

# CURSO DE VMNI

## NIPPON 2026



### **Seguimento do Doente com VNI Domiciliária**



**Miguel Guia**

*Coordenador Unidade de Ventilação Não Invasiva, Serviço de  
Pneumologia, ULS Santa Maria*

*Cocoordenador Unidade de Internamento Enfermaria, Serviço  
de Pneumologia, ULS Santa Maria*

*Faculdade de Medicina Universidade de Lisboa*

*Serviço de Pneumologia Hospital da Luz - Clínica da Amadora*



# MONITORIZAÇÃO

## Introdução - Etapas

Sintomas  
Efeitos Adversos

### **AFVAH**

1. Adesão
2. Fuga
3. Via aérea superior
4. Assincronias
5. Hipoventilação

# MONITORIZAÇÃO

## Timing - Recomendações CT Ventilação Domiciliária SPP

**Follow up inicial no espaço de um mês após início de VNI domiciliária**

**Subsequentemente intervalos 3-6 meses (caraterísticas e necessidades do doente)**

Avaliar/vigiar condições do equipamento

Educação do doente e cuidadores

- uso e manutenção dos equipamentos
- benefícios da ventiloterapia
- efeitos adversos
- sinais de alarme (pe início de exacerbações)
- critérios para aumentar períodos de VNI ou recorrer a cuidados de saúde

# SINTOMAS

## Sintomas Gerais

Qualidade de sono

Ortopneia/nº almofadas

Cefaleias matinais

Cansaço

Dispneia

Exacerbações

# SINTOMAS

## Escalas

HRQoL na DPOC:

- St. George's Respiratory Questionnaire (SGRQ)
- Clinical COPD Questionnaire (CCQ)
- COPD Assessment Test (CAT)

Escalas Insuficiência Respiratória

- questionário **SRI** (*Severe Respiratory Insufficiency*): SRI é mais sensível a mudanças que MFR
- questionário **MRF** (*Maugeri Respiratory Failure*)

SRI e MRF-28 são demasiado longos (desenvolvidos para investigação)

**S<sup>3</sup>NIV**, 11 itens, avalia sintomas e conforto com a VNI, traduzido em várias línguas

# SINTOMAS

## Escalas – S<sup>3</sup>-NIV

### 2 dimensões:

"respiratory symptoms"

(boa correlação com Questionário Respiratório St. George)

"sleep and NIV-related side effects"

(boa correlação com Questionário de Sono de Quebec)

	always true	mostly true	sometimes true	mostly untrue	completely untrue	Score
1. I suffer from breathing problems when I eat.	0	1	2	3	4	
2. I often have a headache.	0	1	2	3	4	
3. I wake up at night with breathing difficulties.	0	1	2	3	4	
4. I am often short of breath.	0	1	2	3	4	
5. I have trouble breathing when I speak.	0	1	2	3	4	
6. There is often mucus in my airways.	0	1	2	3	4	
7. I have difficulties breathing during physical exertion.	0	1	2	3	4	
8. I am disturbed by leaks.	0	1	2	3	4	
9. My mask is uncomfortable.	0	1	2	3	4	
10. I receive too much air from my ventilator.	0	1	2	3	4	
11. I suffer from nasal or oral dryness.	0	1	2	3	4	
						<b>Total</b>
						<b>S<sup>3</sup>-NIV Score</b>

Total divided by 11 × 2.5 →

# EFEITOS ADVERSOS

## Geral

Lesões cutâneas

Ruído

Xerostomia

Xeroftalmia

Distensão gástrica

Clínica compatível com eventuais assincronias

# EFEITOS ADVERSOS

## Síndrome Deventilação

DPOC

Dispneia aguda grave após descontinuação de VNI noturna

IPAP demasiado elevado

Hiperinsuflação dinâmica induzida por VNI

Assincronias doente-ventilador

Poderia resultar da supressão da atividade da musculatura respiratória

# MONITORIZAÇÃO

## MCDTs

*In-bulit software, tracking system*

Leitura de curvas de pressão e fluxo (*in-bulit software*)

Adaptação por poligrafia

GSA

Oximetria noturna

Capnografia trancutânea noturna

# MONITORIZAÇÃO

## Fiabilidade dados tracking system

Accuracy	Variables	Comments
Good	Mean/Median Daily use	
	Hours of use	
	Total leaks	
	Respiratory rate	Ventilatory rate $\neq$ patient's respiratory rate
	Percentage of triggered breath	
	Percentage of spontaneous cycled breath	
	Inspiratory time	
Acceptable	I/E ratio	
	Unintentional leaks	Better if intentional leaks are adjustable
	Apnea hypopnea index	Depends on the type of obstruction and the presence of leaks
Sub-optimal	Tidal volume	$\pm 20\%$ if no leaks, less precise if additional unintentional leaks
	Minute volume	

# MONITORIZAÇÃO

## Fiabilidade dados tracking system

Pressão VA: acuidade 0,5 cmH<sub>2</sub>O

Fluxo: acuidade 10%

Volume:

- ✓ acuidade 20% (ventilador não consegue medir temperatura e humidade exatas do ar inspirado)
- ✓ variação de 66-236 cc entre o medido e o reportado (afeta particularmente os modos automáticos)
- ✓ muito dependente de fugas

Fuga NI é menos fiável que a total (ventilador não consegue medir fuga intencional exata)

# MONITORIZAÇÃO

## Dados *tracking system* na DPOC

Alteração na FR e na % de ciclos espontâneos associados com o início de uma exacerbação de DPOC  
(todas as exacerbações, independentemente da gravidade)

Uma maior variabilidade na FR: prever consistentemente exacerbação grave de DPOC

Aumento da variabilidade no uso diário: preditor forte

(alguns doentes usam mais VNI durante uma exacerbação, outras usam menos pois não conseguem tolerar muito tempo, pe pela tosse)

Aumento eventos apneicos residuais também previu exacerbação grave

(exacerbação gera hipoxemia, que aumenta a pressão no VD, aumentando acumulação rostral de fluido)

# MONITORIZAÇÃO

## Adesão

3 componentes:

- tempo total
- padrão
- evolução

VNI é eficaz se usada pelo menos 5 horas durante o sono

$\geq 5$  h /24h para melhorar PaCO<sub>2</sub>

$< 3$ h30 /24h não permite o *reset* dos centros respiratórios e o descanso da musculatura respiratória

# MONITORIZAÇÃO

## Adesão

Valor mediana de uso é preferível à média (esta é mais afetada por valores extremos)

Importante uso regular com poucas ou nenhuma interrupções:

- podem significar fugas, obstrução VAS, assincronias
- fragmentação da adesão também pode ser por nictúria
- > 3 interrupções por noite é negativo

# MONITORIZAÇÃO

## Fuga

Fugas problemáticas se:

- afetarem conforto e adesão
- causarem dessaturações noturnas ou episódios de hipercapnia recorrentes

Fuga NI é menos fiável que a total, pois o ventilador não consegue medir fuga intencional exata

Deve-se ver no *chart* da interface qual a fuga intencional (de acordo com a P programada), e depois subtraí-la à fuga total para obter a fuga NI

Condicionamento por fugas assimétricas

Fuga mediana é melhor do que a média

(menos sensível a episódios curtos de fuga elevada quando o doente tira a máscara; F P95 também depende destes episódios)

# MONITORIZAÇÃO

## Fuga

- Mediana < 10-12 L/min
- P95 < 20-24 L/min

F NI mediana é boa quando fuga em todo o ciclo; mas subestima fuga se esta só ocorrer na inspiração

F NI muito grandes (> 40-50 l/min) devem ser evitadas pois há ventiladores que não conseguem manter a pressão

O perfil da F mediana ao longo do tempo dá informações sobre a deterioração da interface

### Fuga não intencional

ligeira: < 30 L/min

moderada: 30-50 L/min

grande: > 50 L/min

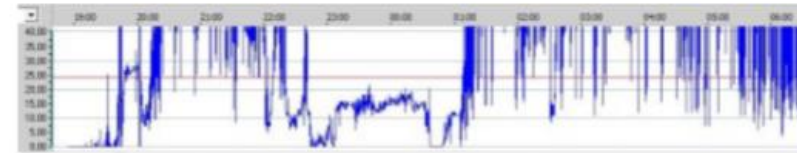
# MONITORIZAÇÃO

## Fuga

Leaks on circuit



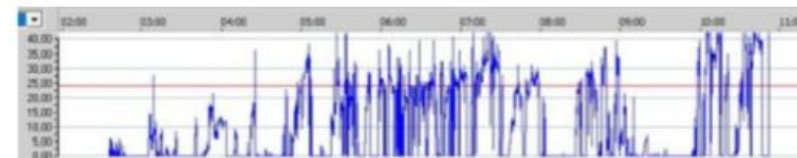
Leaks on mask



Upper airway obstructions induced leaks



Mouth leaks with nasal mask due to upper airway obstruction



Mouth leaks with nasal mask due to muscle relaxation



Figure 1. Typical profiles of unintentional leaks repartition overnight.

