

## Evolution im Weaning durch SmartCare®

Möglicherweise kann eine Verbesserung des Outcomes bei Intensivpatienten, die Reduzierung von beatmungsinduzierten Komplikationen und Beatmungstagen durch eine Veränderung im Weaningprozess erreicht werden<sup>1</sup>.



Alternative Methoden, die den Kliniker bei der Organisation und Implementierung akkurater Weaningprozesse unterstützen, können ebenfalls dazu beitragen die Gesamtbeatmungszeit zu reduzieren und das ICU Outcome positiv zu beeinflussen<sup>2</sup>. Der wissensbasierte Ansatz im Weaning (Knowledge Based Weaning) ermöglicht eine Alternative zum bisherigen traditionellen Weaningprozess<sup>3</sup>.

In der Vergangenheit wurden viele unterschiedliche Ansätze gewählt und Weaning-Modi benutzt. Bei einigen dieser Modi wie z.B. MMV und ASV stellte sich heraus, dass sie bei leicht zu entwöhnenden postoperativen Patienten diese Ziele erreichen<sup>4,5</sup>. Da beatmungsassoziierte Lungenschäden als eine der Hauptursachen für Mortalität im Krankenhaus anzusehen sind<sup>6</sup>, gilt der signifikanten Reduzierung dieser Komplikationen und somit der deutlichen Verkürzung der Beatmungszeit eine besondere Aufmerksamkeit, insbesondere wenn die zur Verfügung stehenden Ressourcen weiter reduziert werden.

Wissensbasiertes Weaning stellt in diesem Zusammenhang eine viel versprechende Alternative dar. Ganz aktuell hat die Beatmung ihre nächste Evolutionsstufe erreicht (Abb.1)<sup>7</sup>, da solche Ansätze der Entwöhnung mit einem Intensivbeatmungsgerät nunmehr verfügbar sind. Dieser wissensbasierte Ansatz im Weaning konnte eine durchschnittliche Reduktion der Beatmungszeit von 30% bei langzeitbeatmeten Patienten nachweisen<sup>8</sup>.

Dieser Artikel beschreibt den protokollbasierten Weaningansatz im Vergleich zu konventionellen algorithmusbasierenden Weaningmodi wie z.B. Mandatory Minute Volume ventilation (MMV - Dräger Medical), Adaptiv Support Ventilation (ASV - Hamilton Medical) und Automode® (Maquet).

### Protokollbasierte automatisierte Beatmungsunterstützung

Seit Beginn der modernen Intensivmedizin, wurde von allen Intensivmedizinern auf der ganzen Welt nach den besten Strategien bei der Entwöhnung von der Beatmung gesucht. Auf Grund der medizinischen Möglichkeiten bei der Behandlung schwerstkranker Patienten und der enormen Komplexität der Behandlungsstrategien, besteht im Weaning eine besondere Herausforderung. Deshalb wurde die Entwicklung und Einführung von Protokollen als notwendige Konsequenz gesehen, um weiterhin das Outcome von Patienten zu verbessern, die Arbeitslast des Intensivpersonal zu verringern und mögliche Behandlungsfehler zu minimieren.

Eine Reihe von Protokollen z.B. für die Beatmung, die Reanimation oder die Regulierung des Blutzuckerspiegels wurden vorgestellt und werden in der täglichen klinischen Routine angewendet. Einige dieser Protokolle konnten eine Reduzierung der Behandlungskosten sowie der Länge des Krankenhausaufenthaltes nachweisen<sup>9</sup>.



**PD Dr Philippe Jolliet**  
**Senior Member of the Medical ICU Staff**  
**University Hospital Geneva**

**FRAGE:**

Als Intensivmediziner haben Sie Erfahrungen mit den unterschiedlichsten Weaningmodi (Strategien). Könnten Sie uns bitte die wesentlichen Unterschiede zwischen einem wissensbasiertem und einem algorithmusbasiertem System benennen?

