



Estratégias de ventilação

Uma monografia com dicas práticas.



Índice

1 Ventilação, para onde vamos?	4
2 Ventilação – tecnologia de ponta	5
3 Indicações para ventilação	10
4 Tecnologias de ventilação	13
4.1 Modos de ventilação e soluções tecnológicas	19
4.1.1 CPAP.....	19
4.1.2 BiLevel	19
4.1.3 PSV	22
4.1.4 PCV	23
4.1.5 VCV	24
4.1.6 aPCV/aVCV	25
4.1.7 SIMV.....	26
4.1.8 MPVp/MPVv	27
4.1.9 Terapia de alto fluxo	28
4.1.10 Opções de terapia para DPOC.....	30
4.1.11 Rampa de pressão inspiratória	38
4.1.12 Rampa de pressão expiratória	38
4.1.13 softSTART e softSTOP	41
4.2 Suplemento de oxigênio	43
4.3 Umidificação	44
4.4 Gerenciamento de secreções e apoio à tosse com o LIAM	46
4.5 Conexão do monitor	53
4.6 Interface com o paciente	54
5 Dicas práticas de utilização	57
5.1 Casos de insuficiência respiratória crônica	57
5.2 Aspectos pediátricos na ventilação	61
6 Soluções de produtos para ventilação	63
6.1 Conceito de produto para aparelho apresentado com o LUISA	63
6.2 prisma VENT30 e prisma VENT40	64
6.3 prisma VENT50 e prisma VENT50-C	64
6.4 LUISA	65
6.5 Aplicativo LUISA	65
6.6 prisma CLOUD	66
6.7 prismaTS	66
6.8 Ajustes da ventilação com sistema Sonata/Scala (PSG/PG).....	67
7 Perspectiva.....	68
8 Glossário	69
9 Bibliografia.....	69
Notificação	71



1 Ventilação, para onde vamos?

A ventilação mecânica está se tornando cada vez mais importante no tratamento de distúrbios respiratórios e ventilatórios.

A terapia de ventilação de hoje dá enfoque primeiramente à insuficiência ventilatória (insuficiência hipercápnica, tipo II) e, em segundo lugar, à insuficiência respiratória (insuficiência hipoxêmica, tipo I).

Atualmente, a maioria dos pacientes com doenças crônicas é tratada de forma eficaz com a ventilação não invasiva, baseada na tecnologia de ventilação de última geração, fornecida por meio de máscaras de alta qualidade.

Além de tratar indicações bastante conhecidas, como os distúrbios neuromusculares e da parede torácica, a ventilação não invasiva tem sido administrada a pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e Síndrome de Obesidade-Hipoventilação (SAOS). Na

medicina do sono, um caso limítrofe é a ventilação de pacientes com o tipo de respiração periódica conhecido como Respiração de Cheyne-Stokes (RCS).

Os especialistas em ventilação obtêm maior apoio com as novas tecnologias que, baseadas em algoritmos adaptativos e sistemas modernos de biofeedback, ajustam continuamente os parâmetros de ventilação às necessidades do paciente.

Além disso, os profissionais médicos podem otimizar seus processos de trabalho nas unidades de ventilação, com o processamento eletrônico dos dados. Outra tendência envolve as conexões de telemedicina para ventiladores. Com as soluções baseadas na nuvem, os especialistas médicos possuem acesso totalmente automático às informações terapêuticas diárias, a partir de qualquer lugar – tudo pelo bem do paciente.

2 Ventilação – tecnologia de ponta

Além da circulação sanguínea e da consciência, a respiração é uma função vital para sustentar a vida humana. Um distúrbio ou falência de qualquer função vital constitui uma ameaça à vida.

Por isso, é natural que os médicos há muito tempo tentem desenvolver uma forma terapêutica de proporcionar uma respiração artificial. Hipócrates (460 - 377 a.C.) e Paracelso (cerca de 1493 - 1541 D.C.) nos deixaram relatos de suas experiências nessa área. Em 1876, o francês Eugene Joseph Woillez apresentou à Academia Francesa seu protótipo de um pulmão de ferro, ao qual deu o nome de "Spiroforo"¹.

A epidemia de poliomielite ocorrida no início dos anos 50 originou avanços significativos na área da respiração artificial. Entre outras coisas, os hospitais montaram Unidades de Tratamento Intensivo (UTIs ou CTIs), como resposta aos novos requisitos clínicos que surgiam. Naquela época, a anestesiologia contribuiu substancialmente para intensificar os avanços da ventilação mecânica.

A ventilação ajuda nos casos de respiração inadequada ou fornece ar, quando a respiração espontânea cessa. O tratamento da insuficiência respiratória crônica ou da insuficiência ventilatória com a técnica de ventilação é considerado uma importante medida terapêutica para reduzir a morbidade e a mortalidade dos pacientes afetados.^{2,3,4} Além disso, a ventilação exerce um efeito positivo sobre a qualidade de vida dos pacientes.⁵

A crescente utilização da ventilação mecânica tem seu desenvolvimento associado às opções de uso da ventilação não invasiva (VNI).


A qualidade da interface com o paciente, na forma de diversos sistemas com máscara respiratória, exerce uma função crítica.


Hoje em dia, vários pacientes com insuficiência respiratória ou insuficiência ventilatória crônica são tratados com VNI. Dessa forma, é possível tratar os pacientes que precisam de ventilação mecânica fora do hospital, em suas próprias casas. Uma vez que muitos dispositivos são pequenos e facilmente manuseáveis, os pacientes adquirem um certo nível de mobilidade.

A Tabela 1 fornece uma visão geral dos atributos da ventilação não invasiva e da ventilação invasiva (VI) nos casos agudos. As contraindicações da VNI são apresentadas na Tabela 2.

Apoio para decisões em casos agudos

Características da ventilação não invasiva e invasiva, com base na diretriz S3 “Ventilação mecânica não invasiva na insuficiência respiratória aguda”

 Atributo negativo

 Atributo positivo































Complicações e aspectos clínicos	Ventilação invasiva (VI)	Ventilação não invasiva (VNI)
Pneumonia associada aos ventiladores ou tubos	 Maior risco a partir do terceiro ou quarto dia de ventilação	 Rara
Aumento no esforço de respiração associado aos tubos	 Sim (durante a respiração espontânea e com compensação insuficiente por tubo)	 Não
Lesão traqueal na fase inicial ou tardia	 Sim	 Não
Sedação	 Frequentemente necessária	 Raramente necessária
Aplicação intermitente	 Possível	 Frequentemente possível
O paciente consegue tossir adequadamente	 Não	 Sim
O paciente consegue comer e beber	 Difícil com traqueostomia, Com intubação: não	 Sim
O paciente consegue falar	 Difícil	 Sim
O paciente consegue se sentar com a coluna ereta	 Com limitação	 Frequentemente possível
É difícil fazer o desmame do ventilador	 Em 10 -20% de todos os casos	 Rara
Acesso às vias aéreas	 Direto	 Difícil
Pontos de pressão sobre a área do rosto	 Não com intubação, mas podem aparecer nos cantos da boca	 Frequentemente
Reinalação de CO ₂	 Não	 Rara
Fugas	 Muito pouco	 Mais ou menos, dependendo do ajuste da máscara respiratória
Aerofagia	 Muito pouco	 Frequentemente

Tabela 1 ⁶

Os atributos da VI e da VNI mostram que, na maioria dos casos, a ventilação não invasiva é a melhor alternativa.

Contraindicações à ventilação não invasiva (VNI)

Embora os atuais avanços na tecnologia médica tenham feito da ventilação não invasiva o tratamento de preferência na maioria dos casos, devem-se levar em

conta algumas contraindicações absolutas e relativas, apresentadas na lista abaixo:

Contraindicações absolutas	Contraindicações relativas
▶ Falta de respiração espontânea, respiração ofegante	▶ Coma hipercápnico
▶ Obstrução fixa ou funcional das vias aéreas	▶ Hipoxemia ou acidose grave (pH < 7.1)
▶ Sangramento gastrointestinal ou do íleo	▶ Retenção massiva de secreção, apesar da broncoscopia
▶ Coma	▶ Instabilidade hemodinâmica (choque cardiogênico, infarto do miocárdio)
	▶ Agitação grave
	▶ Incompatibilidade anatômica e/ou subjetiva da interface
	▶ Diretamente após uma cirurgia no trato gastrointestinal superior

Tabela 2⁶

Levando-se em conta as contraindicações, pode-se concluir que a ventilação invasiva preserva uma certa importância. As contraindicações absolutas e relativas devem ser utilizadas como base para as decisões de tratamento.

Em um estudo que analisou o uso da ventilação mecânica domiciliar, realizado em vários países europeus,^{7,8} a prevalência da ventilação mecânica foi estimada em 6,6 a cada 100.000 residentes. Alguns especialistas médicos sustentam que a prevalência em alguns desses países é muito maior.

Além disso, segundo o estudo,⁷ alguns países relataram variações significativas nas porcentagens de distribuição de algumas das indicações. As doenças das categorias padrão são subdivididas da seguinte forma:

- **Pulmões/vias aéreas (DPOC)**
- **Distúrbios da parede torácica (cifoescoliose da coluna torácica)**
- **Doenças neuromusculares**

Essas categorias ainda podem ser expandidas, passando a incluir a Síndrome de Obesidade-Hipoventilação⁹ e a Respiração de Cheyne-Stokes, embora a última seja geralmente tratada no escopo da medicina do sono. Nesse ponto, existe uma certa sobreposição (por exemplo, SAOS). Muito frequentemente, os diagnósticos da medicina do sono são utilizados para avaliar a qualidade da ventilação noturna.

Desde o final dos anos 90, o número absoluto de pacientes assistidos por ventilação mecânica com doença neuromuscular e deformidades da parede torácica tem estado relativamente estável, mas o número de pacientes com DPOC aumentou consideravelmente. Um estudo

realizado em 2014 demonstrou um efeito significativo da VNI sobre a expectativa de vida de pacientes hipercápnicos estáveis com DPOC.¹⁰ O aumento drástico da obesidade na população geral se reflete no rápido crescimento do número de pacientes assistidos por ventilação, muitos dos quais com SAOS.¹¹

Paralelamente ao desenvolvimento da medicina do sono, foram introduzidos conceitos de ventilação eficazes para o tratamento de pacientes com distúrbios respiratórios centrais, como a Respiração de Cheyne-Stokes.^{12,13}

Atualmente, os especialistas analisam de forma crítica os níveis de PaCO₂ dos pacientes com DPOC cuja hipercapnia não seja solucionada de forma eficaz com a ventilação.

Cada vez existem mais indícios mostrando que a redução no nível de PaCO₂, por meio da aplicação de pressões inspiratórias mais fortes, pode exercer um efeito positivo sobre a expectativa de vida.¹⁴ Um indicador preditivo da expectativa de vida de pacientes com DPOC parece ser o teste de caminhada de seis minutos.¹⁵ Além disso, os pacientes com DPOC hipercápnica estáveis apresentam melhor tolerância às altas pressões de ventilação, além de uma redução mais eficaz no nível de PaCO₂ noturno.¹⁶



O número de pacientes que requerem ventilação mecânica tem aumentado consideravelmente, juntamente com as indicações de Síndrome de Obesidade-Hipoventilação e DPOC.

A tecnologia dos dispositivos, por si só, não determina a qualidade da ventilação. O acompanhamento de um especialista ao paciente domiciliar, com o apoio dos membros da família, é igualmente importante⁸.

O sucesso para que o paciente aceite a terapia está em fornecer-lhe as instruções adequadas. A equipe médica deve agir com sensibilidade, entendendo que os pacientes que requerem ventilação muitas vezes possuem dificuldade em respirar e uma sensação de claustrofobia quando se posiciona uma máscara respiratória cobrindo o nariz, ou o nariz e a boca. É importante que o paciente adquira rapidamente confiança na terapia, passando a vê-la como uma fonte de alívio e proteção.

A moderna tecnologia de ventilação, baseada em soluções de ventilação inteligentes, pode contribuir substancialmente para se atingir esse objetivo.

3 Indicações para ventilação

A classificação das indicações para ventilação baseia-se nos seguintes parâmetros:

- doença subjacente
- quadro clínico
- níveis de gás no sangue

Indicações para ventilação não invasiva e invasiva

De acordo com as Diretrizes Sk2 sobre o uso de ventilação mecânica não invasiva e invasiva domiciliar para tratamento de insuficiência respiratória crônica (levando-se em conta a decisão terapêutica nos casos de exacerbação aguda)

Doença	Indicação para ventilação não invasiva	Indicação para ventilação invasiva*
Doença neuromuscular subjacente	<p>Hipoventilação alveolar associada a pelo menos um dos seguintes parâmetros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - hipercapnia crônica ($\text{PaCO}_2 \geq 45$ mmHg) durante o dia e/ou - à noite (≥ 50 mmHg) e/ou - normocapnia durante o dia, com aumento de $\text{PTc CO}_2 \geq 10$ mmHg à noite - ou rápida diminuição das capacidades vitais - em um pico de fluxo da tosse (PFT) ≤ 270 l/min, é necessário fazer o gerenciamento mecânico das secreções. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requer ventilação e, apesar do uso do dispositivo, não há benefícios suficientes da VNI - Disfagia com pneumonia de repetição - VNI necessária > 16 horas/dia
Restrição torácica	<ul style="list-style-type: none"> - Sintomas de hipoventilação - Hipercapnia crônica diurna com $\text{PaCO}_2 \geq 45$ mmHg - Hipercapnia noturna com $\text{PaCO}_2 \geq 50$ mmHg - Normocapnia diurna com aumento de $\text{PTc CO}_2 \geq 10$ mmHg 	<ul style="list-style-type: none"> - Requer ventilação, mas durante o tratamento há agravamento significativo dos níveis de gás no sangue, acidose grave ($\text{pH} < 7.35$)

* se o paciente concordar

Doença	Indicação para ventilação não invasiva	Indicação para ventilação invasiva
Síndrome de Obesidade-Hipoventilação	<p>Obesidade e hipercapnia, apesar da terapia adequada com CPAP</p> <ul style="list-style-type: none"> - \geq Aumento em 5 minutos de $PTc\ CO_2 \geq 55$ mmHg ou $PaCO_2 \geq 10$ mmHg em comparação com o estado desperto, ou dessaturação $< 80\%$ de SaO_2 em ≥ 10 minutos - Dessaturações $< 80\%$ de SaO_2 em ≥ 10 minutos - Se a reavaliação depois de três meses de terapia com CPAP não apresentar melhorias clínicas e normocapnia diurna 	<ul style="list-style-type: none"> - Contraindicações à VNI, por exemplo, disfagia
DPOC	<p>Sintomas de insuficiência ventilatória e hipercapnia crônica e menor qualidade de vida</p> <p>Critérios de indicação (pelo menos um critério adicional deve ser satisfeito)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hipercapnia crônica diurna com $PaCO_2 > 50$ mmHg - Hipercapnia noturna com $PaCO_2 > 55$ mmHg - Hipercapnia diurna estável com $PaCO_2$ 46-50 mmHg e aumento de $PTc\ CO_2 > 10$ mmHg durante o sono - Hipercapnia diurna estável com $PaCO_2$ 46-50 mmHg e pelo menos duas exacerbações agudas com acidose respiratória, exigindo hospitalização nos 12 meses anteriores. - diretamente após uma exacerbação aguda que requeira ventilação, de acordo com uma avaliação clínica 	<ul style="list-style-type: none"> - Requer ventilação, mas durante o tratamento, os níveis de gás no sangue pioram consideravelmente, acidose grave ($pH < 7.35$)

* se o paciente concordar

Tabela 3^{2,17}
Indicações para VNI e VI

Efeitos terapêuticos da ventilação mecânica

Doença	Benefícios clínicos da ventilação
Doença neuromuscular	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuição da carga dos músculos respiratórios⁵⁶ - Redução das complicações respiratórias⁴⁹ - Melhoria na qualidade do sono⁷⁴ - Melhoria no distúrbio respiratório do sono⁷⁴ - Melhoria na qualidade de vida^{5, 56, 74} - Maior expectativa de vida^{56, 7} - Redução da sonolência diurna^{56, 74}
Doença torácica restritiva	<ul style="list-style-type: none"> - Melhoria no nível de gases no sangue^{72, 73} - Melhoria no volume dos pulmões⁷² - Diminuição da carga dos músculos respiratórios² - Redução da hipercapnia⁷⁶ - Regressão da hipertensão arterial pulmonar^{18, 79} - Melhoria na força dos músculos respiratórios^{73, 78} - Melhoria na função muscular inspiratória^{72, 78} - Melhoria na qualidade do sono^{18, 78} - Melhoria na qualidade de vida⁵ - Maior expectativa de vida^{77, 78}
Síndrome de Obesidade-Hipoventilação	<ul style="list-style-type: none"> - Normalização da ventilação durante o dia e à noite⁵⁶ - Melhoria no nível de gases no sangue⁵⁶ - Maior expectativa de vida⁵⁶ - Redução da sonolência diurna⁵⁶ - Melhoria da função pulmonar⁷⁵ - Melhoria na qualidade do sono⁷⁷
DPOC	<ul style="list-style-type: none"> - Redução da hipercapnia¹⁰ - Melhoria na qualidade de vida² - Melhoria no nível de gases no sangue² - Melhoria na qualidade do sono⁵⁶ - Maior expectativa de vida¹⁰
Respiração de Cheyne-Stokes	<ul style="list-style-type: none"> - Melhoria no distúrbio respiratório do sono⁶⁶ - Normalização da respiração noturna⁶⁶ - Melhoria na qualidade do sono⁶⁶ - Aumento na fração de ejeção^{12, 19} - Melhoria na insuficiência cardíaca¹² - Aumento da atividade física⁸⁰

Tabela 4
Efeitos da ventilação mecânica

Pacientes com doenças neuromusculares ou restrição torácica conseguem viver muitos anos com a ajuda da ventilação mecânica. De acordo com um estudo europeu, esses pacientes geralmente utilizam um ventilador por mais de seis anos.⁷ Os pacientes com SAOS também se beneficiam com a ventilação

não invasiva, quando se trata da função pulmonar e das trocas gasosas. A decisão favorável à ventilação não invasiva baseia-se na existência de hipercapnia, apesar da terapia com CPAP.⁹ Fatores prognósticos negativos para SAOS são: hipoxemia e marcadores inflamatórios elevados.²⁰

4 Tecnologias de ventilação

Para que um paciente possa ser mecanicamente ventilado, o médico responsável deve encontrar o padrão de ventilação correto. Ou seja, deve-se determinar os tempos do ciclo respiratório quanto a pressão, fluxo e volume. É feita uma distinção básica entre os modos com controle de pressão e com controle de volume.

Os parâmetros a serem definidos em um dispositivo com controle de pressão incluem:

- modo de ventilação
- níveis de pressão inspiratória e expiratória
- frequência de ventilação
- relação do tempo respiratório (inspiração para expiração, I:E) ou tempo inspiratório
- frequência de backup (ST e nos modos PSV e aPCV)
- sensibilidade a gatilhos
- velocidade de aumento e queda da pressão
- volume alvo

Além disso, devem ser definidos alarmes de pressão e/ou volume.

As pressões de ventilação necessárias dependem em parte do seguinte:

- as características mecânicas do sistema torácico-pulmonar (resistência e complacência)
- os fatores fisiopatológicos.

Na curva de pressão, a **IPAP** (pressão inspiratória positiva das vias aéreas) é diferenciada da **EPAP / PEEP** (pressão

expiratória positiva das vias aéreas / pressão expiratória positiva final). A diferença de pressão entre a IPAP e a EPAP/PEEP é descrita como a pressão ventilatória eficaz.