# MONITORIZAÇÃO

## Via Aérea Superior

IAH:

- Muitos fabricantes usam algoritmo baseado na diminuição do pico de fluxo inspiratório durante certo período de tempo
- IAH tem acuidade aceitável em SOH estáveis sem fugas NI
- IAH falha em reconhecer obstruções VAS se fugas NI ou obstruções laríngeas  
(importante analisar a forma da curva de fluxo)

Confirmar com análise visual do fluxo em janela de 5 minutos

# MONITORIZAÇÃO

## Via Aérea Superior

ELEVAÇÃO IAH - Classificação de eventos por *tracking system*

Dispositivos não avaliam esforço respiratório (exceto se bandas)

Quando detetam “apneia”, usam substituto para testar patência VAS:

- ✓ Pulso cardiogénico (artefacto) no fluxo: apenas presente se VAS patente
- ✓ Produzir pulso de pressão/pequena oscilação, que apenas é refletida se VAS fechada

»» 1/3 “obstrutivas”/VAS fechada » centrais

»» 13% “centrais”/VAS aberta » obstrutivas em PSG

# MONITORIZAÇÃO

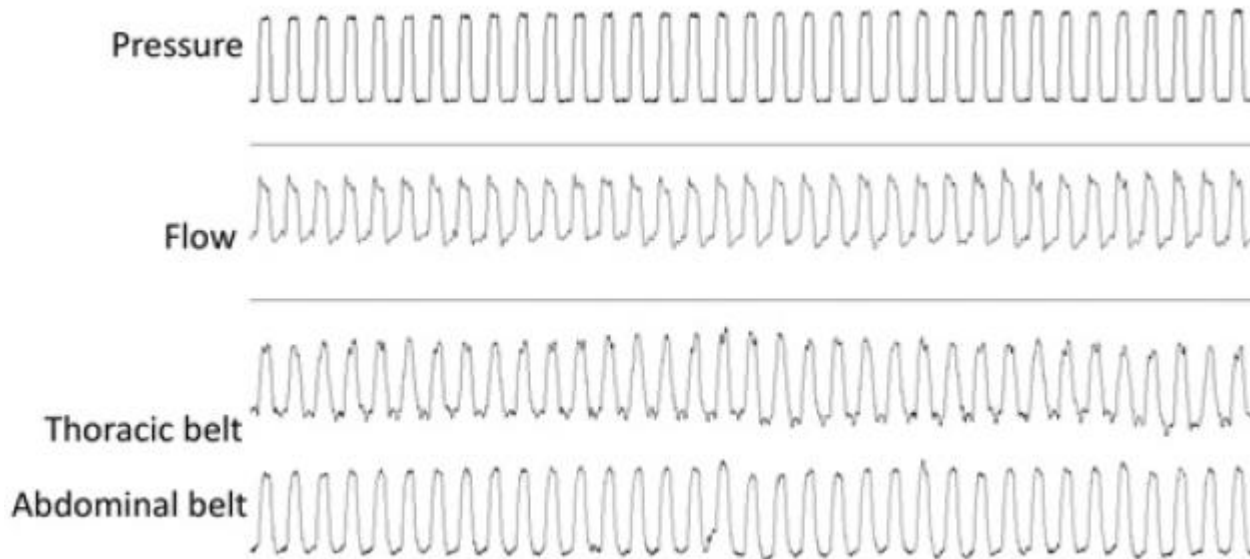
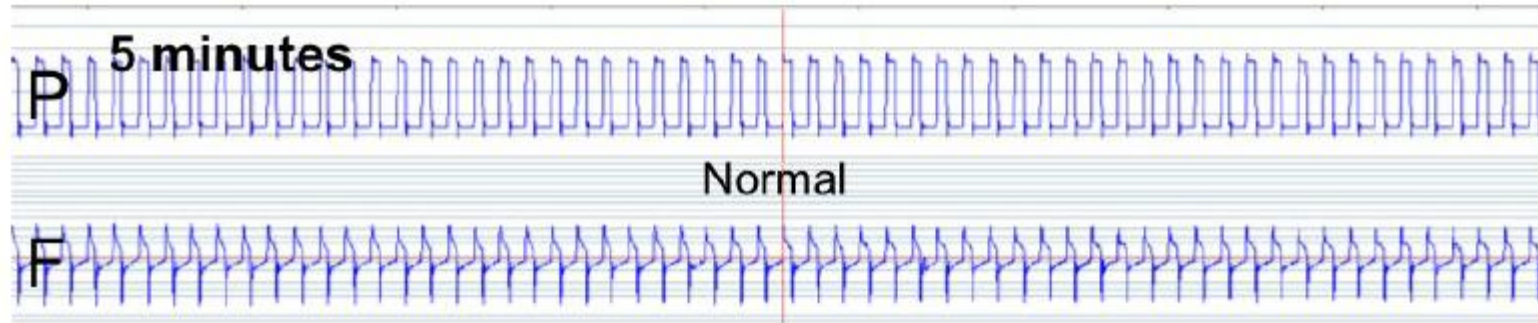
## Via Aérea Superior

Recuo da mandíbula em interface facial

Obstrução laríngea por “espasmo glótico” na ELA

IPAP elevado

# ANÁLISE DE CURVAS, POLIGRAFIA



# FUGAS

## Efeitos na Poligrafia

Efeito da Fuga NI	
Na curva P	<ul style="list-style-type: none"><li>- queda na amplitude da P geralmente associada a fugas major</li></ul>
Na curva F inspiratório	<ul style="list-style-type: none"><li>- curva F normal: rápido aumento no fluxo, atinge pico rápido, depois declínio progressivo até ciclagem</li><li>- fuga significativa: ramo inspiratório do F tem uma subida rápida inicial, seguida de um segundo aumento mais lento, até ciclagem</li><li>- inversão curva; quadrilátero; plateau</li></ul>
Na curva F expiratório	<ul style="list-style-type: none"><li>- amputação do ramo expiratório do fluxo</li></ul>

# FUGAS

## Efeito na Poligrafia

### Efeito da Fuga NI

Nas bandas T/A

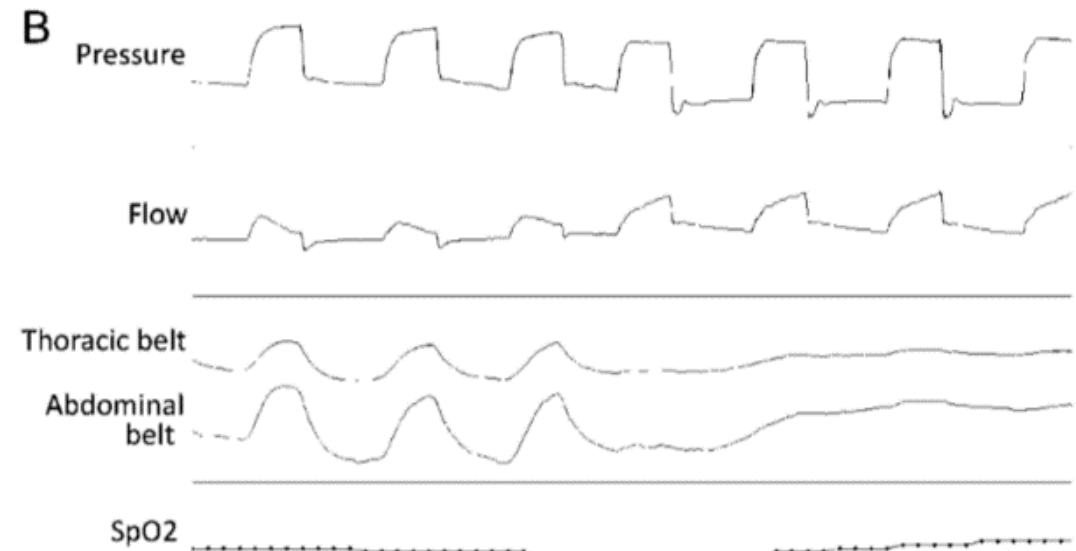
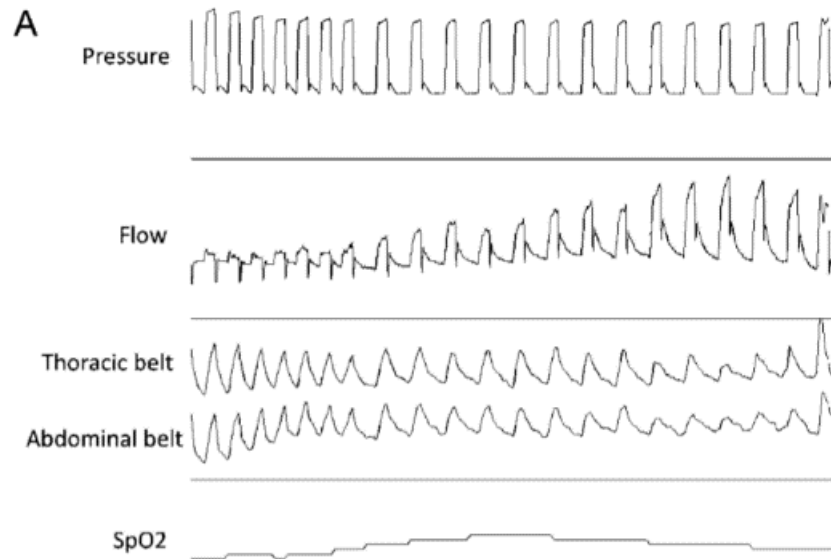
- aumento do F com uma diminuição simultânea da amplitude do sinal das bandas T/A
- o F do ventilador aumenta para tentar compensar a queda na P, mas há diminuição do  $V_t$  efetivo
- DDx: se do esforço respiratório, há aumento da amplitude do F, mas também na amplitude das bandas T/A