**DR. JOLLIET:**

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die Implementierung eines Weaningprotokolls die Dauer der Gesamtbeatmungszeit senken kann und somit das Auftreten von Komplikationen in Zusammenhang mit Langzeitbeatmung reduziert. Dies unterstreicht die Bedeutung der Fokussierung auf eine Weaningstrategie. Hierbei spielt es keine Rolle, wie gut das Protokoll ist. Das eigentliche Problem besteht eher darin, dass Ärzte und Pflegende ausreichend Zeit aufwenden müssen, um keine Möglichkeit für einen Weaningfortschritt zu verpassen. Dies stellt sich oft als besonders schwierig heraus, da die Akutversorgung von Patienten häufig im Vordergrund steht. Mit einem wissensbasiertem System, das in der Lage ist Weaningmöglichkeiten zu erkennen und diese auch zu nutzen, ist eine hohe Wahrscheinlichkeit eines effizienten Weanings gegeben.

**FRAGE:**

Bei der Durchsicht der wissenschaftlichen Literatur in Bezug auf MMV, ASV und SmartCare stellt sich die Frage nach der Vergleichbarkeit dieser Strategien und der zu erwartenden Reduktion der Weaningdauer. Wie ist Ihre Meinung zu diesem Thema?

**DR. JOLLIET:**

Vom ingenieurwissenschaftlichen Standpunkt arbeiten diese drei Modi in Bezug auf Komplexität auf unterschiedlichen Level. Aus diesem Grund erscheint ein Vergleich als nicht relevant. So konnten z.B. ASV und SmartCare in separaten Studien die Reduktion von Beatmungszeit nachweisen, dies aber in unterschiedlichen Patientengruppen (ASV für Patienten nach kardio-chirurgischer Intervention und SmartCare für eine gemischte Patientengruppe auf mehreren Intensivstationen) und aus diesem Grund mit unterschiedlicher Reduzierung der Weaningzeit. Außerdem basieren ASV und SmartCare auf unterschiedlichen Philosophien. ASV adaptiert die Unterstützung auf Grund lungenmechanischer Eigenschaften und Spontanatemaktivität. Im Gegensatz hierzu ist es die Aufgabe von SmartCare das Weaning zu verkürzen und kann nur eingesetzt werden, wenn der Patient bereits spontan mit ASB atmet.

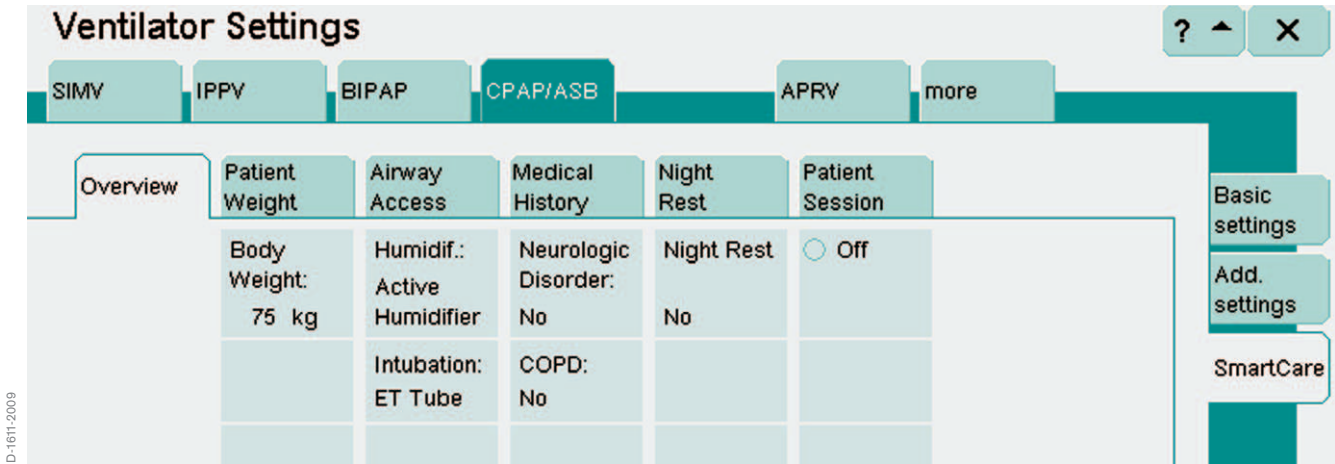
**FRAGE:**

Es ist ein bekannter Nachteil von dual-control Ventilationsmodi, dass sie nicht zwischen einem Mehrbedarf an Ventilation des Patienten und verbesserter Lungencompliance unterscheiden können. Zieht der Patient mehr als das eingestellte Volumen, senkt das Beatmungsgerät den Druck ab - dieses ist eigentlich das Gegenteil von dem, was in dieser Situation gefordert ist. Trifft dies auch auf ASV und MMV-AutoFlow™ zu, und wie verhält sich SmartCare in diesen Fällen?

