



Kurzanleitung zu ASV



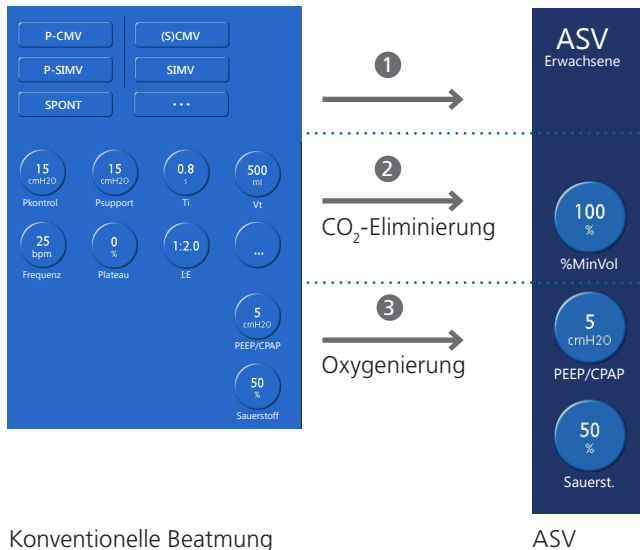
Warnung

Diese Kurzanleitung beruht auf Beurteilungen, die sowohl von klinischem Fachpersonal bei Hamilton Medical sowie von externen Ärzten und Pflegepersonal stammen. Die Kurzanleitung ersetzt weder das offizielle Bedienungshandbuch des Beatmungsgerätes noch die klinische Beurteilung durch einen Arzt. Sie sollte nicht als alleiniges Mittel für die klinische Entscheidungsfindung eingesetzt werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen der Adaptive Support Ventilation (ASV)	4
2. Vorbereitung auf die Beatmung mit ASV	6
3. Einstellungen	8
4. ASV-Grafik.....	12
5. Arbeitsgrundsätze von ASV.....	14
6. Überwachen von ASV.....	16
7. Anpassen von ASV.....	18
8. Entwöhnung in ASV.....	20
Anhang.....	22
Lungenschutzregeln.....	22
Erläuterung des ASV-Sicherheitsrahmens.....	24
Glossar.....	26

1. Grundlagen der Adaptive Support Ventilation (ASV)



Das Ziel von ASV ist die Vereinfachung der maschinellen Beatmung durch:

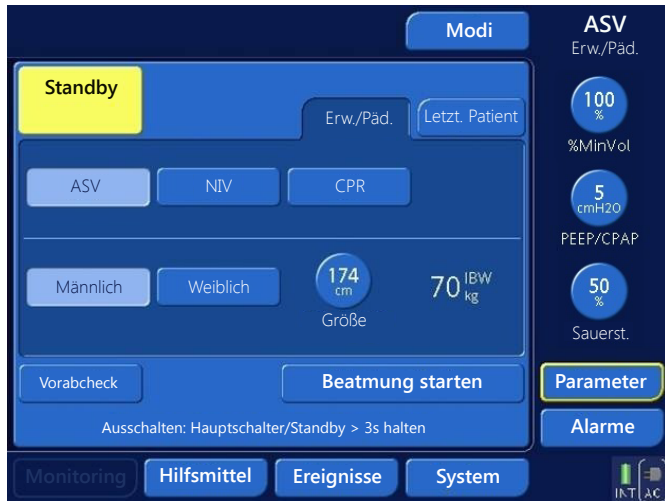
- ① den Wegfall separater Beatmungsmodi für passive und aktive Patienten
- ② die Reduzierung der relevanten Parameter für die CO₂-Eliminierung auf %MinVol
- ③ den direkten Zugriff auf die relevanten Parameter für die Oxygenierung (PEEP/CPAP und Sauerst.)

