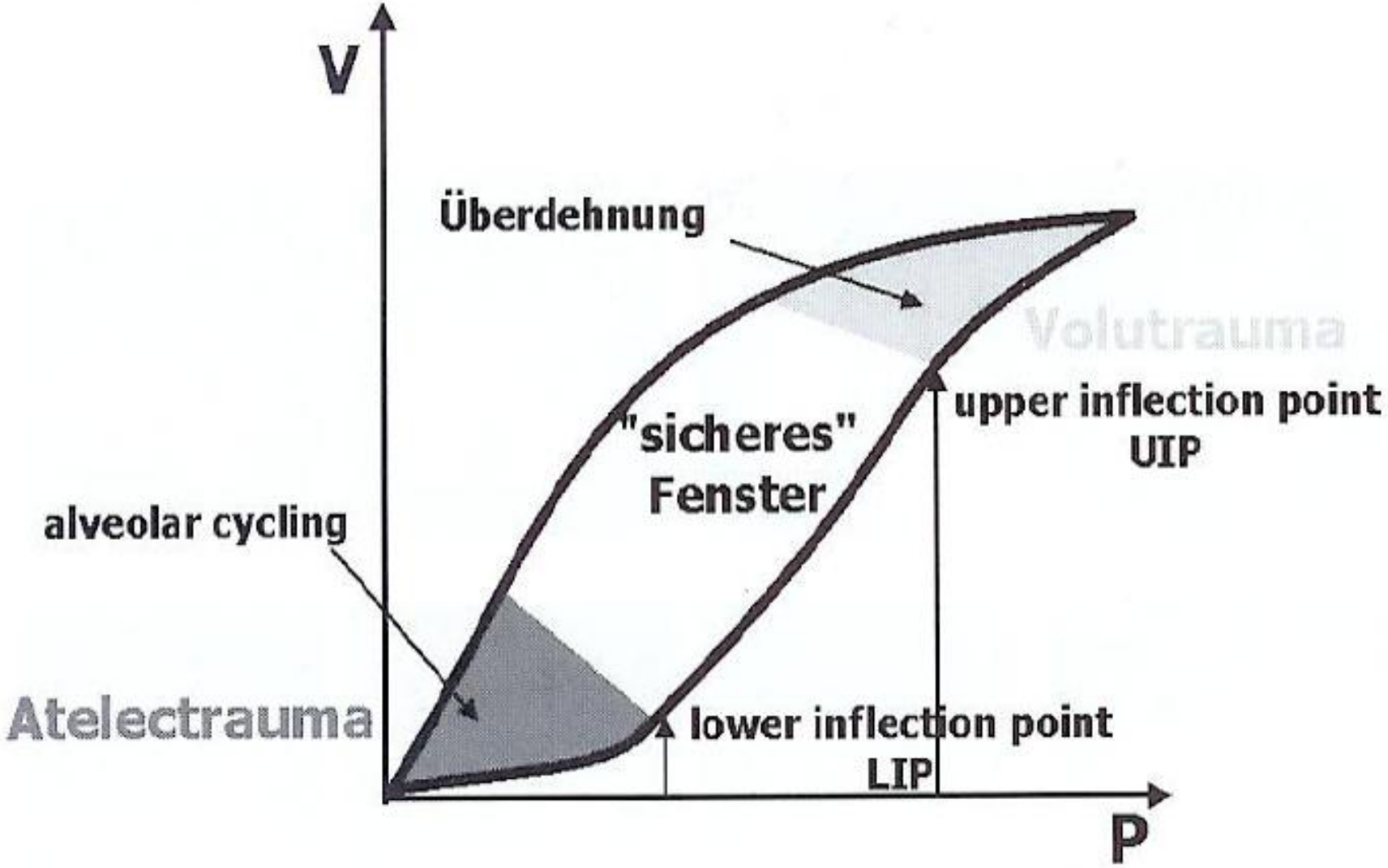
Was ist eine lungenprotektive Beatmung

- **Dazu braucht es einen Blick in die Pathophysiologie**
- **Druck-Volumen-Kurve**

