

ST-dag Invasiv Ventilatorbehandling

2024-05-31

Johan Petersson Karolinska

1

Dagens upplägg och innehåll

- Vi behöver er hjälp för att det ska bli bra

Förkunskaper?

- Ja

Frågor & diskussion?

- Ja! Ja! Ja!

Tidshållning?

- Utan undantag!

Johan Petersson Karolinska

2

**Resumé från
tidigare avsnitt (2020)**

**Resultat av enkät –
önskat innehåll**

Patient-ventilator dyssynkroni.

Avancerad tolkning av flöde och tryckkurvor

För lång/kort inspirationstid

Lungprotektion vid svår ARDS/respiratorisk acidosis

TU/CPAP hos ARDS-patienter

Varför är vissa patienter hyperkapniska och andra hypoxiska

Alla ARDS samma? Subgrupper, fenotyper?

PEEP

Lungrekrytering

Bästa sätt att träna ur efter lång tid i ventilator

När trackeotomi

Johan Petersson Karolinska

3

Hade ni önskat något annat?

Johan Petersson Karolinska

4

8.00-8.10 Intro
 8.10-8.40 Vad är ARDS? JP
 8.40-8.50 Frågor/Diskussion
 8.50-9.20 Gruppundervisning – ventilatorinställningar
 9.20-9.40 FIKA
 9.40-10.10 Lungprotektion vid svår ARDS/respiratorisk acidosis JK
 10.10-10.20 Frågor
 10.20-10.40 Tryckunderstöd för ARDS-patienter FCJ
 10.40-10.50 Frågor
 10.50-11.00 Sammanfattning av gruppdiskussion ventilatorinställningar
 11.00-11.10 Bensträckare
 11.10-11.25 Kurvor på ventilatorn, vad berättar de? JP
 11.25-11.30 Frågor
 11.30-12.00 Gruppundervisning – ventilatorkurvor, pt-ventilator-dyssynkroni?
 12.00-12.10 Sammanfattning gruppdiskussion
 12.10-13.00 LUNCH
 13.00-13.30 Bästa sätt att träna ur efter lång tid i ventilator JK/FCJ?
 13.30-13.40 Frågor
 13.40-14.30 Tid till förfogande

Tid till förfogande, möjliga diskussionsteman:

- Allt som vi berört under dagen
- Allt som vi inte berört under dagen
- Varför är vissa patienter hyperkapniska och andra hypoxiska?
- PEEP/Lungrekrytering

Johan Petersson Karolinska

5

Vad är det vi vill med patientens ventilatorbehandling?

- inte så självklart, och mer komplext än vi kanske tror

1. Hantera akut respirationssvikt

- Livshotande hypoxemi
- Livshotande hyperkapné
- Livshotande ventilationsinsufficiens
- (Möjliggöra säker luftväg och/eller djup sedering)

Johan Petersson Karolinska

6

Vad är det vi vill med patientens ventilatorbehandling?

2. Vilka behandlingsmål har vi?

- a. Acceptabelt PaO_2
- b. Acceptabelt PaCO_2
- c. Acceptabelt andningsarbete
- d. Bästa möjliga överlevnad
- e. Kortast möjliga ventilator-/IVA-tid
- f. Bästa möjliga återhämtning/återgång till tidigare hälsa/funktion
- g. Snabbast möjliga återhämtning/återgång till tidigare hälsa/funktion
- h. Lägsta möjliga risk för komplikationer
- i. Hur prioritera a-h? Hur kan de konkurrera/påverka varandra
- j. Lägsta möjliga resursutnyttjande, bästa möjliga kostnadseffektivitet

Johan Petersson Karolinska

7

Vad är det vi vill med patientens ventilatorbehandling?

3. När ska vi och när ska vi inte

inleda invasiv ventilatorbehandling?

fortsätta invasiv ventilatorbehandling?

När kan vi veta att det inte hjälper patienten till överlevnad (till en önskad livssituation) om vi inleder eller fortsätter invasiv ventilatorbehandling?

Johan Petersson Karolinska

8

ARDS

- Ett mycket kort underlag för resten av dagen,
inte allt om ARDS

Johan Petersson Karolinska

9

Vad är ARDS?

- Många sjukdomar/tillstånd resulterar i likartad klinisk situation
 - 60-70% pneumoni
- Inflammation med ödem i lungvävnaden
 - Involverar alveolernas epitel och kärlens endotel, många mediatorer, koagulationssystemet mm
- Definieras av en kombination av anamnes/radiologi/hypoxemi

Johan Petersson Karolinska

10

Vad är ARDS?

Definieras av en kombination av anamnes/radiologi/hypoxemi

1. Akut – insjuknande inom 7 dagar
2. Lungröntgen med **bilaterala lunginfiltrat**
3. Respiratorisk svikt som **inte helt förklaras av vänsterkammarsvikt eller övervätskning**.
4. Hypoxemi, $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 40.0$ kPa
 - a. Mild ARDS: $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 40.0$ och > 26.7 kPa och CPAP/PEEP ≥ 5 cmH₂O, med non-invasivt eller invasivt respiratoriskt stöd.
 - a. Måttlig ARDS: $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 26.7$ och > 13.3 kPa och CPAP/PEEP ≥ 5 cmH₂O med invasivt ventilatorstöd.
 - a. Svår ARDS: $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 13.3$ och CPAP/PEEP ≥ 5 cmH₂O med invasivt ventilationsstöd.

Förenkling av Berlindefinitionen av ARDS, samtliga kriterier 1–4 ska vara uppfyllda

ARDS Definition Task force JAMA. 2012;307(23):2526-2533, Ferguson et al. Int Care Med 2012;38:1573-1582

Johan Petersson Karolinska

11

Vad är ARDS?

Definieras av en kombination av anamnes/radiologi/hypoxemi

Table 3. The Berlin Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome

Acute Respiratory Distress Syndrome	
Timing	Within 1 week of a known clinical insult or new or worsening respiratory symptoms
Chest imaging ^a	Bilateral opacities—not fully explained by effusions, lobar/lung collapse, or nodules
Origin of edema	Respiratory failure not fully explained by cardiac failure or fluid overload Need objective assessment (eg, echocardiography) to exclude hydrostatic edema if no risk factor present
Oxygenation ^b	
Mild	200 mm Hg < $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 300$ mm Hg with PEEP or CPAP ≥ 5 cm H ₂ O ^c
Moderate	100 mm Hg < $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 200$ mm Hg with PEEP ≥ 5 cm H ₂ O
Severe	$\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 100$ mm Hg with PEEP ≥ 5 cm H ₂ O

Abbreviations: CPAP, continuous positive airway pressure; FIO₂, fraction of inspired oxygen; PaO₂, partial pressure of arterial oxygen; PEEP, positive end-expiratory pressure.

^aChest radiograph or computed tomography scan.

^bIf altitude is higher than 1000 m, the correction factor should be calculated as follows: [$\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \times (\text{barometric pressure}/760)$].

^cThis may be delivered noninvasively in the mild acute respiratory distress syndrome group.

ARDS Definition
Task force JAMA.
2012;307(23):25
26-2533

Johan Petersson Karolinska

12

Vad är ARDS?

Definieras av en kombination av anamnes/radiologi/hypoxemi

eTable 1. Common Risk Factors for ARDS

Direct	Indirect
Pneumonia	Non-pulmonary sepsis
Aspiration of gastric contents	Major trauma
Inhalational injury	Pancreatitis
Pulmonary contusion	Severe burns
Pulmonary vasculitis	Non-cardiogenic shock
Drowning	Drug overdose
	Multiple transfusions or transfusion-associated acute lung injury (TRALI)

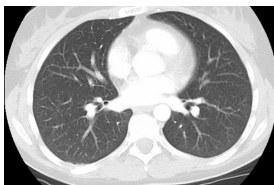
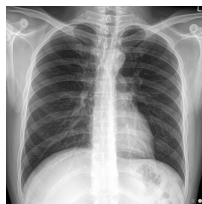
*ARDS Definition
Task force JAMA.
2012;307(23):25
26-2533*

Johan Petersson Karolinska

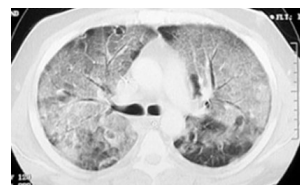
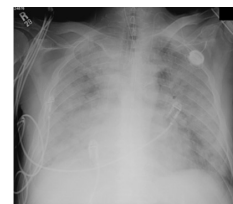
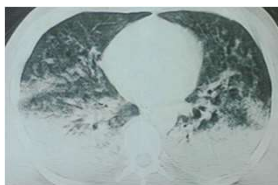
13

Varför är det svårt att ventilerat patienten med ARDS?

Normala lungor



Bilaterala lunginfiltrat

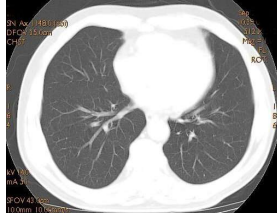


Johan Petersson Karolinska

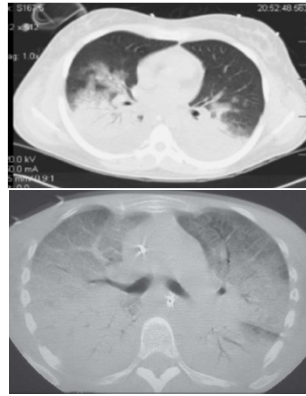
14

Varför är det svårt att ventilerar patienten med ARDS?