ASV sorgt unabhängig von den Atembemühungen des Patienten für die Einhaltung eines vom Bediener eingestellten minimalen Minutenvolumens. Die Berechnung des Atemmusters (Tidalvolumen, Frequenz und Inspirationszeit) beruht auf der Annahme, dass das optimale Atemmuster:

- a zur geringst möglichen Atemarbeit sowie
- b zum geringst möglichen vom Beatmungsgerät aufgewendeten Inspirationsdruck führt.

Die Sicherheit von ASV wird durch eine **Lungenschutzstrategie** gewährleistet. ASV versucht den Patienten so anzuleiten, dass er ein günstiges Atemmuster verwendet, und vermeidet potenziell schädliche Muster wie schnelle Flachatmung, übermäßige Totraumbeatmung, intrinsischen PEEP, Barotrauma und Volutrauma.

2. Vorbereitung auf die Beatmung mit ASV

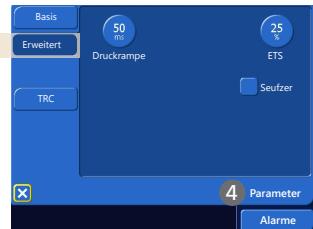


Vorbereitung

- Führen Sie am Beatmungsgerät die Überprüfung vor dem Betrieb durch.
- Geben Sie für die Berechnung des idealen Körpergewichts (IBW) die exakte Körpergröße und das Geschlecht des Patienten ein.

3. Einstellungen

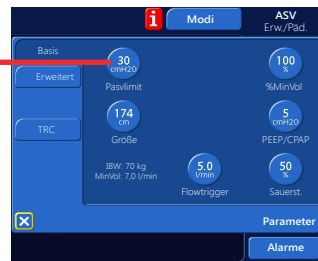
Anfängliches Setup für ASV



- ① **%MinVol:** Empfohlene Anfangseinstellung für einen normalen Patienten: 100 % (ARDS: 120 %) Bei Erwachsenen wird das Minutenvolumen mit 0,1 l pro kg IBW berechnet. Bei einem Patienten mit einem IBW = 70 kg ergibt sich für 100 % MinVol ein Minutenvolumen von 7 l/min, für 50 % MinVol von 3,5 l/min und bei 200 % MinVol von 14 l/min. Bei pädiatrischen Patienten wird das Minutenvolumen in einem Bereich von 0,3 l pro kg (bei einem IBW = 3 kg) bis 0,1 l pro kg (bei einem IBW = 30 kg) berechnet.
- ② **PEEP/CPAP:** Empfohlene Anfangseinstellung: 5 cmH₂O (oder gemäß dem Standard Ihrer Intensivstation)
- ③ **Sauerst.:** Empfohlene Anfangseinstellung: 50 % (oder gemäß dem Standard Ihrer Intensivstation)
- ④ **Parameter:** Überprüfen Sie die Standardeinstellungen im Fenster Parameter. Passen Sie ggf. die folgenden Einstellungen entsprechend dem Zustand des Patienten an:
 - Der maximale Druck wird von ASV festgelegt (**Pasvlimit**). Standardeinstellung für normale Patienten: 30 cmH₂O
 - Flow- oder Drucktrigger
 - Druckrampe (**Druckrampe**)
 - Expiratorische Triggersensitivität (**ETS**)
- ⑤ Schließen Sie den Patienten an das Beatmungsgerät an und berühren Sie die Schaltfläche **Beatmung starten**, um mit der Beatmung zu beginnen.

3. Einstellungen

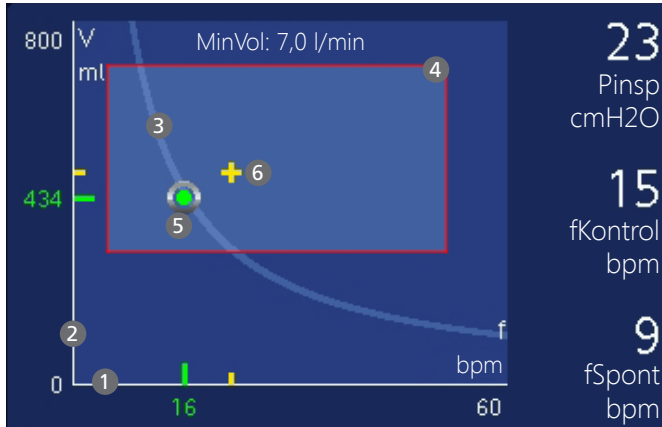
Alarmer



Stellen Sie sicher, dass der Hochdruckalarm-Grenzwert auf einen geeigneten Wert eingestellt ist.
Empfehlungen: Normaler Patient: 40 cmH₂O bei 100 % MinVol