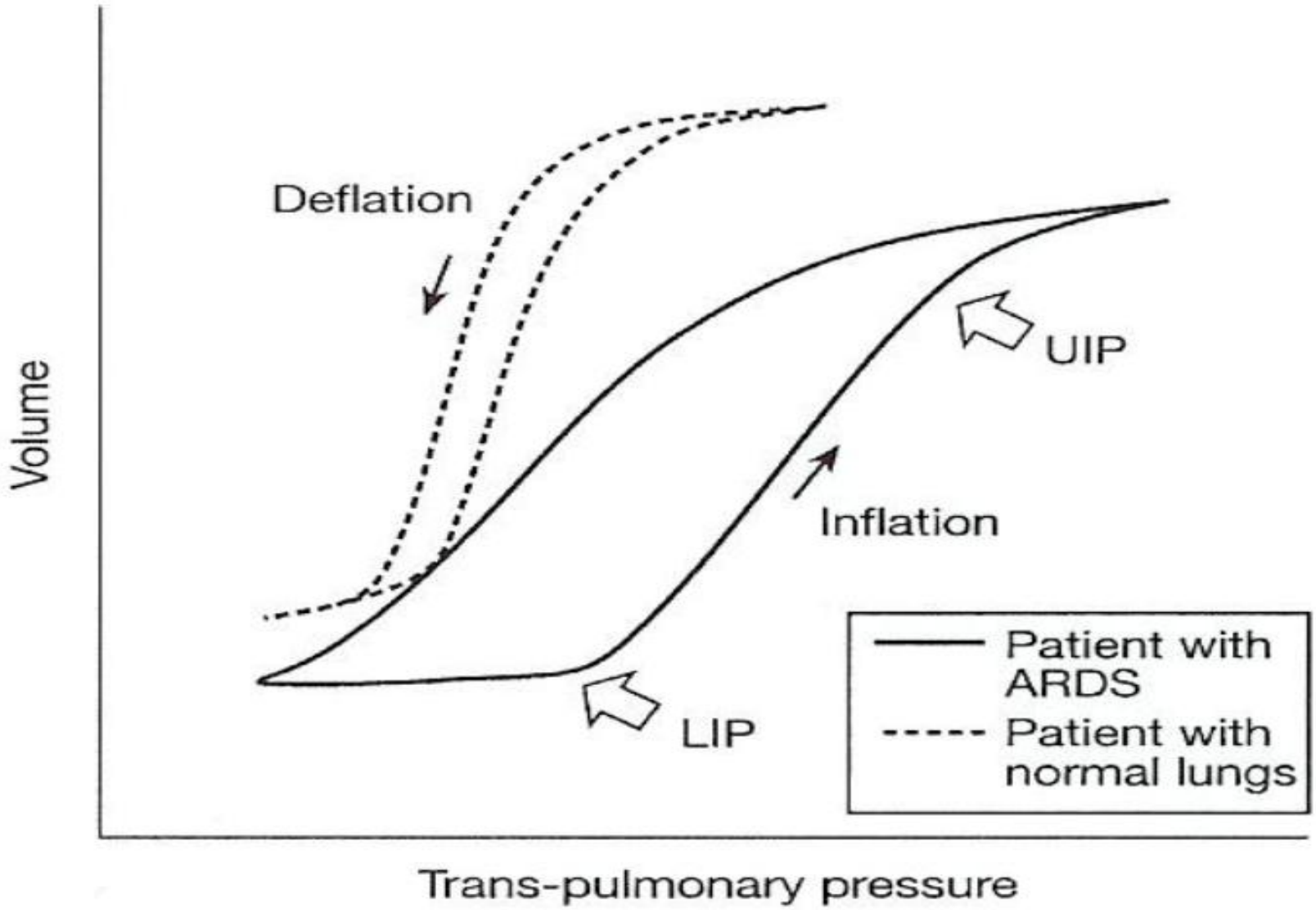
P / V Kurve

- Statisch
- Relaxierter Patient
- VCV
- No flow Phase
- Bestimmung der besten Compliance