Normal lungor



ARDS

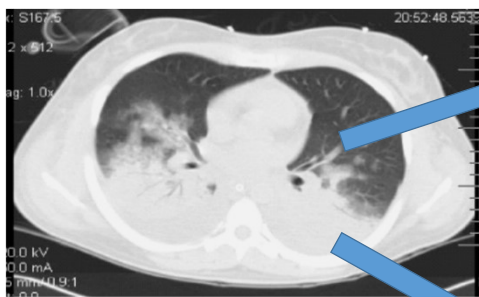


Typiska ARDS-patienten

Stora delar av lungorna
vita/grå "utan luft"

Johan Petersson Karolinska

15



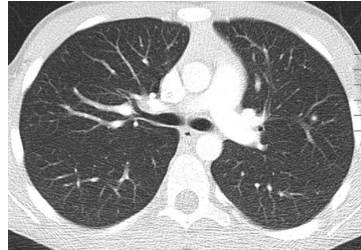
ventilerade lungdelar
"baby lung", låg FRC /EELV
→ låg compliance
högt andningsarbete

oventilerade lungdelar
shunt → hypoxemi

Johan Petersson Karolinska

16

Normal lungor



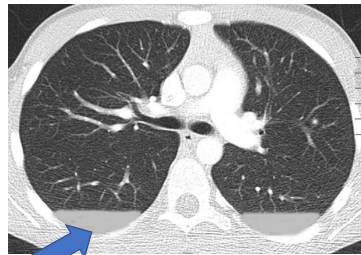
Alla lungdelar
"luftade"/ventilerade
Minimal V/Q mismatch
Ingen intrapulmonell shunt

Normalt $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ c 60 kPa
Compliance > ~60 ml/cmH₂O

Johan Petersson Karolinska

17

ARDS



"Olufstad lunga"

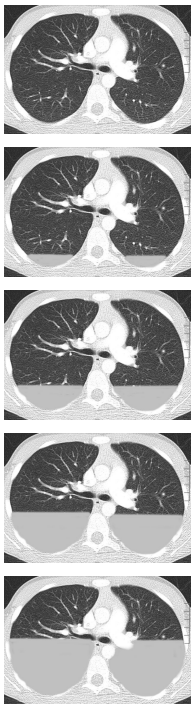
Shunt (Q_s) ↑

PaO_2 , $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ ↓

Compliance ↓

Johan Petersson Karolinska

18



Mer "luftade",
oventilerade
lungdelar =

Shunt (Q_s) ↑

PaO_2 , PaO_2/FIO_2 ↓

Compliance ↓

➔

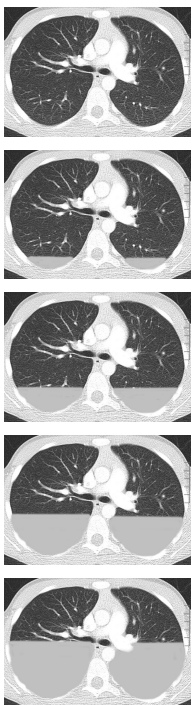
- % "luftad lunga"
- Q_s/Q_t (shunt)
- PaO_2/FIO_2
- Compliance

Korrelerar med varandra

← The "baby lung"

Johan Petersson Karolinska

19



Mer "luftade",
oventilerade
lungdelar =

Shunt (Q_s) ↑

PaO_2 , PaO_2/FIO_2 ↓

Compliance ↓

➔

- % "luftad lunga"
- Q_s/Q_t (shunt)
- PaO_2/FIO_2
- Compliance

Korrelerar med varandra

↓

**Grov
förenkling**

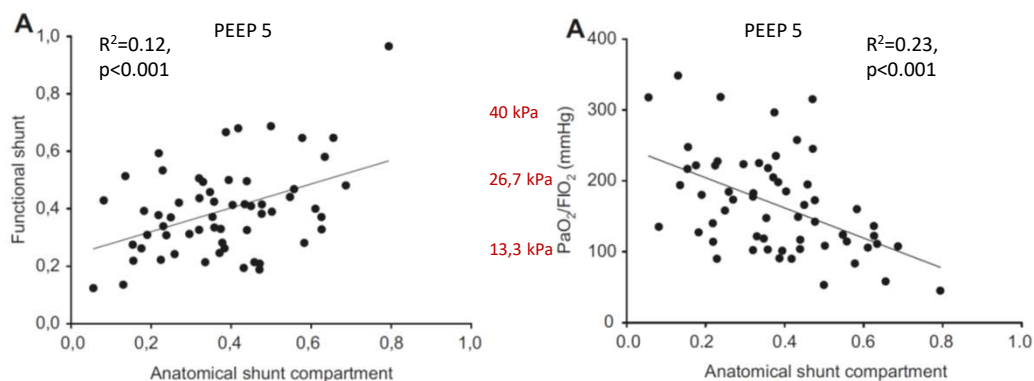
← The "baby lung"

Johan Petersson Karolinska

20

Korrelation "luftad" lunga vs shunt/syresättning?

59 ARDS pt, CT PEEP 5 cmH₂O, venous admixture, PaO₂/FIO₂



Anatomical shunt $\approx$ andel "luftad" lunga
Functional shunt = venous admixture

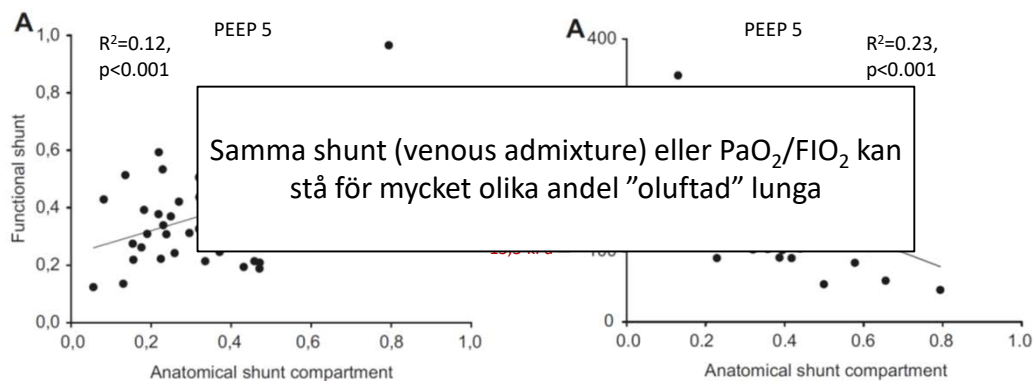
Johan Petersson Karolinska

Cressoni et al Crit Care Med 2008

21

Korrelation "luftad" lunga vs shunt/syresättning?

59 ARDS pt, CT PEEP 5 cmH₂O, venous admixture, PaO₂/FIO₂



Anatomical shunt $\approx$ andel "luftad" lunga
Functional shunt = venous admixture

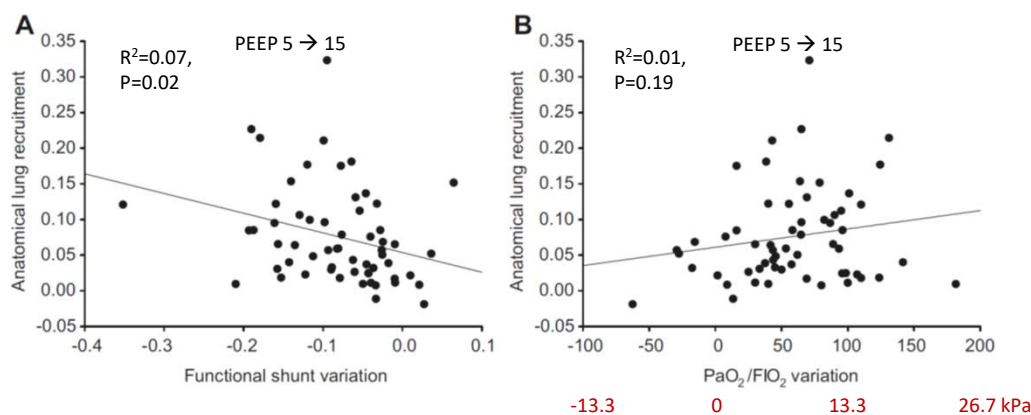
Johan Petersson Karolinska

Cressoni et al Crit Care Med 2008

22

Korrelation alveolär rekrytering ("luftad" lunga ↓) vs förändring shunt/syresättning?

59 ARDS pt, CT PEEP 5 and 15 cmH₂O, venous admixture, PaO₂/FIO₂



Anatomical recruitment ≈ förändring andel "luftad" lunga

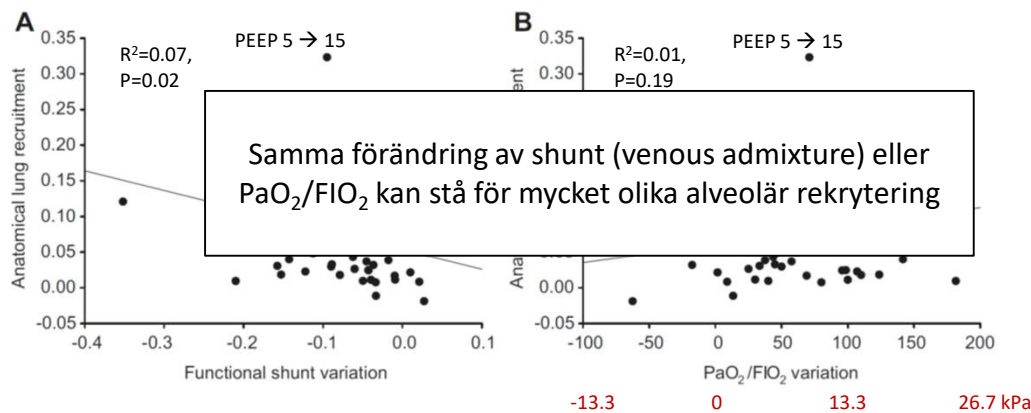
Johan Petersson Karolinska

Cressoni et al Crit Care Med 2008

23

Korrelation alveolär rekrytering ("luftad" lunga ↓) vs förändring shunt/syresättning?

59 ARDS pt, CT PEEP 5 and 15 cmH₂O, venous admixture, PaO₂/FIO₂



Anatomical recruitment ≈ förändring andel "luftad" lunga

Johan Petersson Karolinska

Cressoni et al Crit Care Med 2008

24

Finns det olika ARDS?

Johan Petersson Karolinska

25

Finns det olika ARDS?

primär ARDS, pulmonell ARDS

– pneumoni, aspiration, drunkning, lungkontusion

sekundär ARDS, extrapumonell ARDS

- multitrauma (utan lungskador), buksepsis, brännskador

Johan Petersson Karolinska

26

Finns det olika ARDS?

primär ARDS, pulmonell ARDS

– pneumoni, aspiration, drunkning, lungkontusion

sekundär ARDS, extrapumonell ARDS

- multitrauma (utan lungskador), buksepsis, brännskador

alla ARDS är olika, men vissa mer olika

- största problemet kan vara PaO_2 eller PaCO_2 eller compliance, eller alla tre
- adderad patofysiologi, t.ex. hemodynamik
- olika pga olika utlösande sjukdom/tillstånd
- patofysiologin förändras under sjukdomsförloppet, och förändringarna är olika

Johan Petersson Karolinska

27

Johan Petersson Karolinska

28

Vad berättar kurvorna?

Johan Petersson Karolinska

29

Vad berättar kurvorna?