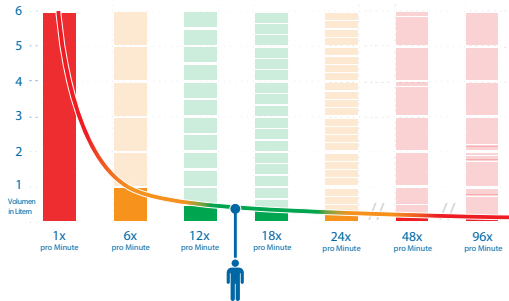
- i** Der im Modus ASV maximal abgegebene inspiratorische Druck (Pasvlimit) liegt **10 cmH₂O unter dem eingestellten Hochdruckalarm-Grenzwert**, angezeigt durch einen blauen Streifen auf der angezeigten Druckkurve. Der maximale inspiratorische Druck für ASV kann auch über den Parameter Pasvlimit im Fenster Parameter eingestellt werden. Wird der Pasvlimit-Wert geändert, ändert sich auch der Hochdruckalarm-Grenzwert.
- !** Um eine Überblähung der Lunge zu vermeiden, **überprüfen Sie den Alarmgrenzwert für Vt zu hoch** und stellen Sie sicher, dass das Ziel-Minutenvolumen auch bei **passiven** Patienten noch erreicht werden kann. Die Inspiration wird bei maschinellen Atemhüben abgebrochen, sobald das Volumen das 1,5-Fache des Alarmgrenzwerts für Vt zu hoch überschreitet.

4. ASV-Grafik



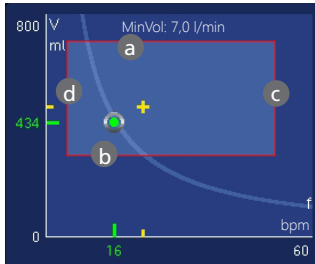
- ① X-Achse für die Atemfrequenz (f)
 - ② Y-Achse für das Tidalvolumen (V_t)
 - ③ Kurve für das Minutenvolumen – siehe nächste Seite
 - ④ Sicherheitsrahmen, in dem sich der Zielpunkt bewegen kann
 - ⑤ Zielpunkt (Schnittpunkt aus Ziel-Tidalvolumen und Zielfrequenz)
 - ⑥ Aktuelle Patientenwerte (Schnittpunkt aus gemessenem Tidalvolumen und gemessener Atemfrequenz)
-
- ❗ ASV passt die Einstellungen so an, dass sich die aktuellen Patientenwerte den Zielwerten annähern. Das ist sowohl für spontan atmende als auch für passive Patienten möglich. Wenn der Patientenzustand die Zielwerte erreicht hat, wird davon ausgegangen, dass der Patient gemäß ASV optimal beatmet wird. **Es sagt nichts über den klinischen Zustand des Patienten aus.**

5. Arbeitsgrundsätze von ASV



Optimale Kombination aus Tidalvolumen und Atemfrequenz
(in diesem Beispiel: 15 x 400 ml bei einem Minutenvolumen von 6 l)

ASV berücksichtigt alle möglichen Kombinationen aus Atemfrequenz und Tidalvolumen und berechnet das optimale Atemmuster basierend auf den Eingaben des Bedieners für %MinVol und das IBW sowie dem Messwert für RC_{exp} . Das Gerät funktioniert auf Grundlage der Annahme, dass das optimale Atemmuster identisch ist mit dem, das ein nicht unterstützter Patient normalerweise wählt (geringste Atemarbeit).