**DR. JOLLIET:**

Mehr oder weniger jeder Beatmungsmode kann bei Überforderung der internen Algorithmen in komplexen Situationen Messwerte fehlinterpretieren. Kein Mode ist absolut unfehlbar – aber nochmals: ebenso wenig sind es Ärzte oder Pflegepersonal! Damit meine ich, dass eine Reduzierung der Druckunterstützung auf Grund von Tidalvolumen nur dann erfolgen sollte, wenn der Algorithmus so modifiziert wurde, dass er ein Feedback ermöglicht. Dies ist in konventioneller druckunterstützter Beatmung jedoch nicht der Fall. Eine Wissensbasis, wie in SmartCare, erhält permanent Feedback über mehrere Parameter, um die Verstellung der Druckunterstützung vorzunehmen und ist somit wahrscheinlicher in der Lage die o.g. Situation zu vermeiden.

European screen image



D-1611-2009

Abbildung 2: „Zone des respiratorischen Komforts“ – angepasst durch initiale Informationen

**SmartCare® / ASB**

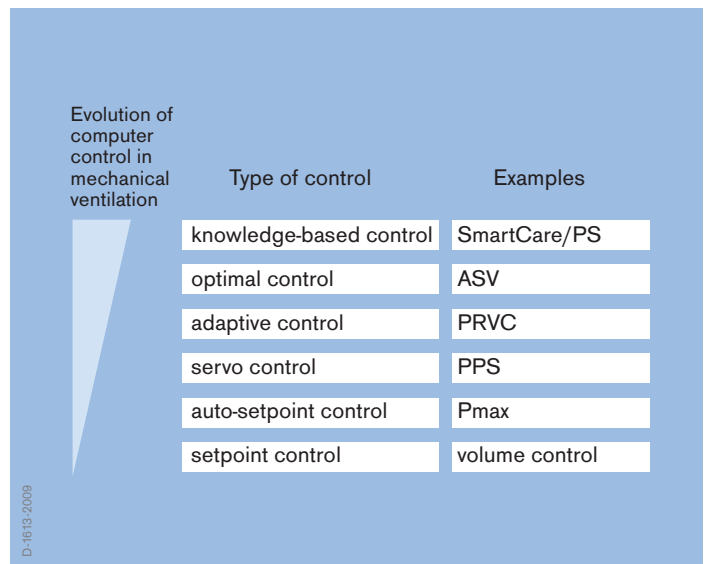
SmartCare®/ASB unterstützt den Patienten mit konventioneller Druckunterstützung (ASB). Vor dem Start von SmartCare / ASB wird die „Zone des respiratorischen Komforts“ in Bezug auf Atemfrequenz, Tidalvolumen und endtidalem CO<sub>2</sub> durch den Anwender für jeden einzelnen Patienten angepasst. Hiefür werden Informationen über das Patientengewicht, die Art der Intubation und weiterer medizinischer Diagnosen eingegeben (Abb. 2).

SmartCare analysiert den Patienten permanent in Bezug auf o.g. drei Parameter und klassifiziert alle zwei Minuten die Ventilationssituation. In Abhängigkeit der Analyse wird der Patient in eine von acht möglichen Diagnosen klassifiziert. Diese Klassifizierung durch SmartCare führt zu einer Verminderung oder Erhöhung der Druckunterstützung, angepasst auf den aktuellen Ventilationsbedarf des Patienten. Jede einzelne dieser Entscheidungen sowie die zu Grunde liegenden Parameter können jederzeit vom Anwender im SmartCare – Datenmenü eingesehen werden. (Abb. 3, 4).