Johan Petersson Karolinska

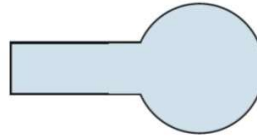
30

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd

Ventilator

Tub-Luftväg Alveoler



Johan Petersson Karolinska

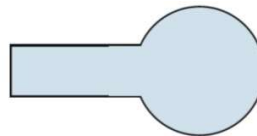
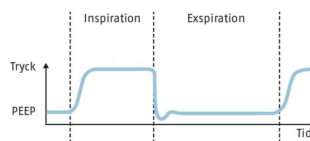
31

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd

Ventilator

Tub-Luftväg Alveoler

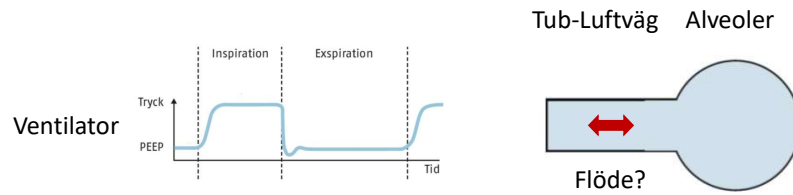


Johan Petersson Karolinska

32

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd

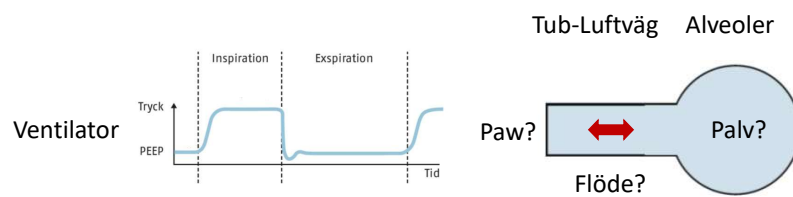


Johan Petersson Karolinska

33

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd

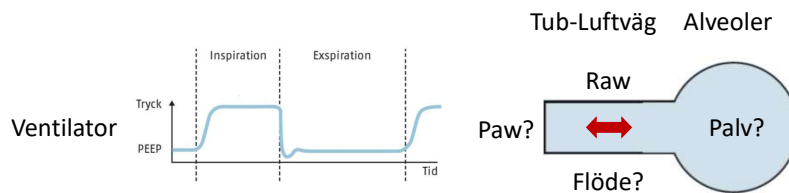


Johan Petersson Karolinska

34

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd



$$\text{Flöde} = (P_{aw} - P_{alv}) / R_{aw}$$

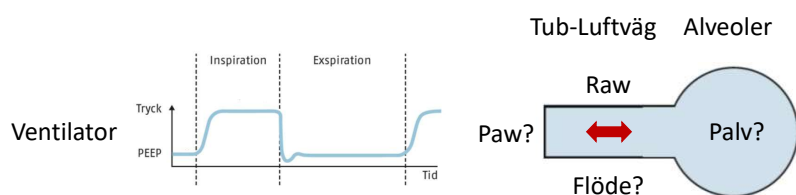
positivt flöde = inspiration

Johan Petersson Karolinska

35

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd



$$\text{Flöde} = (P_{aw} - P_{alv}) / R_{aw}$$

positivt flöde = inspiration

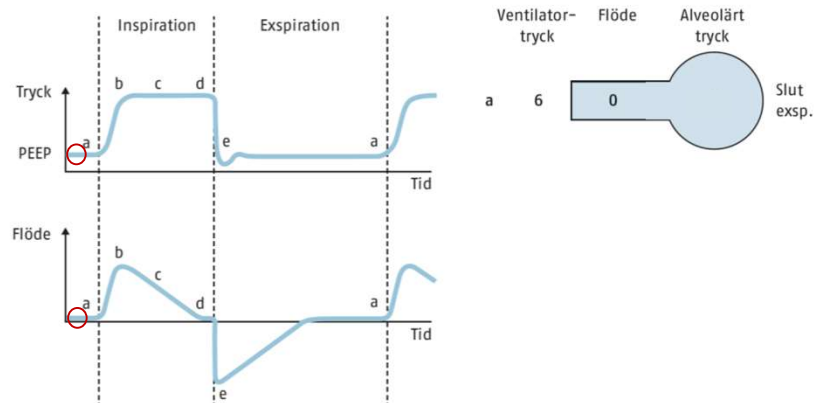
Varje förändring av flödeskurvan
beror på en förändring av
någondera P_{aw} , P_{alv} eller R_{aw}
(och inspirationstiden)