Lungenschutzregeln

ASV wendet eine Lungenschutzstrategie an, um folgende Situationen zu vermeiden:

- a** Hohe Tidalvolumina und Drücke
- b** Unzureichende Belüftung der Alveolen
- c** Dynamische Hyperinflation oder Breath Stacking
- d** Apnoe

Diese Lungenschutzstrategie gewährleistet die Sicherheit von ASV und sorgt gleichzeitig unabhängig von den Atembemühungen des Patienten für die Einhaltung eines vom Bediener eingestellten minimalen Minutenvolumens.

Einzelheiten zu den Lungenschutzregeln finden Sie in Anhang I.

6. Überwachen von ASV

Expiratorische Zeitkonstante (RC_{exp})

Die expiratorische Zeitkonstante (RC_{exp}) ist ein Maß dafür, wie schnell oder langsam sich die Lunge füllt und leert. Sie ist das Produkt aus Compliance und Resistance. Mit dieser einfachen Messung werden also die beiden wichtigsten Merkmale der Atemmechanik ermittelt.

Warum sollte die Zeitkonstante RC_{exp} überwacht werden?

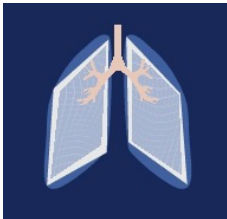
- RC_{exp} dient als Eingabe für ASV: Die Zeitkonstante RC_{exp} gibt Aufschluss darüber, warum ASV ggf. eine unerwartete Kombination aus Tidalvolumen und Atemfrequenz wählt.
- Für ein besseres Verständnis der Atemmechanik des Patienten.
- Zum Festlegen des Atemzyklus: Um eine vollständige Expiration zu erreichen, sollte die Expirationszeit mindestens dem **2-fachen Wert von RC_{exp}** entsprechen.

Wie wird RC_{exp} gemessen?

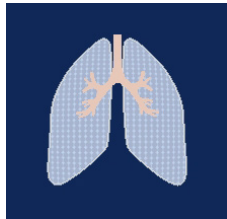
RC_{exp} wird bei jedem Atemzug gemessen und ist das Verhältnis zwischen Volumen und Flow während der Expiration. Der Wert wird im Fenster Monitoring angezeigt und ist bei allen Atemzügen mit passiver Expiration genau.

Normale Werte bei intubierten erwachsenen Patienten

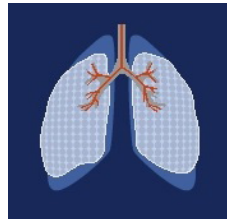
- 1 Kurz: $< 0,6$ s: restriktive Erkrankung: ARDS, Atelektase, Steifheit der Brustwand
- 2 Normal: 0,6 bis 0,9 s: normale Compliance und Resistance oder Kombination von verringerter Compliance und erhöhter Resistance
- 3 Lang: $> 0,9$ s: obstruktive Erkrankung (COPD, Asthma), Bronchospasmus, Obstruktion oder falsche Positionierung des Endotrachealtubus



1



2



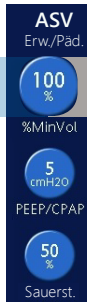
3

7. Anpassen von ASV

Management von %MinVol

Passiver Patient

- Wenn PaCO_2 zu hoch ist, erhöhen Sie %MinVol.
- Wenn PaCO_2 zu niedrig ist, reduzieren Sie %MinVol.