Die vor dem Start eingegebenen Informationen bestimmen die geringste mögliche Druckunterstützung. SmartCare wird aktiv die Druckunterstützung auf dieses Level reduzieren z.B.: 0 cmH<sub>2</sub>O/mbar bei gleichzeitiger Verwendung von ATC. Sobald dieses erreicht ist, führt SmartCare einen Spontanatemversuch (SBT) durch, was bei erfolgreicher Absolvierung durch den Patienten, zu der Meldung „Entwöhnung abgeschlossen“ führt. Bis das klinische Personal die eigentliche Entscheidung trifft, den Patienten vom Beatmungsgerät zu nehmen, wird dieser weiterhin durch SmartCare stabilisiert und ggfs. die Druckunterstützung angepasst. Um die Entscheidung zur Extubation weiter zu unterstützen, können z.B. Trenddarstellungen eines automatisch kontinuierlich durchgeführten P 0.1 Manövers und des RSBi verwendet werden (Abb. 4)<sup>10</sup>.

Von besonderer Bedeutung ist, dass SmartCare zur Anpassung des Ventilationsbedarfes nicht ein fest eingestelltes Minutenvolumen (MV) nutzt, sondern die Wissensbasis dazu dient, um die Druckunterstützung z.B. an eine verbesserte Compliance, vermehrte Patientenanstrengung oder einen Stoffwechsel bedingten erhöhten Ventilationsbedarf anzupassen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass SmartCare den Patienten permanent überwacht, analysiert und Entscheidungen unter Berücksichtigung des Ventilationsbedarfes des Patienten trifft. Durch die Befolgung eines klinischen Protokolls mit dem Ziel den Patienten von der Beatmung zu entwöhnen, wird SmartCare die Invasivität der Beatmung bis auf das notwendige Maß reduzieren.



D-1613-2009

Abbildung 1: Adaptiert aus Chatburn R. Evolution in mechanischer Beatmung<sup>7</sup>

## LITERATUR

---

- |    |   |   |
|----|---|---|
| 1  | Knebel A, Shekleton M, Burns S  | et al. Respiratory Critical Care: Weaning From Mechanical Ventilatory Support: Refinement of a Model. American Journal of Critical Care 1998;7(2):149-152.                                      |
| 2  | Cohen IL, Bari N, Strosberg MA  | et al. Reduction of duration and cost of mechanical ventilation in an intensive care unit by use of a ventilatory Management team. Crit Care Med. 1991;19:1278-1284.                            |
| 3  | Habashi N.M.  | - Knowledge based weaning, Protocolized Care in the Weaning Process; Case Study, Dräger Medical AG & Co. KG, Print No. 9049576  |
| 4  | Sulzer CF, Chiolero R, Chassot PG<br>Mueller XM, Revelly JP.  | Adaptive support ventilation for fast tracheal extubation after cardiac surgery: a randomized controlled study. Anesthesiology. 2001;95:1339-45.  |
| 5  | Petter AH, Chiolero RL, Cassina T,<br>Chassot PG, Muller XM, Revelly JP   | Automatic "respiratory/weaning" with adaptive support ventilation: the effect on duration of endotracheal intubation and patient management. Anesth Analg. 2003;97:1743-50.                     |
| 6  | Slutsky AS, Tremblay LN   | Multiple System Organ Failure. Is Mechanical Ventilation a Contributing Factor? Am J Respir Crit Care Med Vol 157. pp 1721-1725, 1998   |
| 7  | Chatburn RL   | Computer Control of Mechanical Ventilation Resp Care 2004; 49; 507 - 515  |
| 8  | Lellouche F, Mancebo J, Roesler J,<br>Jolliet P, Schortgen F, Qader S,<br>Brochard L                              | Weaning of Mechanical Ventilation with an Automatic Knowledge Based System: Preliminary Results of a Randomised Controlled Study. Intensive Care Medicine, 2004; Vol. 30 Supplement 1: 254: P69 |
| 9  | Grap MJ, Strickland D, Tormey L,<br>Keane K, Lubin S, Emerson J,<br>Winfield S, Dalby P, Townes R,<br>Sessler CN. | Collaborative practice: development, implementation, and evaluation of a weaning protocol for patients receiving mechanical ventilation. Am J Crit Care. 2003 Sep;12(5):454-60                  |
| 10 | Singer P  | et al. Automatic tube compensation-assisted respiratory rate to tidal volume ratio improves the prediction of weaning outcome Chest 2002; 122:980-940   |
| 11 | Branson RD, Johannigman JA  | The role of ventilator graphics when setting dual-control modes. Respir Care. 2005 Feb;50(2):187-201.   |