Evidenz der lungenprotektiven Beatmung

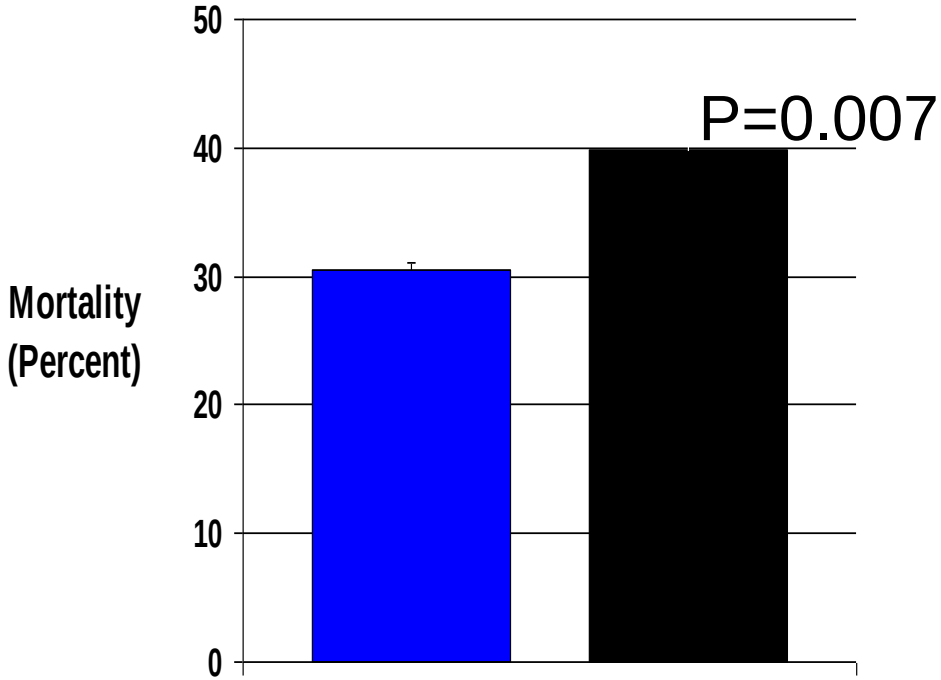


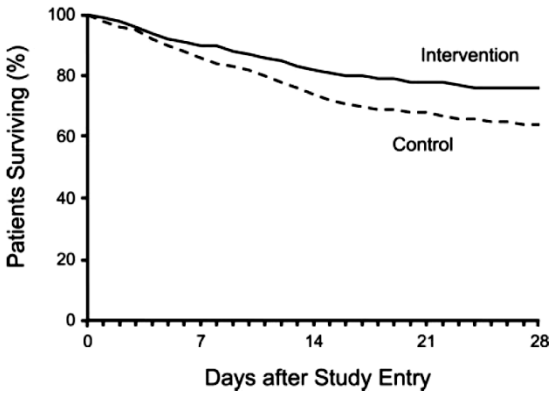
Evidenz der lungenprotektiven Beatmung



Evidenz bei ALI/ARDS gegeben

Low vs Traditional V_t in ARDS





NIH ARDSNetwork

New England Journal of Medicine

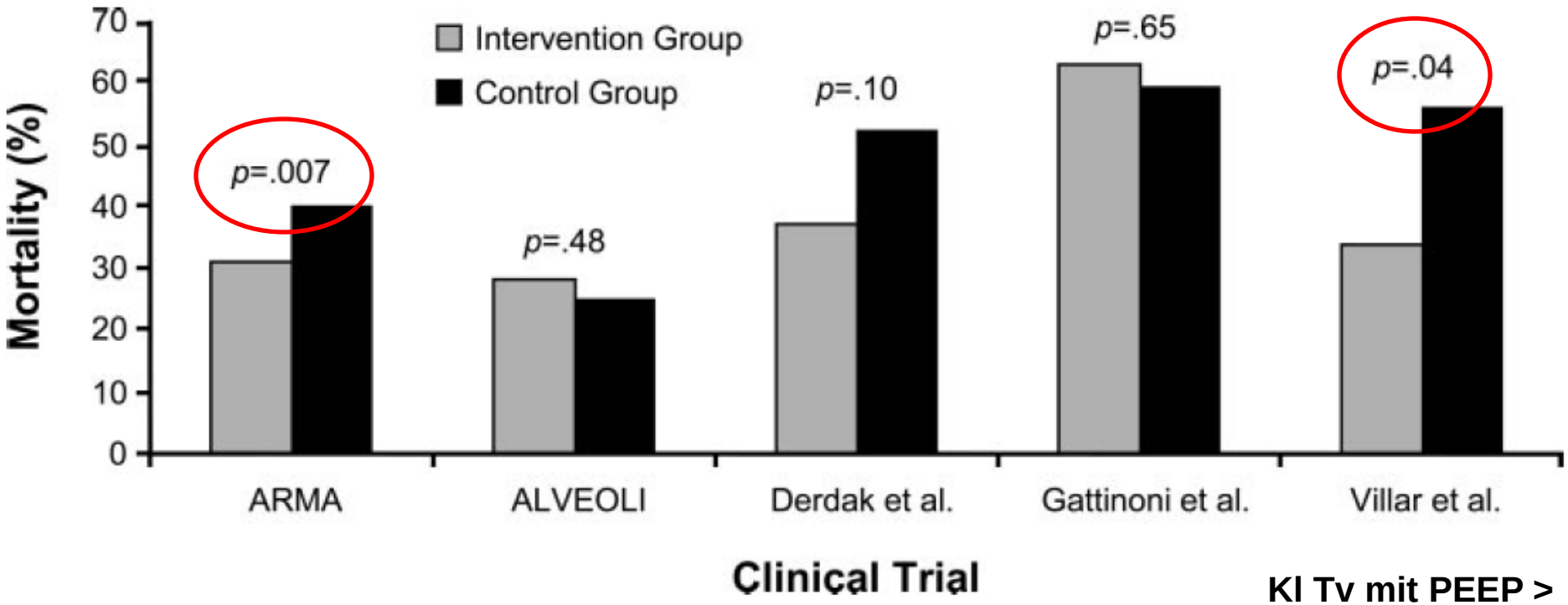
2000 342:1301-8

Lower Vt Traditional Vt

Was heisst pro kg KG?

- **Standardkörpergewicht (predicted body weight)**
  - **Männer:**
    - 50 + 0,91x(Grösse in cm) -152,4
    - 80 Kg, 170 cm
    - 50 + 0,91x(170) -152,4 = 52,3 → Tv 315 ml <-> 480 ml
  - **Frauen:**
    - 45,5 + 0,91x(Grösse in cm) – 152,4
    - 60 Kg, 160 cm
    - 45,5 + 0,91x(160) – 152,4 = 38,7 → 230 ml <-> 360 ml

Evidenz der lungenprotektiven Beatmung



Kl Tv vs gr Tv **H vs t PEEP** **HFOV vs MV** **Bauchlage** **Kl Tv mit PEEP > Pflex vs gr Tv und kl PEEP**

British Journal of Anaesthesia **92 (2)**: 261–70 (2004)
DOI: 10.1093/bja/aeh031

BJA

REVIEW ARTICLE

Protective ventilation of patients with acute respiratory distress syndrome

E. D. Moloney and M. J. D. Griffiths*

Imperial College School of Medicine at the National Heart and Lung Institute, Royal Brompton Hospital, London, UK

**Corresponding author: Adult Intensive Care Unit, Royal Brompton Hospital, Sydney Street, London SW3 6NP, UK. E-mail: m.griffiths@ic.ac.uk*

Conclusions

The clinical importance of lowering the tidal volume to limit overdistension of the lung when ventilating patients with ARDS has recently been established.[1] No other treatment or supportive modality has been shown to affect the outcome of patients with ARDS. With few exceptions,

Wie ist die Evidenz bei Patienten intraoperativ mit normaler Lunge?

Table 1. Prospective Studies on Tidal Volumes in Patients without ALI/ARDS

Reference	Type of Patients (Number of Patients)	V_T in Study Groups	Other Differences between Study Groups	Main Outcomes
Michelet *et al.*[32]	Patients undergoing esophagectomy (52)	9 ml/kg during two-lung and one-lung ventilation; no PEEP *vs.* 9 ml/kg reduced to 5 ml/kg during one-lung ventilation; PEEP	None	Lower blood levels of IL-1, IL-6, and IL-8, higher Pa_{O_2}/F_{IO_2} ratio during one-lung ventilation and after surgery; reduction of postoperative mechanical ventilation duration