Na FR

- fuga favorece a não detecção do esforço inspiratório, com consequente switch para BURR

# FUGAS

## Efeitos na Poligrafia



# Obstrução VAS

## Fisiopatologia

Normal:

- Inspiração: aumento das bandas torácica e abdominal, ao mesmo tempo
- Expiração: o sinal vai diminuir em ambas ao mesmo tempo

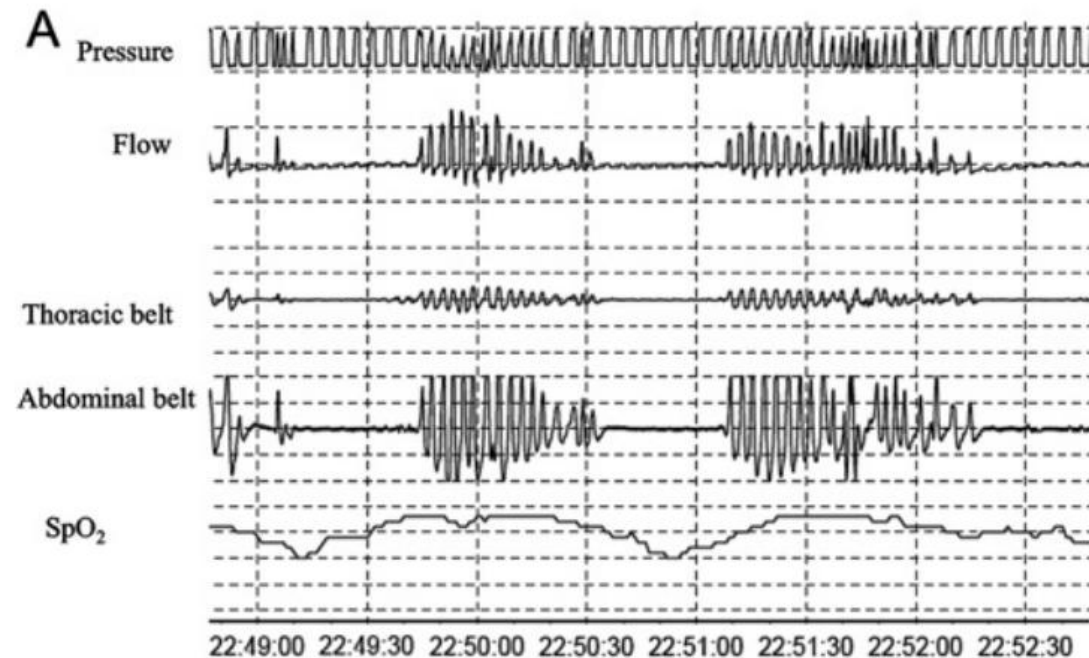
Obstrução VAS com esforço do doente	Obstrução VAS sem esforço do doente
movimento toraco-abdominais paradoxais, que ocorrem em caso de colapso faríngeo	sugere obstrução laríngea, com diminuição do drive respiratório

*Inbuilt* softwares falham em detetar obstrução da VAS em casos de fugas NI e de obstruções laríngeas

# Obstrução VAS

Obstrução parcial ou total da VAS com redução do drive ventilatório:

- Redução progressiva e suave da amplitude do F, com amplitude da P inalterada
- Redução ou desaparecimento simultâneo do sinal das bandas T/A
- Mudança do ventilador para BURR, sem movimentos T/A



# Obstrução VAS

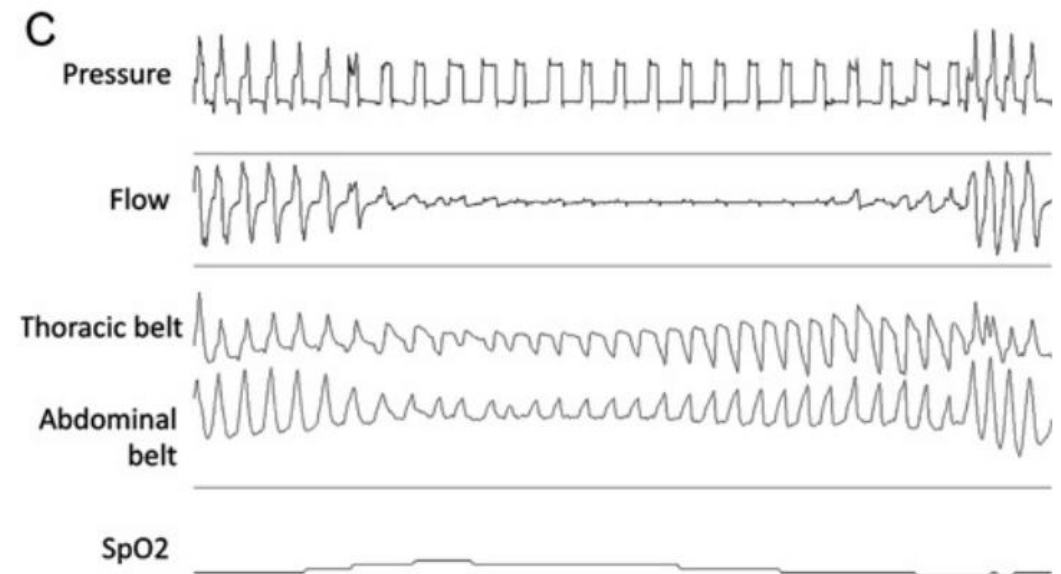
Obstrução parcial ou total da VAS sem redução do drive ventilatório:

Redução súbita do F (durante insuflação) com manutenção da P inspiratória

Oposição de fase nas bandas T/A\*

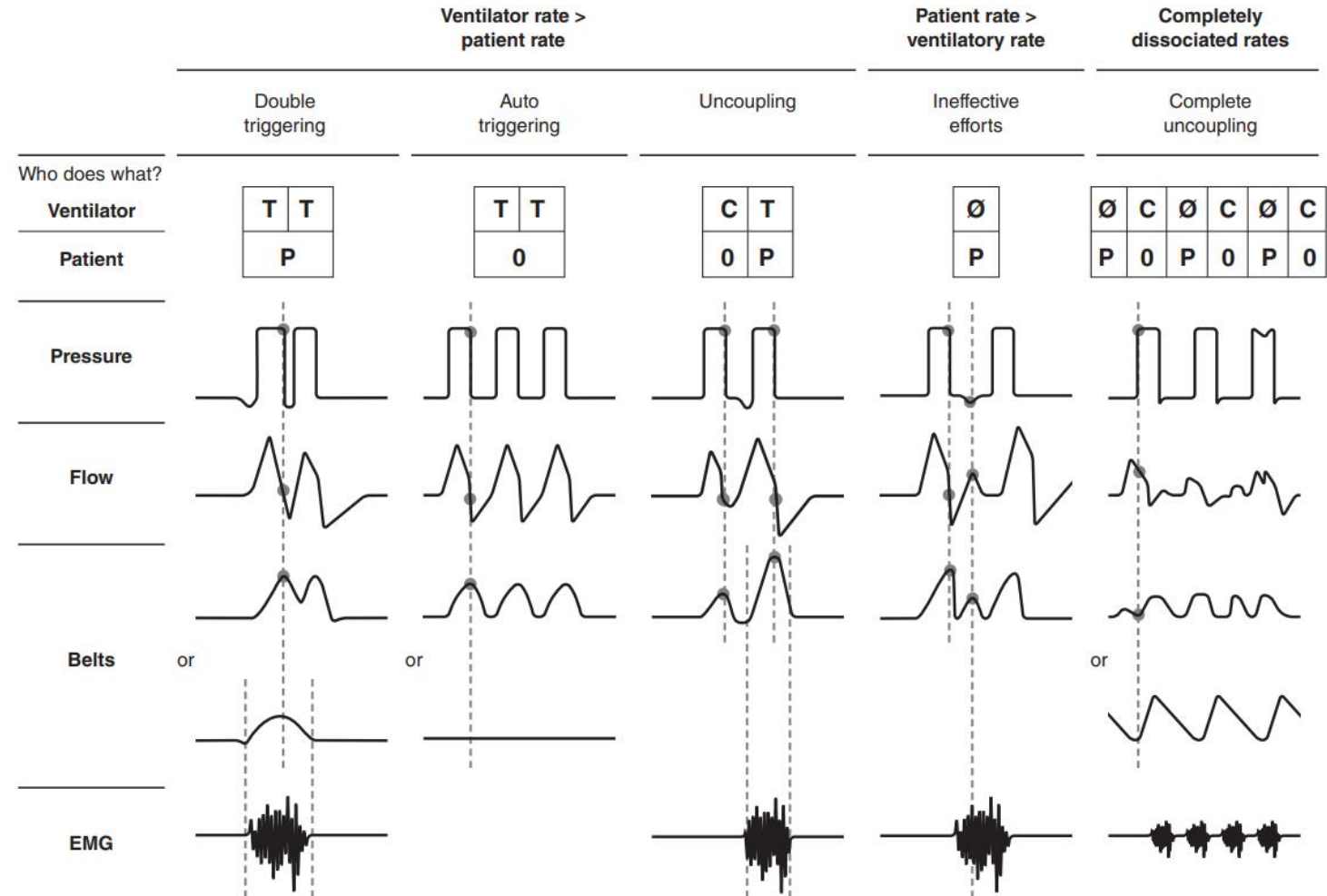
Aumento da FR no final do evento  
(devido ao esforço do doente para abrir a VAS)

*\*inflexão negativa da banda torácica na inspiração, associada a inflexão positiva da banda abdominal*



# ASSINCRONIAS

Interciclo  
 Frequência  
 Ritmo

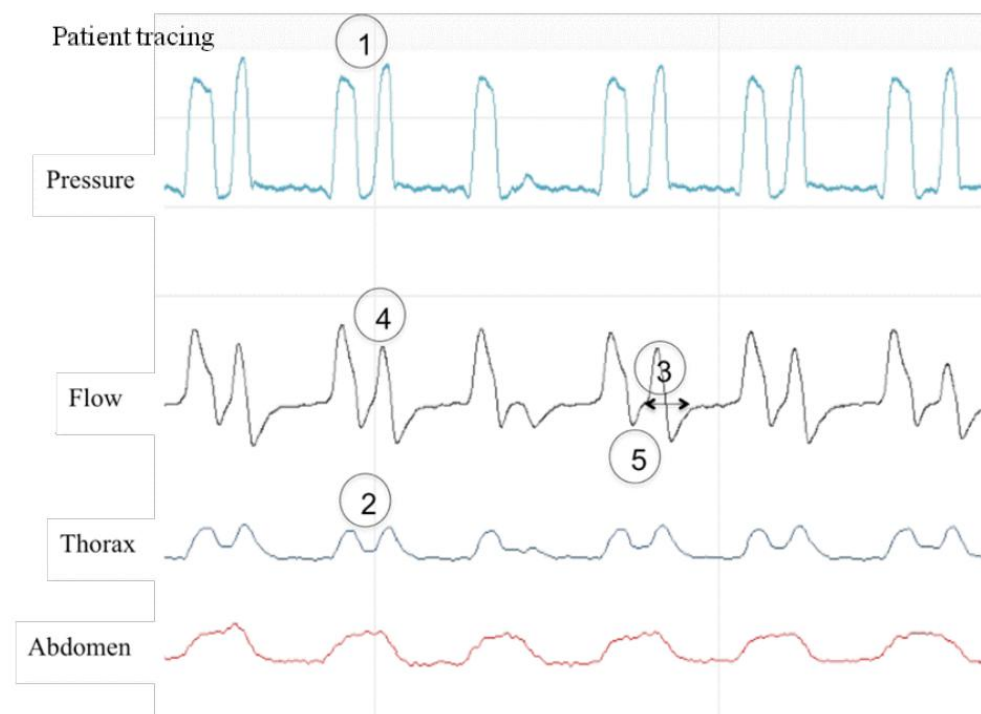


# ASSINCRONIAS

## Double Trigger

O ventilador inicia 2 ciclos assistidos para apenas 1 esforço prolongado do doente

- 2º ciclo é mais curto
- Pico de fluxo do 2º ciclo é mais baixo
- Fluxo expiratório negativo entre os 2 ciclos é menos negativo do que o fluxo expiratório de referência



# ASSINCRONIAS

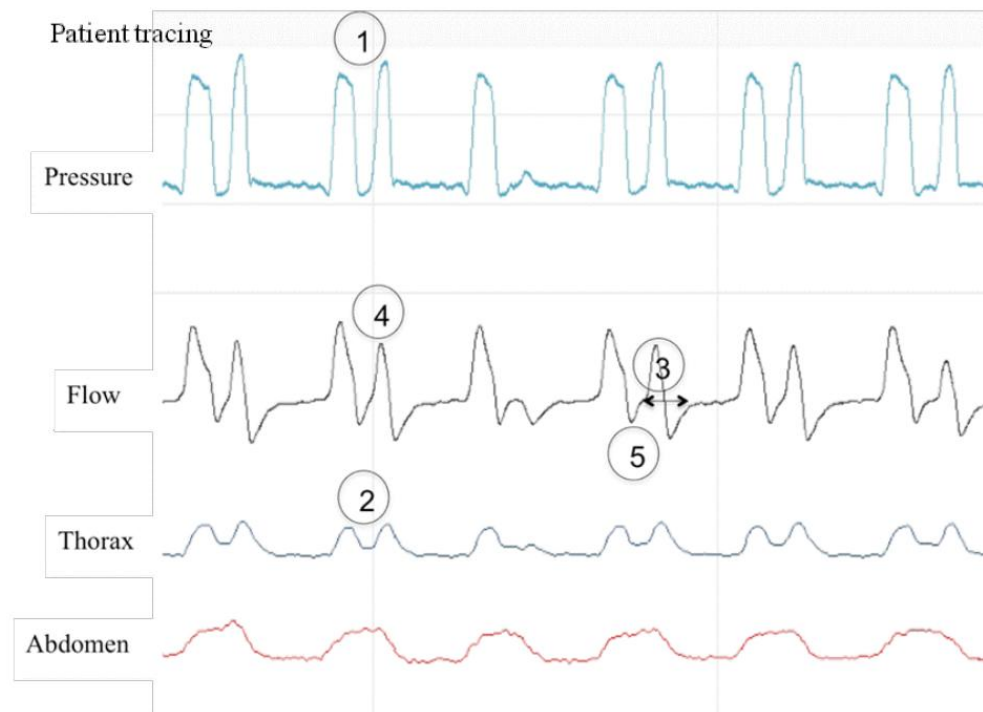
## Double Trigger

### Causas:

- ciclagem prematura da primeira insuflação
- esforço inspiratório importante por parte do doente por pressão insuficiente