**MMV**

MMV kann als SIMV mit einer auf Atemfrequenz basierenden, gesicherten Minutenventilation aufgefasst werden. Die Frequenz der maschinellen Atemzüge richtet sich nach der Spontanatmung des Patienten. Bei ausreichender Spontanatmung werden keine maschinellen Atemzüge appliziert. Im Fall einer nicht ausreichenden Spontanatmung werden intermittierend maschinelle Atemzüge mit vorgegebenem Tidalvolumen appliziert. Sollte der Patient nicht spontan atmen, wird mit einer vorgegebenen Frequenz (f) und dem eingestellten Tidalvolumen beatmet. Bei zunehmender Spontanatmung des Patienten wird eine automatische und graduelle Reduzierung der zeitgesteuerten maschinellen Beatmungszüge durch MMV vorgenommen. Dadurch eignet sich MMV besonders für das schnelle und unkomplizierte Weaning von postoperativen Patienten. In Kombination mit AutoFlow™ wird in Abhängigkeit der Lungencompliance des Patienten der notwendige Beatmungsdruck ebenfalls automatisch eingestellt. MMV mit AutoFlow ermöglicht ein automatisches Weaning durch Reduktion von maschineller Atemfrequenz und notwendigem Beatmungsdruck.

**ASV**

Das Prinzip von ASV basiert auf der Annahme einer optimalen Atemfrequenz, um die Atemarbeit (WOB) so gering wie möglich zu halten. Die optimale Atemfrequenz wird mit Abschätzung der respiratorischen Zeitkonstante (R und C-Messung) unter Spontanatmung errechnet. Der Anwender muss beim Aktivieren von ASV das benötigte Minutenvolumen eingeben und während der Behandlung auf mögliche Änderungen im Stoffwechsel des Patienten

Anpassungen vornehmen. Aus der errechneten optimalen Atemfrequenz und dem eingegebenen Minutenvolumen wird ein Tidalvolumen berechnet, welches in einer dual-control Weise (AutoFlow) in zeit- und flowgesteuerten Atemzügen appliziert wird. Wie bei allen dual-control Beatmungsmodi führt ein nicht individuelles und situationsgerechtes Einstellen des Minutenvolumens bei steigendem Atemantrieb des Patienten zu einer Reduktion der Unterstützung<sup>7</sup>. Im Verlauf des Weanings wird ASV die Anzahl der zeitgesteuerten Atemzüge unter Berücksichtigung der Spontanatmung reduzieren. Es wird kein automatischer Spontanatemversuch durchgeführt. Gemeinsamkeiten mit MMV: Reduktion von zeitgesteuerten Beatmungszügen zu Gunsten von flowgesteuerten Beatmungszügen. Unterschied zu SmartCare/ASB: errechnete ideale Frequenz, fest eingestelltes Minutenvolumen.

**Automode®**

Automode® schaltet bei Triggerung durch den Patienten zwischen zeitgesteuerten (kontrollierten) und flowgesteuerten (unterstützten) Beatmungszügen um. Triggert der Patient einen Atemzug schaltet Automode auf unterstützte Beatmung. Stellt der Patient die Spontanatmung ein, schaltet Automode zurück auf zeitgesteuerte Atemzüge<sup>11</sup>. Automode kann in VC, PRVC und PC zugeschaltet werden und schaltet je nach Mode auf Druck- oder Volumenunterstützung um. Gemeinsamkeiten zur Apnoeventilation: umschalten von einem Mode auf den anderen unter Berücksichtigung der eingestellten Apnoekriterien. Unterschied zu MMV: keine graduelle Reduzierung der zeitgesteuerten Atemzüge, abruptes Umschalten auf flowgesteuerte Atemzüge.

**HAUPTSITZ**

Drägerwerk AG & Co. KGaA  
Moislinger Allee 53–55  
23558 Lübeck, Deutschland

[www.draeger.com](http://www.draeger.com)

**DEUTSCHLAND**

Dräger Medical Deutschland GmbH  
Moislinger Allee 53–55  
23558 Lübeck  
Tel +49 180 52 41 318\*  
Fax +49 451 88 27 20 02  
dsc@draeger.com  
\* Inland: EUR 0,14/min

**ÖSTERREICH**

Dräger Medical Austria GmbH  
Perfektastrasse 67  
1230 Wien  
Tel +43 1 609 04  
Fax +43 1 699 38 01  
info-austria@draeger.com

**SCHWEIZ**

Dräger Medical Schweiz AG  
Waldeggstrasse 38  
3097 Liebfeld-Bern  
Tel +41 31 978 74 74  
Fax +41 31 978 74 01  
info.ch.md@draeger.com

**Hersteller:**

Dräger Medical GmbH  
23542 Lübeck, Deutschland  
Das Qualitätsmanagementsystem der Dräger Medical GmbH ist zertifiziert nach den Normen ISO 13485, ISO 9001 und nach Anhang II.3 der Richtlinie 93/42/EWG (Medizinprodukte).