Pode-se utilizar uma PEEP externa para combater o surgimento da PEEP intrínseca do paciente (por exemplo, no caso de DPOC). Esse método possui os seguintes efeitos:⁵⁷

- mantém os abertos os alvéolos propensos ao colapso
- reduz a extensão da derivação intrapulmonar
- em pacientes com DPOC: Redução da PEEP intrínseca, reduzindo assim o esforço de respiração
- Efeitos na hemodinâmica: Redução no volume de enchimento do ventrículo esquerdo, o que pode ser uma desvantagem, particularmente na ausência de uma contração atrial como resultado de arritmia absoluta e insuficiência cardíaca no lado esquerdo.

Uma PEEP externa também afetaria o splint das vias aéreas superiores durante o sono.

No modo autoST, a EPAP é automaticamente regulada com o menor volume de pressão necessário para evitar a apneia e/ou hipopneia obstrutiva.

Tempo inspiratório

O sucesso do tratamento depende substancialmente do ajuste do tempo inspiratório, uma vez que ele influencia de forma decisiva o volume de ventilação aplicado. Se não houver nenhum ajuste fixo para o tempo inspiratório (como no modo aPCV, por exemplo), o tempo dependerá da resistência e da complacência do sistema respiratório do

paciente.

O motivo para isso é encontrado no disparo expiratório, que é sempre uma porcentagem do fluxo inspiratório máximo (pico de fluxo). Quando se alcança o ajuste correspondente ao disparo expiratório, o ventilador muda para a expiração, em um processo designado “ciclagem”.

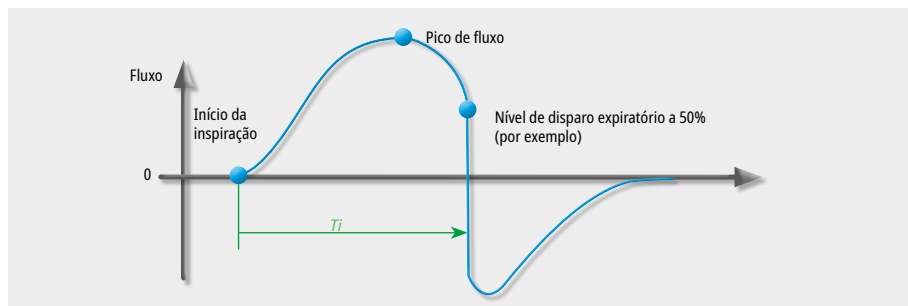


Figura 1
O tempo inspiratório (T_i) depende da resistência e da complacência.

Se a resistência for alta e a complacência baixa, o fluxo inspiratório máximo — e com ele, o disparo expiratório — será atingido rapidamente, causando a

ciclagem muito precoce do dispositivo. O tempo inspiratório é reduzido e, conseqüentemente, o volume de ventilação é baixo.

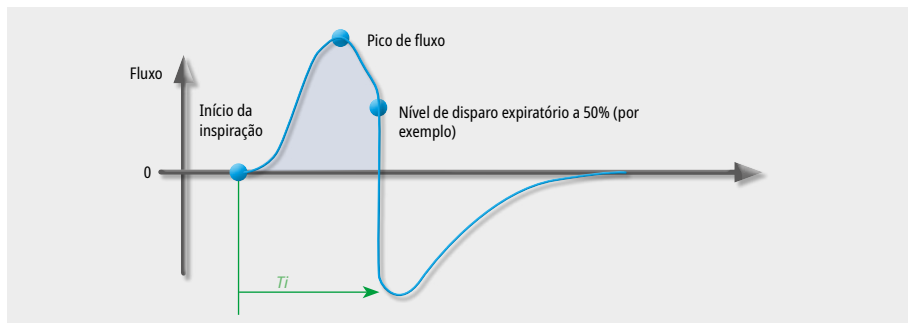


Figura 2
A alta resistência e/ou baixa complacência reduzem o tempo inspiratório e o volume de ventilação nos casos de DPOC.

Porém, se a resistência for baixa e a complacência alta, a ciclagem será realizada mais tarde, e o volume será proporcionalmente alto.

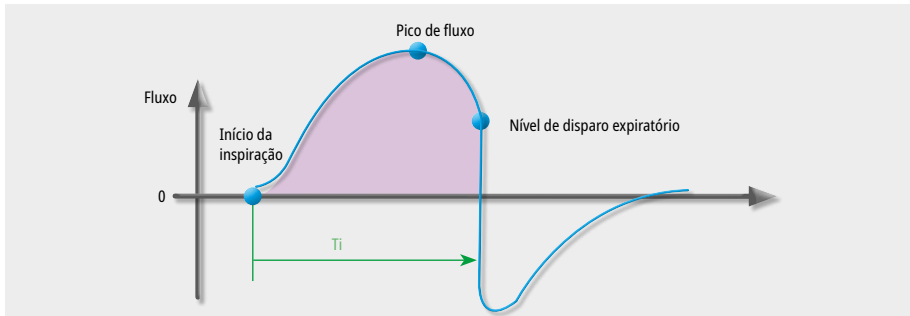


Figura 3
Com uma baixa resistência e/ou alta complacência, alcança-se um tempo inspiratório mais longo; o volume de ventilação é alto.

O alto índice de fuga é um problema potencial. Na presença de um alto índice de fuga, o ventilador não reconhece o limite para disparo expiratório. Sem um tempo inspiratório máximo predefinido, o dispositivo não fica na posição correta para a ciclagem. Para o bem do paciente,

essa dependência pode ser eliminada, definindo-se um tempo inspiratório mínimo (T_i mín) e um tempo inspiratório máximo (T_i máx). A solução terapêutica garante um volume de ventilação mínimo com T_i mín e a ciclagem adequada com T_i máx:

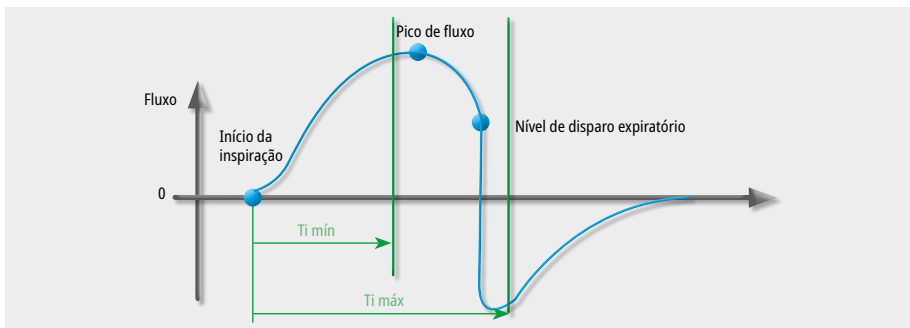


Figura 4
Ajuste para T_i mín: Garante um volume mínimo, evita a hipoventilação.
Ajuste para T_i máx: Evita a hiperventilação.

Os modos de ventilação assistidos, como o modo ST, são projetados para que, quando o paciente deixar de respirar de forma espontânea, ele/ela seja auxiliado(a) pela ventilação controlada. Para isso, são feitos os ajustes de F e T_i temporizados, para uma frequência de backup. O T_i temporizado regula a

relação I:E durante a ventilação controlada. O T_i temporizado pode ser definido com um tempo fixo no qual a inspiração termina, ou com o modo automático. No modo automático, o T_i temporizado situa-se entre T_i mín e T_i máx, dependendo do disparo de expiração selecionado.

Frequência de ventilação

A taxa ou frequência respiratória depende da idade do paciente e de sua doença. As taxas devem ser ajustadas de acordo com essas condições.

Uma frequência respiratória patologicamente alta, associada a um baixo volume corrente (respiração superficial rápida), é o principal sintoma da insuficiência respiratória iminente.⁵⁸



Figura 5
prisma VENT50

O **tempo respiratório** é a relação entre as durações do tempo de inspiração e expiração. A relação I:E é definida no ventilador, ou é fornecida pela combinação dos parâmetros: volume corrente, frequência de ventilação e tempo inspiratório. A relação I:E normalmente escolhida para pulmões saudáveis é de 1:2 (equivalente a uma T_i / T de 33%) a 1:1. No caso de doenças pulmonares obstrutivas que possam causar hiperinsuflação, deve-se selecionar um tempo expiratório prolongado.⁵⁷

Ajuste de I:E (Ti/T)

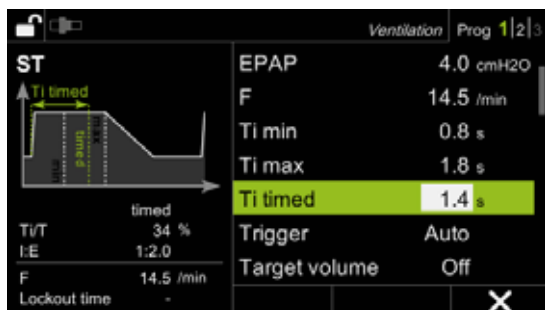


Figura 6
Painel de operação nos ventiladores prisma VENT30/40/50/50-C: Ajuste de I:E (Ti/T)

Volume alvo na ventilação com controle de pressão

Vários estudos demonstram que as tecnologias de ventilação controle de volume e pressão alcançam uma eficácia terapêutica comparável quanto aos níveis de gases no sangue, padrão respiratório e saturação de oxigênio noturna.^{21, 22, 23}

Os respiradores com base em um ventilador com controle de pressão também oferecem o benefício da compensação de fugas. Além disso, existem indicações de melhor tolerância dos pacientes, graças à redução no número de efeitos colaterais gastrointestinais. Por isso, os ventiladores com controle de pressão são amplamente utilizados. Os dispositivos devem ter a capacidade de ajuste a um volume alvo.

A função denominada **compensação de volume (volume alvo)**²⁴ pode ser usada na ventilação com controle de pressão. Ela deve garantir que a ventilação do paciente esteja sempre adequada, mesmo quando a complacência nos pulmões e

na caixa torácica variar, como consequência das influências mecânicas sobre a caixa torácica (por exemplo, mudanças de posição durante o sono). A compensação pode ser feita para alterações mecânicas a mais longo prazo, causadas pela exacerbação ou pela evolução de uma doença.

Aconselha-se cautela no tratamento de pacientes com diferentes graus de fuga (à noite, por exemplo). O ventilador pode interpretar incorretamente os sinais e reduzir a pressão, nesses casos. A medição da curva de PaCO₂ e do nível de bicarbonato pode ser usada para avaliar a suficiência da ventilação, nos casos de compensação de volume. A curva de PaCO₂ deve ser decrescente, sob ventilação. Por outro lado, um aumento nessa curva indica subventilação.

Um padrão respiratório que se altera rapidamente (por exemplo, Respiração de Cheyne-Stokes) pode colocar em questão o algoritmo de cálculo do volume alvo.

Compensação de volume – é possível definir três velocidades.

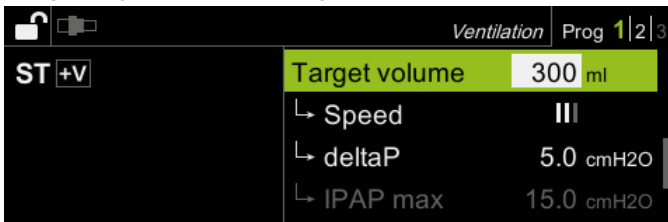


Figura 7
Volume alvo no prisma VENT 30/40/50/50-C. É possível definir três velocidades, de acordo com as necessidades do paciente.

Compensação de volume: **desl** lenta média rápida

Lenta: Após oito respirações, o dispositivo verifica se o volume alvo foi alcançado e altera a pressão em 0,5 cmH₂O.

Média: Após cinco respirações, o dispositivo verifica se o volume alvo foi alcançado e altera a pressão em 1,0 cmH₂O.

Rápida: Após cada respiração, o dispositivo verifica se o volume alvo foi alcançado e altera a pressão em 1,5 cmH₂O.

Se, à respectiva velocidade, a pressão alcançar um intervalo em torno do volume alvo, o dispositivo muda para uma regulagem precisa a (\pm 0,1cmH₂O/100ml).

Disparo/Gerenciamento do ciclo respiratório

Os ventiladores controlam a respiração do paciente, quando limites previamente definidos (disparos) são ultrapassados. Os mecanismos podem apresentar controle de pressão, fluxo, volume e tempo.⁶⁸

Tanto a aceitação como a eficácia da ventilação dependem substancialmente da boa sincronia entre o paciente e o dispositivo^{67,68}, fator determinado pelo seguinte:⁴¹

1. disparo do ventilador
2. fase de inspiração após o disparo
3. transição da inspiração para a expiração
4. final da expiração

O paciente dispara o ventilador durante a ventilação assistida. A vantagem do disparo é que o próprio paciente pode iniciar a ventilação fornecida pelo ventilador. Uma desvantagem para os pacientes com fadiga dos músculos respiratórios é a quantidade de energia necessária para disparar a fase de inspiração.

Os ajustes de disparo com sensibilidade insuficiente aumentam desnecessariamente o esforço respiratório do paciente, potencialmente causando a fadiga dos músculos respiratórios. No pior caso, o disparo do paciente pode falhar totalmente, e assim a pressão de suporte também falharia.⁵⁷

Por isso, é importante que a sensibilidade de disparo possa ser ajustada de acordo com as necessidades do paciente. Uma sensibilidade bem escolhida remove a carga sobre os músculos respiratórios, oferecendo maior liberdade pessoal ao paciente.^{67,68}

A ventilação assistida não é recomendada para estágios avançados de doenças neuromusculares. Para os modos em que o ventilador controla totalmente a ventilação, é importante evitar que o paciente fique amedrontado e "lute" com o dispositivo, evitando assim a assincronia^{66,67} entre o paciente e o dispositivo. Nesse caso, o paciente "luta" contra o ritmo do ventilador. A intenção clínica original, de remover totalmente a carga da bomba ventilatória do paciente, fica assim anulada.

Sensibilidade de disparo



Figura 8
Exemplo: LUISA:
Ajuste do disparo expiratório nos modos Manual e Auto. A eficiência do ventilador é positivamente afetada por uma sensibilidade de disparo especificamente definida para um paciente. O ajuste inspiratório manual é feito em oito (8) níveis.



Figura 9
Exemplo: LUISA:
Ajuste do disparo expiratório: O ajuste expiratório de 5% a 95% é feito em incrementos de 5%. O bloqueio do disparo pode ser definido, para evitar possíveis falsos disparos na fase expiratória.

4.1 Modos de ventilação e soluções tecnológicas atuais

Os três modos de ventilação básicos diferem na extensão em que o ventilador substitui o esforço respiratório.

- Ventilação controlada, em que o respirador substitui todos os esforços:

Modo T, PCV, VCV

- Ventilação assistida/controlada, em que o ventilador substitui 50 a 100% dos esforços, dependendo do ajuste selecionado: **Modo ST e PSV com frequência de backup, aPCV, aVCV**

- Respiração espontânea, em que o paciente recebe pressão ou volume de suporte: **Modo CPAP, S e PSV sem frequência de backup, MPV**

Além dessas três formas básicas de ventilação, a terapia de alto fluxo auxilia os pacientes com insuficiência respiratória, eliminando o CO₂ das vias aéreas superiores.

Esses modos de ventilação são descritos nos parágrafos a seguir:

4.1.1 CPAP

Pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP). O indicador da qualidade é a constância da pressão mantida durante a respiração espontânea. A técnica CPAP é essencialmente usada para tratar a apneia obstrutiva do sono, formas leves de SAOS, edema pulmonar e, até certo ponto, a Respiração de Cheyne-Stokes (RCS).

Uso do modo CPAP

A técnica CPAP consiste em aplicar um pressão positiva contínua às vias aéreas, para melhorar a oxigenação.

4.1.2 BiLevel

Pressão positiva contínua nas vias aéreas, em dois níveis de pressão. O BiLevel é a base de vários modos cujos ajustes podem ser feitos para um nível mais alto de pressão inspiratória (IPAP) e um nível mais baixo de pressão expiratória (EPAP/PEEP).

4.1.2.1 Modo S

O modo básico de ventilação em dois níveis é o **modo S** (S = Espontâneo), que envolve a pressão de suporte inspiratória (IPAP) e expiratória (EPAP).

4.1.2.2 Modo ST

A ventilação BiLevel também pode ser feita no **modo ST** (Espontâneo Temporizado).

Ela consiste na combinação da ventilação assistida com a ventilação controlada, quando necessária. Para a segurança do paciente, é definida uma frequência de backup com relação I:E fixa, além do nível da pressão terapêutica necessária (IPAP/EPAP). A relação I:E (T_i / T) normalmente fica abaixo da taxa de respiração espontânea do paciente.

A respiração espontânea é permitida nos modos S e ST. Pode-se configurar um disparo adaptado às necessidades específicas do paciente, oferecendo o suporte otimizado para o esforço respiratório espontâneo do paciente.

Ajuste do modo ST

Ventilation Prog 1 2 3	
Program	1
Mode	ST
IPAP	10.0 cmH ₂ O
EPAP	4.0 cmH ₂ O
F	10.0 /min
Ti min	0.5 s
Ti max	1.7 s
System	Ventilation Report

Figura 10
Modo ST. O exemplo mostra uma IPAP de 10,0 cmH₂O, uma EPAP de 4,0 cmH₂O e uma frequência de backup de 10,0/min.

Em baixas pressões de ventilação efetiva (ou seja, com baixa PDiff = IPAP – EPAP), existe o risco de que o paciente continue sofrendo de dispneia.

4.1.2.3 Modo T

O **modo T** corresponde à ventilação controlada. O paciente não tem nenhuma influência sobre a ventilação. Os ajustes incluem a IPAP e EPAP, a frequência respiratória, o tempo inspiratório e o aumento da pressão inspiratória. A máxima diminuição da carga da bomba ventilatória é atingida, desde que o paciente não faça nenhum esforço. O modo "quase" T ocorre quando a frequência selecionada no modo ST situa-se ligeiramente acima da frequência espontânea. Esse ajuste reduz o esforço respiratório do paciente, com liberdade máxima permitida acima da frequência de backup.

Ajuste do modo T



Figura 11
Modo T (ventilação controlada). O exemplo mostra uma IPAP de 22,0 cmH₂O e uma EPAP de 4,0 cmH₂O. O paciente é ventilado com uma taxa respiratória de 18/min e uma relação I:E de 1:2.

Utilização do modo T

O modo T ou a ventilação controlada oferece a máxima diminuição da carga da bomba ventilatória com fadiga do paciente, desde que não ocorra assincronia entre ele e o ventilador. Nesse modo, os músculos respiratórios com fadiga podem se recuperar mais rapidamente que com a ventilação assistida.⁵⁷

4.1.2.4 Modo autoST

Com o **autoST** (autoST = autoEPAP + autoF), o paciente recebe um backup inteligente, que combina o ajuste da pressão (auto-EPAP) a uma frequência de backup continuamente regulada (autoF). Se um fluxo inadequado for detectado nesse modo, uma obstrução é reconhecida, e o nível de EPAP é ajustado às necessidades atuais do paciente. O ajuste da EPAP ocorre entre a EPAP mín e a EPAP máx.

Com base no ajuste de autoF, o ventilador previne as fases de apneia central e dessaturação, fornecendo respirações mandatórias na ausência de respirações espontâneas. O volume fornecido é monitorado, e a frequência é ajustada dentro de uma faixa definida (10 a 20 respirações por minuto). O paciente consegue respirar de forma espontânea a qualquer momento, suspendendo assim a ventilação mandatória.

autoEPAP e autoF



Figura 12 Um ajuste específico do paciente entre a EPAP mínima e um delta de pressão definido (P_{insp}) permitem fazer o ajuste automático da pressão para o paciente, ajudando a eliminar as obstruções.