Lee *et al.*[33]	Postoperative patients (103)	6 *vs.* 12 ml/kg ABW	None	Incidence of pulmonary infection tended to be lower; duration of intubation tended to be shorter
Wrigge *et al.*[34]	Patients during elective surgery (39)	6 *vs.* 15 ml/kg without PEEP *vs.* 6 ml/kg with PEEP	0 cm H_2O PEEP *vs.* 10 cm H_2O PEEP	After 1 h, no differences in plasma levels of TNF-α, IL-1, IL-6, and IL-10
Koner *et al.*[35]	Patients undergoing bypass grafting (44)	6 *vs.* 10 ml/kg with PEEP *vs.* 10 ml/kg without PEEP	0 cm H_2O PEEP *vs.* 5 cm H_2O PEEP	No differences in plasma levels of TNF-α and IL-6
Wrigge *et al.*[36]	Patients during major thoracic and abdominal surgery patients (64)	6 *vs.* 12 or 15 ml/kg	10 cm H_2O PEEP with lower V_T *vs.* 0 cm H_2O PEEP with larger V_T	No differences in time course of tracheal aspirate or plasma levels of TNF-α, IL-1, IL-6, IL-8, IL-12, and IL-10
Wrigge *et al.*[37]	Patients after cardiopulmonary bypass (44)	6 *vs.* 12 ml/kg PBW for 6 h	None	BALF levels of TNF-α were higher in patients ventilated with larger V_T; no differences in the time course of IL-6 and IL-8; no differences in plasma values
Zupancich *et al.*[38]	Patients after elective coronary artery bypass grafting (40)	8 *vs.* 10–12 ml/kg	10 cm H_2O PEEP with lower V_T *vs.* 2–3 cm H_2O PEEP with larger V_T	IL-6 and IL-8 levels in BALF and plasma increased only in patients ventilated with larger V_T
Reis Miranda *et al.*[39]	Patients after elective coronary artery bypass grafting (62)	4–6 *vs.* 6–8 ml/kg PBW	10 cm H_2O PEEP with lower V_T *vs.* 5 cm H_2O PEEP with larger V_T; OLC	IL-8 levels decreased more rapidly in patients ventilated with lower V_T
Choi *et al.*[40]	Patients during surgery for ≥ 5 h (40)	6 *vs.* 12 ml/kg PBW	10 cm H_2O PEEP with lower V_T *vs.* 0 cm H_2O PEEP with larger V_T	Ventilation with lower V_T prevented pulmonary coagulopathy as compared with ventilation with larger V_T