Johan Petersson Karolinska

36

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd



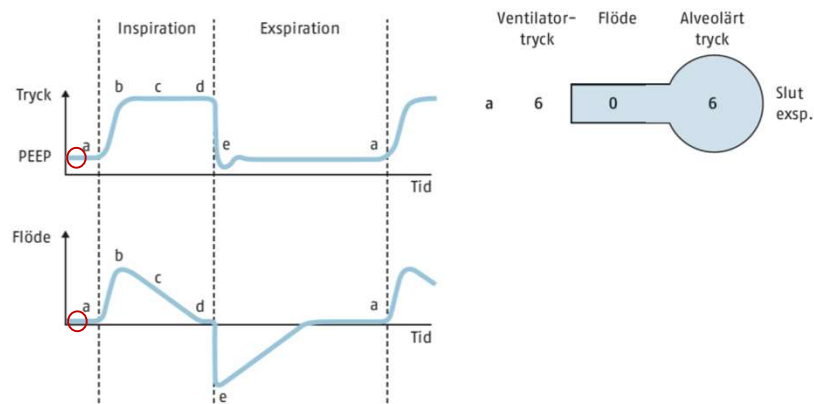
Flöde: L/min

Johan Petersson Karolinska

37

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd



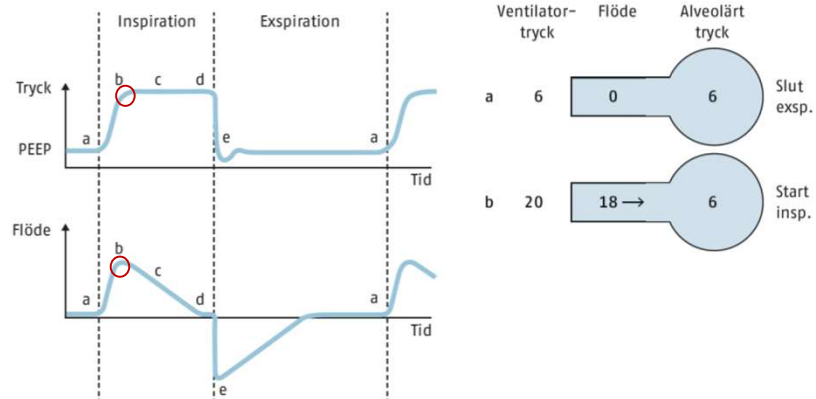
Flöde: L/min

Johan Petersson Karolinska

38

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd



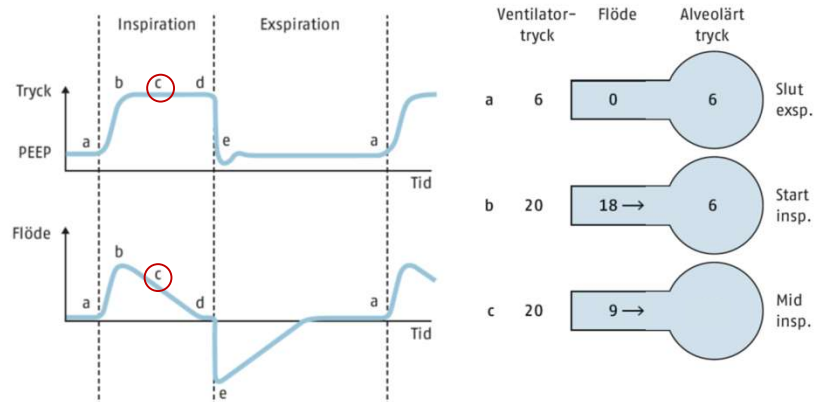
Flöde: L/min

Johan Petersson Karolinska

39

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd



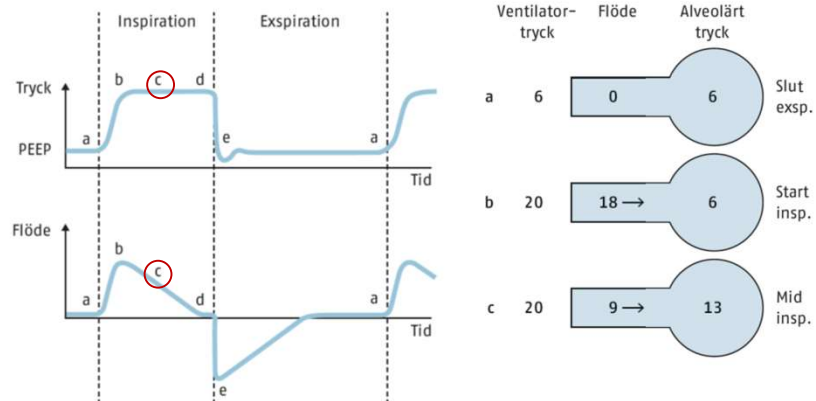
Flöde: L/min

Johan Petersson Karolinska

40

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd



Flöde: L/min

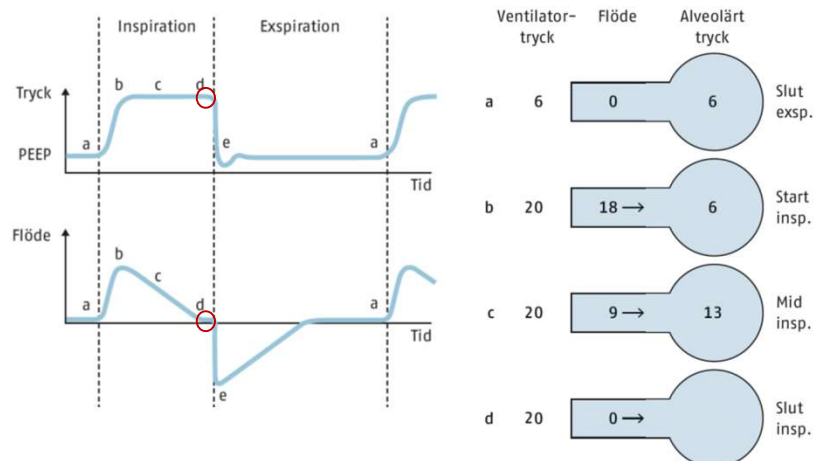
2020-09-18

Johan Petersson Karolinska

41

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd



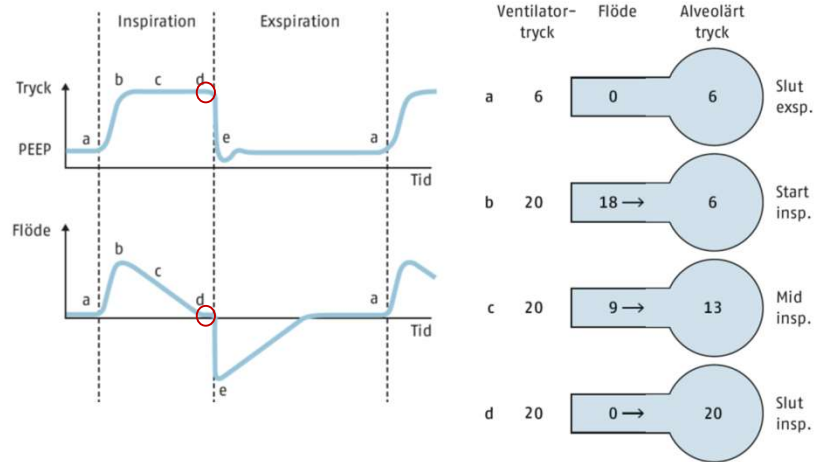
Flöde: L/min

Johan Petersson Karolinska

42

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd



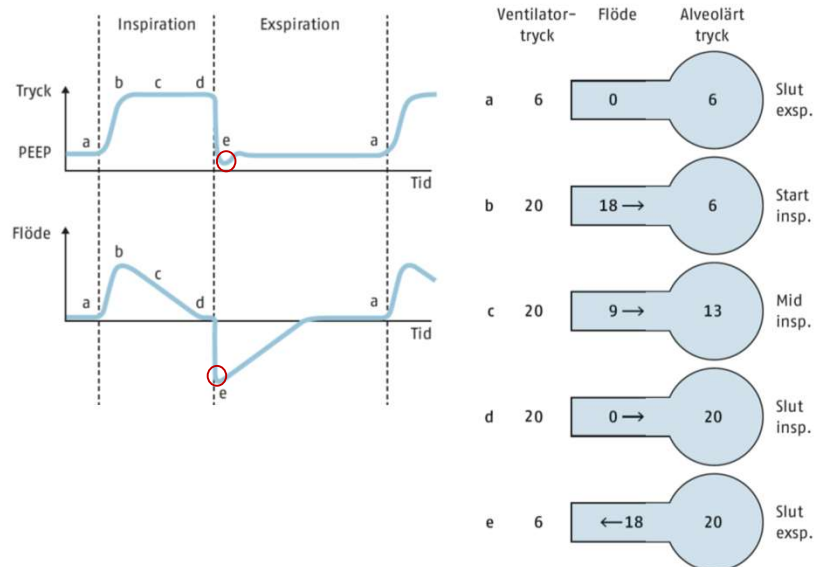
Flöde: L/min

Johan Petersson Karolinska

43

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd



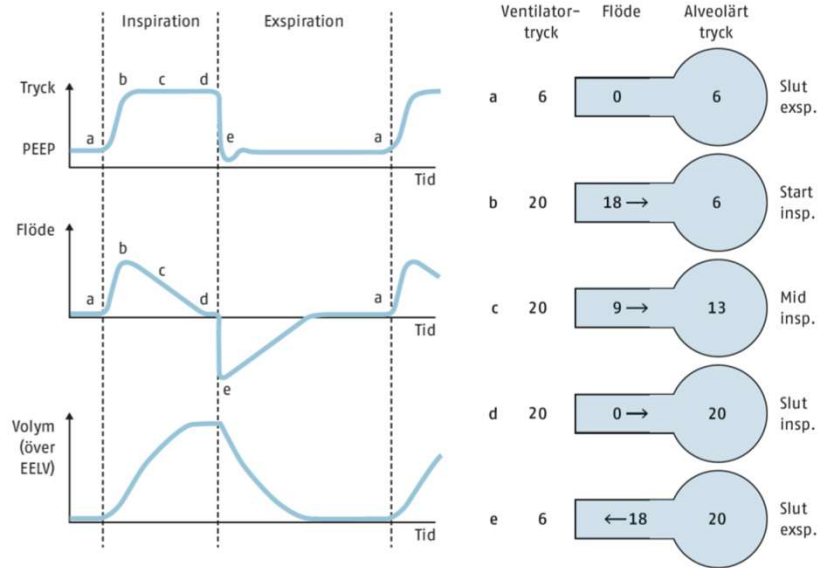
Flöde: L/min

Johan Petersson Karolinska

44

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd

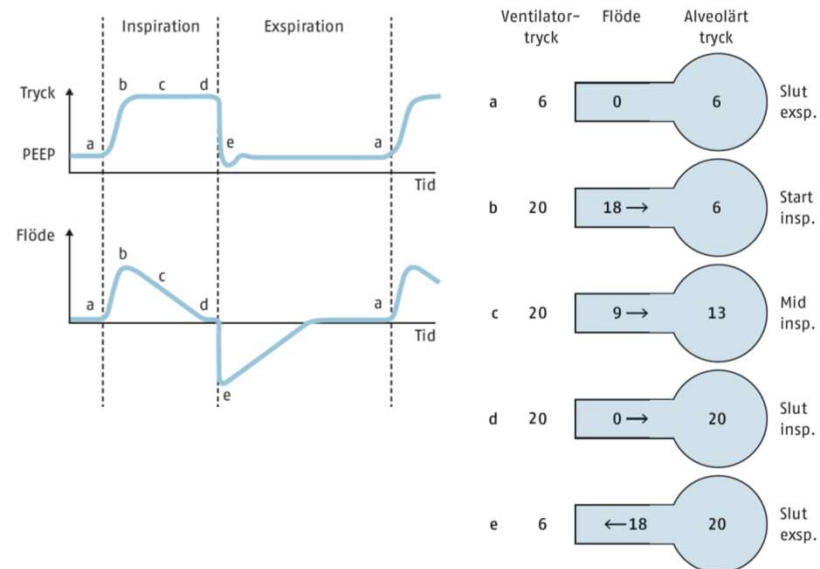


Johan Petersson Karolinska

45

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd

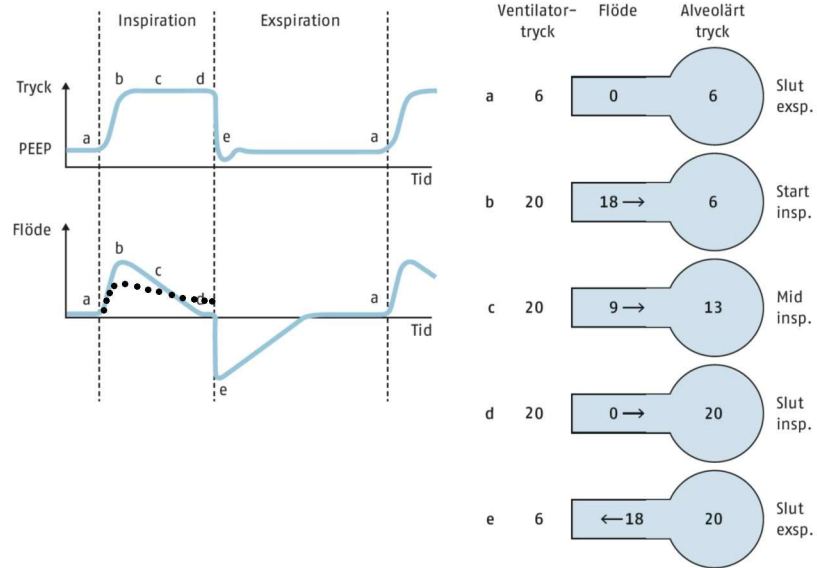


Johan Petersson Karolinska

46

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd

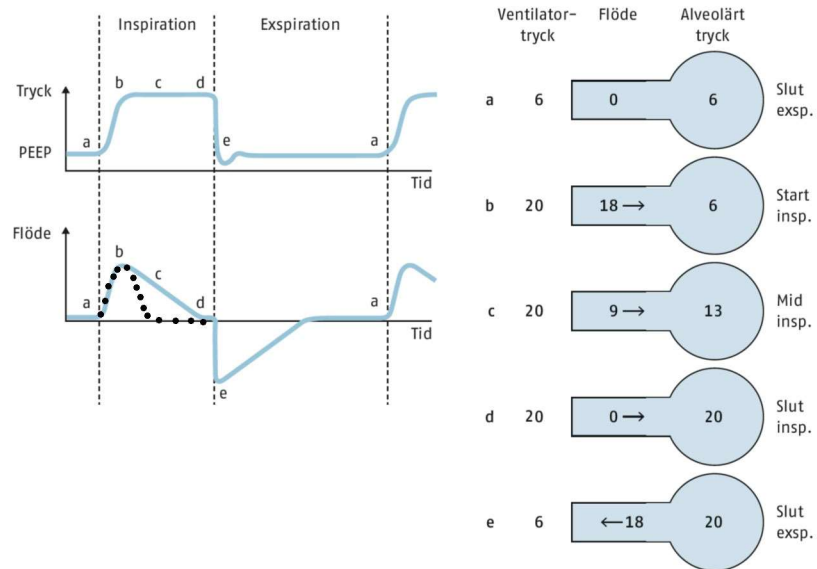


Johan Petersson Karolinska

47

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd

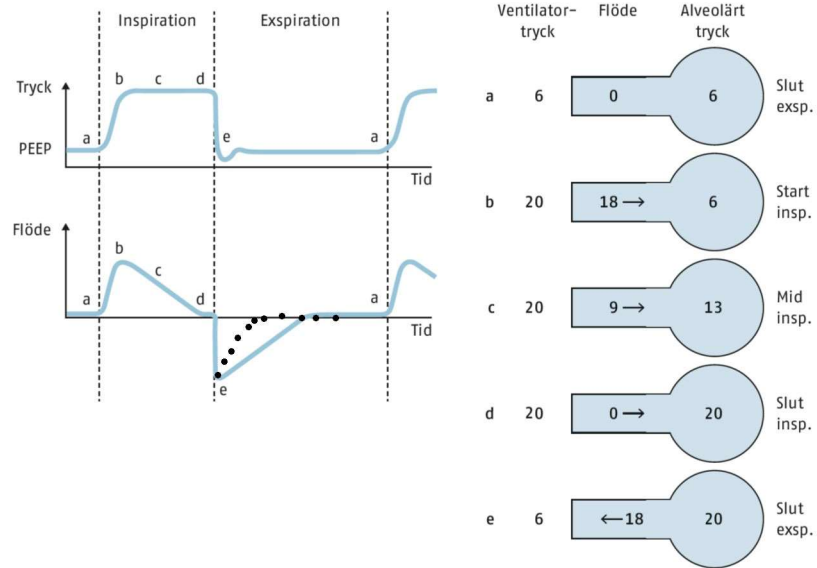


Johan Petersson Karolinska

48

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd

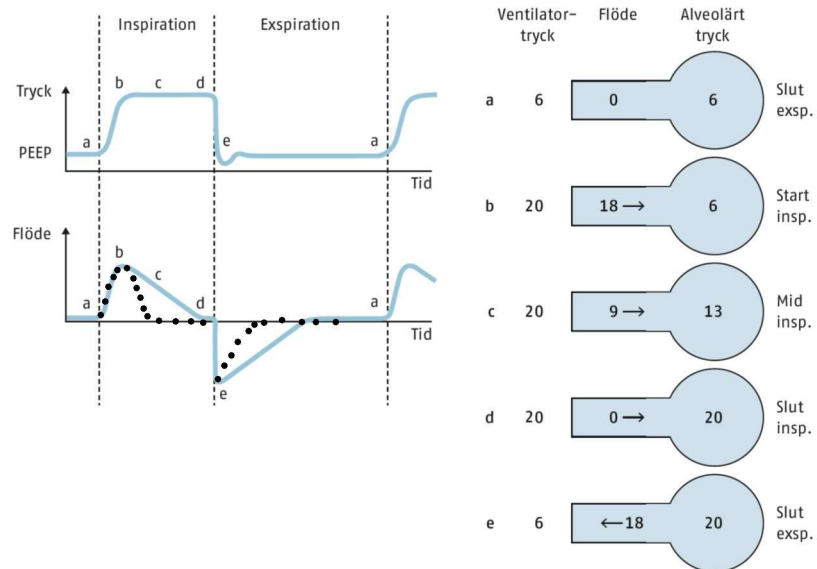


Johan Petersson Karolinska

49

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd

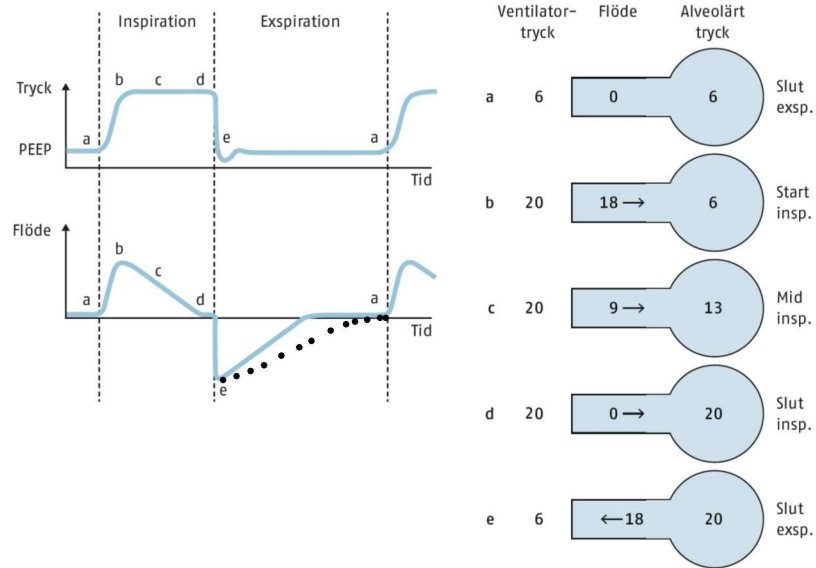


Johan Petersson Karolinska

50

Vad berättar kurvorna?

Tryckkontroll/ Tryckunderstöd

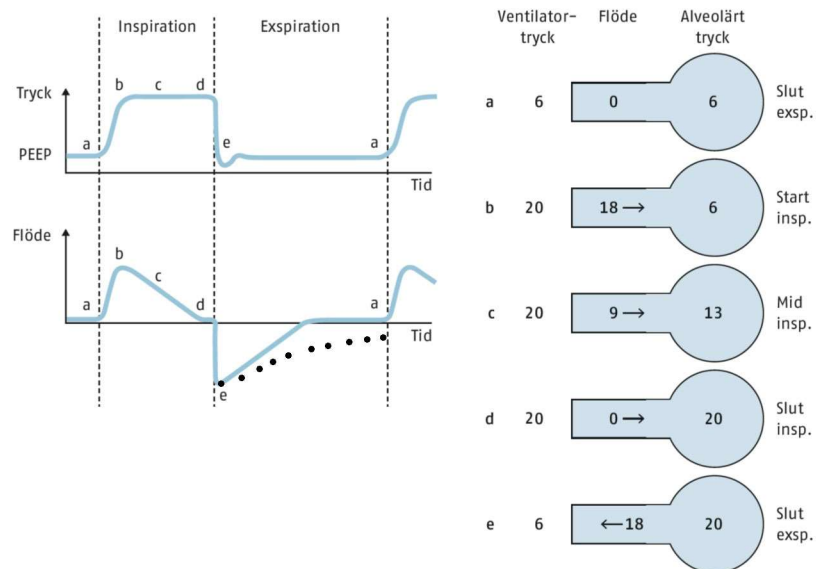


Johan Petersson Karolinska

51

Vad berättar kurvorna?

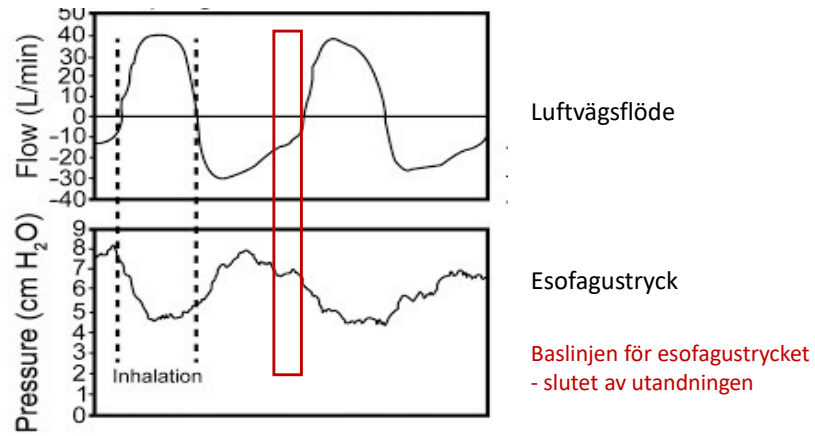
Tryckkontroll/ Tryckunderstöd



Johan Petersson Karolinska

52

Vad berättar kurvorna? – Esofagustryck



Johan Petersson Karolinska

53

Johan Petersson Karolinska

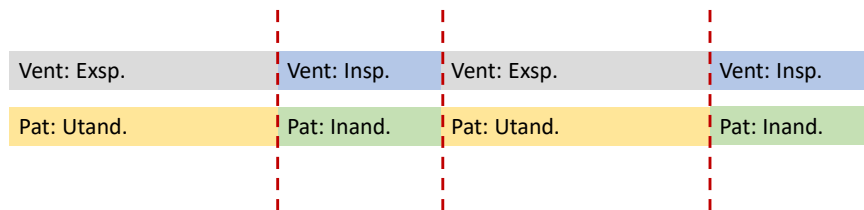
54

Sammanfattning patient-ventilator dyssynkroni

Johan Petersson Karolinska

55

Patient Ventilator Synkroni

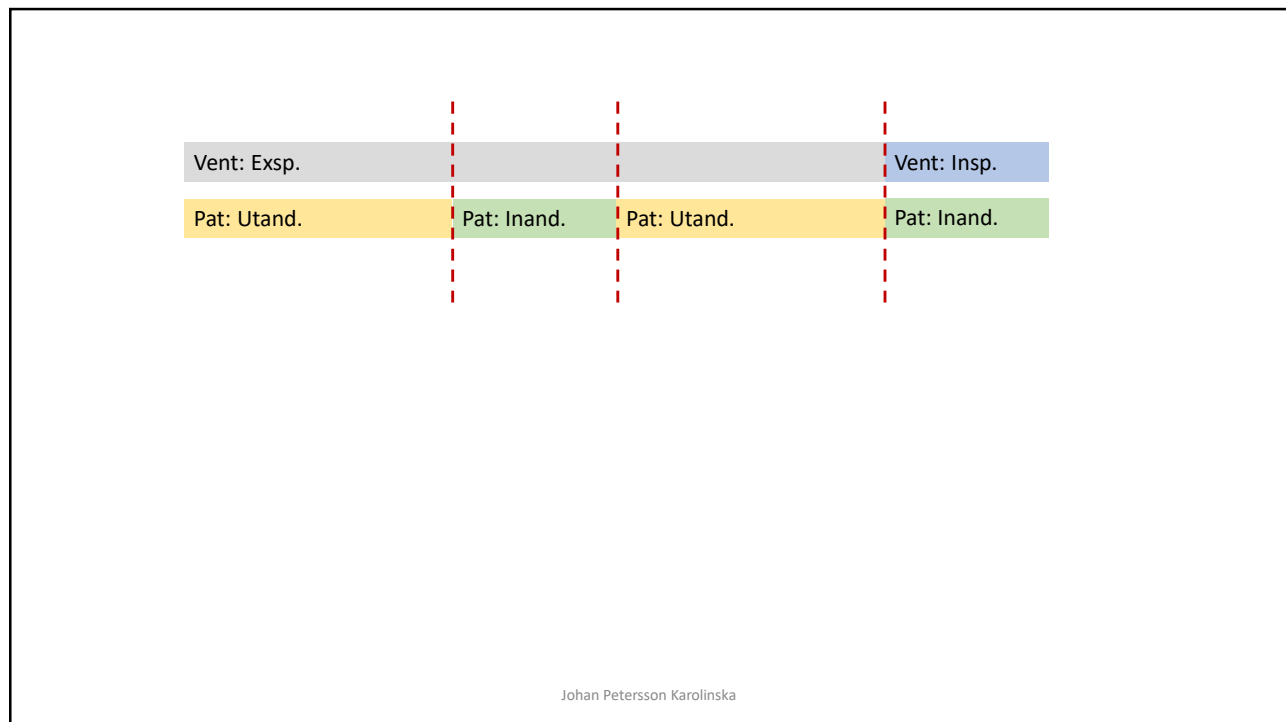


Patient-ventilator synkroni?

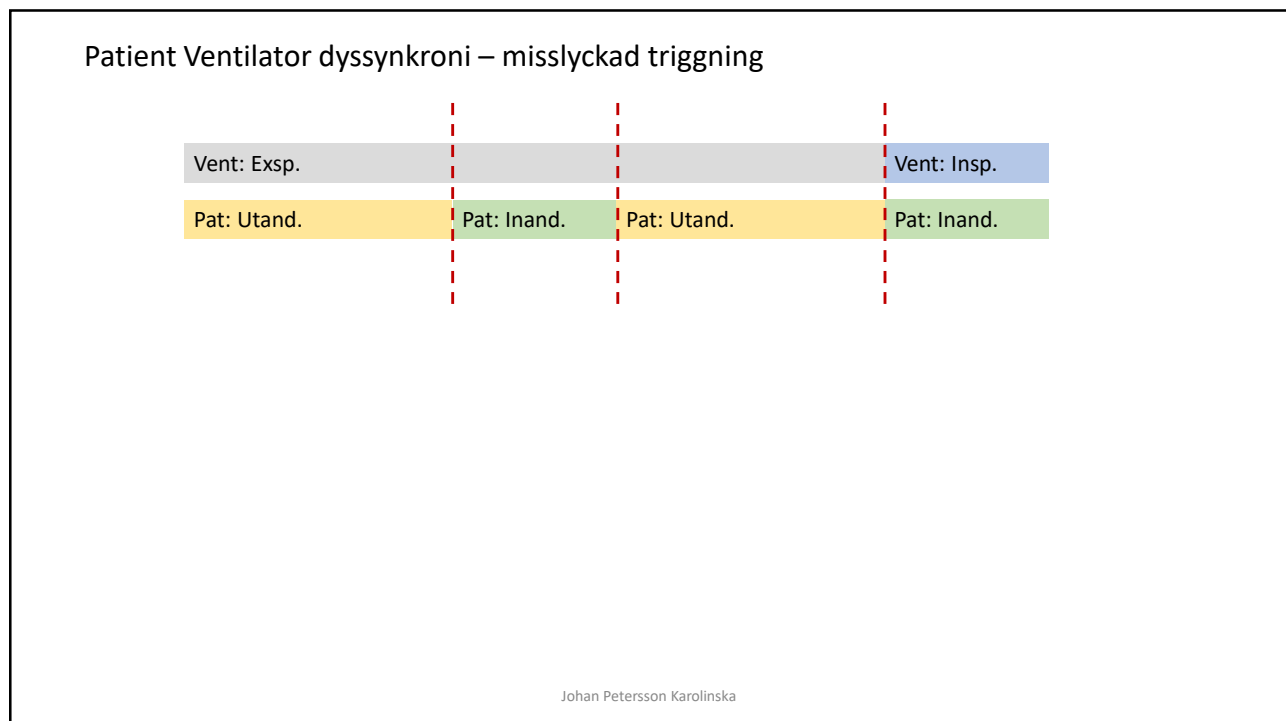
1. **Inspirationsstart** – alltid samtidigt?
2. **Inspirationsavslut** – alltid samtidigt?
3. Flödessynkroni?