### Soluções

- ↑ PS
- ↑ Ti mín
- *Rise time* mais rápido

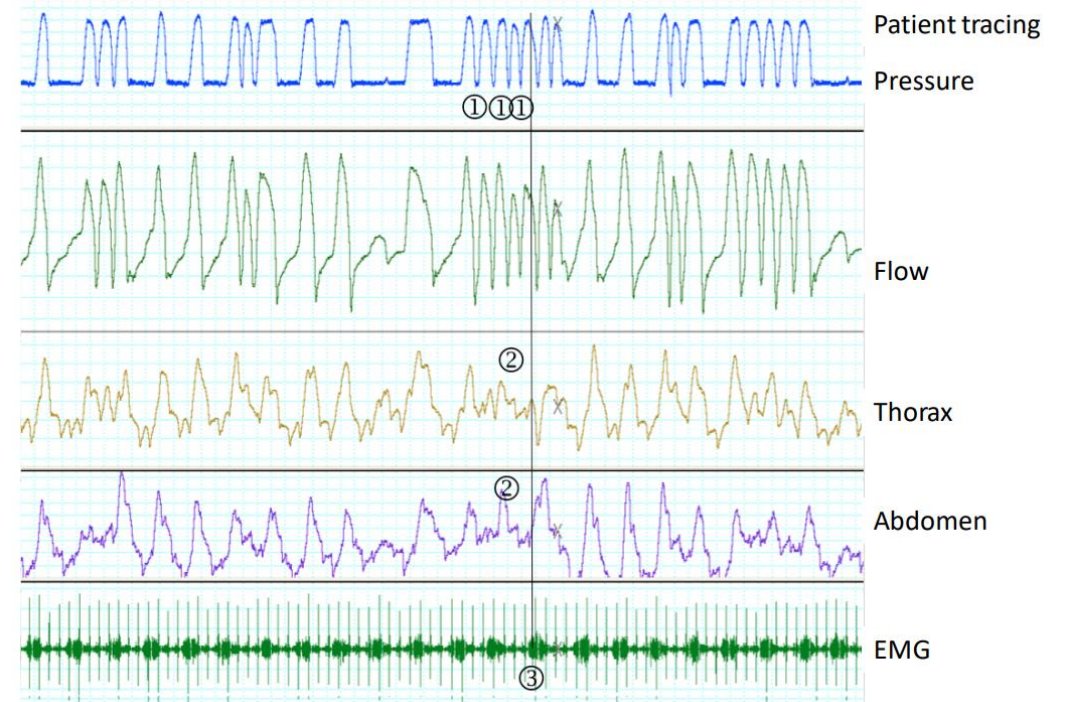


# ASSINCRONIAS

## Auto Triggering

Ventilador inicia 2 ou mais ciclos a uma frequência superior à do doente

- Durante as salvas de *auto-triggering* P e F são similares
- Bandas estão com uma FR menor
- EMG com esforço inspiratório dessincronizado com a pressurização do ventilador



# ASSINCRONIAS

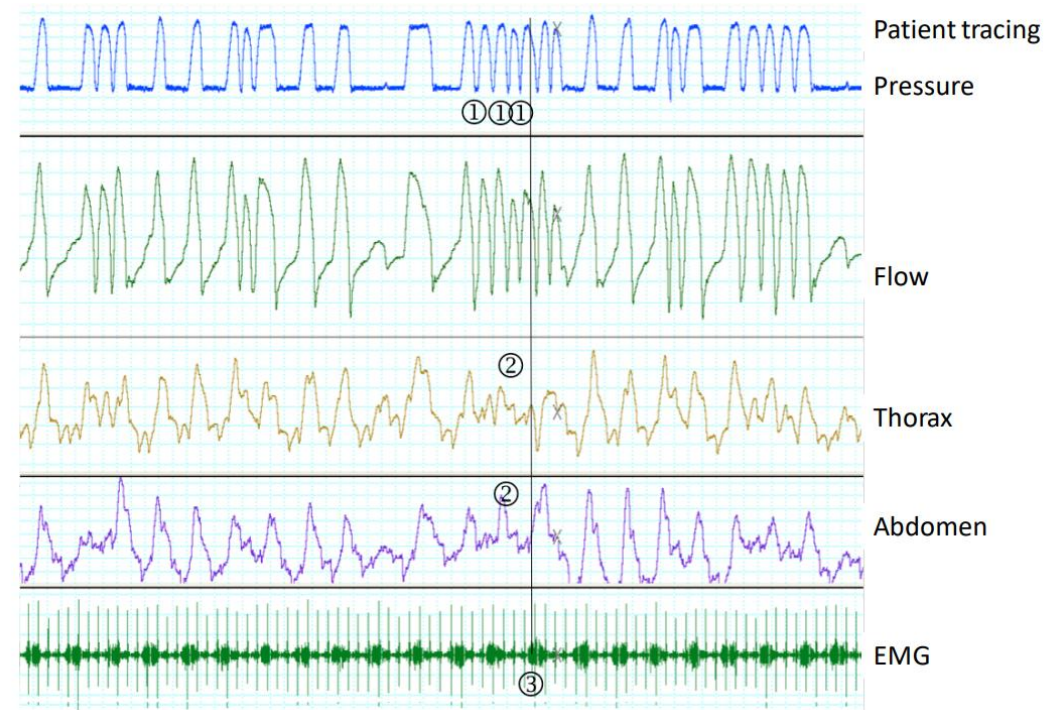
## Auto Triggering

Causas:

- Fuga NI
- *Trigger* insp demasiado sensível

Soluções:

- Interface
- ↓ Sensibilidade *trigger* insp

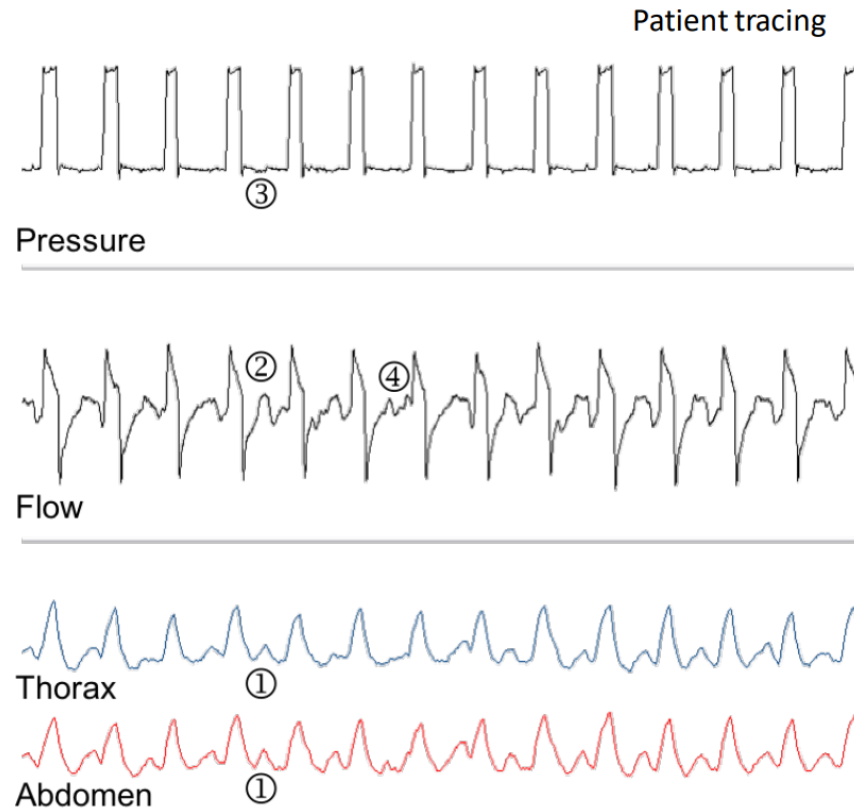


# ASSINCRONIAS

## Esforço Ineficaz

Pode haver movimento da curva F

Esses movimentos não são seguidos por ciclo assistidos nas curvas P e F



# ASSINCRONIAS

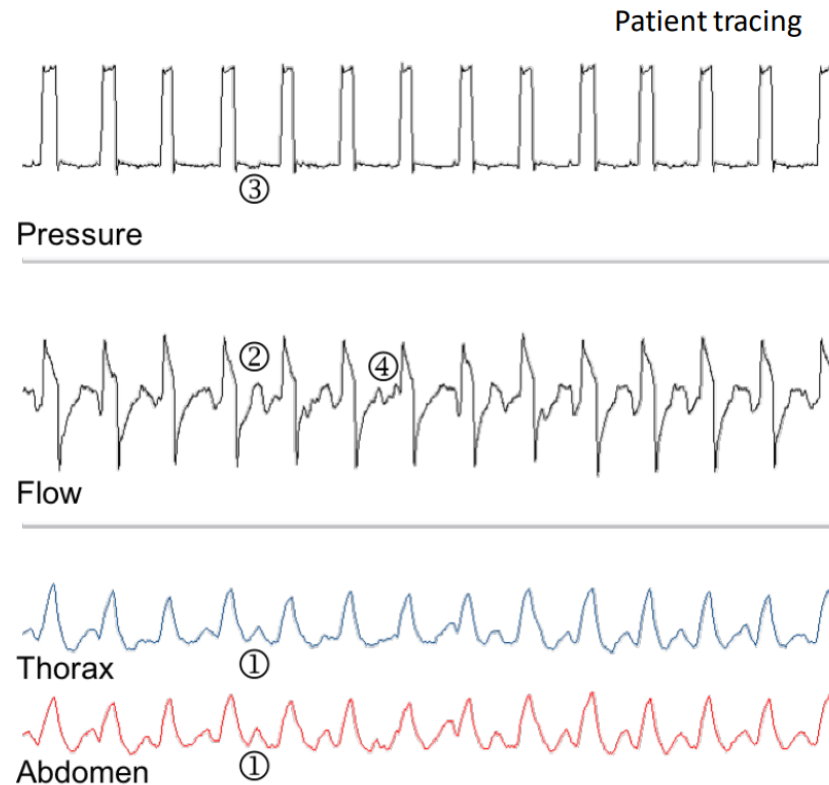
## Esforço Ineficaz

### Causas:

- Fuga NI
- *Trigger* insp pouco sensível
- Auto-PEEP
- Subassistência

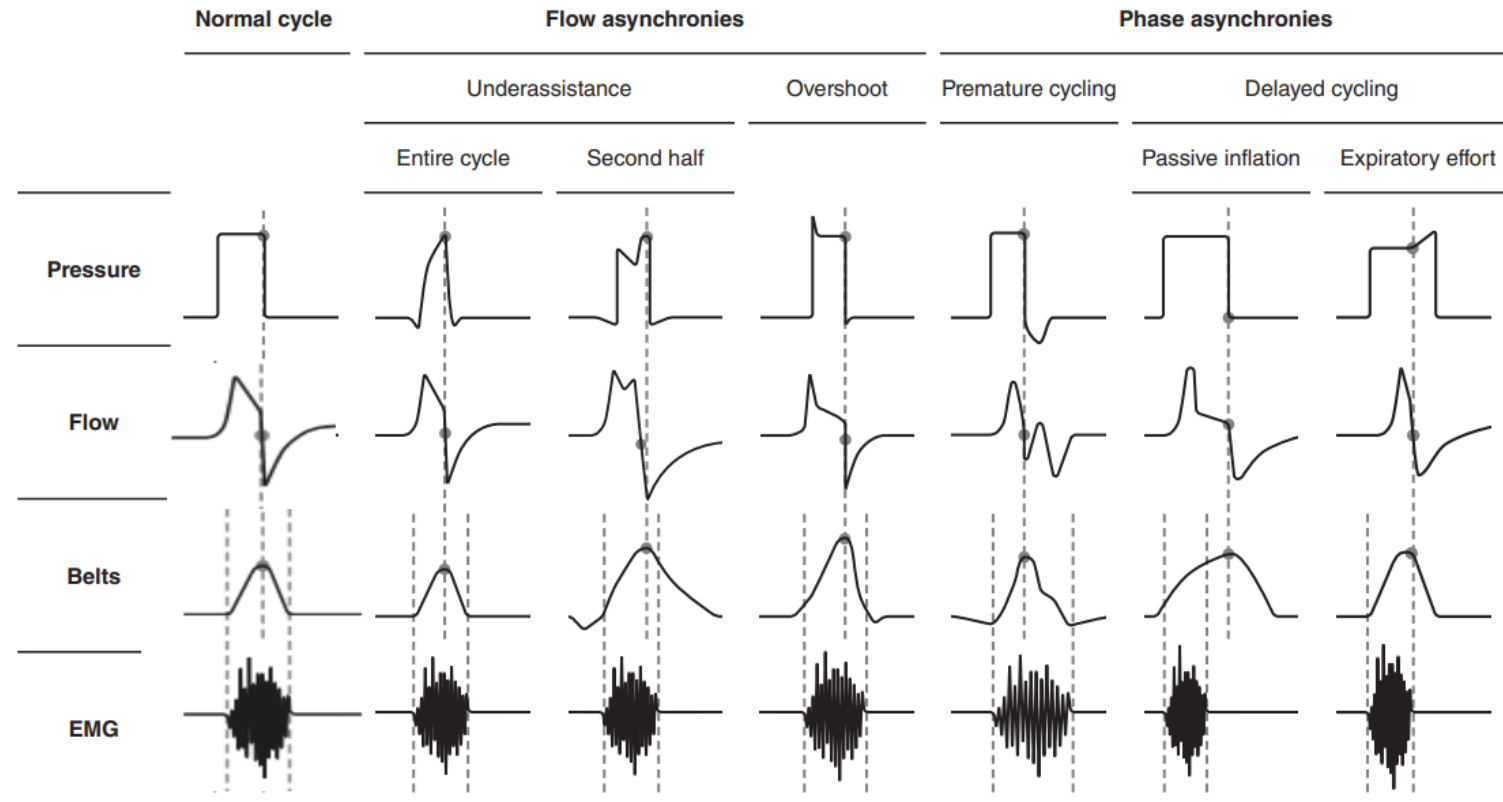
### Soluções:

- Interface
- ↑ Sensibilidade *trigger* insp
- Ajustas EPAP
- ↑ PS
- ↑  $Ti$  mín



# ASSINCRONIAS

## Intraciclo



# ASSINCRONIAS

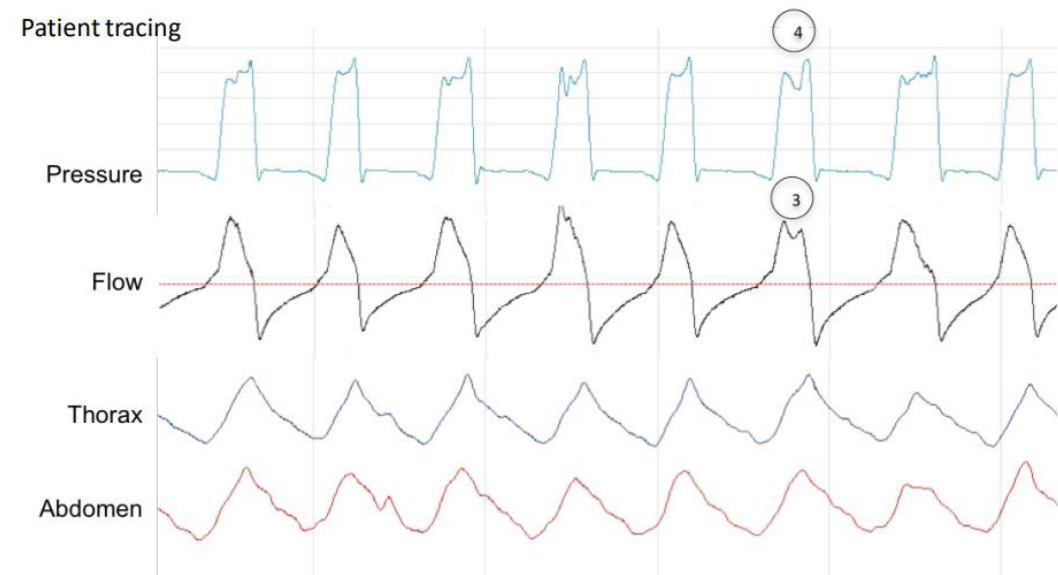
## Subassistência

P apresenta uma deflexão negativa pequena (inferior à IPAP) na segunda metade da inspiração (corresponde ao esforço inspiratório do doente)

F apresenta uma onda positiva na 2ª metade da inspiração

Soluções:

- ↑ PS
- ↑ Ti mín



# ASSINCRONIAS

## Overshoot

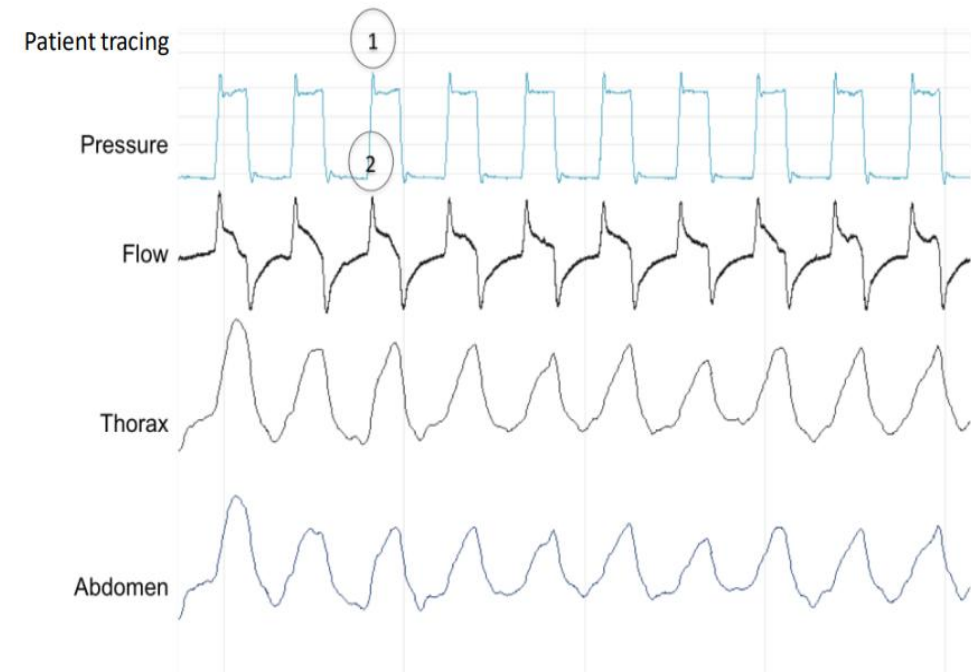
Aumento transitório no início do ciclo da P e na F