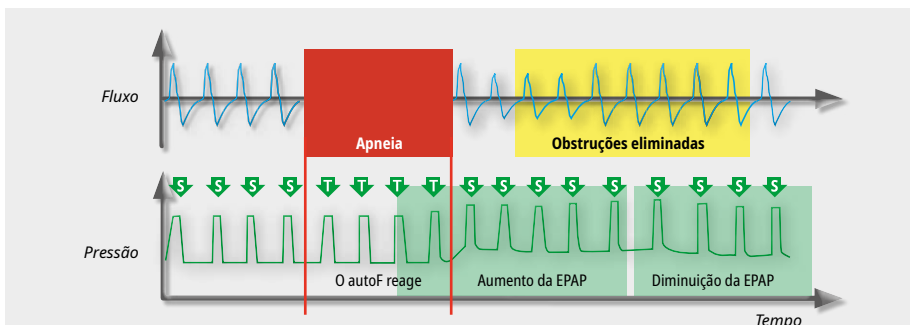


Figura 13 A EPAP aumenta automaticamente para eliminar as obstruções, e se ajusta continuamente quando as vias aéreas superiores estão desobstruídas. A pressão de suporte permanece constante.

4.1.3 PSV

Na Ventilação com Pressão de Suporte (PSV), a respiração espontânea é conjugada à ventilação mecânica. O paciente dispara o dispositivo com seu esforço inspiratório. Assim que o limite de disparo é ultrapassado, o ventilador reage, aumentando a pressão inspiratória até um nível predefinido. Se o fluxo cair até uma porcentagem definida do pico de fluxo inspiratório durante a inspiração, a expiração é disparada.

O volume corrente resultante depende

- do nível da pressão diferencial definida,
- da intensidade e duração do esforço inspiratório,
- da complacência e resistência dos pulmões.

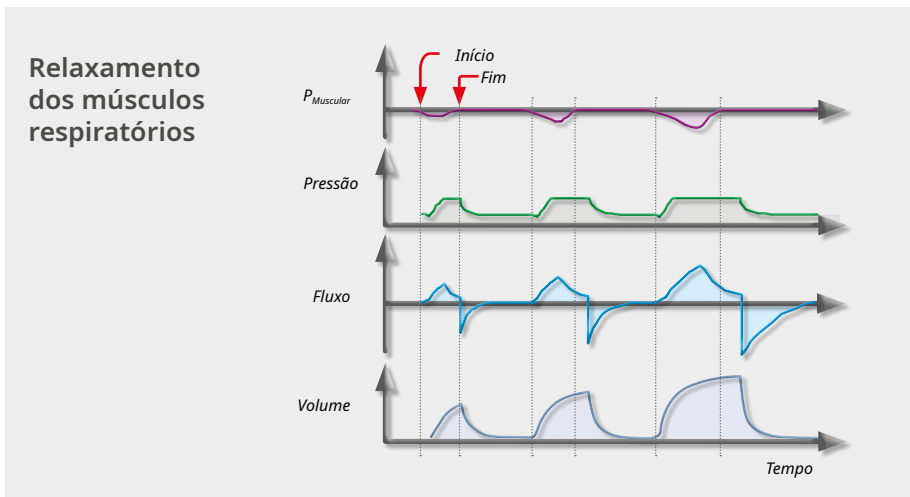


Figura 14

O esforço inspiratório do paciente dá início a um aumento na pressão de ventilação, até um nível definido. O paciente dispara a ventilação mecânica, gerando uma redução no esforço de respiração.

Utilização da PSV

A PSV é utilizada nos pacientes com drive respiratório intacto e força suficiente nos músculos respiratórios para disparar o dispositivo.

4.1.4 PCV

PCV significa Ventilação com Controle de Pressão. Nesse modo controlado, a inspiração é regulada a um nível de pressão predefinido (IPAP), que é mantido até o final da inspiração. No final do tempo de inspiração, o dispositivo muda automaticamente para a expiração.

Ao contrário da PSV, a respiração espontânea não é permitida. Alterações na complacência e resistência pulmonar afetam os volumes corrente.

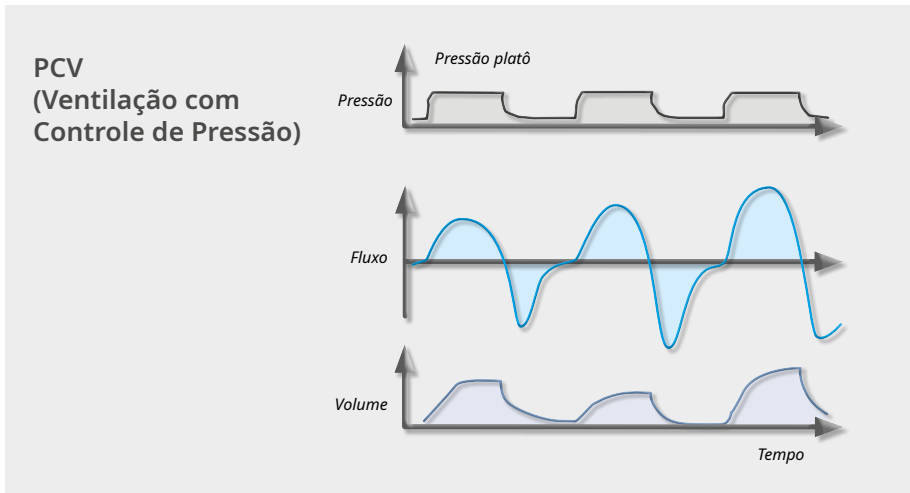


Figura 15
PCV - um modo de ventilação que pode ser utilizado na ventilação mecânica domiciliar

4.1.5 VCV

Na terapia de Ventilação com Controle de Volume (VCV), o paciente recebe um volume corrente especificado, dentro de um tempo definido. A pressão de ventilação aplicada varia de acordo com os fatores de complacência e resistência pulmonar.

Por isso, é necessário definir alarmes para a pressão de ventilação. Esse modo não é compatível com nenhuma respiração espontânea por parte do paciente.

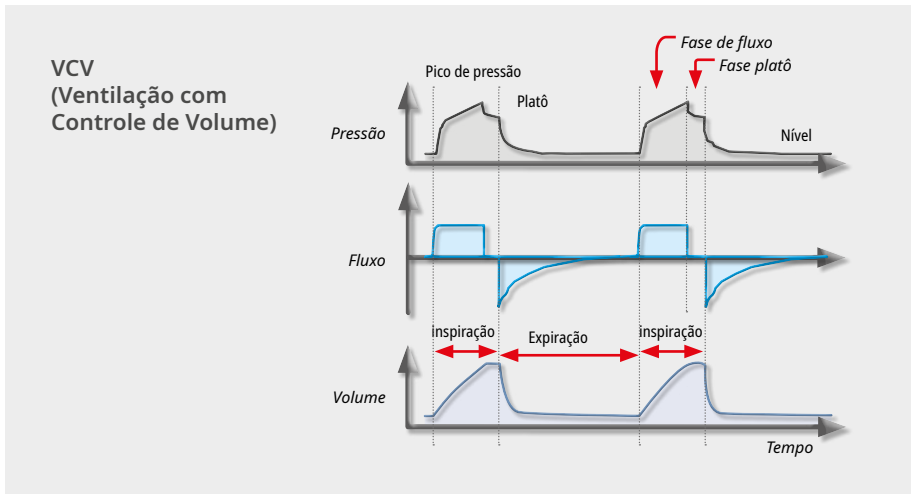


Figura 16

VCV – a um alto fluxo inspiratório, o volume a ser aplicado é administrado antes da finalização do tempo inspiratório. Isso ocasiona uma pausa designada "fase platô". O fluxo deve ser definido de forma a tornar muito breve a fase inspiratória final.

4.1.6 aPCV/aVCV

Os modos aPCV e aVCV (PCV assistida e VCV assistida) são tipos de ventilação com controle de pressão e volume. O paciente dispara uma respiração fornecida pelo ventilador.

Os modos aPCV e aVCV permitem que o paciente inspire durante um intervalo de tempo especificado.

O tempo inspiratório é definido no ventilador.

Esse processo é na verdade uma ventilação controlada com opção de disparo inspiratório.

aPCV/aVCV



Figura 17
Apresentado no ventilador LUISA. Nos modos aPCV/ aVCV, o tempo inspiratório é definido de forma fixa.



Figura 18
aPCV/ aVCV, o ajuste de frequência invariável é moderado pela inspiração assistida. O fator crítico é o ajuste do limite de disparo. Se o ajuste for muito alto, o paciente não conseguirá disparar a inspiração. Em seguida, a ventilação controlada é administrada ao paciente.

4.1.7 SIMV

O modo de ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV) combina a respiração espontânea com a ventilação com controle de volume (V-SIMV) ou de pressão (P-SIMV). O paciente pode realizar respirações espontâneas entre as respirações mandatórias fornecidas

pelo ventilador. No modo SIMV, as respirações são disparadas pelo paciente, exceto quando este tiver apneia. Porém, as respirações só podem ser disparadas dentro de um intervalo de tempo previsto.

Modos para sistemas de fugas e/ou válvula

Modos para sistema de fugas

Abreviação	Significado
CPAP	Pressão positiva contínua nas vias aéreas
S	Espontânea
ST	Espontânea Temporizada
autoST	Automática Espontânea Temporizada
T	Controle de Tempo

Modos para sistema de fugas e válvula

PSV	Ventilação com pressão de suporte
aPCV	Ventilação assistida com controle de pressão
PCV	Ventilação com controle de pressão
aVCV	Ventilação assistida com controle de volume
VCV	Ventilação com controle de volume
MPVp	Ventilação por bocal com controle de pressão
MPVv	Ventilação por bocal com controle de volume
HFT	Terapia de alto fluxo

Modo para sistema com válvula

SIMV	Ventilação mandatória intermitente sincronizada
------	---

Tabela 5
Visão geral dos modos, dependendo do sistema de tubos utilizado pelo paciente

Se o dispositivo não detectar uma atividade de respiração espontânea durante esse intervalo, o ventilador fornecerá uma respiração assíncrona. No pior caso, o ajuste incorreto do dispositivo pode prejudicar a respiração espontânea.

4.1.8 MPVp/MPVv

A ventilação por bocal pode ser administrada em dois modos diferentes: com controle de pressão (MPVp) e com controle de volume (MPVv). Muitas vezes, são fornecidos grandes volumes (800 a 1.500 ml), o que ajuda o paciente a falar, tossir e utilizar as técnicas de respiração air-stacking ou breath-stacking.

O bocal afixado à cadeira de rodas ou ao leito fica ao alcance do paciente. Ao contrário da VNI fornecida por máscara respiratória ou da VI fornecida por cânula traqueal, a ventilação por bocal não possui uma conexão direta entre o dispositivo e o paciente.

Consequentemente, o paciente tem a máxima liberdade de movimento, e a opção de usar o bocal para obter a ventilação gerada pelo ventilador.

Em casos de insuficiência respiratória grave, o volume corrente das respirações espontâneas pode ficar baixo o suficiente para provocar a hipoventilação alveolar.²⁵ O modo SIMV é utilizado apenas na ventilação invasiva, e hoje em dia é muito raro.

Ventilação por bocal:

- simplifica os processos de falar, comer e beber
- melhora a qualidade de vida, oferecendo ao paciente mais liberdade e conforto durante o tratamento.

A ventilação por bocal é particularmente adequada para tratar pacientes com doenças neuromusculares e restrição torácica, como:

- Distrofia muscular (por exemplo, distrofia de Duchenne)
- Esclerose lateral amiotrófica (ELA)
- Atrofia muscular espinhal I, II, III
- Distúrbios musculoesqueléticos (por exemplo, cifoescoliose)



A Figura 19 mostra um braço flexível acoplado a uma cadeira de rodas, com suporte para o sistema de tubos do paciente e o bocal.

4.1.9 Terapia de alto fluxo (HFT)

Na **terapia de alto fluxo (HFT)**, o gás respiratório aquecido e umidificado é aplicado em um fluxo alto e contínuo. Conforme necessário, o gás pode ser enriquecido com oxigênio. Esse tipo de terapia é adequado apenas para pacientes com seu próprio estímulo respiratório.

No prisma VENT50-C, por exemplo, **é possível definir um fluxo de 5 a 60 litros/minuto** e complementado com oxigênio.

Ao contrário da ventilação não invasiva, a HFT não utiliza uma máscara respiratória, e sim uma cânula nasal (em casos raros, pode-se utilizar uma interface para traqueostomia). O ar quente e úmido é fornecido ao paciente por meio de prongas nasais. Nos adultos, o tamanho das prongas deve cobrir cerca de dois terços da cavidade nasal; nas crianças, apenas metade dessa área deve ficar coberta.

Um dos mecanismos mais importantes da HFT— a lavagem do CO₂ do espaço morto superior — direciona o gás expirado ao longo das prongas e através da boca.

A eficácia da HFT depende do fluxo e do nível de fuga.²⁶ **Quanto mais alto o fluxo selecionado, melhor será a eliminação de CO₂.**²⁹

As principais vantagens da terapia de alto fluxo são:

- lavagem do espaço morto nasofaríngeo, com a conseqüente eliminação de CO₂, com quedas **consecutivas no volume corrente e redução na taxa de respiração espontânea**,^{29, 30}
- aumento do oxigênio fornecido aos alvéolos,²⁸

- redução do esforço respiratório (WOB),³¹
- melhoria na depuração mucociliar, por meio da umidificação e do aquecimento das vias aéreas superiores,³²
- boa aceitação.

Embora o sistema seja aberto, é possível haver formação de PEEP com a terapia de alto fluxo.

Essa PEEP depende do fluxo, sendo geralmente baixa. A um fluxo de 40 litros/minuto, a PEEP é de aproximadamente 2 cmH₂O; a um fluxo de 50 litros/minuto, aproximadamente 3 cmH₂O.²⁷

Uma vez que o paciente pode dispensar a máscara de ventilação convencional, ele consegue comer e falar durante a terapia. Muitos pacientes afirmam que a cânula nasal é mais confortável e relatam aspectos positivos, como menos dispneia e secura da boca.²⁸

A terapia de alto fluxo sempre deve ser realizada com um **umidificador do ar de respiração ativo**, como o prisma VENT AQUA, utilizado na ventilação não invasiva. Quando o umidificador do ar de respiração é ligado, ele reconhece automaticamente se um sistema de tubos aquecidos e um sensor de temperatura estão conectados, e começa a funcionar no modo correspondente.

O prisma VENT AQUA, de fácil utilização, está equipado com um vasto sistema de gerenciamento de alarmes.

Uma grande seleção de acessórios, incluindo tubos e cânulas nasais, encontra-se disponível para ventilação e terapia de alto fluxo.



Figura 20

O umidificador de ar de respiração prisma VENT AQUA conjugado com o ventilador prisma VENT50-C. Três modos de operação oferecem ao usuário e paciente um amplo espectro de utilização, para condicionar o gás respiratório durante a ventilação não invasiva.

4.1.10 Opções de tratamento para DPOC

4.1.10.1 AirTrap Control em casos de hiperinsuflação dinâmica

Na ventilação mecânica, a pressão expiratória positiva final (PEEP) é usada para manter os alvéolos abertos e evitar o colapso das vias aéreas. Porém, um efeito indesejado é a PEEP intrínseca (também chamada de autoPEEP). Ela pode ocorrer quando a taxa ou frequência respiratória é definida em um nível muito alto ou o tempo de expiração definido é muito breve, não permitindo a expiração completa. Isso pode ser visto na curva do fluxo, quando o fluxo não cai novamente para "zero". Os pacientes com DPOC, em particular, tendem a apresentar PEEP intrínseca ou autoPEEP, o que, por sua vez, pode causar a hiperinsuflação dinâmica.³³

As vias aéreas dos pacientes com DPOC exibem as seguintes características fisiopatológicas:

- obstrução brônquica
- instabilidade nas pequenas vias aéreas (por alterações causadas por uma inflamação, por exemplo)
- hipersecreção com tosse e inflamação.

Consequentemente, as vias aéreas entram em colapso durante a expiração forçada, prendendo o ar residual nos alvéolos.

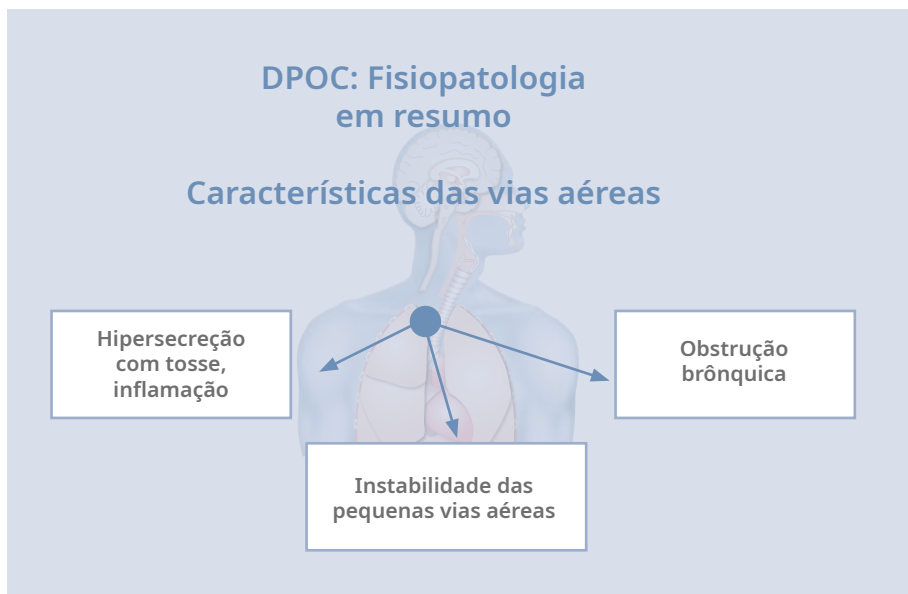


Figura 21 Fisiopatologia da DPOC.

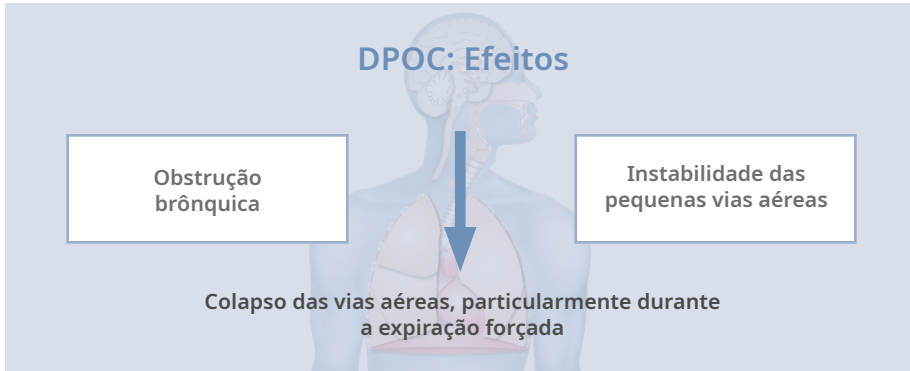


Figura 22

As vias aéreas de pacientes com DPOC tendem a entrar em colapso durante a inspiração.



Os pacientes com DPOC são propensos à hiperinsuflação dinâmica

A capacidade residual funcional (CRF) aumenta à custa da capacidade vital; o nível expiratório em repouso se altera, e ocorre formação de PEEP intrínseca.^{34,35}

Consequência: ocorre hiperinsuflação dinâmica.³⁶ O volume pulmonar expiratório final aumenta em relação ao volume em repouso, o que está associado à PEEP intrínseca (PEEPi) e à menor complacência. Os músculos respiratórios entram em uma faixa de ação desfavorável, com redução na extensão do diafragma.