Johan Petersson Karolinska

57

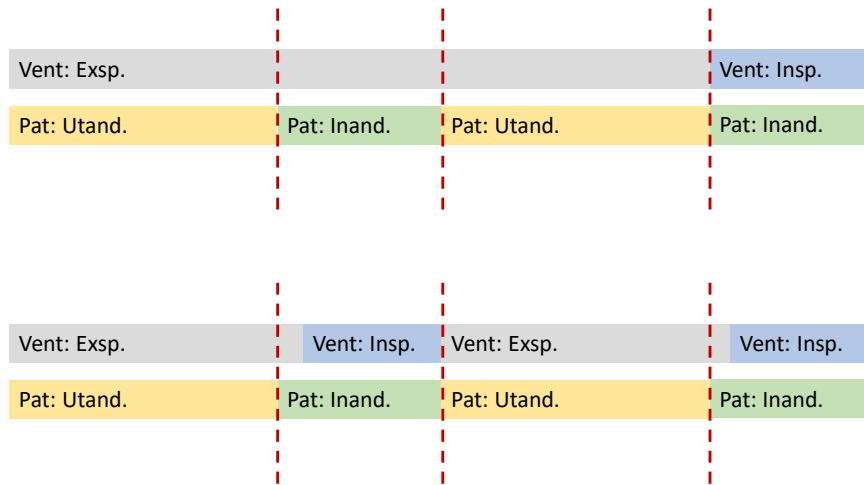


58



59

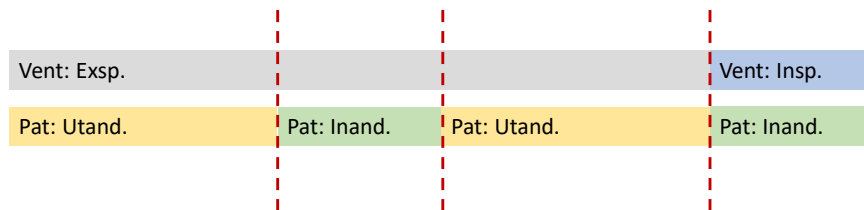
Patient Ventilator dyssynkroni – misslyckad trigging