Causas:

- *Rise time* demasiado rápido

Soluções:

- *Rise time* mais lento



# ASSINCRONIAS

## Ciclagem Precoce

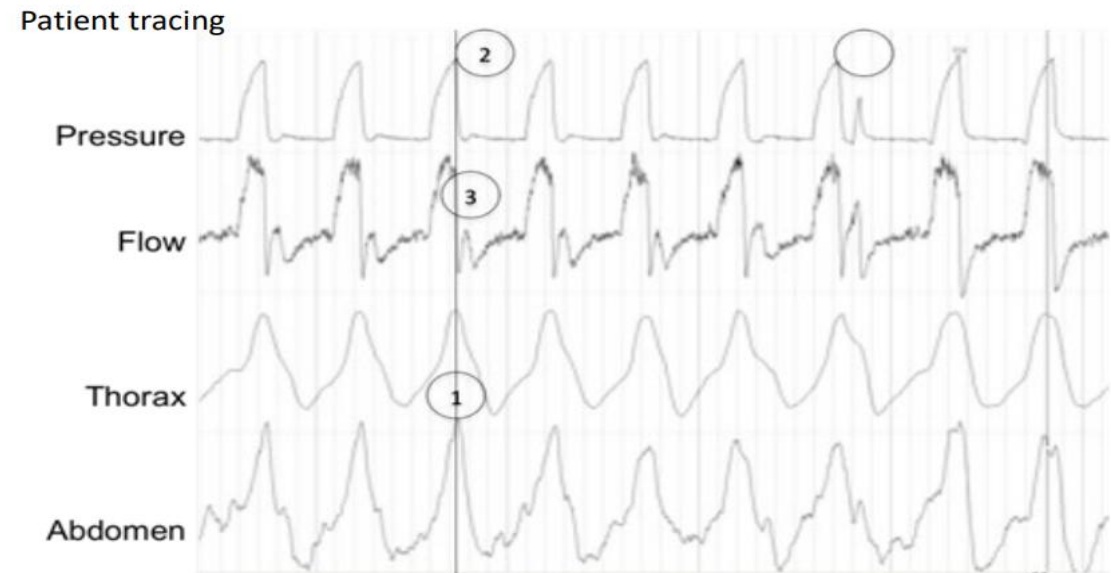
F apresenta uma onda positiva na 2ª metade da inspiração

Causas:

- *Trigger exp* em alta %
- $T_i$  curto
- Subassistência

Soluções:

- *Trigger exp* em % mais baixa
- ↑  $T_i$
- ↑ PS



# ASSINCRONIAS

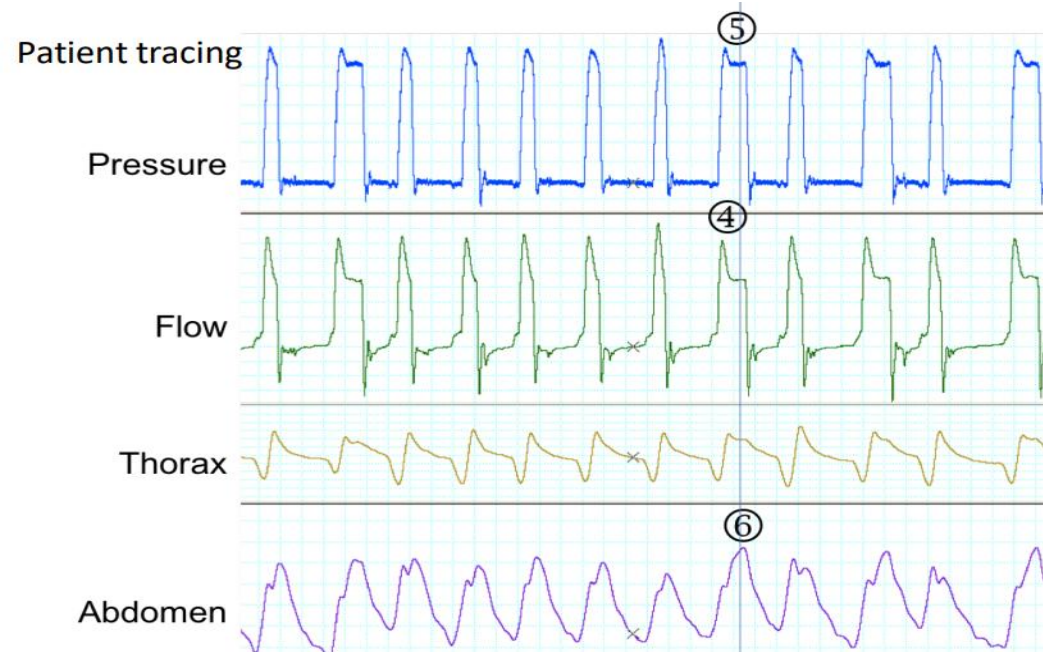
## Ciclagem Tardia

### Causas:

- *Trigger* exp em baixa %
- $Ti$  mín longo
- Fugas NI

### Soluções:

- *Trigger* exp em % mais alta
- ↓  $Ti$  mín
- Interface,  $Ti$  máx



# OXIMETRIA NOTURNA

## Condições

Válida:

- $\geq 4,5$  h/sono
- $< 20\%$  de artefactos
- informação sobre *sleeping time* e fuga NI estão disponíveis (estes períodos devem ser descartados do registo)

Precisão  $< 3\%$  se  $SpO_2 > 90\%$

Perda de acuidade quando  $SpO_2 < 80\%$

Frequência da amostragem e *averaging time*:

- desde 1 medição por segundo até uma medição a cada 12 seg
- afeta estatísticas e curvas

# OXIMETRIA NOTURNA

## Situações em que pode estar falseada

- principal limitação: forma da curva de dissociação da hemoglobina  
(doentes com SpO<sub>2</sub> basal > 96% só vão ter diminuição de SpO<sub>2</sub> se houver uma grande queda na PaO<sub>2</sub>)
- estados de baixa perfusão
- sépsis
- carboxiemoglobina e níveis de metahemoglobina
- anemia
- anemia falciforme homocigotia
- pele escura
- baixa perfusão periférica
- baixa temperatura corporal (sobrestima SpO<sub>2</sub>)
- luz ambiente/verniz unhas (podem subestimar)

# OXIMETRIA NOTURNA

## Oxímetro acoplado ao ventilador:

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"><li>- analisar curva SPO<sub>2</sub> em conjunto com fuga NI, P e F</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- frequência de amostragem é geralmente inferior</li><li>- estatísticas menos detalhadas</li><li>- não se podem descartar nenhuma medidas com falhas</li></ul>

# OXIMETRIA NOTURNA

## Interpretação

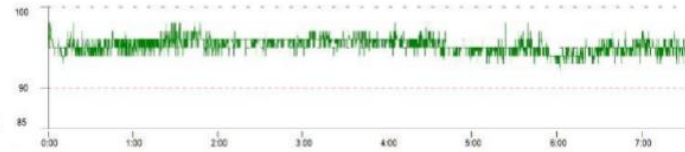
- Análise visual
- ODI < 5h
- CT90:
  - < 5% (*Janssens, Frontiers 2022*)
  - ≤ 10% (*SomnoNIV, Arnal COPD 2017*)
  - ≤ 30% (*Arnal COPD 2017*)
  - CT88 < 5 min (*Arnal COPD 2017*)