A ventilação suficiente nessas condições só pode ser obtida com o aumento do esforço respiratório.³⁰ Uma resposta típica dos pacientes afetados é a respiração torácica com a ajuda dos músculos respiratórios auxiliares. Se os músculos da bomba ventilatória sofrerem fadiga no decorrer da doença, o paciente terá parada respiratória, indicada por níveis de PaCO₂ elevados.

O risco de hiperinsuflação dinâmica é alto nos pacientes com DPOC. Esse risco deve ser evitado porque

1. a eficiência dos músculos respiratórios é limitada e
2. o esforço respiratório (WOB) aumenta significativamente.

Sinais clínicos de hiperinsuflação dinâmica incluem: dispneia e capacidade física limitada.³⁸ As trocas gasosas sofrem deterioração.

A PEEP intrínseca é uma condição indesejada, durante a ventilação mecânica. Se o paciente quiser disparar o dispositivo, precisará gerar uma pressão intratorácica positiva antes de gerar uma pressão intratorácica negativa, o que a seguir enviará um sinal de disparo para o ventilador. Muitas vezes, o paciente não consegue realizar o esforço respiratório necessário para disparar o dispositivo.³⁹

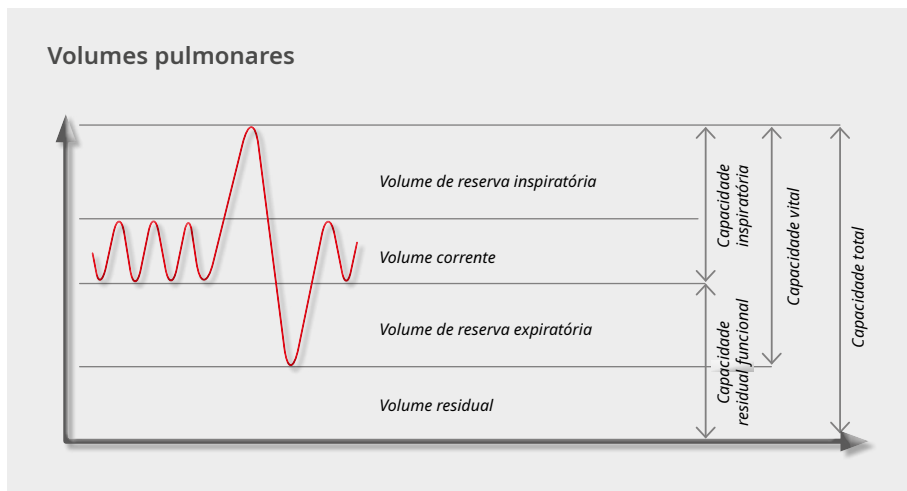


Figura 23
Nos pacientes com DPOC, o volume residual funcional aumenta como resultado da PEEP intrínseca.

Diversas abordagens são utilizadas para reduzir a PEEP intrínseca. Entre elas, citamos os medicamentos com broncodilatadores, a redução do volume de ventilação por minuto e a diminuição no tempo inspiratório em relação ao tempo expiratório⁴⁰, além das altas pressões inspiratórias, administração de PEEP externa ou uma redução na frequência ou taxa respiratória (RR).

O AirTrap Control é uma abordagem para combater à hiperinsuflação dinâmica. O princípio do AirTrap Control envolve a medição contínua da vazão durante a expiração. Essa medição fornece informações sobre a taxa respiratória ideal do paciente. Com um tempo inspiratório invariável, o tempo expiratório do paciente será adaptado a suas necessidades (reduzindo a RR).

Isso deve ocasionar a queda da PEEP intrínseca e a mudança da posição respiratória relaxada para um intervalo de movimentos normal. O resultado é uma ventilação eficiente e uma possível redução na pressão de ventilação efetiva.



Figura 24
Utilize o AirTrap Control quando ocorrer hiperinsuflação dinâmica

Como funciona o AirTrap Control

O AirTrap Control monitora a ventilação quando há sinais de ar preso, e reage de forma a evitar a superinsuflação pulmonar, ou hiperinsuflação dinâmica. Essa função é particularmente útil no tratamento de pacientes com DPOC.

Assim que as curvas de volume e fluxo indicarem a existência de ar preso e um aumento na PEEP intrínseca, a frequência de backup é reduzida. O tempo inspiratório é mantido constante.

Para garantir que o paciente esteja sempre ventilado da forma adequada, o AirTrap Control vem equipado com um nível mínimo de segurança a ser satisfeito. O limite corresponde ao prolongamento máximo da medição do tempo expiratório, de 50% ou 0,8 segundo.

Quando o AirTrap Control é ativado, o dispositivo responde ao esforço respiratório do paciente, mudando para a inspiração de forma a prevenir a dispneia ou a assincronia entre o paciente e o ventilador.

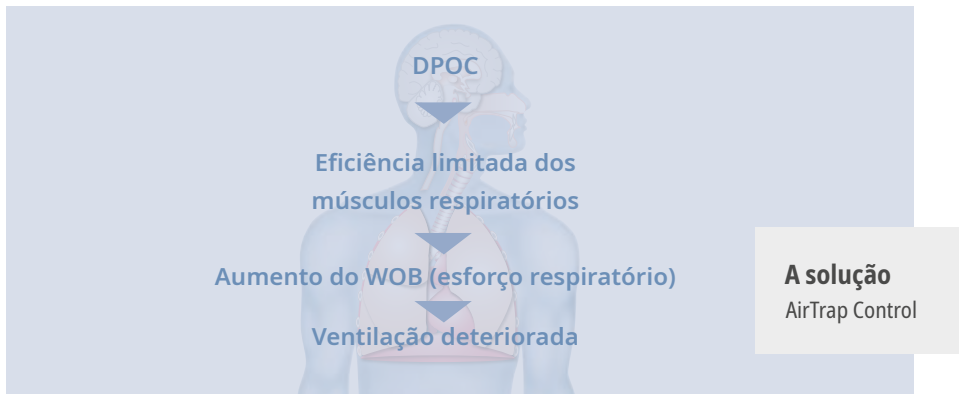


Figura 25

Os efeitos da hiperinsuflação dinâmica: O ar preso causa uma alteração no nível expiratório em repouso; ocorre PEEP intrínseca; o volume corrente é reduzido. Apesar da pressão elevada, não é possível transportar um volume substancialmente maior para os pulmões.

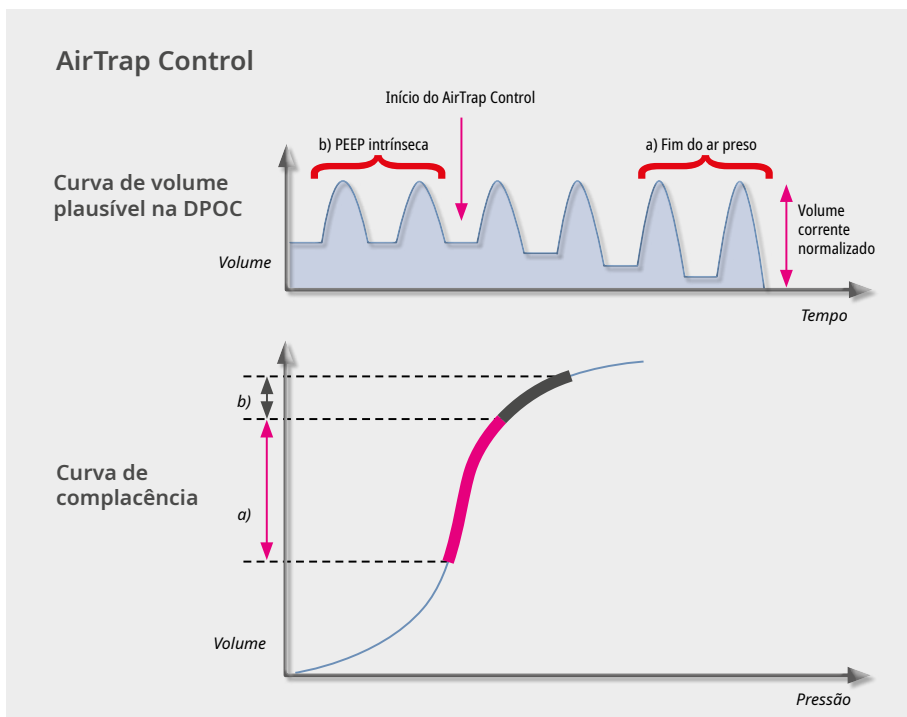


Figura 26

O AirTrap Control faz com que a PEEP intrínseca diminua lentamente.

4.1.10.2 Bloqueio do disparo

A interação entre homem e máquina é apenas um dos aspectos que afetam substancialmente a qualidade da ventilação mecânica. Diversas situações também influenciam a qualidade e a eficácia.⁴¹

- O paciente permite que a máquina forneça a ventilação ou tenta combater o ritmo ditado pelo dispositivo?
- O ventilador sempre registra o sinal de disparo do paciente ou o paciente precisa realizar um esforço extra para disparar a ventilação mecânica?
- Existe falha no disparo do dispositivo?

A falha no disparo é um problema do ventilador. A falha no disparo surge por meio da oscilação na coluna de ar, causada pela instabilidade das pequenas vias aéreas durante a expiração (nos pacientes com DPOC) ou pelas secreções (nos pacientes neuromusculares).

Além disso, o disparo precoce feito pelo ventilador (chamado de “disparo duplo”) pode indicar um tempo inspiratório muito curto ou uma ciclagem excessivamente sensível. Nesses casos, o esforço inspiratório do paciente não está concluído no momento da ciclagem; o paciente dispara o dispositivo novamente.

A assincronia entre o paciente e a máquina é mais que uma ocorrência incômoda. Ela pode trazer consequências negativas para a adesão do paciente e a eficácia terapêutica.

A sincronia é afetada pelo seguinte:

- seleção do modo
- fuga
- interface com o paciente
- doença subjacente do paciente

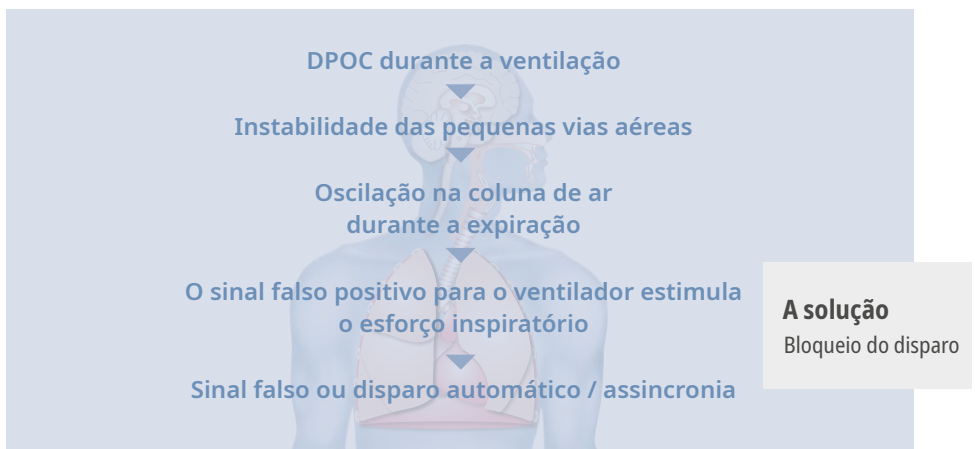


Figura 27

Falha no disparo – Uma vez que os pacientes com DPOC possuem fadiga da bomba respiratória, é necessário fazer disparos sensíveis.

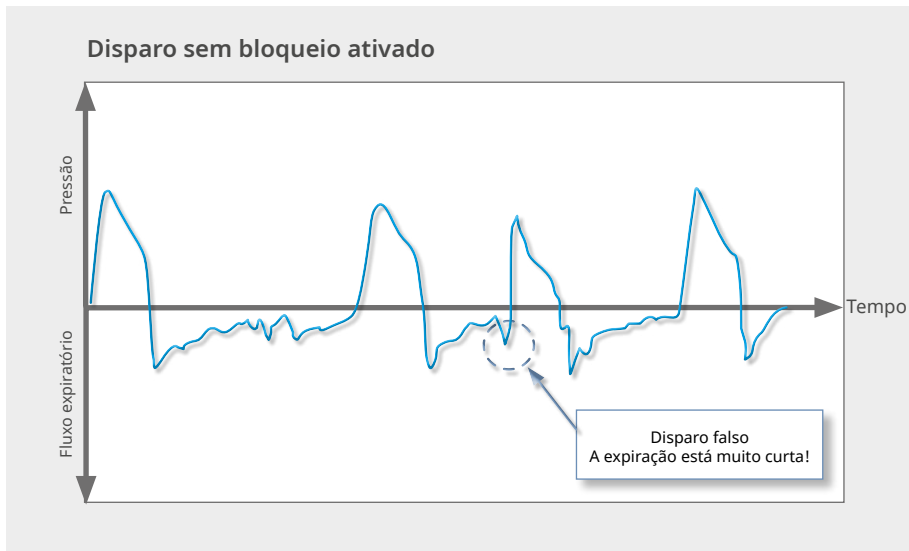


Figura 28 Ventilação assistida com disparo falso causado por flutuações na curva do fluxo, com definição de sensibilidade, sem bloqueio.

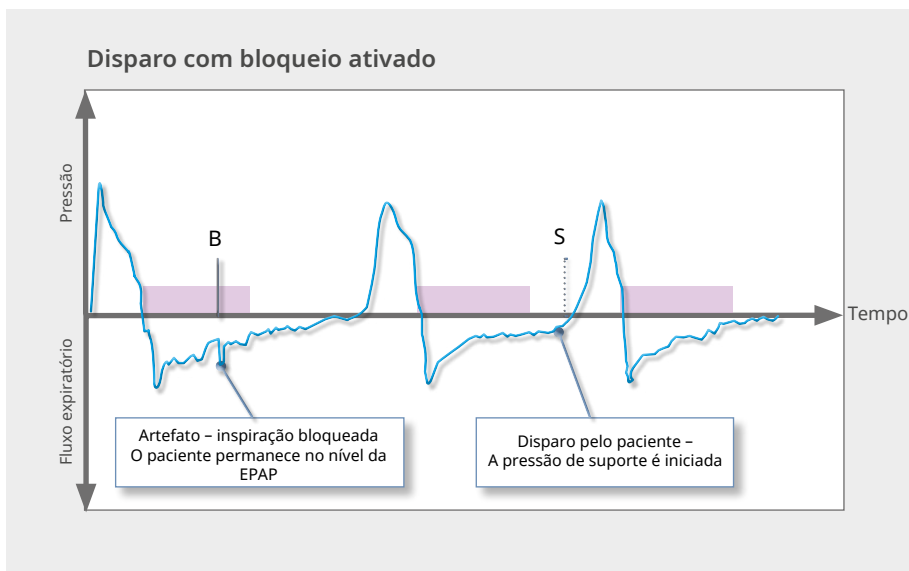


Figura 29 O ajuste de um período adequado para bloqueio do disparo evita que o ventilador mude para a fase inspiratória precocemente (veja a Figura 28).

O fenômeno de falha de disparo é frequentemente observado durante a ventilação de pacientes com DPOC. Suspeita-se que, durante a expiração, a instabilidade das vias aéreas aumente as oscilações na coluna de ar. Quando o disparo é ajustado de forma muito sensível, as oscilações podem gerar um falso sinal positivo para iniciar a inspiração do paciente.

As oscilações que ocorrem próximas ao equipamento de ventilação (por exemplo, no rebordo de borracha da máscara respiratória) são relevantes para a rotina clínica.

Quando o bloqueio do disparo é usado com uma sensibilidade uniformemente alta, o dispositivo bloqueia o disparo da inspiração por um período definido, no início de expiração. Isso estabiliza o padrão de respiração espontânea do paciente.

Inicialmente, são feitos ajustes na ventilação, incluindo a frequência e o tempo inspiratório (T_i mín e T_i máx), e em seguida é selecionado um tempo de bloqueio para a inspiração, dentro de um período fisiológico. Recomendação: início do bloqueio do disparo a 50% do tempo expiratório.



NOTA: O bloqueio do disparo pode influenciar a taxa respiratória do paciente. À medida que o tempo de bloqueio do disparo aumenta, a máxima taxa respiratória possível diminui.



Figura 30

Menu de operação do equipamento LUISA:

O tempo de bloqueio do disparo pode ser definido a partir de 0,2 s até $T^{(60/f)} - T_i$ (no máximo 5 s).

4.1.11 Rampa de pressão inspiratória

O aumento da pressão pode ser ajustado para o paciente em tratamento, de forma a alcançar o nível de pressão selecionado em um período razoável, durante a inspiração.

A velocidade de aumento da pressão deve ser a mais alta possível, uma vez que a velocidade crescente reduz o esforço respiratório.

Por outro lado, no modo assistido com tempo inspiratório flexível, um aumento da pressão rápido demais pode encurtar o tempo de inspiração e aumentar a taxa respiratória.⁵⁷ Consequentemente, é importante adaptar a rampa de pressão a cada paciente.

Aumento da pressão



Figura 31

O aumento da pressão pode ser personalizado para o paciente, de forma a alcançar o nível de pressão selecionado em um período razoável. Pode-se definir uma rampa de 1 (ingreme) a 4 (plana) para a fase de inspiração e de expiração*.

* apenas em sistemas de fugas

4.1.12 Rampa de pressão expiratória

Uma expiração irrestrita e uma rápida transição da alta pressão de ventilação inspiratória para a pressão expiratória (EPAP) em casos de enfisema pulmonar podem promover ou causar o colapso local das vias aéreas e a limitação do fluxo. A via aérea alterada pela doença fica sujeita a seus próprios dispositivos e a condições mecânicas adversas.

A Figura 32 mostra uma curva do fluxo correspondente na presença de enfisema pulmonar, juntamente com uma curva da pressão de ventilação, com uma transição acentuada da pressão inspiratória para a pressão expiratória. É possível evitar o colapso das pequenas vias aéreas, utilizando um splint pneumático de ação rápida, no início da

expiração. Para a respiração espontânea, por exemplo, a sociedade alemã de especialistas em ventilação/pneumologia (*Deutsche Atemwegsliga*) recomenda a aplicação de estenose expiratória para aumentar a pressão intrabrônquica.⁴

Esse aumento da pressão altera o equilíbrio das forças sobre a parede brônquica, aumentando a largura da via aérea, podendo manter as vias aéreas abertas por mais tempo ou, no melhor caso, constantemente. Um efeito semelhante pode ser obtido por meio do prolongamento da rampa de pressão expiratória. O efeito de uma rampa plana prolongada sobre a curva do fluxo pode ser visto na Figura 33.

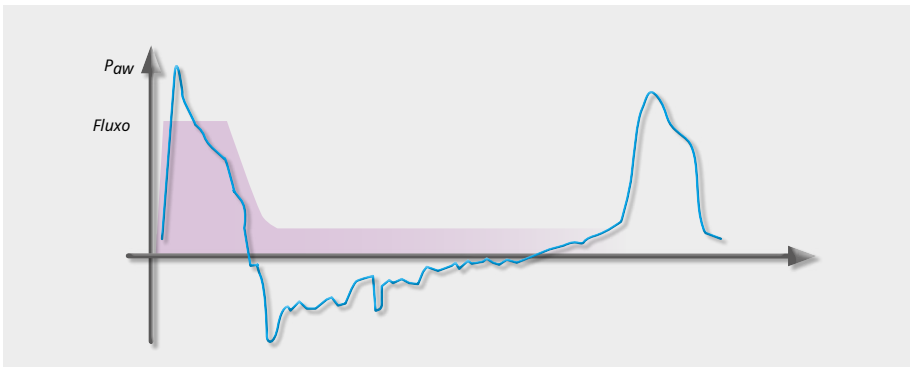


Figura 32
Curva expiratória do fluxo sob ventilação com uma queda de pressão acentuada e EPAP/PEEP ou EPAP \neq 0

A rampa de pressão expiratória gradualmente decrescente pode ser aplicada sem o uso da EPAP extrínseca aumentada pelo respirador. O uso de uma rampa de pressão é particularmente eficaz, uma vez que a contrapressão ajuda durante a fase em que o fluxo é grande e a pressão torácica local é alta, graças à hiperinsuflação alveolar.