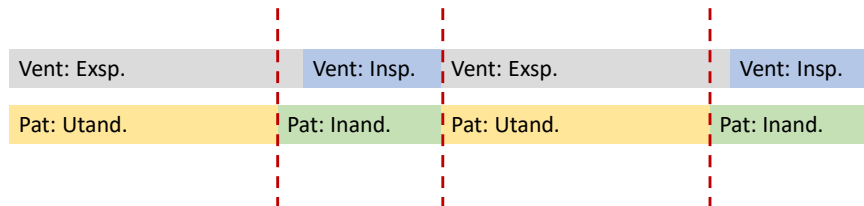
Johan Petersson Karolinska

60

Patient Ventilator dyssynkroni – misslyckad trigging

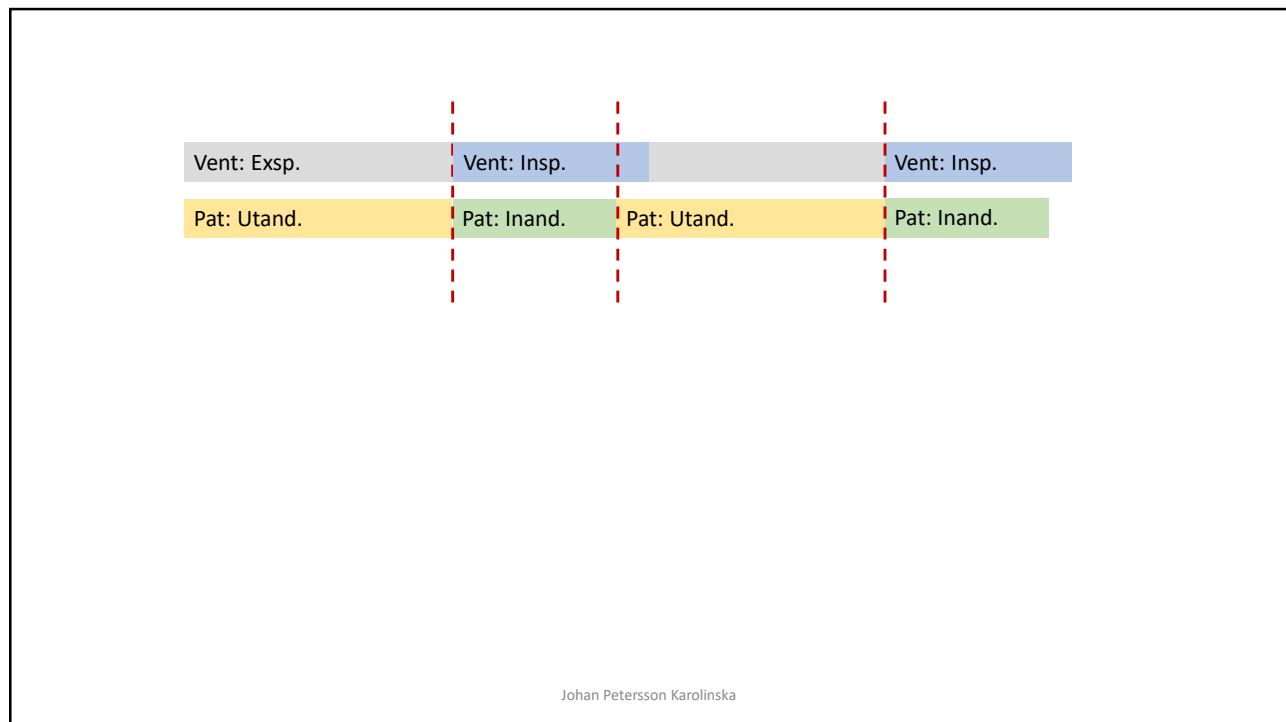


Patient Ventilator dyssynkroni – fördröjd trigging

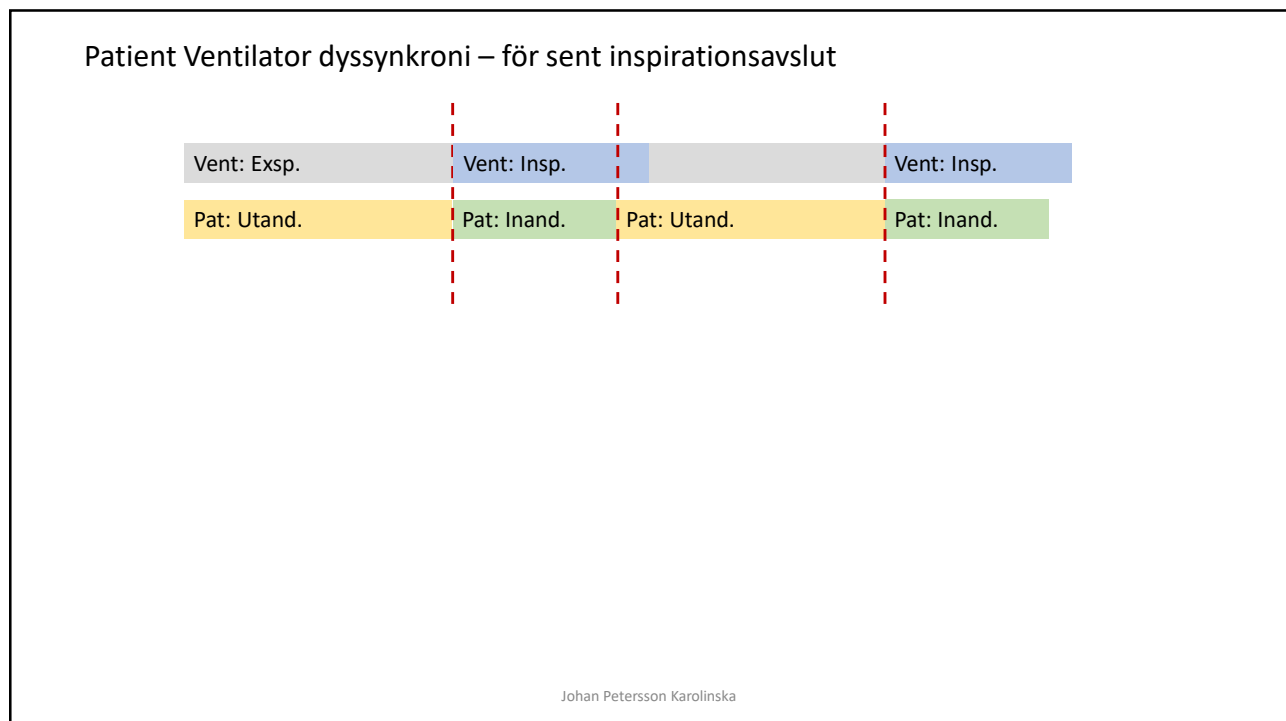


Johan Petersson Karolinska

61

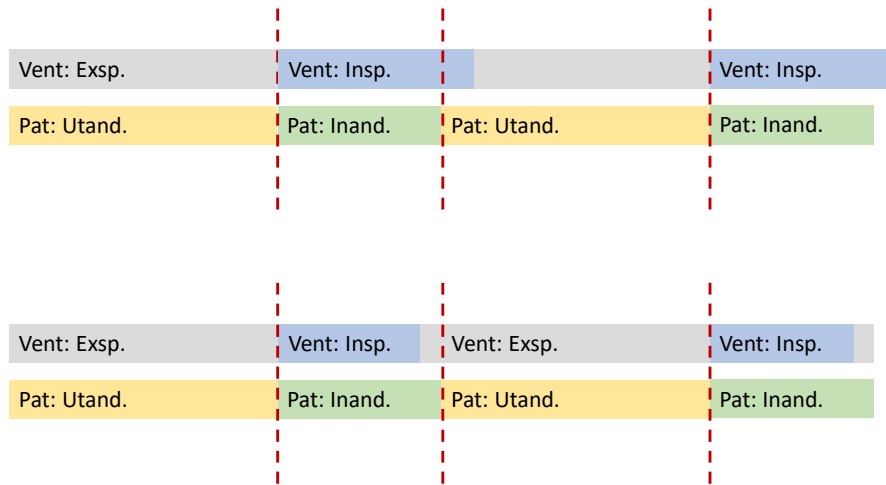


62



63

Patient Ventilator dyssynkroni – för sent inspirationsavslut



Johan Petersson Karolinska

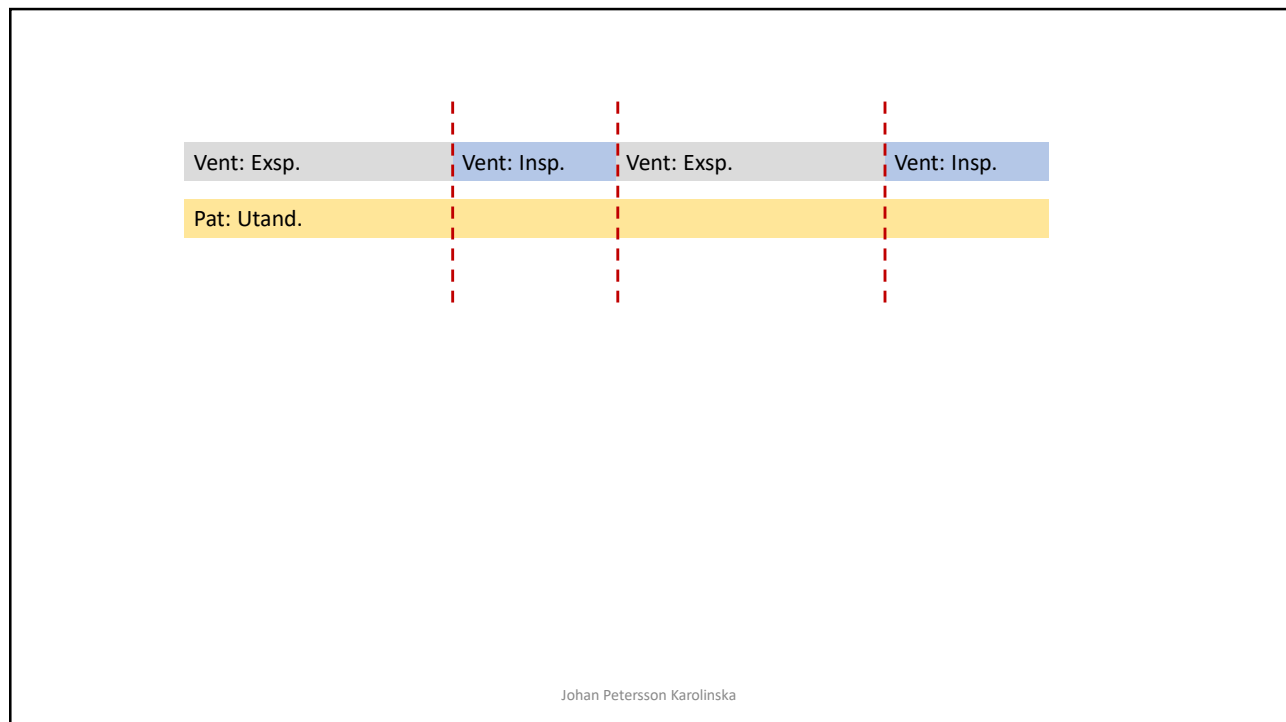
64

Patient Ventilator dyssynkroni – för tidigt inspirationsavslut

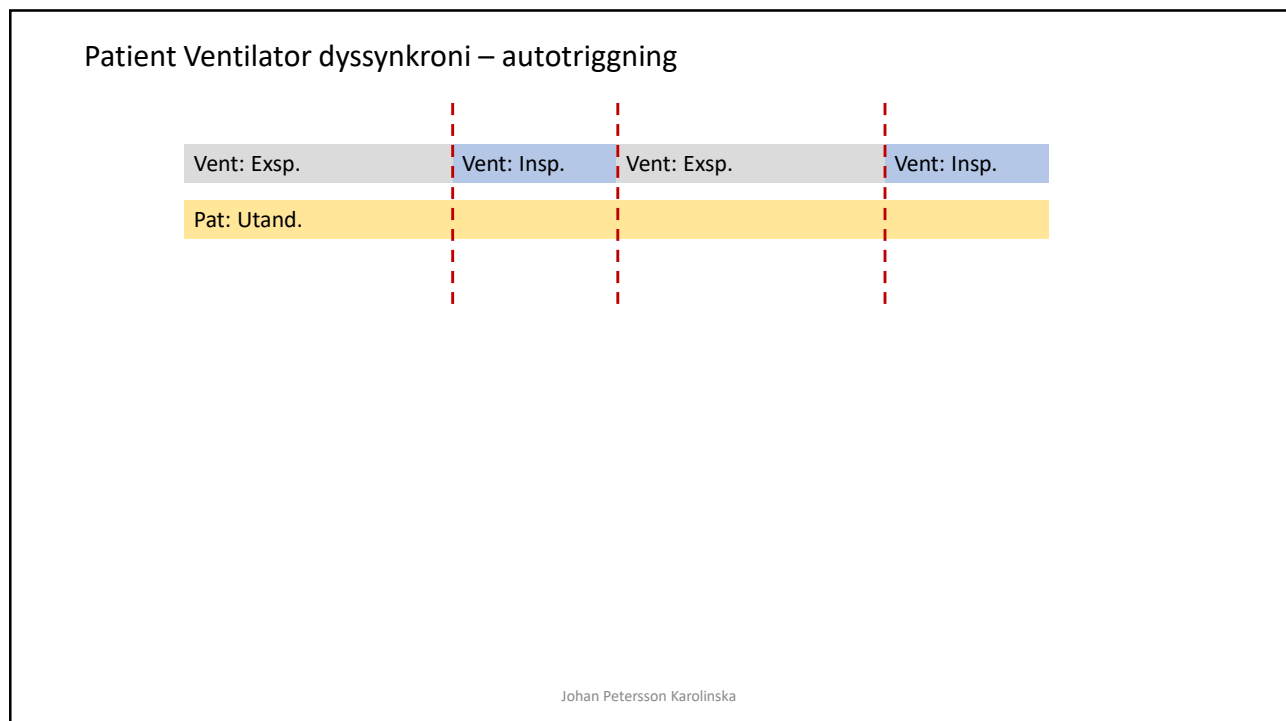


Johan Petersson Karolinska

65

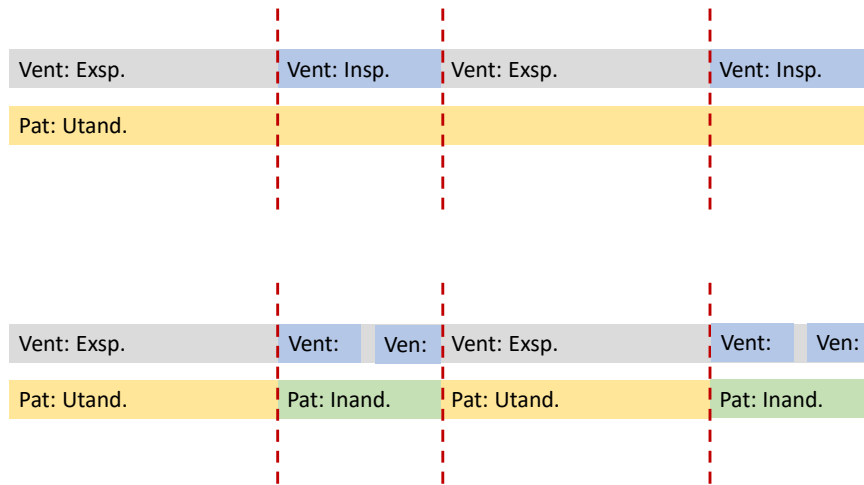


66



67

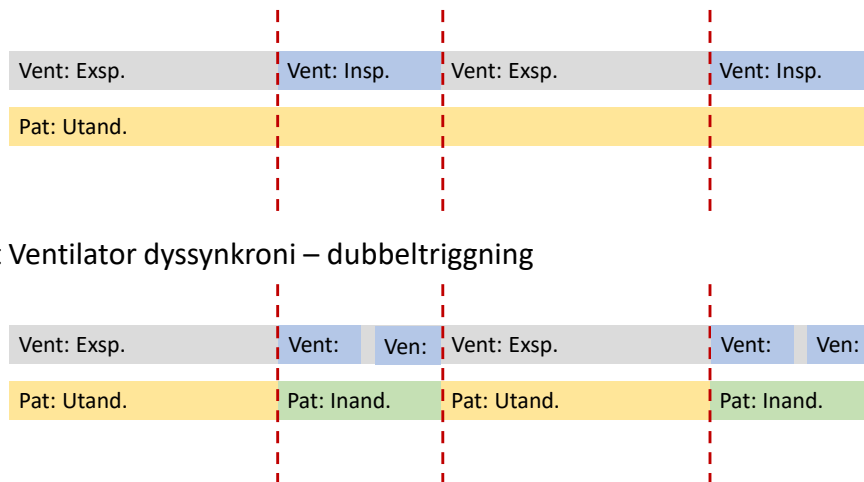
Patient Ventilator dyssynkroni – autotriggning