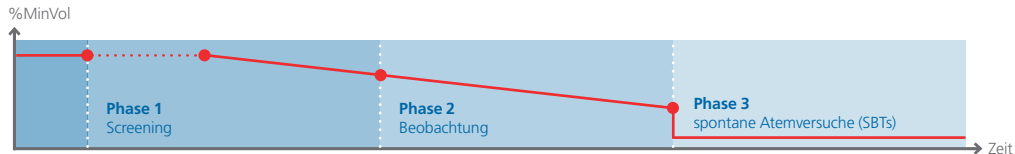
Aktiver Patient

- Bei Tachypnoe und/oder starken Atembemühungen des Patienten erhöhen Sie %MinVol.
- Wenn die Atemfrequenz unter bzw. die Druckunterstützung (Pinsp) über dem gewünschten Wert liegt, reduzieren Sie %MinVol.

- i** Überprüfen Sie die Blutgaswerte nach 30 Minuten und passen Sie sie ggf. an.
- i** Das erforderliche %MinVol kann bei bis zu 200 % liegen, sollte aber 300 % nicht übersteigen. Wenn eine sehr hohe Einstellung für %MinVol erforderlich ist, um den Beatmungsanforderungen gerecht zu werden, sollten Sie den Einsatz bzw. eine Erhöhung der Sedierung in Betracht ziehen und andere Faktoren wie hohes Fieber, Sepsis oder metabolische Azidose kontrollieren. Mit Ausnahme einiger Sonderfälle wie Hypothermie oder chronischer Hyperkapnie ist eine %MinVol-Einstellung unter 100 % nur zur Förderung spontaner Atemaktivität geeignet.

Patientenzustand	Anpassung von %MinVol
Der Patient ist passiv und weist einen hohen PaCO₂-Wert sowie einen niedrigen arteriellen pH-Wert auf.	Erhöhen Sie %MinVol in Schritten von 10 % bis 20 %, um den normalen PaCO ₂ -Wert und den arteriellen pH-Wert wiederherzustellen.
Der Patient ist aktiv und zeigt fortwährend Anzeichen von Atemnot .	Erhöhen Sie %MinVol in Schritten von 20 %. Warten Sie nach jedem Schritt 2 bis 5 Minuten, um die Reaktion des Patienten zu beobachten.
Der Patient ist aktiv , aber die spontane Atmung setzt aus oder wird unregelmäßig .	Verringern Sie %MinVol in Schritten von 10 %. Beobachten Sie die Reaktion des Patienten nach jeder Anpassung.

8. Entwöhnung in ASV



Oxygenierung		CO2-Elimin.		Spont./aktiv	
40	8	10.5	10	100	75
21	0	3.5	0	10	100
00:01	00:01	00:00			
Sauerst.	PEEP	MinVol	Pinsp	RSB	%fSpont
30	5	7.6	26	---	0
%	cmH2O	l/min	cmH2O	1/(l*min)	%

Oxygenierung		CO2-Elimin.		Spont./aktiv	
40	8	10.5	10	100	75
21	0	3.5	0	10	100
00:08	00:08	00:06	00:00	00:01	00:02
Sauerst.	PEEP	MinVol	Pinsp	RSB	%fSpont
21	5	8.7	10	26	100
%	cmH2O	l/min	cmH2O	1/(l*min)	%

Phase 1 – Screening

Wenn die tiefe Sedierung ausgeleitet wird und der Patient aktiv atmet, verringern Sie jede Stunde schrittweise die Werte für %MinVol (auf max. 70 % MinVol), PEEP und Sauerst.

Phase 2 – Beobachtung

Ziehen Sie einen spontanen Atemversuch (SBT) in Erwägung, wenn die Atemfrequenz des Patienten für 30 Minuten bis 2 Stunden unter 30 Atemzügen/Minute liegt, $P_{insp} < 15 \text{ cmH}_2\text{O}$, $PEEP \leq 8 \text{ cmH}_2\text{O}$ und Sauerst. $\leq 40 \%$ ist (oder gemäß dem Standard Ihrer Intensivstation).

Phase 3 – spontane Atemversuche (SBTs = Spontaneous Breathing Trials)

Führen Sie einen SBT durch. Empfohlene SBT-Einstellungen:

PEEP = 5 cmH₂O, Sauerst. = 30 %

%MinVol = 25 % für 30 Minuten

Erwägen Sie die Extubation, wenn der SBT nach 30 Minuten erfolgreich ist und die Extubationskriterien erfüllt sind.