O risco de colapso nessa fase expiratória inicial é muito alto. Uma rampa expiratória – semelhante ao efeito da respiração com lábios franzidos – é uma contramedida eficaz.

O aumento alternativo da pressão expiratória final, por outro lado, pode apresentar desvantagens, pois a pressão de ventilação eficaz (diferença de pressão entre IPAP e PEEP) será reduzida, ou a pressão inspiratória precisará ser aumentada ainda mais.

O colapso expiratório pode ser combatido com o aumento da pressão intrabrônquica, no início da expiração, e a redução cuidadosamente monitorada do pico de fluxo expiratório. O fluxo expiratório médio permanece mais alto, o volume pode ser exalado mais facilmente e, conseqüentemente, a posição respiratória pode ser abaixada.

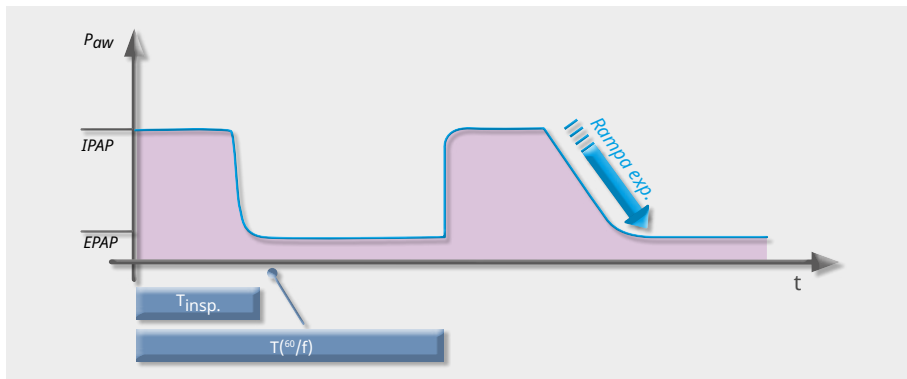


Figura 33
Efeito de uma transição plana entre a pressão inspiratória e expiratória na curva do fluxo durante a expiração. O fluxo médio permanece mais alto; o volume de expiração pode ser aumentado por um splint temporário.

Redução da pressão

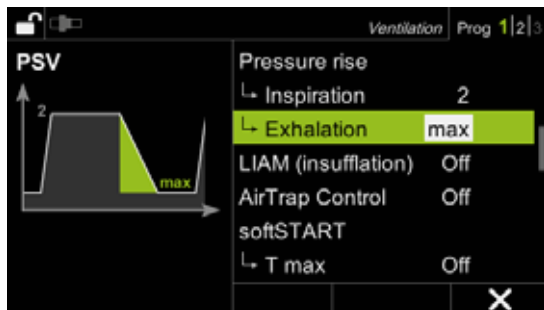


Figura 34
Disponível na expiração: rampas de 1 (íngreme) a 4 (plana) e uma plana rampa máxima. A rampa se ajusta automaticamente ao tempo expiratório médio, com base na taxa respiratória e na relação I:E. Deve-se garantir que a EPAP seja alcançada após 50% do tempo expiratório.

*apenas em sistemas de fugas

4.1.13 softSTART e softSTOP

softSTART

A função softSTART destina-se aos pacientes que não toleram altas pressões no início da ventilação, ou que simplesmente desejam que o início seja mais suave. Com essa função, as pressões de ventilação efetivas são alcançadas inicialmente após um tempo predefinido $T_{\text{máx}}$ (de cinco a 45 minutos, em incrementos de cinco minutos).

Também é definida uma EPAP inicial, conhecida como "EPAP mín".

Esse valor define a pressão em que a função softSTART será iniciada. Também é possível decidir se a pressão de ventilação eficaz (Pdiff) deve ser aplicada (função P_{insp} suave desligada) logo no início ou se as duas pressões (EPAP e IPAP) devem ser aumentadas com o tempo. Nesse caso, a função P_{insp} suave é desligada, e a terapia começa com uma diferença de pressão de 2 cmH₂O, da IPAP para a EPAP (veja a Figura 35).

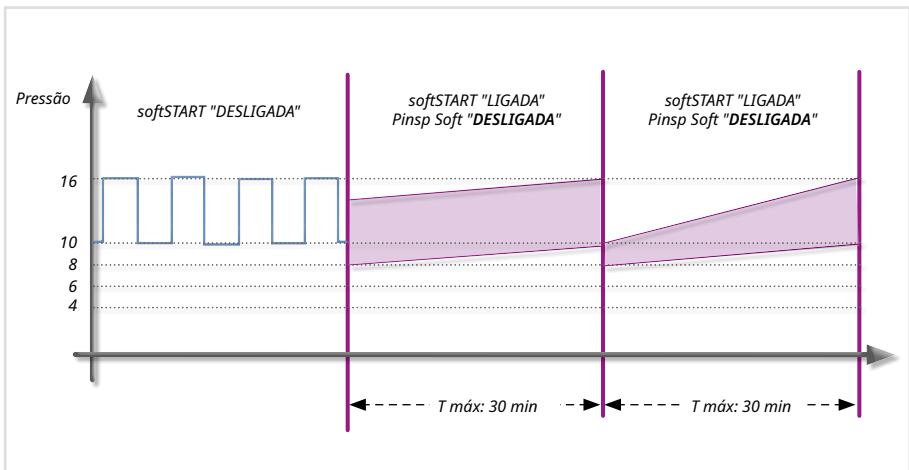


Figura 35

O exemplo mostra os seguintes valores:

$T_{\text{máx}}$: 30 min
EPAP mín: 8 cmH₂O

IPAP da terapia: 16 cmH₂O
EPAP da terapia: 10 cmH₂O

softSTOP

Muitos pacientes não recebem ventilação 24 horas por dia, mas apenas à noite. No momento em que o paciente retira a máscara de ventilação e, assim, interrompe o suporte do ventilador, ele experimenta dispnéia ou síndrome de desventilação.⁵⁹

As causas^{70, 71} parecem ser as seguintes:

- aclimação dos músculos respiratórios ao suporte ou às fases de diminuição completa da carga, proporcionada pela ventilação noturna não invasiva
- assincronia entre a respiração do paciente e o suporte respiratório do dispositivo
- ar preso e não exalado nas vias aéreas distais

A dispnéia matinal pode exercer um efeito negativo sobre a aceitação e a adesão à terapia e, por isso, sobre a eficácia do tratamento. A dispnéia pode ser prevenida acionando-se uma finalização suave à terapia, na forma de uma rampa invertida (softSTOP) nos ventiladores equipados com essa opção. O nível da pressão terapêutica não diminui repentinamente. Em vez disso, ele é abaixado a um nível de pressão de suporte mínimo IPAP = 6 cmH₂O e EPAP = 4 cmH₂O, dentro de um período predefinido de cinco a 45 minutos, em incrementos de cinco minutos. Quando se alcança o final da rampa softSTOP, o ventilador opera à pressão mínima, de forma a garantir a eliminação contínua de CO₂, até que o paciente desligue o dispositivo.

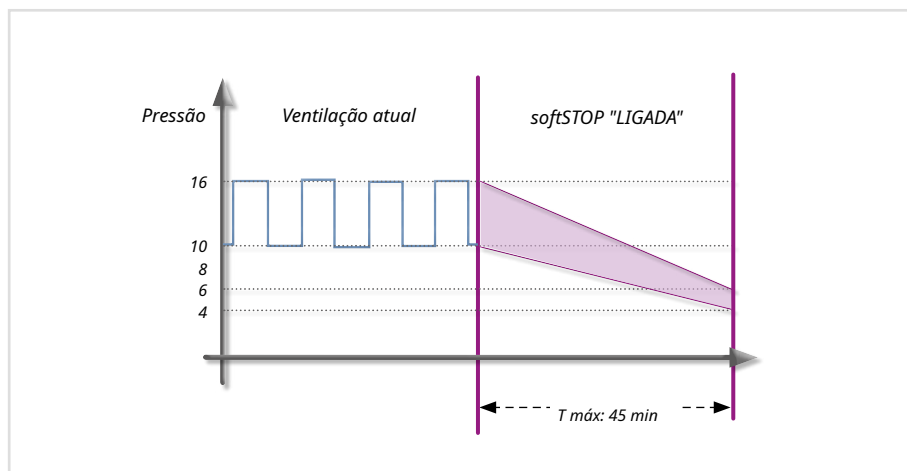


Figura 36

O exemplo mostra os seguintes valores:

T máx: 45 min

IPAP alvo: 6 cmH₂O
EPAP alvo: 4 cmH₂O

4.2 Suplemento de oxigênio

Os pacientes com insuficiência respiratória crônica e distúrbios das trocas gasosas podem precisar de um suplemento de oxigênio misturado com o ar da ventilação, para alcançar um nível suficiente de oxigenação arterial.

Deve-se notar que a concentração prolongada de oxigênio > 60% é tóxica para os pulmões de pacientes adultos.⁶¹ A toxicidade do oxigênio é causada pela produção de ânions hiperóxidos, que se transformam em peróxido de hidrogênio por meio da hiperóxia.

Essas altas concentrações de oxigênio não são necessárias para a ventilação de pacientes crônicos em tratamentos diários no hospital.

O efeito tóxico da aplicação prolongada de altas concentrações de oxigênio pode ser visto a > 40% nos bebês prematuros e lactentes. Podem ocorrer danos no endotélio vascular e nas células do alvéolo pulmonar.^{43,44} Por isso, deve-se observar com muito cuidado a máxima concentração de oxigênio permitida.

Quando o oxigênio é fornecido na abertura da parte traseira do ventilador, ele é capturado no trajeto da medição do fluxo. Quando o oxigênio é introduzido apenas no final da fase inspiratória ou diretamente na máscara respiratória, o fluxo não é registrado, ocasionando um risco de falha no disparo do fluxo e medições incorretas do volume.



Figura 37
Vista traseira do prisma VENT30/40/50/50-C com entrada para oxigênio. O ponto em que o oxigênio é fornecido ao sistema é selecionado de forma a ser capturado na trajetória da medição do fluxo.

4.3 Umidificação

Com uma umidade relativa de 100% a 37 °C, o ar nos alvéolos é saturado com vapor de água. Isso equivale a um teor de 44 mg de água a cada litro de ar.

Essa área é chamada de limite de saturação isotérmica (LSI). Cerca de três quartos do calor e da umidade se originam nas membranas mucosas da nasofaringe, e o um quarto restante é gerado na traqueia.

A depuração mucociliar ideal ocorre à temperatura de 37 °C e à umidade relativa de 100% (= umidade absoluta de 44 mg / l).⁶²

Os pacientes com ventilação invasiva — e cuja nasofaringe funciona, portanto, com uma ponte — normalmente recebem uma umidificação de 100%. Quando se utiliza uma cânula traqueal ou um tubo endotraqueal na ventilação mecânica, o LSI desloca o trato respiratório para baixo; a troca fisiológica de calor e umidade no nariz é desviada. Consequentemente, uma quantidade três vezes maior de água e calor é retirada das membranas mucosas, no trato respiratório inferior.⁴⁵ Se a saturação do vapor de água cair abaixo de 70%, a depuração mucociliar será gravemente restringida. Abaixo de 50% da umidade relativa, a atividade ciliar cessa.⁵⁹

Se houver introdução de ar frio e seco no trato respiratório por um longo período, as seguintes complicações podem surgir:

- Desidratação da mucosa
- Perda de atividade ciliar
- Redução da mucocinese
- Retenção e espessamento das secreções (disendocrinismo)
- Prejuízo da atividade surfactante
- Formação de atelectasia de obstrução com deterioração das trocas gasosas (Oczenski)
- Úlceras nas membranas mucosas
- Broncoespasmo
- Hipotermia
- Infecção

Também aconselhamos cautela durante a introdução de ar aquecido. A temperaturas acima de 40 °C, existe risco de danos ao epitélio ciliar, maior produção de secreção e deterioração das trocas gasosas.

Em média, um adulto que inala o ar ambiente pelo nariz perde 250-300 ml de água diariamente, por evaporação pelas vias aéreas.

Sistemas de umidificação ativos

Um sistema de umidificação ativo baseia-se na vaporização causada quando um elemento aquecedor aquece a água corrente. Para terapia domiciliar, o uso de água esterilizada ou fervida só é necessário em alguns casos clínicos excepcionais.⁴⁶

A vaporização da água produz uma atmosfera com vapor de água saturado. O gás inspiratório é direcionado sobre a superfície da água aquecida, onde se aquece e é enriquecido com vapor de água. A temperatura da água, regulada eletronicamente, pode ser definida em diversos níveis.

É importante seguir os procedimentos de limpeza prescritos, para eliminar o risco de contaminação bacteriana.

Que pacientes podem se beneficiar com o uso de um umidificador do ar de respiração?⁴⁰ Como mencionado acima, todos os pacientes assistidos por ventilação invasiva são tratados com ar umidificado. Os procedimentos para pacientes que recebem ventilação não invasiva não são tão bem definidos. Porém, a maioria dos pacientes assistidos por ventilação não invasiva a longo prazo obtém benefícios com o uso do umidificador do ar de respiração.

Essa decisão deve se basear nos possíveis efeitos colaterais da ventilação mecânica, como secura da boca.



Figura 38
prisma VENT40 com prismaAQUA – o umidificador de ar de respiração prismaAQUA é acoplado ao ventilador com um clique, sendo usado na ventilação não invasiva.

4.4 Gerenciamento de secreções e apoio à tosse com o LIAM

Contexto

Fisiologia da tosse

A tosse é um reflexo de proteção natural do corpo para remover materiais estranhos das vias aéreas. Em sua forma mais extrema, ela pode ser vista como uma expiração forçada.

A tosse possui três fases distintas:

1. Inicialmente, ocorre uma inspiração profunda (até 80% da capacidade vital).
2. Uma pressão torácica é gerada pela aplicação de força expiratória contra a glote fechada, e pela contração dos músculos expiratórios.
3. A glote se abre de forma abrupta, o ar é expelido em alta velocidade e a secreção é eliminada pela tosse. Os picos de velocidade nos brônquios principais podem atingir mais de 200 km/h. Esse processo requer a ajuda dos músculos expiratórios, que podem ser melhor empregados quando o indivíduo está na posição sentada ou semirreclinada.

É necessário haver força suficiente nos músculos inspiratórios e expiratórios para a função de tosse.

A tosse causa alterações na largura dos brônquios principais, envoltos em cartilagem.

De acordo com o efeito Venturi, durante a expiração forçada ou tosse, as secreções são transportadas por meio de um impulso direcionado para a via oral. A tosse é disparada na forma de um reflexo, pela irritação mecânica e inflamatória na área da faringe, da traqueia e da

Carina da traqueia, até a 5ª e 6ª gerações dos brônquios.

Fisiopatologia da tosse

Diversos processos fisiopatológicos⁶³ causam a restrição e a alteração da função da tosse.

Entre eles, encontram-se:

- Estreitamento do lúmen das vias aéreas

O inchaço da mucosa e os broncoespasmos, que ocorrem normalmente nos pacientes com asma, causam o estreitamento do lúmen das vias aéreas. Conseqüentemente, os pacientes precisam gastar mais energia para gerar uma tosse eficaz.

- Paralisia e deterioração do epitélio ciliar

Quando ocorre uma infecção viral ou bacteriana no trato respiratório, a depuração mucociliar deixa de funcionar. A tosse ajuda na eliminação dos microrganismos, agindo como um mecanismo substituto para a limpeza brônquica.

- Alterações nas secreções

Nos pacientes neuromusculares, a aspiração de saliva provoca uma colonização bacteriana crônica. Os pacientes com DPOC sofrem de infecções recorrentes, bem como aumentos na quantidade e viscosidade das secreções.

- Fraqueza muscular

Por causa de sua doença subjacente, os pacientes neuromusculares têm dificuldade em gerar o pico de fluxo da tosse (PFT) necessário para uma função de tosse normal. No lugar dos músculos abdominais, eles tentam usar os músculos peitorais e da cintura escapular. O distúrbio de deglutição, que muitas vezes afeta esses pacientes, provoca a aspiração crônica.

Doença neuromuscular e função de tosse limitada

Os pacientes com doença neuromuscular subjacente (por exemplo, distrofia muscular de Duchenne ou Esclerose Lateral Amiotrófica ou ELA) sofrem de fraqueza nos músculos inspiratórios e expiratórios. Conseqüentemente, eles simplesmente não têm força inspiratória e expiratória suficiente para inalar profundamente e gerar o pico de fluxo necessário, de 160 a 270 litros/minuto, para a função de tosse normal.⁶⁴

Um distúrbio da função da tosse ocasiona uma série de alterações fisiopatológicas. O aumento da retenção da secreção gera o estreitamento do lúmen das vias aéreas, dificulta a ventilação na presença de uma forte resistência ao fluxo e prejudica as trocas gasosas nos alvéolos. Este último problema pode ser detectado pela rápida queda na saturação de oxigênio, medida por oximetria de pulso.

A atelectasia ocorre com maior frequência. O colapso gera patologias nas células germinativas, reduzindo a área disponível para as trocas gasosas.

O aumento da colonização bacteriana ocasiona frequentes infecções virais e bacterianas nas vias aéreas, tornando o paciente mais suscetível a contrair pneumonia.

As infecções virais ou bacterianas podem prejudicar o funcionamento do epitélio ciliado, e assim a depuração mucociliar deixa de ser garantida. A suscetibilidade do paciente à infecção aumenta novamente, gerando um círculo vicioso.

A retenção grave da secreção pode causar insuficiência respiratória nesse grupo de pacientes.

Também em condições de ventilação, a retenção da secreção nos pacientes neuromusculares deve ser prevenida. As secreções podem obstruir as vias aéreas e prejudicar o sucesso da ventilação mecânica.⁴⁸ A mobilização inadequada da secreção é considerada a causa mais frequente do fracasso no tratamento com ventilação. O gerenciamento eficaz das secreções, por outro lado, reduz a taxa de hospitalização⁴⁹ e prolonga a sobrevivência dos pacientes.⁵⁰

Opções terapêuticas

A mobilização da secreção é uma abordagem terapêutica usada para pacientes com doença neuromuscular, cuja função de tosse está reduzida. É feita uma distinção entre as técnicas de dissolução e de transporte da secreção. No primeiro caso, as medidas incluem: percussão, vibração e oscilação. As secreções são mobilizadas com esse tipo de manobra manual ou com a ajuda da IPV (ventilação percussiva intrapulmonar). As duas técnicas baseiam-se no princípio físico de que a ação mecânica torna as secreções menos viscosas e, assim, mais fáceis de remover.

À medida que uma doença neuromuscular evolui, as técnicas manuais deixam de ser suficientes para a remoção eficaz das secreções acumuladas.

A broncoscopia é uma medida usada para o transporte das secreções. Esse procedimento, que tem sido comprovadamente útil nos casos agudos, pode ser realizado durante a ventilação com máscara respiratória.

O transporte das secreções ocorre por meio da expiração forçada. A drenagem postural é uma das técnicas mais antigas de mobilização das secreções. A troca regular da posição do paciente proporciona uma relação ventilação/perfusão homogênea. Ela é frequentemente usada como complemento a outras técnicas.

Essas diversas medidas podem ser

combinadas. Por exemplo, a percussão usada com a drenagem postural move as secreções para dentro das grandes vias aéreas. A gravidade ajuda a remover as secreções das regiões afetadas dos pulmões. Esse método não é eficiente em casos de insuficiência respiratória pré-existente.