ABW = actual body weight; ALI = acute lung injury; ARDS = acute respiratory distress syndrome; BALF = bronchoalveolar lavage fluid; F_{IO_2} = fraction of inspired oxygen; IL = interleukin; OLC = open lung concept; Pa_{O_2} = arterial oxygen tension; PBW = predicted body weight; PEEP = positive end-expiratory pressure; TNF-α = tumor necrosis factor α; V_T = tidal volume.

Anesthesiology 2007; 106:1226–31

Copyright © 2007, the American Society of Anesthesiologists, Inc. Lippincott Williams & Wilkins, Inc.

What Tidal Volumes Should Be Used in Patients without Acute Lung Injury?

Marcus J. Schultz, M.D., Ph.D., Jack J. Haitsma, M.D., Ph.D.,† Arthur S. Slutsky, M.D.,‡ Ognjen Gajic, M.D.§*

Normal lung* and no ALI risk factors ("hits")**	Abnormal lung* and/or presence of ALI risk factors ("hits")**
↓	↓
Tidal volume < 10 mL/kg PBW Plateau pressure§ < 15 - 20 cm H_2O PEEP£ ≥ 5 cm H_2O	Tidal volume 6 mL/kg PBW Plateau pressure§ < 15 - 20 cm H_2O PEEP£ ≥ 5 cm H2O

Anesthesiology 2007; 106:1085–7
Copyright © 2007, the American Society of Anesthesiologists, Inc. Lippincott Williams & Wilkins, Inc.

Tidal Volumes in Patients with Normal Lungs

One for All or the Less, the Better?

Editorial zum vorliegenden Review Artikel

- **Es ist essentiell, die Beatmung während der Anästhesie entsprechend den physiologischen Änderungen während der Chirurgie sowie den vorbestehenden Erkrankungen anzupassen.**
- **Behandeln Sie die Lunge sehr sorgfältig**
- **Je kränker der Patient, desto entscheidender ist die Beatmungsstrategie**

Kantonsspital St.Gallen

Chirurgische Intensivstation CHIPS KSSG SOP

Lungenprotektive Beatmung

ALI / ARDS
- paO_2 < 300 / 200 mm Hg
- akute, bilaterale Infiltrate
- keine Linksherzinsuffizienz

↓

Pplat < 30 cm H_2O
SaO_2 > 88%
PEEP gemäss FiO_2 / Compliance
Modus: CPAP / BIPAP / IPPV
IPPV ohne autoflow nur bei hoher Resistence

↓

Ziele erreicht?

1. FiO_2 ↓
2. PEEP ↓

•Permissive Hyperkapnie?
•Bauchlage ?
•paHT: NO ?

ILA ?
HFOV ?

- PEEP gemäss FiO_2:
- FiO_2: 0,3 – 0,4 – 0,5 – 0,6 – 0,7 – 0,8 – 0,9 – 1,0
- PEEP: 5 - 5-8 - 8–10 - 10 - 10–14 - 14 - 14-18 - 20-24
- PEEP gemäss Compliance:
- Volumen kontrollierte Beatmung (IPPV ohne autoflow)
- Start PEEP = 5 cm H_2O
- PEEP in 2 cm H_2O erhöhen, Compliance messen
- PEEP = best Compliance

© Dr. R. Lussmann, CHIPS

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!