 Dieses Protokoll ist nur ein Vorschlag. Sie haben möglicherweise eigene spezielle Entwöhnungskriterien, die die Patienten erfüllen müssen, bevor Sie SBTs starten.

A) Grenzwert für zu hohes Tidalvolumen

Das bei ASV anwendbare Tidalvolumen wird durch drei Einstellungen des Bedieners begrenzt: Pasvlimit, Alarmgrenzwert für V_t zu hoch und IBW. Der im Modus ASV anwendbare maximale Druck liegt 10 cmH₂O unter dem Hochdruckalarm-Grenzwert. Das maximale Tidalvolumen ist begrenzt durch $(\text{Pasvlimit} - \text{PEEP}) \times \text{Compliance}$. Außerdem ist das Zielvolumen auf das 1,5-Fache des Grenzwerts für V_t zu hoch beschränkt und die Druckunterstützung wird so begrenzt, dass das Inspirationsvolumen den Grenzwert für V_t zu hoch nicht überschreitet.

B) Tidalvolumen zu tief

Es wird allgemein akzeptiert, dass eine erste Annäherung an den Totraum durch folgende einfache Gleichung ermittelt werden kann (Radford 1954): $V_{ds} = 2,2 \times \text{IBW}$. Der untere Grenzwert für das Tidalvolumen basiert auf dieser Gleichung, wobei mindestens der doppelte Totraum verwendet wird. Das Minimum für V_t ist $4,4 \times \text{IBW}$.

C) Grenzwert für zu hohe Frequenz

Die für die Berechnung der maximalen Frequenz verwendete Gleichung lautet:

$f_{\max} = \text{Ziel-MinVol} / \text{minimales Vt}$.

Um eine fast vollständige Expiration bis zum elastischen Gleichgewichtspunkt des Respirationsystems (90 % des maximalen potenziellen Volumenaustauschs) zu erreichen, ist theoretisch eine Expirationszeit von mindestens $2 \times \text{RC}_{\text{exsp}}$ erforderlich. Aus diesem Grund berechnet ASV die maximale Frequenz anhand des Prinzips, eine minimale Inspirationszeit von $1 \times \text{RC}_{\text{exsp}}$ und eine minimale Expirationszeit von $2 \times \text{RC}_{\text{exsp}}$ zu ermöglichen, was zu folgenden Gleichungen führt:

$$f_{\max} = 60 / (3 \times \text{RC}_{\text{exsp}}) = 20 / \text{RC}_{\text{exsp}}$$

$$f_{\max} \leq 60 \text{ bpm}$$

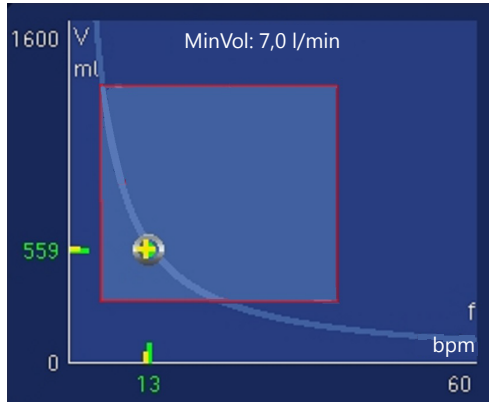
ASV verwendet stets den niedrigeren der beiden Werte. Dieser Grenzwert bezieht sich ausschließlich auf die Atemfrequenz des Beatmungsgerätes, nicht auf die des Patienten.