A terapia é indicada a partir de um PFT de < 270 l / min!²

A tosse pode ser considerada a forma mais extrema de expiração forçada. O apoio à tosse é uma parte essencial do gerenciamento do tratamento, para pacientes com insuficiência respiratória crônica.

Nos casos de doença neuromuscular, uma tosse eficiente pode evitar ou atrasar significativamente a necessidade de ventilação ou traqueotomia!

Efeitos terapêuticos do gerenciamento das secreções

O gerenciamento das secreções é muitas vezes necessário no tratamento de pacientes com doença neuromuscular, mesmo antes que exista indicação para ventilação.

O gerenciamento das secreções tem os seguintes resultados:

- retarda o início da ventilação⁵¹
- garante as trocas gasosas alveolares e, assim, a eficácia da ventilação⁴⁸
- elimina a necessidade de hospitalização^{48, 49} e
- aumenta a expectativa de vida dos pacientes.⁵⁰

LIAM (manobra de auxílio à insuflação pulmonar) – apoio à tosse

A terapia de ventilação deve ser combinada a um gerenciamento eficiente das secreções, para os pacientes neuromusculares com insuficiência respiratória grave.

Como resposta a esse requisito terapêutico, foi desenvolvido um conceito de tratamento inovador, que integra a função de mobilização das secreções ao ventilador.

Especificamente, o processo de apoio à tosse exclusivo LIAM (manobra de auxílio à insuflação pulmonar⁵²) foi integrado aos ventiladores VENT50/50-C.

O processo baseia-se em uma manobra inspiratória na qual o volume corrente (volume de insuflação) é aumentado pela insuflação, e os pulmões e o tórax são “pré-carregados” com uma inspiração profunda. Assim, o fluxo de tosse subsequente pode ser significativamente maior.⁵³

Como funciona o LIAM

Uma manobra inspiratória é usada durante a ventilação para sobrepor uma respiração mecânica adicionalmente definida (ΔP) na IPAP. O aumento no volume pulmonar e a expansão torácica gerados por esse geram um aumento no pico de fluxo da tosse, ou na tosse máxima, possibilitando a eliminação da secreção. Dessa forma, a tosse do paciente fica mais produtiva.

Evidências científicas

A eficácia do processo LIAM como apoio à tosse para pacientes com diversos distúrbios neuromusculares foi comprovada em um estudo⁵³ publicado em 2014. O objetivo do estudo era determinar a capacidade de insuflação individual otimizada para a tosse subsequente.

Os resultados mostraram que a capacidade de insuflação para a tosse era de cerca de 90% da capacidade máxima individual alcançável. As pressões geralmente necessárias encontram-se entre 30 e 40 cmH₂O, desde que se defina um tempo de insuflação adequado.

O estudo também documentou que a insuflação com LIAM gerou uma capacidade de insuflação máxima 150% (valor médio) acima da capacidade vital de referência. Com um volume de insuflação otimizado, o pico de fluxo da tosse de 110 l/min aumentou para 205 l/min (valores médios). Esses resultados mostram que — mesmo com uma força muscular gravemente limitada — o fluxo de tosse após uma insuflação profunda aumentava além do limite crítico de 160 l/min, e que o gerenciamento eficaz das secreções pode ser feito com o método LIAM.

Para fazer ajustes no dispositivo, siga estas etapas:

1. Ligue a função LIAM (insuflação) no menu Ventilação
2. Selecione deltaP LIAM → IPAPmax
3. Selecione Ti LIAM e Te LIAM
4. Defina o período para a manobra LIAM
5. Defina os intervalos em que a manobra LIAM será repetida (opcional)
6. Selecione o número de respirações assistidas por LIAM (insuflação)

Tecla LIAM para
ativar/desativar
a função LIAM



Figura 39
prisma VENT50/50-C com tecla LIAM para
ativar/desativar a função LIAM

LIAM: Funcionalidade

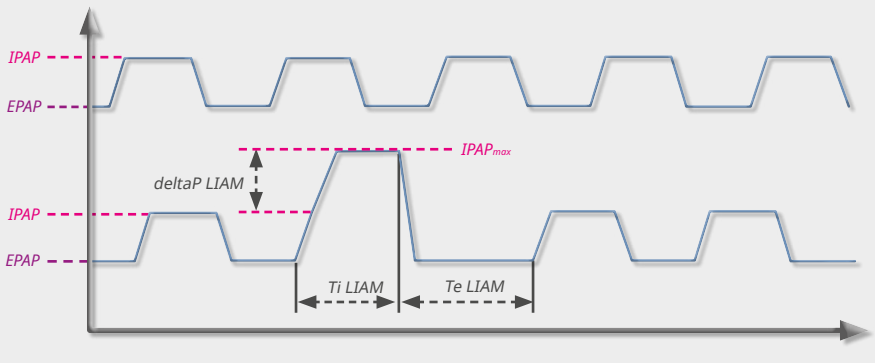


Figura 40
Como funciona o LIAM: A pressão IPAP gerada pelo dispositivo é sobreposta pelo ΔP LIAM, gerando uma $IPAP_{max}$. O LIAM aumenta o valor de T_i LIAM até o nível de pressão predefinido, e retorna o valor de T_e LIAM para a EPAP, no início da fase expiratória.

LIAM: Curva de pressão detalhada

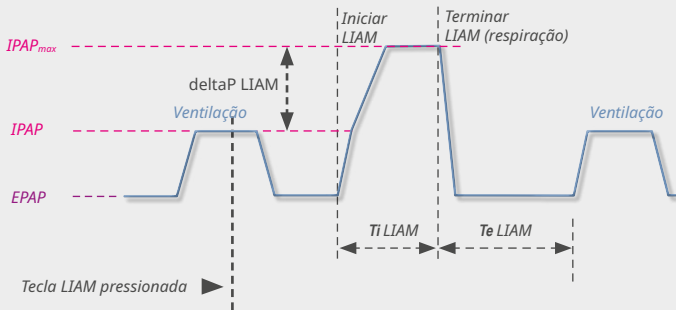


Figura 41
Curva de pressão com uso de LIAM

Se a função LIAM alcançar o efeito desejado antes do fornecimento de todas as respirações LIAM, o usuário pode desligar essa função antes do previsto, pressionando novamente a tecla LIAM. Se o método LIAM for usado por um período mais longo, poderá ser definido para operação a partir do tempo mínimo de um minuto até a aplicação contínua ∞ .

É possível configurar a frequência de repetição de um ciclo de respirações LIAM (de 15 segundos a 24 horas). Se o paciente precisar de várias respirações LIAM consecutivas para concluir a manobra com sucesso, é possível administrar até 10 respirações.

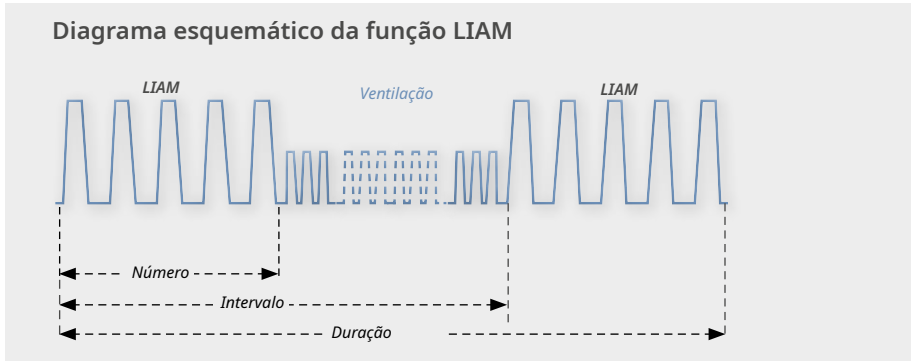


Figura 42

Se o LIAM tiver que ser aplicado por um período prolongado, podem ser feitos ajustes às necessidades específicas do paciente quanto ao número de respirações consecutivas, aos intervalos em que elas devem ser repetidas e à duração da aplicação. Este diagrama mostra duas séries de cinco respirações LIAM consecutivas.

O processo foi desenvolvido de forma a garantir que o ΔP e o ΔP LIAM não exerçam um efeito cumulativo quando se utiliza a função de volume alvo. Esse ajuste elimina o risco de uma sobrepressão indesejada.

A função LIAM, em comparação com as técnicas de air-stacking ou breath-stacking, oferece diversas vantagens.

O LIAM pode ser utilizado em todos os modos de ventilação.

- O paciente não precisa desligar o dispositivo para fazer o gerenciamento de secreções, ao contrário de outros dispositivos autônomos.
- Uma vez que não é necessário usar a técnica de stacking, a manobra é significativamente mais curta que o uso de air-stacking, e por isso mais confortável para o paciente.
- Especialmente importante para os pacientes com ELA é o fato de que a insuflação não requer o fechamento da glote. Porém, o controle da glote continua sendo um pré-requisito importante para uma tosse adequada, com uma manobra de pressão totalmente positiva, como o LIAM.

- O paciente preserva uma certa independência; o LIAM também pode ser disparado pelo cuidador.
- É possível enviar um sinal acústico para o paciente, indicando que o platô do LIAM foi alcançado. Nesse ponto, é possível fazer a expiração forçada, com a ajuda do LIAM.
- Um tempo expiratório regulável no processo LIAM permite que a manobra seja ainda mais otimizada, quanto à tosse ou expiração forçada.

A integração da função LIAM faz parte de uma abordagem holística, garantindo uma ventilação confortável para os pacientes com problemas de retenção de secreção.

Se o uso exclusivo do LIAM não causar um aumento eficaz no fluxo de tosse — pelo fato de o paciente não ter o controle da glote, por exemplo — uma alternativa seria utilizar um insuflador-exsuflador mecânico.

A técnica LIAM é uma expansão terapêutica importante para as funções de ventilação.

4.5 Conexão do monitor

A transmissão de dados, que há anos tem sido o padrão de ventilação nos cuidados intensivos, está se tornando cada vez importante para os dispositivos de respiração assistida em casa. A documentação do tempo do tratamento com ventilação, em particular, é de especial interesse. Os ventiladores LUISA

e prisma VENT transmitem os ajustes e dados terapêuticos, incluindo tempo de ventilação e alarmes, para os monitores Philips IntelliVue. A partir desses monitores, os dados podem ser encaminhados para os sistemas de gerenciamento de dados do paciente (PDMS).



Figura 43
prisma VENT50-C e prisma VENT AQUA conectados ao monitor Philips IntelliVue



Figura 44
Máscara respiratória para
nariz e boca de uso único
JOYCEclinic NV



Figura 45
Máscara para nariz e boca
reutilizável LENA



Figura 46
Máscara nasal reutilizável
CARA

4.6 Interface com o paciente

A qualidade da interface com o paciente durante a ventilação não invasiva exerce uma função muito importante na adesão com o tratamento. O que mais importa é o bom ajuste, especialmente quando são aplicadas altas pressões ou quando a diferença de pressão entre a inspiração e a expiração é muito grande.

Um elemento crítico é o rebordo de máscara. O formato anatômico deve criar uma boa vedação, sem deixar marcas de pressão na área do rosto, uma vez que a máscara respiratória precisa ser usada por até 24 horas. Quando se seleciona o tamanho certo, a máscara respiratória se ajusta ao paciente de forma confortável.

Igualmente importante é a interação entre o rebordo de máscara e o apoio para a cabeça. O material do apoio para a cabeça deve ser ligeiramente inflexível, de forma a sustentar o rebordo na área do rosto quando for submetido a altas pressões ou a grandes diferenças de pressão. A configuração certa previne as fugas e qualquer efeito de bombeamento da máscara respiratória. Os materiais e bordas macios evitam os arranhões ou marcas de pressão nas bochechas do paciente.

As máscaras respiratórias com um suporte regulável para a testa ajudam a aliviar a pressão, especialmente na ponte nasal. A distância ideal entre a ponte nasal e a testa contribui para um ajuste confortável da máscara respiratória a longo prazo.

Tipos de máscara – para nariz e boca, ou nasal

As máscaras para nariz e boca são utilizadas principalmente no tratamento de casos agudos. A vantagem é que o

acesso às duas vias aéreas fica coberto, tornando mais fácil que o paciente relaxe e “aceite” a ventilação.

Para os pacientes crônicos estáveis, a máscara nasal apresenta a vantagem de ser leve. Além disso, a máscara respiratória nasal exerce menos pressão sobre o rosto.

Outros tipos de máscara respiratória utilizados incluem as almofadas nasais, os bucais, os capacetes CPAP e as máscaras respiratórias que cobrem todo o rosto.

Ventiladas vs não ventiladas

As máscaras para nariz e boca são oferecidas na variante ventilada ou não ventilada. A escolha depende do ventilador e do sistema de tubos que o paciente utiliza. O sistema de tubos de fugas é sempre utilizado com a máscara respiratória ventilada, e o sistema de tubos de válvula é usado com a variante não ventilada. O diâmetro dos tubos e das conexões da máscara respiratória são padronizados, por isso não é possível fazer uma conexão incorreta.

Reprocessamento higiênico

No hospital, a escolha da máscara respiratória para utilização padrão depende principalmente do fato de poder ser higienicamente reprocessada ou não.

As máscaras respiratórias reutilizáveis oferecem um bom ajuste, com alto grau de conforto durante o uso. Se um paciente necessita de ventilação a longo prazo em casa, o paciente continua usando a máscara respiratória reutilizável previamente ajustada especificamente

para ele ou ela. Quando é feita a troca de pacientes no hospital, a máscara respiratória é higienicamente reprocessada, por meio de desinfecção ou esterilização.

Se o reprocessamento higiênico das máscaras respiratórias não puder ser garantido, serão usadas máscaras de uso único. Seu preço é geralmente menor que o das máscaras respiratórias reutilizáveis, mas o conforto durante o uso também pode ser inferior.

As máscaras respiratórias descartáveis não são utilizadas nos hospitais.



Figura 47
Variantes com cotovelo:
NV, NV + AAV, ventilada



Figura 48
Adaptador para endoscopia NV

Endoscopia durante a ventilação

Um exame endoscópico do paciente pode ser feito sem interromper a ventilação. Para isso, um cotovelo específico para máscara respiratória substitui o cotovelo convencional, diretamente na máscara respiratória. Uma tampa de silicone na parte dianteira do adaptador para endoscopia é aberta, permitindo a inserção do endoscópio. A tampa é fechada assim que o exame é concluído. Vantagem: O paciente não sofre de dispneia ou dificuldade em respirar, enquanto o médico realiza o exame.

Tira de liberação rápida

As duas vias aéreas são cobertas pela máscara para nariz e boca. Com o nariz e a boca cobertos, o paciente pode ficar desorientado e entrar em pânico, quando despertar à noite. Ou então, em casos de doença, o paciente pode não conseguir manusear sem ajuda as presilhas do apoio para a cabeça. Uma tira de liberação rápida, disponível como opção, pode ajudar nesses casos. Ela é utilizada no lugar das presilhas. O paciente só precisa puxar a tira de liberação rápida para baixo, para que a máscara respiratória se solte do rosto.

5 Dicas práticas de utilização

5.1 Casos de insuficiência ventilatória crônica

Aclimação de pacientes crônicos estáveis à ventilação

Com o paciente acordado, são feitos ajustes preliminares no ventilador. A escolha da pressão inicial depende da doença subjacente e das condições físicas do paciente. Como regra, é escolhida uma baixa pressão inicial, que é aumentada após alguns minutos. No tratamento de pacientes com Síndrome de Obesidade-Hipoventilação, sempre se utiliza uma PEEP. Ao determinar a **relação I:E**, o médico geralmente começa com uma relação de 1:2. Para os pacientes com distúrbio obstrutivo, a fase expiratória é muitas vezes prolongada (por exemplo, para 1:2,5). O ajuste automático feito pelo AirTrap Control pode ser útil nesses casos.

Alguns especialistas em ventilação relataram boas experiências na regulagem da pressão noturna, durante o sono dos pacientes. Se o paciente não tolerar a regulagem de alta pressão, será enviado para casa por quatro semanas para utilizar um dispositivo específico para sua pressão adaptativa inicial, com o objetivo de otimizar o ajuste da pressão posteriormente. Nos casos de hipercapnia pré-existente, o objetivo é alcançar a normocapnia.

Como regra, o **modo ST ou T** é selecionado como ajuste inicial. O modo aPCV também é considerado um modo de ventilação padrão. Deve-se notar que, se o paciente puder disparar o dispositivo

no início da ventilação, correrá o risco de sofrer hiperventilação.

A decisão quanto ao uso do volume mínimo ou do **volume alvo** é frequentemente baseada nos resultados de uma análise aos gases do sangue. Deve-se prestar muita atenção às flutuações substanciais na fuga, que podem fazer com que o ventilador interprete que está fornecendo uma ventilação suficiente, embora o paciente esteja subventilado. Uma vez que os algoritmos inteligentes usados nos ventiladores modernos, como o prisma VENT50, podem diferenciar a fuga da compensação de volume, as falsas interpretações são evitadas. Mesmo assim, o ajuste da máscara respiratória deve ser verificado, para eliminar a possibilidade de fuga substancial.

Durante a fase de ajuste, a **taxa respiratória** é frequentemente definida duas respirações acima da própria taxa do paciente. Os pacientes com doenças neuromusculares subjacentes se acostumam de forma relativamente rápida à ventilação (dois a três dias); os pacientes com restrição torácica geralmente precisam de cinco a sete dias, enquanto os com DPOC podem precisar de até 14 dias.

A fase de aclimação, ou seja, o tempo que um paciente demora a se acostumar com a ventilação, leva de dois a 14 dias, dependendo da natureza da doença subjacente.

Ajuste e escolha da máscara respiratória

A seleção da máscara respiratória e a aclimação à ventilação são fatores importantes para os pacientes em estado crônico estável ou com insuficiência respiratória aguda.

Os pacientes crônicos estáveis frequentemente têm boa experiência com uma máscara nasal. Os pacientes com insuficiência respiratória aguda quase sempre utilizam máscaras para nariz e boca.

A cobertura de todas as vias aéreas superiores torna mais fácil que o paciente relaxe e confie no aparelho. Pressões de terapia > 20 cmH₂O geram o mesmo efeito, uma vez que o fluxo mais alto é melhor distribuído ao longo de toda a superfície das vias aéreas superiores. Para fins de ajuste, deve-se notar que uma superfície de contato maior pode causar mais marcas de pressão sobre o rosto do paciente.

Outros pontos a serem considerados quando se coloca a máscara respiratória no paciente:

- selecione uma máscara respiratória com o tamanho certo (por exemplo, uma máscara para nariz e boca adequada para pacientes que dormem sempre com a boca aberta)
- certifique-se de que não exista fuga ou uma distribuição de pressão irregular (se um paciente com prótese dentária usar uma máscara respiratória para nariz e boca, deverá usar o conjunto completo, para evitar a fuga pelas laterais da máscara respiratória.)
- instrua o paciente ou seu cuidador, quanto ao uso da máscara respiratória.

Dica:

Em alguns casos, pode ser útil que o paciente se acostume gradualmente à máscara respiratória e à ventilação. Em primeiro lugar, coloque a máscara respiratória sem o apoio para a cabeça no rosto do paciente, e ajuste o suporte para a testa. Acople o tubo de forma que o paciente com dificuldade em respirar possa ser ventilado prontamente.

Em seguida, puxe o apoio da cabeça para a parte de trás da cabeça e aperte as presilhas, enquanto o paciente segura a máscara respiratória na posição certa. Esse processo permite que o paciente sinta como é usar a máscara respiratória, sem entrar em pânico.

Ajuste o apoio para a cabeça da forma mais confortável possível.

Se possível, comece com uma pressão baixa e depois aumente-a.