Johan Petersson Karolinska

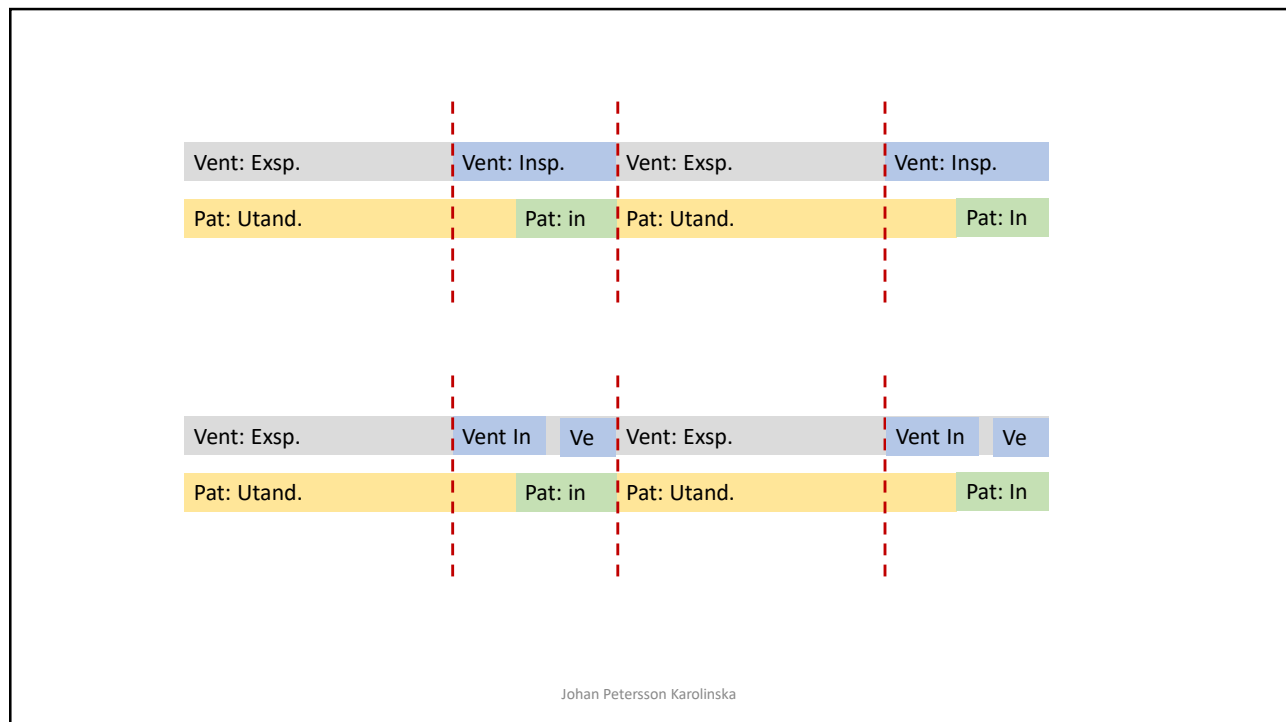
68

Patient Ventilator dyssynkroni – dubbeltriggnig

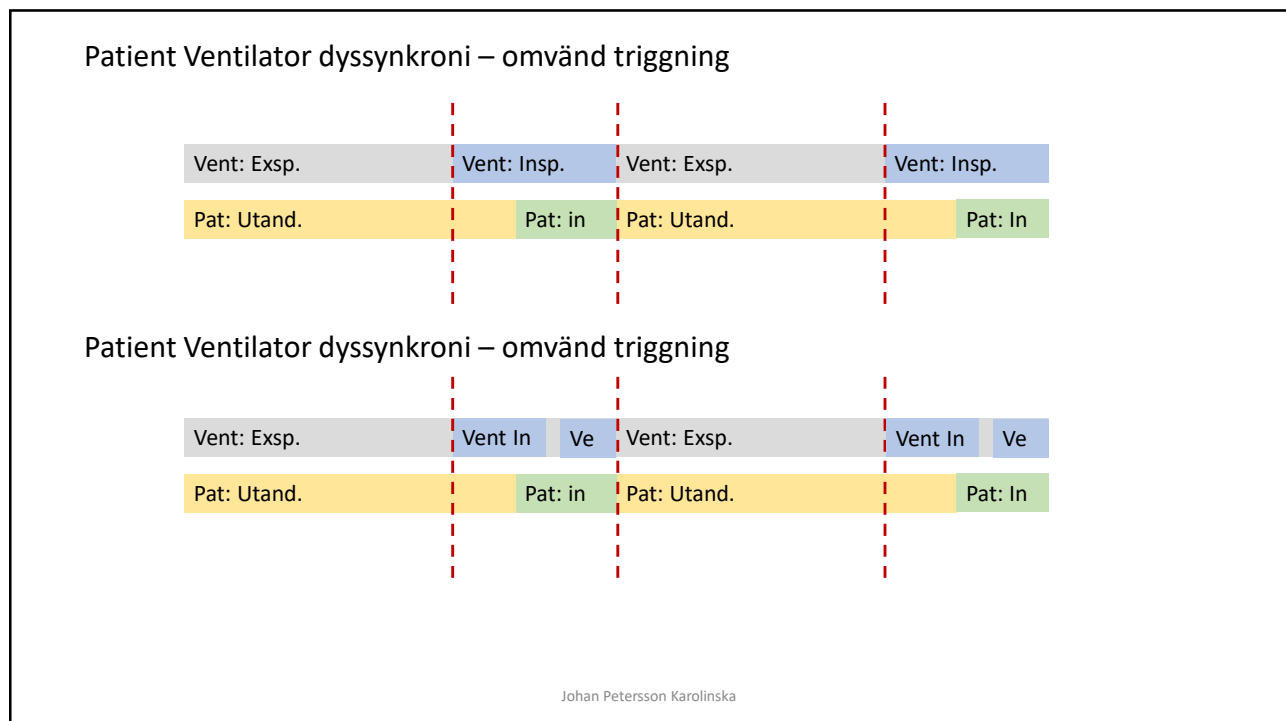


Johan Petersson Karolinska

69



70

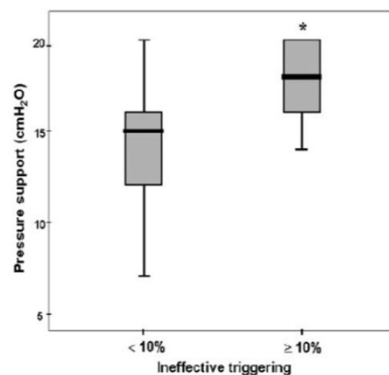


71

Patient-Ventilator dyssynkroni – är det vanligt?

62 konsekutiva pt, invasiv ventilation >24 h, 51 tryckunderstöd, 11 kontrollerad ventilation
analyserade 30 min

- 25% av patienterna dyssynkroni >10% av andetagerna
- vanligast: ineffektiv triggnings, dubbeltriggnings
- dyssynkroni associerat med högre tryckunderstöd, och längre ventilatorbehandlingstid



Johan Petersson Karolinska

Thille Intensive Care Med (2006) 32:1515–1522

72

Patient-Ventilator dyssynkroni – vad kan man göra?

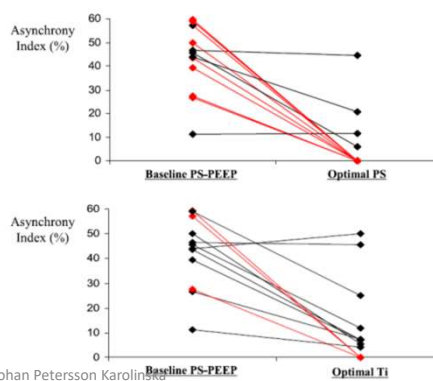
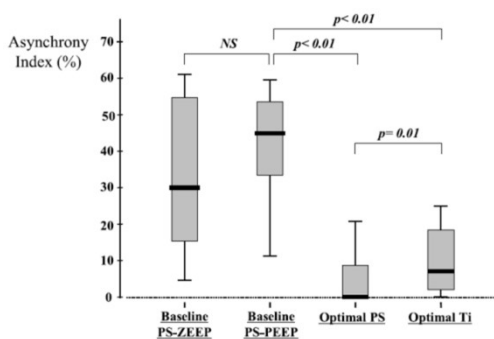
12 intuberade pt, >10% ineffektiv triggnings, justering av tryckunderstöd, inspirationsavslut och PEEP

TU 20 (19-20) → 13 (12-14) = ineffektiv triggnings 45% (36-52%) → 0% (0-7%)

verklig AF 26 (23-32) → 29 (25-34) (ej signifikant)

justering av inspirationsavslut = ineffektiv triggnings 45% (36-52%) → 7% (3-7%)

median och IQR



Johan Petersson Karolinska

Thille Intensive Care Med (2008) 34:1477–1486

74

Patient-Ventilator dyssynkroni – vad kan man göra?

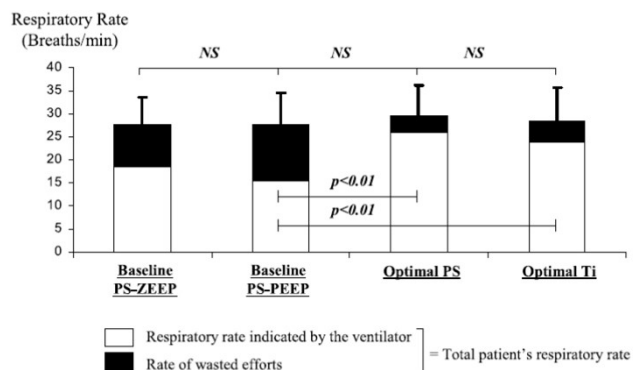
12 intuberade pt, >10% ineffektiv triggnig, justering av tryckunderstöd, inspirationsavslut och PEEP

TU 20 (19-20) → 13 (12-14) = ineffektiv triggnig 45% (36-52%) → 0% (0-7%)

verklig AF 26 (23-32) → 29 (25-34) (ej signifikant)

justering av inspirationsavslut = ineffektiv triggnig 45% (36-52%) → 7% (3-7%)

median och IQR



Johan Petersson Karolinska

Thille Intensive Care Med (2008) 34:1477–1486

75

Patient-Ventilator dyssynkroni – Känner vi igen det bättre efter utbildning?

366 ICU-HCWs, 3 videor med dyssynkronier

Utbildning = 4 ggr ökad chans att identifiera alla 3 dyssynkronierna
(81% vs 19% med/utan utbildning)

Profession eller klinisk erfarenhet gjorde ingen skillnad

Johan Petersson Karolinska

Ramirez Respir Care 2017;62(2):144–149

77

Patient-Ventilator dyssynkroni – vad ska vi göra?

1. Förbättra lungfunktionen, åtgärda tubproblem, minska apparat dead space
2. Optimera tryckundestöd - oftare minska än öka
3. Optimera triggerkänslighet, stigtid, inspirationsavslut
4. Minska autoPEEP - tubproblem, obstruktivitet, öka externt PEEP
5. Optimera sedering - oftare minska än öka
6. Byta ventilationssätt: NAVA, PAV
7. Byta ventilationssätt: kontrollerad ventilation
8. Neuromuskulär blockad

Johan Petersson Karolinska

81

Patient-Ventilator dyssynkroni – vad ska vi göra?

1. Missad trigging, fördröjd trigging – sänk TU, korrigera autoPEEP, rätt triggerkänslighet, minska sedering, NAVA
2. Dubbeltrigging – rätt inspirationsavslut, NAVA
3. För sent inspirationsavslut – korrigera inställningen, NAVA
4. Autotrigging – läckage, rätt triggerkänslighet, kondensat
5. Omvänd trigging – svårt, understödd ventilation, NMBA

Johan Petersson Karolinska

82