D) Grenzwert für zu tiefe Frequenz

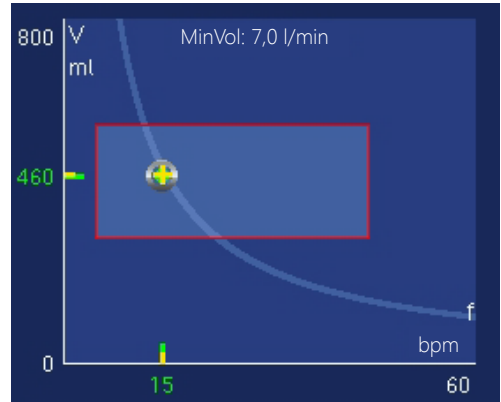
Die niedrigste Zielfrequenz für erwachsene Patienten ist auf 5 bpm festgelegt. Bei pädiatrischen Patienten bewegt sich die niedrigste Zielfrequenz in einem Bereich von 7,5 bpm (bei einem IBW = 30 kg) bis 15 bpm (bei einem IBW = 3 kg).

Anhang II

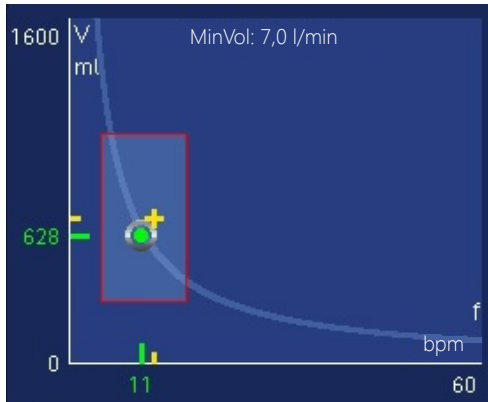
Erläuterung des ASV-Sicherheitsrahmens



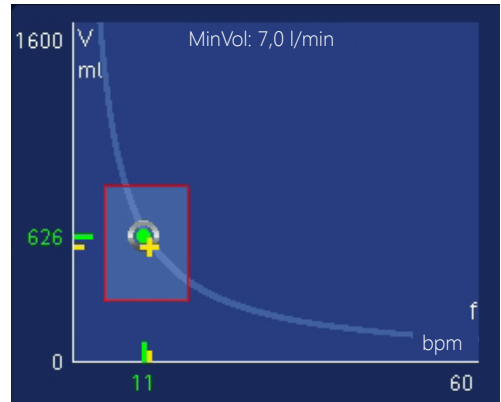
Breiter, quadratischer Rahmen: normale Lungenmechanik ($RC_{exp} = 0,6 \text{ s}$).



Niedriger, breiter Rahmen: niedrige Compliance oder „steife“ Lunge ($RC_{exp} = 0,3 \text{ s}$)



Schmaler, hoher Rahmen: Obstruktionen mit langen Zeitkonstanten und hoher Resistance ($RC_{exp} = 1,2 \text{ s}$)



Niedriger, schmaler Rahmen: hohe Resistance und niedrige Compliance ($RC_{exp} = 0,8 \text{ s}$)

Anhang III

Glossar

ASV	Adaptive Support Ventilation
ETS	Expiratorische Triggersensitivität
FiO_2	Fraktion des inspirierten Sauerstoffs
%fSpont	Prozentsatz spontaner Atemzüge
PaCO_2	Arterieller CO_2 -Partialdruck
Pasvlimit	Maximal von ASV eingestellter Druck; entspricht stets Druckgrenzwert -10.
PEEP	Positiver endexpiratorischer Druck

P _{insp}	Inspiratorischer Druck
%MinVol	Ziel-Minutenvolumen zum IBW
R _{Cexp}	Expiratorische Zeitkonstante
R _{Cinsp}	Inspiratorische Zeitkonstante
RR	Anzahl der Atemhübe pro Minute
SBT	Spontaner Atemversuch

Hamilton Medical AG
Via Crusch 8, 7402 Bonaduz, Schweiz

 +41 58 610 10 20
info@hamilton-medical.com
www.hamilton-medical.com

P/N 610751/03

Änderungen der technischen Daten vorbehalten.
© 2014 Hamilton Medical AG. Alle Rechte vorbehalten.



HAMILTON
MEDICAL
Intelligent Ventilation since 1983