O símbolo da máscara respiratória no display do prisma VENT indica se o ajuste da máscara está correto (e também sua vedação):

Verde contínuo: Nenhuma fuga, ou fuga mínima

Laranja contínuo: Fuga de até 25 l/min

Laranja intermitente: Fuga de mais de 25 l/min



Figura 49
O símbolo de máscara verde indica um bom ajuste da máscara respiratória.

Monitoração noturna

Para fazer ajustes na ventilação, os pacientes com insuficiência respiratória crônica são diagnosticados com o teste de função pulmonar padrão e uma análise ao nível de gases no sangue, por vezes com polígrafo. Quanto à insuficiência hipercápnica, parece haver pouca diferença no efeito da ventilação diurna em relação à noturna⁵⁴. Contudo, foi sugerido⁵⁵ que a monitoração noturna pode contribuir para a prevenção das fases de hipoventilação, e para melhorar a qualidade do sono. Alguns centros de ventilação utilizam a capnometria a longo prazo como parâmetro de controle. A validade dessa medição, porém, deve ser examinada.

Por que é importante verificar a qualidade da ventilação durante o sono?

Em primeiro lugar, a maioria dos pacientes com insuficiência respiratória crônica recebe a ventilação à noite. Por isso, é razoável que as condições de administração da ventilação ao paciente sejam verificadas.

Além disso, o sono é um estado fisiológico ao qual a regulação respiratória, o tônus muscular e a consciência se adaptam.

As alterações fisiopatológicas na respiração podem muitas vezes ser detectadas precocemente, durante o sono. Um dos primeiros sinais de um distúrbio hipercápnico crônico é a hipoventilação associada ao sono, durante a fase REM (movimento rápido dos olhos). Além disso, os eventos respiratórios anômalos ocorrem frequentemente durante o sono, por isso os parâmetros de ventilação definidos durante o dia são muitas vezes terapêuticamente inadequados à

noite. Existe uma tendência de assincronia entre paciente e dispositivo durante o sono, gerando fases de respiração periódica, fechamento da glote e, por causa das mudanças de posição do paciente, fugas significativamente maiores. Os eventos respiratórios noturnos levam à fragmentação do sono, exercendo uma carga adicional sobre o sistema cardiovascular⁵⁵.

A monitoração noturna serve para determinar a taxa respiratória do paciente. Como regra, a frequência do dispositivo é definida uma a duas respirações acima da taxa respiratória do paciente. Esse ajuste garante que o paciente receba uma ventilação controlada no modo ST durante a noite, e a remoção máxima da carga sobre a bomba respiratória.

Se o paciente for despertado por uma alta taxa respiratória mecânica e achar que a velocidade está muito alta, o médico pode simplesmente abaixar a frequência em uma ou duas respirações por minuto!

É particularmente difícil encontrar o ajuste correto para os pacientes com DPOC. As altas taxas respiratórias, eles apresentam risco de desenvolver hiperinsuflação dinâmica. Uma solução para esse problema é o uso da ventilação controlada ou da função de ventilação AirTrap Control.

A monitoração contínua da saturação de oxigênio é feita durante a noite do ajuste. O nível de gases no sangue é normalmente verificado à noite e pela manhã, depois que o paciente acorda. Um software do dispositivo verifica se as fases de assincronia e falha de disparo ocorrem durante a noite. Se isso ocorrer, recomenda-se o uso do bloqueio do

disparo, especialmente para pacientes com DPOC.

Outra recomendação consiste em verificar se os pacientes com insuficiência respiratória crônica estável possuem indicações de obstrução nas vias aéreas superiores (ou seja, apneia obstrutiva do sono). Nesse caso, a EPAP ou PEEP deve ser definida no nível do CPAP necessário para a terapia.

O uso de um polígrafo/polissonógrafo mostrou ser eficaz para monitorar os pacientes tratados com ventilação durante a noite.

Gravações de vídeo complementares também são recomendadas, pois elas fornecem informações valiosas sobre os eventos noturnos.

No decorrer do tratamento, os parâmetros podem ser monitorados offline por meio do software do dispositivo, ou de forma remota, por uma conexão em nuvem.

Ajustes para ventilação hospitalar – exemplo de intervalos experimentais:

- primeiro dia: 15 - 20 minutos com supervisão médica
- próximos dias: 4 a 5 horas de aclimatação
- a partir daí, ventilação noturna.

Durante a fase de ajuste, a eficácia da ventilação é interpretada com base nos sintomas e em uma análise ao nível de gases no sangue. O ideal seria verificar a pressão sanguínea e o pulso, a oximetria e/ou os níveis de $PTc\ CO_2$, e a medição do volume corrente².

O aumento do delta IPAP-EPAP deve ser feito lentamente, até que se alcance a normocapnia.

Como regra, os pacientes podem receber alta após cinco a 14 dias. O pré-requisito para a alta é que o paciente consiga tolerar a ventilação não invasiva várias horas por dia, dependendo da doença subjacente.

Após seis semanas de ventilação em casa, o paciente é examinado novamente. Nesse momento, muitas vezes é necessário ajustar os parâmetros da ventilação. Dependendo da indicação, recomenda-se que os parâmetros sejam verificados subsequentemente, uma ou duas vezes por ano.

5.2 Aspectos pediátricos na ventilação

Uma série de doenças genéticas ou adquiridas pode causar a insuficiência respiratória crônica nas crianças. Antigamente, a traqueotomia era considerada a única solução de tratamento, mas hoje em dia a ventilação não invasiva está sendo usada com cada vez mais frequência e sucesso.

A insuficiência respiratória nas crianças, geralmente, apenas faz parte de um quadro clínico complexo. Essas crianças são frequentemente tratadas com ventilação mecânica em hospitais especializados.

As doenças que causam insuficiência respiratória crônica e ventilação a longo prazo em ambulatório são diferentes das que afetam os adultos.

As indicações mais frequentes para ventilação de crianças e adolescentes em ambulatório são:

- doenças genéticas do sistema nervoso e muscular, por exemplo, distrofia de Duchenne, atrofia muscular espinhal
- doença pulmonar crônica, por exemplo, fibrose cística, displasia broncopulmonar
- deformidades torácicas, por exemplo, escoliose torácica
- distúrbios da regulação respiratória pelo sistema nervoso central, por exemplo, síndrome de Ondine.

Cerca de três crianças/adolescentes a cada 1.000 residentes precisam de ventilação a longo prazo. Cerca de dois terços desse número podem ser tratados a domicílio.

Nota: As mesmas contraindicações para ventilação não invasiva válidas para os adultos também se aplicam às crianças (veja a Tabela 2, página 7).

Levando em conta o crescimento da criança e a evolução da doença, devem ser feitas verificações regulares da eficácia da ventilação e dos respectivos ajustes, que são regulados conforme necessário⁶⁰.

O médico responsável é aconselhado a considerar os aspectos fisiológicos do tratamento e a envolver a criança em todas as decisões associadas à terapia. Uma vez que a criança possui capacidade limitada para entender e cooperar, é essencial para a aceitação e o sucesso da ventilação que ela não se sinta restringida pela tecnologia, e que veja os benefícios obtidos pelo tratamento. Uma grande dose de experiência é exigida para a ventilação de crianças, bebês e lactentes com enfermidades graves. Pouquíssimos centros especializados oferecem esse serviço.

Quando recebem as devidas instruções e cuidados, as crianças que precisam de ventilação apresentam uma boa adesão à terapia – com a ajuda dos familiares – e uma boa qualidade de vida. A mobilidade é muito importante para as crianças.

Outra opção de tratamento, além da ventilação, é a terapia de alto fluxo. Ela pode ser aplicada com uma cânula nasal, que se ajusta ao rosto de forma mais leve e folgada que a máscara respiratória (mais informações sobre a terapia de alto fluxo podem ser encontradas na seção 4.1.9).

Deve-se prestar especial atenção aos seguintes aspectos, no tratamento de crianças:

Interface com o paciente

- A criança pode não conseguir tirar e colocar a máscara respiratória sem ajuda.
- Para evitar a hipoplasia da face média, utilize máscaras com pressão de contato muito baixa em bebês e crianças pequenas.
- Por causa do risco de reinalação de CO_2 , deve-se selecionar a menor quantidade possível de espaço morto.
- Pode ser necessário usar tubos especiais para baixos volumes.

Aceitação da ventilação em crianças

A ventilação das crianças funciona bem quando o tratamento é confortável para o paciente, o distúrbio respiratório pode ser normalizado, o paciente reconhece o benefício de tratamento e a família aceita o tratamento.

Características técnicas

- Ventilação assistida com controle de pressão, possivelmente com preservação de volume
- Disparo de inspiração sensível
- Baixos volumes correntes (50 ml)
- Tempo inspiratório com controle de fluxo e de tempo, com frequência de backup

6 Soluções com produtos para ventilação

6.1 Conceito de produto para aparelho apresentado com o LUISA

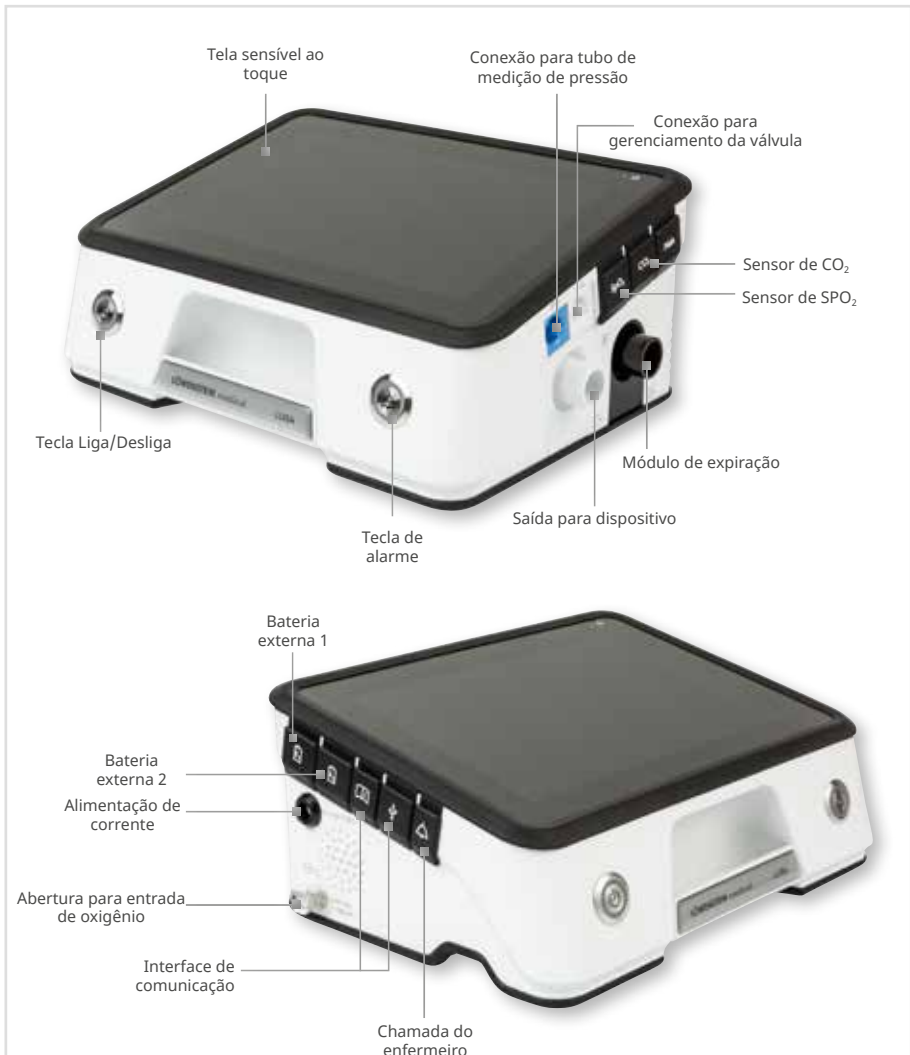


Figura 50
LUISA, ventilação para suporte de vida

6.2 prisma VENT30 prisma VENT40

Mobilidade e conveniência em todos os níveis

- Faixa de pressão até 30 cmH₂O (prisma VENT30)
- Faixa de pressão até 40 cmH₂O (prisma VENT40)
- Uso de sistema de tubos de fugas (15 mm / 22 mm)
- Com modo autoST (autoEPAP, autoF)
- Funções úteis para tratamento de DPOC: AirTrap Control, rampa expiratória e bloqueio do disparo
- Abertura para entrada de oxigênio integrada
- Três memórias de programas de ventilação
- Gerenciamento completo de alarmes
- Capacidade para até 12 horas de operação por bateria



Figura 51
prisma VENT30 e
prisma VENT40

6.3 prisma VENT50 e prisma VENT50-C*

Terapia de ventilação de alto nível

Todas as características do prisma VENT30/40 também se encontram no prisma VENT50 e no prisma VENT50-C*, além dos seguintes itens:

- Sistema de tubos de fuga e de uso único com válvula do paciente, que permite tratar um amplo espectro de doenças
- Gerenciamento de secreções integrado e apoio à tosse com LIAM
- Ventilação por bucal



Figura 52
prisma VENT50/50-C

* com modo de alto fluxo

6.4 LUISA

Ventilação para suporte de vida

- Operação mais simples
- Duas posições de operação: horizontal ou vertical
- Sem adaptador
- Tela sensível ao toque brilhante
- Funcionalidade: Até 30 ml de volume corrente, modo de alto fluxo (opcional)
- Pode ser usado com todos os sistemas de tubos: sistema de fugas, sistema de tubo simples com válvula, sistema de tubo duplo
- Ventilação com controle de pressão e de volume
- Mobilidade para uso domiciliar e no hospital



Figura 53
LUISA

6.5 Aplicativo LUISA

O aplicativo LUISA permite que o usuário esteja sempre atento ao tratamento por ventilação. Se for utilizado um segundo ventilador, ele também poderá ser conectado ao aplicativo. As seguintes informações encontram-se disponíveis no aplicativo LUISA:

- status atual do dispositivo
- display de capacidade da bateria
- medições atuais do tratamento contínuo
- display do programa de ventilação
- estatísticas do dispositivo



Figura 54
APLICATIVO LUISA



Figura 55
prisma CLOUD

6.6 prisma CLOUD

A conexão de telemedicina para especialistas e pacientes

O prismaCLOUD possibilita uma monitoração simples, flexível e segura do tratamento. É possível obter automaticamente informações sobre o tratamento em um dia específico. Se necessário, é possível efetuar ajustes do tratamento para um dispositivo prisma VENT imediatamente, pela NUVEM. Para o aplicativo LUISA, a segurança é a maior prioridade. Somente leitura, sem ajustes.

6.7 prismaTS

Gerenciamento de pacientes rápido e flexível

Visão geral rápida ou análise detalhada do tratamento

O software flexível e intuitivo oferece várias opções, incluindo o gerenciamento do paciente, a geração de relatórios dinâmicos e o gerenciamento do dispositivo por controle remoto.



Figura 56
prismaTS

6.8 Ajustes da ventilação com sistema Sonata/Scala (PSG/PG)

A combinação dos dispositivos de terapia do sono com ventiladores domiciliares tornou-se o procedimento padrão na polissonografia (PSG) e na poligrafia (PG), nos últimos anos.

Nesse tipo de configuração, as medições (por exemplo, fluxo, pressão, fuga, volume) obtidas pelo dispositivo de terapia são inseridas como sinais em tempo real no PG/PSG e exibidas de forma sincronizada com seus sinais, em gráficos. O parâmetro CO_2 , tão importante para os ajustes do ventilador, é inserido como um sinal analógico externo, a partir de um dispositivo de medição transcutâneo, por exemplo, também de forma sincronizada.

Além disso, é possível integrar as medições a uma gravação sincronizada de vídeo e áudio. Esse processo abre caminho para os ajustes significativos da terapia ou monitoração quanto a todos os parâmetros relevantes, como o sono, saturação de oxigênio, esforço e fluxo respiratório, posição, movimentos, ECG, pulso, pressão de suporte, vazamento da máscara respiratória e CO_2 .

Os dispositivos Sonata (PSG) e Scala (PG), equipados com a última e mais inovadora tecnologia de diagnóstico, encontram-se disponíveis para esse fim.

Diferentes soluções de implementação podem ser selecionadas, de acordo com a rotina de trabalho ou a infraestrutura espacial do usuário.

Uma opção consiste em instalar todos os componentes em um suporte sobre rodas, que pode ser usado em várias salas ou estações, conforme a necessidade. Outra opção é a instalação permanente do módulo da câmera, do PG/PSG e da tecnologia do dispositivo de terapia em uma sala específica.



Figura 57
Sonata (PSG) e Scala (PG)

7 Perspectiva

A ventilação não invasiva estabeleceu-se firmemente no tratamento da insuficiência respiratória crônica e da insuficiência ventilatória.

A prevalência de indicações típicas para a VNI, como doenças neuromusculares e distúrbios da parede torácica, parece ser relativamente estável. Porém, observa-se um aumento significativo no número de pacientes com DPOC e nos pacientes com Síndrome de Obesidade-Hipoventilação. Atualmente, não se espera uma inversão dessa tendência.

Os ventiladores também são usados para tratar pacientes que apresentam respiração periódica (Respiração de Cheyne-Stokes) e sintomas clínicos, depois de esgotadas todas as tentativas de terapia com medicamentos e métodos alternativos de tratamento com ventilação (por exemplo, servoventilação anticíclica).

Os diversos distúrbios respiratórios e ventilatórios diferem quanto a suas características fisiopatológicas. Parece razoável dar resposta a cada caso com terapias mais direcionadas. As funções AirTrap Control, bloqueio do disparo e LIAM – entre outras – ajudam a melhorar o tratamento e seus resultados. Diversas dessas tecnologias inovadoras utilizam sistemas de biofeedback, que se adaptam continuamente às necessidades dos pacientes com insuficiência respiratória ou ventilatória. O objetivo geral consiste em otimizar os cuidados médicos.

Uma forma de melhorar a adesão do paciente é selecionar corretamente a interface com o paciente. Nos últimos anos, a qualidade das máscaras padrão aumentou claramente, a ponto de poderem substituir as máscaras mais caras, especialmente fabricadas.

A maioria dos pacientes com insuficiência respiratória crônica recebe a ventilação durante a noite. Por isso, não é de se admirar que a poligrafia ou polissonografia esteja se tornando cada vez mais importante durante a fase de ajuste da ventilação.

Todos os envolvidos no tratamento com ventilação agora podem trabalhar em rede, através de uma conexão por nuvem. No futuro, espera-se que todas as partes se envolvam no projeto contínuo e no uso crescente da computação baseada na nuvem.