# OXIMETRIA NOTURNA

## Exemplos

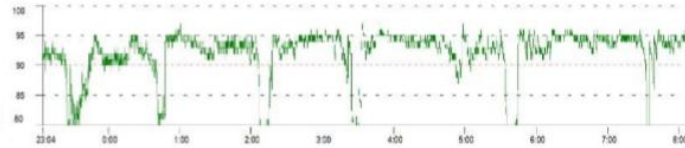
### Normal

SpO<sub>2</sub> m: > 90%  
ODI: ≤ 5 /h  
Time < 90%: ≤ 5%



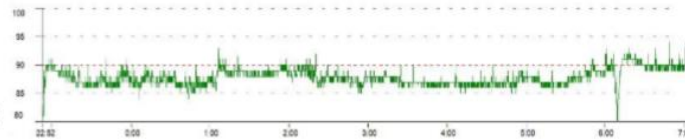
### Hypoventilation

SpO<sub>2</sub> m: > 90%  
ODI: ≤ 10 /h  
Time < 90%: > 5%



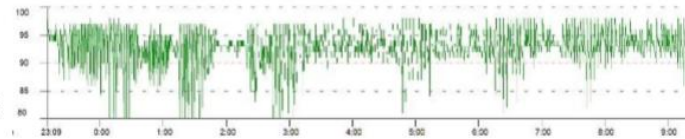
### V<sub>A</sub>/Q mismatch

SpO<sub>2</sub> m: ≤ 90%  
ODI: ≤ 5 /h  
Time < 90%: > 5%



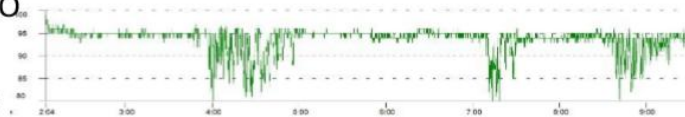
### UAO

SpO<sub>2</sub> m: > 90%  
ODI: > 5 /h  
Time < 90%: ≤ 5%



### Hypoventilation + UAO

SpO<sub>2</sub> m: > 90%  
ODI: > 10 /h  
Time < 90%: > 5%



# CAPNOGRAFIA TRANSCUTÂNEA NOTURNA

## Fisiologia

42°C, 8 horas sem risco de queimaduras

Geralmente 10 minutos para a estabilização da membrana do eletrodo

Correlação PaCO<sub>2</sub> com PtcCO<sub>2</sub>: 5 mmHg (mas também 7,5 mmHg, máximo aceitável 10 mmHg)

Tipicamente valores são 4-5 mmHg superiores à PaCO<sub>2</sub> pois o aquecimento da pele induz um estado hipermetabólico local

Tempo de resposta na medição: 2 minutos

# CAPNOGRAFIA TRANSCUTÂNEA NOTURNA

## Condições

Válido:

- registo de  $\geq 4,5$  horas do tempo de sono, com  $< 20\%$  de artefactos
- PtcCO<sub>2</sub> 30-70 mmHg, com variação individual  $< 20$  mmHg numa noite
- informação disponível sobre *sleeping time* e fuga NI

Falhas técnicas:

- posicionamento incorreto do sensor
- danos na membrana do sensor
- bolhas de ar aprisionadas entre a pele e o sensor
- calibração incorreta

Fuga NI pode levar a aumento transitório PtcCO<sub>2</sub> que não pode ser interpretado como hipoventilação

# CAPNOGRAFIA TRANSCUTÂNEA NOTURNA

## Interpretação

Hipoventilação:

- PtcCO<sub>2</sub> médio > 50 mmHg
- PtcCO<sub>2</sub> máx > 49 mmHg
- PtcCO<sub>2</sub> máx > 55 mmHg
- PtcCO<sub>2</sub> > 49 mmHg em ≥ 10%
- ↑ PtcCO<sub>2</sub> 7,5 mmHg
- ↑ PtcCO<sub>2</sub> 10 mmHg
- AASM

Inspeção da curva parece ser melhor que estatística

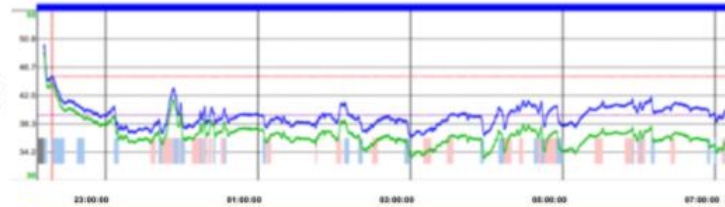
Ajuda a perceber obstrução da VAS com diminuição do drive em consequência de sobreassistência

# CAPNOGRAFIA TRANSCUTÂNEA NOTURNA

## Exemplos

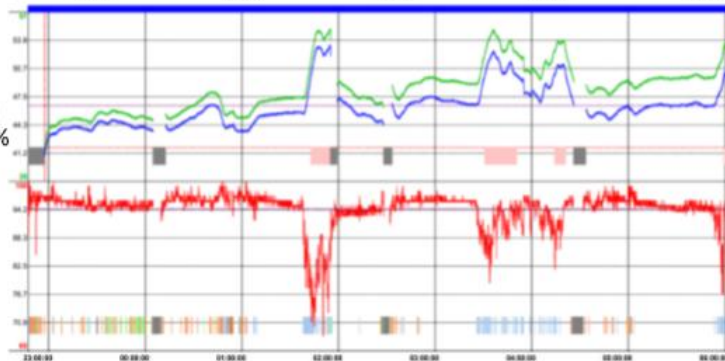
### Normal

PtcCO<sub>2</sub> m < 50 mm Hg  
Time PtcCO<sub>2</sub> > 50 : 0%  
ΔPtcCO<sub>2</sub> < 7,5 mm Hg



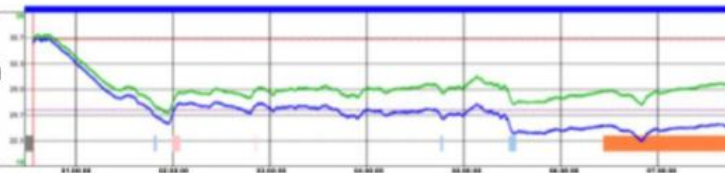
### Alveolar Hypoventilation

PtcCO<sub>2</sub> m > 50 mm Hg  
Time PtcCO<sub>2</sub> > 50 : > 5%  
ΔPtcCO<sub>2</sub> ≥ 7,5 mm Hg



### Alveolar Hyperventilation

PtcCO<sub>2</sub> m < 35 mm Hg  
Time PtcCO<sub>2</sub> > 50 : 0%  
ΔPtcCO<sub>2</sub> < 7,5 mm Hg



# TELEMONITORIZAÇÃO

## Recomendações ERS 2025

»» Seguimento HMV:

Sugerido, em doentes sob HMV longo-termo, **quer** seguimento guiado por **telemedicina** **quer** seguimento **sem telemedicina**

Resultados similares:

- adesão
- internamentos
- HRQoL
- mortalidade
- PaCO<sub>2</sub>
- idas a SU
- recurso a consultas MGF

# TELEMONITORIZAÇÃO

## Recomendações ERS 2025

**Sem recomendação** (falta de estudos) relativamente a:  
**monitorização remota alargada** (trocas gasosas, qualidade sono/apneia, sincronia doente-ventilador) **vs**  
**monitorização remota usando apenas dados do ventilador**

Monitorização remota de dados do ventilador pode ter valor na:

- predição de exacerbações de DPOC
- redução de hospitalizações
- redução de idas a hospital
- predição de sobrevida
- eventualmente melhoria da sobrevida

Mas sensibilidade e especificidade dos dados do ventilador e algoritmos derivados são subóptimas

# TELEMONITORIZAÇÃO

## Recomendações ERS 2025

Monitorização mais extensa pode permitir:

- ✓ reduzir exacerbações/hospitalizações (altamente valorizado pelos doentes)
- ❖ mas aumenta custos,
- ❖ obriga a descarregar mais dados e a ter maior capacidade de armazenamento

# CONCLUSÕES

Valorizar clínica

Conhecer as limitações dos *inbuilt* softwares

Análise de curvas: fuga e patência VAS

Análise de curvas: assincronias

Conhecer as vantagens e limitações de oximetria e capnografia transcutânea noturna

# CURSO DE VMNI

NIPPON 2026



## Seguimento do Doente com VNI Domiciliária



**Miguel Guia**

*Coordenador Unidade de Ventilação Não Invasiva, Serviço de  
Pneumologia, ULS Santa Maria*

*Cocoordenador Unidade de Internamento Enfermaria, Serviço  
de Pneumologia, ULS Santa Maria*

*Faculdade de Medicina Universidade de Lisboa*

*Serviço de Pneumologia Hospital da Luz - Clínica da Amadora*