8 Glossário

aPCV/aVCV	PCV/VCV assistida	PSV	Ventilação com pressão de suporte
ARF	Insuficiência respiratória aguda	RCS	Respiração de Cheyne-Stokes
CPAP	Pressão positiva contínua nas vias aéreas	S	Espontânea
CRF	Insuficiência respiratória crônica	SIMV	Ventilação mandatória intermitente sincronizada
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica	ST	Espontânea Temporizada
EOM	Equação de Movimento	T	Temporizada
LIAM	Manobra de auxílio à insuflação pulmonar	VCV	Ventilação com controle de volume
PCV	Ventilação com controle de pressão	VNI	Ventilação não invasiva
PEEP	Pressão expiratória positiva final	WOB	Esforço respiratório

9 Bibliografia

- 1 Woillez EJ, Du spirohore, appareil de sauvetage pour le traitement de l'asphyxie, et principalement de l'asphyxie des noyés et des nouveau-nés, *Bull Acad Med*, 1876; 5: 611
- 2 Windisch, W.; Dreher, M.; Siemon, K.; Geiseler, J.; et al. (2017): Nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz. S2k-Leitlinie herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V.
- 3 AARC Clinical Practice Guideline, Long-term invasive mechanical ventilation in the home – 2007 revision & update, *Respir Care*, 2007; Vol. 52, 1, 1056-1062
- 4 Davidson, A. C.; Banham, S.; Elliott, M.; Kennedy, D.; Gelder, C.; Glossop, A. et al., BTS/ICS guideline for the ventilatory management of acute hypercapnic respiratory failure in adults, *Thorax* 2016; 71 Suppl 2, ii1-35
- 5 Windisch, W. Home mechanical ventilation. Who cares about how patients die? *The European respiratory journal* 2010; 35 (5), S. 955-957.
- 6 Westhoff, M.; Schönhofer, B.; Neumann, P.; Bickenbach, J.; Barchfeld, T.; Becker, H. et al.: Nicht-invasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz. *Pneumologie* 2015; 69 (12), S. 719-756.
- 7 Lloyd-Owen, S. J.; Donaldson, G. C.; Ambrosino, N.; Escarabill, J.; Farre, R.; Fauroux, B. et al.: Patterns of home mechanical ventilation use in Europe. Results from the Eurovent survey. *The European respiratory journal* 2005; 25 (6), S. 1025-1031.
- 8 Farre, R.; Lloyd-Owen, S. J.; Ambrosino, N.; Donaldson, G.; Escarabill, J.; Fauroux, B. et al.: Quality control of equipment in home mechanical ventilation. *A European survey. The European respiratory journal* 2005; 26 (1), S. 86-94.
- 9 D. Veale; C. Rabec; J.P. Labaan: Respiratory complications of obesity. *Breathe* 2008;(4), S. 210-223.
- 10 Köhnlein, T.; Windisch, W.; Köhler, D.; Drabik, A.; Geiseler, J.; Hartl, S. et al.: Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial, *Lancet Respir Med* 2014; 2(9), S. 698-705
- 11 Janssens, J.-P.; Derivaz, S.; Breitenstein, E.; Murali, B. de; Fitting, J.-W.; Chevrolet, J.-C.; Rochat, T.: Changing patterns in long-term noninvasive ventilation. A 7-year prospective study in the Geneva Lake area. *Chest* 2003; 123 (1), S. 67-79.
- 12 Oldenburg, O.: Cheyne-stokes respiration in chronic heart failure. Treatment with adaptive servoventilation therapy. *Circulation journal: official journal of the Japanese Circulation Society* 2012; 76 (10), S. 2305-2317.
- 13 Randerath, W. J.; Galetke, W.; Kenter, M.; Richter, K.; Schaffer, T.: Combined adaptive servo-ventilation and automatic positive airway pressure (anticyclic modulated ventilation) in co-existing obstructive and central sleep apnea syndrome and periodic breathing. *Sleep medicine* 2009;10 (8), S. 898-903.
- 14 Budweiser, S.; Jorres, R. A.; Heinemann, F.; Pfeifer, M.: Prognosefaktoren bei Patienten mit COPD mit chronisch-hyperkapnischer respiratorischer Insuffizienz und außer-klinischer Beatmungstherapie. *Pneumologie* 2009; 63 (9), S. 484-491.
- 15 Gungor, G.; Karakurt, Z.; Adiguzel, N.; Aydin, R.E.; Balci, M. K.; Salturk, C. et al.: The 6-minute walk test in chronic respiratory failure. Does observed or predicted walk distance better reflect patient functional status? *Respiratory care* 2013; 58 (5), S. 850-857.

- 16 Dreher, M.; Storre, J. H.; Schmoor, C.; Windisch, W.: High-intensity versus low-intensity non-invasive ventilation in patients with stable hypercapnic COPD. A randomised crossover trial. *Thorax* 2010; 65 (4), S. 303-308.
- 17 Barchfeld, T.; Schönhofer, B.: Nicht-invasive Beatmung – Grundlagen und moderne Praxis. 2. Aufl. UNI-MED-Verl. 2010
- 18 Schlenker, E.; Feldmeyer, F.; Hoster, M.; Ruhle, K. H.: Der Effekt der nichtinvasiven Beatmung auf den pulmonalarteriellen Druck bei Patienten mit schwerer Kyphoskoliose. *Medizinische Klinik* 1997; 92 Suppl 1, S. 40-44.
- 19 Arzt, M.; Floras, J. S.; Logan, A. G.; Kimoff, R.J.; Series, F.; Morrison, D. et al.: Suppression of central sleep apnea by continuous positive airway pressure and transplant-free survival in heart failure. A post hoc analysis of the Canadian Continuous Positive Airway Pressure for Patients with Central Sleep Apnea and Heart Failure Trial (CANPAP). *Circulation* 2007;115 (25), S. 3173-3180.
- 20 Budweiser, S.; Riedl, S. G.; Jorres, R. A.; Heinemann, F.; Pfeifer, M.: Mortality and prognostic factors in patients with obesity-hypoventilation syndrome undergoing noninvasive ventilation. *Em: Journal of internal medicine* 2007; 261 (4), S. 375-383.
- 21 Meecham-Jones DJ, Wedzicha JA. Comparison of pressure and volume preset nasal ventilator systems in stable chronic respiratory failure, *Eur Respir J*, 1993; 6: 1060-1064
- 22 Elliott MW, Aquilina R, Green M, Moxham J, Simonds AK, A comparison of different modes of non-invasive ventilatory support: effects on ventilation and inspiratory muscle effort, *Anaesthesia*, 1994; 49: 279-283
- 23 Restrck LJ, Fox NC, Ward EA, Wedzicha JA, Comparison of pressure support ventilation with nasal intermittent positive pressure ventilation in patients with nocturnal hypoventilation, *Eur Respir J*, 1993; 6: 364-370
- 24 Storre JH, Seuthe B, Fiechter R, Milioglou S, Dreher M, Sorichter S, Windisch W, Average Volume-Assured Pressure Support in Obesity Hypoventilation. *ERJ* 2006, 130: 815-821
- 25 Becker, H. F.; Burchardi, H.; Schönhofer, B.: Nicht-invasive Beatmung. 2., aktualisierte Aufl. Thieme 2005
- 26 Bräunlich J., Mauersberger F., Wirtz H.; Effectiveness of nasal highflow in hypercapnic COPD patients is flow and leakage dependent, *BMC Pulmonary Medicine* 2018; 18 (1), S.14
- 27 Parke RL, McGuinness SP.; Pressure delivered by nasal high flow oxygen during all phases of the respiratory cycle, *Respiratory Care* 2013; 58 (10), S. 1621-1624
- 28 Roca O., Riera J., Torres F., Masclans JR.; High-Flow Oxygen Therapy in Acute Respiratory Failure, *Respiratory Care* 2010; 55 (4), S. 408-413
- 29 Bräunlich J., Köhler M., Wirtz H.; Nasal highflow improves ventilation in patients with COPD, *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 2016; 11, S. 1077-1085
- 30 Pinkham M., Burgess R., Mündel T., Tatkov S.; Nasal high flow reduces minute ventilation during sleep through a decrease of carbon dioxide rebreathing, *Journal of Applied Physiology* 2019; 126 (4), S. 863-869
- 31 Delorme M., Bouchard PA., Simon M., Simard S., Lellouche F.; Effects of High-Flow Nasal Cannula on the Work of Breathing in Patients Recovering From Acute Respiratory Failure, *Critical Care Medicine* 2017; 45 (12), S. 1981-1988
- 32 Seo H., Kim SH., Choi JH., Hong JY., Hwang JH.; Effect of heated humidified ventilation on bronchial mucus transport velocity in general anaesthesia: A randomized trial, *Journal of International Medical Research* 2014; 42 (6), S. 1222-1231
- 33 Thomas, M.; Decramer, M.; O'Donnell, D. E.: No room to breathe. The importance of lung hyperinflation in COPD. Primary care respiratory journal : journal of the General Practice Airways Group 2013; 22 (1), pp. 101-111.
- 34 Rossi A, Gottfried SB, Zocchi L, Higgs BD, Lennox S, Calverly PMA et al. Measurement of static compliance of the total respiratory system in patients with acute respiratory failure during mechanical ventilation: the effect of intrinsic positive end-expiratory pressure, *Am Rev Respir Dis*, 1985; 131:672-677
- 35 Smith TC, Marini JJ, Impact of PEEP on lung mechanics and work of breathing in severe airflow obstruction, *J Appl Physiol*, 1988; 65: 1488-99
- 36 Kimball WR, Leith DE, Robins AG, Dynamic hyperinflation and ventilator dependence in chronic obstructive pulmonary disease, *Am Rev Respir Dis*, 1982; 126: 991- 995
- 37 Tobin MJ, Respiratory muscles in disease, *Clin Chest Med* 1988; 9: 263-285
- 38 Ingram RH, Chronic bronchitis, emphysema and airway obstruction. Em: Braunwald E, Isselbacher KI, Petersdorf RG, Wilson JD, Martin, JB, Fauci AS (eds.): *Harrison's Principles of Internal Medicine*. 11^a ed., pp. 1087-1095. McGraw-Hill, New York, 1987
- 39 Gottfried SB, The Role of PEEP in the mechanically ventilated COPD Patient - Em: Marini JJ, Roussos C, editors, *Ventilatory failure*, Berlin: Springer-Verlag, 1991; 392-418
- 40 Scott LR, Benson MS, Pierson DJ, Effect of inspiratory flow-rate and circuit-compressible volume on auto-PEEP during mechanical ventilation, *Respir Care*, 1986; 31: 1075-1079
- 41 Nava S, Carlucci A, Ceriana P, Patient-ventilator interaction during noninvasive ventilation: practical assessment and theoretical basis. *Breathe*, 2009; 5: 323-332
- 42 Tobin MJ, Jubran A, Laghi F, Patient-ventilator interaction, *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 1059-1063
- 43 Bougle D, Vert P, Reichart E, Hartemann D, Heng EL, Retinal superoxide dismutase activity in newborn kittens exposed to normobaric hyperoxia. Effect of vitamin E, *Pediatr Res*, 1982; 16: 400-402
- 44 Wispe JR, Roberts RJ, Molecular basis of pulmonary oxygen toxicity, *Clin Perinatol*, 1987; 14: 651-666
- 45 Rathgeber J, Züchner K, Burchardi H, Conditioning of Air in Mechanically Ventilated Patients, *Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine*, 1996; 501-519
- 46 Wenzel M, Klauke M, Gessenhardt F, Dellweg D, Haidl P, Schönhofer B, Köhler D. Sterile water is unnecessary in a continuous positive airway pressure convection-type humidifier in the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Chest* 2005; 128(4): 2138-2140
- 47 Ricard J-D, Boyer A, Humidification during oxygen therapy and non-invasive ventilation: do we need some and how much? *Intensive Care Med* 2009; 35: 963-965
- 48 Bach JR, Bianchi C, Auffero E, Oximetry and indications for tracheotomy for amyotrophic lateral sclerosis, *Chest*, 2004; 126. 1502-1507
- 49 Tzeng AC, Bach JR, Prevention of pulmonary morbidity for patients with neuromuscular disease, *Chest*, 2000; 118: 1390-1396
- 50 Gomez-Merino E, Bach JR, Duchenne muscular dystrophy. Prolongation of life by non-invasive ventilation and mechanically assisted cough, *Am J Phys Med Rehabil*, 2002; 81:411-415
- 51 Bach JR, Bianchi C, Vidigal-Lopes M, Turi S, Felisari G, Lung inflation by glossopharyngeal breathing and air stacking in Duchenne muscular dystrophy, *Am J Phys Med Rehabil*, 2007; 86: 295-300
- 52 Bögel M., New approach to secretion retention with a

- unique cough support procedure, IJRC, Spring/Summer, 2009
- 53 Mellies, G., Göbel, C., Optimum Insufflation Capacity and Peak Cough Flow in Neuromuscular Disorders, *Ann Am Thorac Soc.*, 2014, 11 (10): 1560-1568
 - 54 Schönhofer B, Geibel M, Sonneborn M, Haidl P, Kohler D.: Daytime mechanical ventilation in chronic respiratory insufficiency. *Eur Respir J* 1997; 10: 2840-2846
 - 55 Pépin J-L, Borel JC, Janssens, JP, Tamisier R, Lévy P, Chapter 24, Sleep and NIV: monitoring of the patient under home ventilation, *European Respiratory Monograph*, 2008; 41: 350-3669.
 - 56 Murphy P, Hart N. Who benefits from home mechanical ventilation?. *Clin Med (Lond)*. 2009;9(2):160-163.
 - 57 Larsen, R., Ziegenfuß, T., *Pocket Guide Beatmung*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2015
 - 58 Oczenski, W. (Hrsg.), *Atmen – Atemhilfen: Atemphysiologie und Beatmungstechnik*, 2008, 8. überarbeitete Auflage, Thieme, S.136
 - 59 Schellenberg M., Imach S.: Deventilationssyndrom bei COPD – eine bisher unterschätzte Komplikation der nicht-invasiven Beatmung (NIV), *Pneumologie* 2020; 74 (5 01): 65
 - 60 Sevitt S., Diffuse and focal oxygen pneumonitis: a preliminary report on the threshold of pulmonary oxygen toxicity in man. *J Clin Pathol* 1974;27:21–30
 - 61 Nash G., Blennerhasset JB, Pontoppidan H., Pulmonary lesions associated with oxygen therapy and artificial ventilation. *N Engl J Med* 1967;276:368–374
 - 62 Rankin N., What is optimum humidity? *Respir Care Clin N Am*. Junho de 1998; 4 (2) : 321-8. PMID: 9648190.
 - 63 Chatwin M. et al., Airway clearance techniques in neuromuscular disorders: A state of the art review. *Respir Med*. Março de 2018;136:98-110.
 - 64 Fernández-Carmona A., Olivencia-Peña L., Yuste-Ossorio M.E., Peñas-Maldonado L., Ineffective cough and mechanical mucociliary clearance techniques, *Medicina Intensiva (Edição em inglês)*, Volume 42, Edição 1, 2018, Páginas 50-59
 - 65 Mokhlesi, B., Masa, J. F., Afshar, M., Balachandran, J. S., Brozek, J. L., Dweik, R. A., . . . Tulaimat, A. (2019). Evaluation and management of obesity hypoventilation syndrome an official American Thoracic Society clinical practice guideline. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 200(3), E6-E24. <https://doi.org/10.1164/rccm.201905-1071ST>
 - 66 Hassanpour, N., Vedadinezhad, B., & Groß, M. (2020). *Beatmung bei Störungen der Atemregulation*. em M. Groß (Ed.), *Neurologische Beatmungsmedizin: Auf der Intensivstation, in der Frührehabilitation, im Schlaflabor, zu Hause* (pp. 261–271). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59014-0_15
 - 67 Oppersma, E., Doorduyn, J., Roesthuis, L. H., van der Hoeven, J. G., Veltink, P. H., & Heunks, L. M. (2020). Patient-Ventilator Interaction During Noninvasive Ventilation in Subjects With Exacerbation of COPD: Effect of Support Level and Ventilator Mode. *Respir. Care*. Advance online publication. <https://doi.org/10.4187/respcare.07159>
 - 68 Hess, D. R. (2011). Patient-ventilator interaction during non-invasive ventilation. *Respir. Care*, 56(2), 153–167. <https://doi.org/10.4187/respcare.01049>
 - 69 Pierson, D. J. (2011). Patient-Ventilator Interaction. *Respiratory care*, 56(2), 214. <https://doi.org/10.4187/respcare.01115>
 - 70 Adler, D., Perrig, S., Takahashi, H., Espa, F., Rodenstein, D., Pépin, J. L., & Janssens, J.-P. (2012). Polysomnography in stable COPD under non-invasive ventilation to reduce patient-ventilator asynchrony and morning breathlessness. *Sleep & Breathing = Schlaf & Atmung*, 16(4), 1081–1090. <https://doi.org/10.1007/s11325-011-0605-y>
 - 71 Esquinas, A. M., Ucar, Z. Z., & Kirakli, C. (2014). Deventilation syndrome in severe COPD patients during long-term noninvasive mechanical ventilation: Poor sleep pattern, hyperinflation, or silent chronic muscular fatigue? *Sleep & Breathing = Schlaf & Atmung*, 18(2), 225–226. <https://doi.org/10.1007/s11325-013-0931-3>
 - 72 Budweiser S, Heinemann F, Fischer W, Dobroschke J, Wild PJ, Pfeifer M: Impact of ventilation parameters and duration of ventilator use on non-invasive home ventilation in restrictive thoracic disorders. *Respiration* 2006, 73:488–494.
 - 73 Gonzalez C, Ferris G, Diaz J, Fontana I, Nuñez J, Marin J: Kyphoscolioticventilatory insufficiency: effects of long-term intermittent positive-pressure ventilation. *Chest* 2003, 124:857–862.
 - 74 Respiratory Care of the Patient with Duchenne Muscular Dystrophy (2004). *Am J Respir Crit Care Med*, 170(4), 456–465. <https://doi.org/10.1164/rccm.200307-885ST>
 - 75 Masa, J. F., Corral, J., Alonso, M. L., Ordax, E., Troncoso, M. F., Gonzalez, M., . . . Egea, C. (2015). Efficacy of Different Treatment Alternatives for Obesity Hypoventilation Syndrome. *Pickwick Study*. *Am J Respir Crit Care Med*, 192(1), 86–95. <https://doi.org/10.1164/rccm.201410-1900OC>
 - 76 Nickol, A. H., Hart, N., Hopkinson, N. S., Moxham, J., Simonds, A., & Polkey, M. I. (2005). Mechanisms of improvement of respiratory failure in patients with restrictive thoracic disease treated with non-invasive ventilation. *Thorax*, 60(9), 754–760. <https://doi.org/10.1136/thx.2004.039388>
 - 77 Wang, Z., Wilson, M., Dobler, C. C., Morrow, A. S., Beuschel, B., Alsawas, M., . . . Murad, M. H. (2019). Noninvasive Positive Pressure Ventilation in the Home (AHRQ Technology Assessments). Rockville (MD).
 - 78 Shneerson, J. M., & Simonds, A. K. (2002). Noninvasive ventilation for chest wall and neuromuscular disorders. *Eur Respir J*, 20(2), 480. <https://doi.org/10.1183/09031936.02.00.404002>
 - 79 Schönhofer, B., Barchfeld, T., Wenzel, M., & Köhler, D. (2001). Long term effects of non-invasive mechanical ventilation on pulmonary haemodynamics in patients with chronic respiratory failure. *Thorax*, 56(7), 524. <https://doi.org/10.1136/thx.56.7.524>
 - 80 Hetland A, Haugaa K, H, Olseng M, Gjesdal O, Ross S, Saberniak J, Jacobsen M, B, Edwards T. (2013). Three-Month Treatment with Adaptive Servoventilation Improves Cardiac Function and Physical Activity in Patients with Chronic Heart Failure and Cheyne-Stokes Respiration: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Cardiology*;126:81-90. doi: 10.1159/000350826

Link: <http://leitlinien.net/>

Agradecemos o apoio do

Dr. Med. Bernd Schucher

LungenClinic Grosshansdorf, Alemanha

LÖWENSTEIN medical

Vendas + Serviço

Löwenstein Medical
Arzbacher Straße 80
56130 Bad Ems, Alemanha
Tel: +49 2603 9600-0
Fax: +49 2603 9600-50
info@loewensteinmedical.com
loewensteinmedical.com



Löwenstein Medical Technology
Kronsaalsweg 40
22525 Hamburg, Alemanha
Tel: +49 40 54702-0
Fax: +49 40 54702-461
info@loewensteinmedical.com



p10313pt2207

© Protegido por direitos autorais.
Qualquer tipo de cópia ou reprodução requer a aprovação explícita da Löwenstein Medical.