European screen image

Data						
Values Logbook Trends						
Time	f <sub>spn</sub> bpm	V <sub>T</sub> L	etCO <sub>2</sub> mmHg	Phase	Diagnosis	P <sub>ASB</sub> mbar
11.02. 14:08	18	.804	22	Adapting	Normal Ventilation	20
11.02. 14:10	15	.897	23	Adapting	Normal Ventilation	20
11.02. 14:12	14	.853	24	Adapting	Hyperventilation	20 -> 16
11.02. 14:14	21	.882	23	Adapting	Normal Ventilation	16
11.02. 14:16	26	.840	23	Adapting	Normal Ventilation	16
11.02. 14:18	23	.838	23	Adapting	Normal Ventilation	16
11.02. 14:20	21	.846	24	Adapting	Normal Ventilation	16
11.02. 14:22	29	.591	22	Adapting	Normal Ventilation	16
11.02. 14:24	33	.597	21	Adapting	Tachypnea	16 -> 18

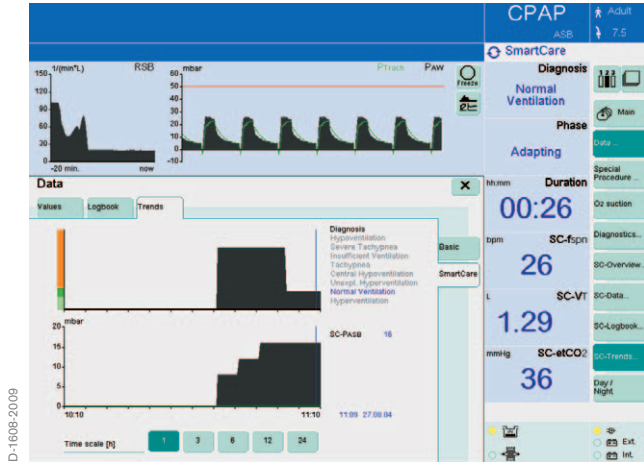
  

Context	11.02.03 14:08	Messages
PEEP	7 mbar	Aborted by user
Night Rest active	Yes	
Suction	No	
Suspended Control	0 sec	

D-1608-2009

Abbildung 3: SmartCare – Logbuch mit Klassifizierung

European screen image



D-1608-2009

Abbildung 4: SmartCare – Trend mit grafischer Darstellung der aktuellen Patientensituation

**Ergebnis**

Auf Grund des unterschiedlichen Ansatzes des protokollbasierten Weanings im Vergleich zu algorithmusbasierten Weaningmodi ist ein direkter Vergleich nicht sinnvoll. Die Tabelle (Abb. 5) enthält hierzu einige Informationen. Weitergehende Beschreibungen zu MMV, ASV und Automode® befinden sich auf Seite 4.

In einer Multicenterstudie<sup>8</sup>, wurde unter Benutzung des wissenschaftlichen Prototypen der heute verfügbaren Option SmartCare/ASB eine Reduzierung der Weaningzeit im Mittel von 4 [2-8] Tagen auf 2 [2-6] Tage (P = 0.015), der Gesamtdauer der Beatmung von 9 [6-15] Tagen

auf 6 [3-12] Tage (P = 0.020), der Aufenthaltes auf der Intensivstation (LOS) von 17 [9.5-33] Tagen auf 12 [6.3-21.8] Tage (P = 0.018) sowie der Reintubationsrate von 36% auf 19% (P = 0.0095) nachgewiesen. Diese Ergebnisse ermöglichen dem Anwender von SmartCare/ASB, seine klinischen Arbeitsabläufe zu verbessern, mit dem Nutzen einer effektiveren Behandlung der Patienten sowie der Möglichkeit Reintubations- und Komplikationsraten zu reduzieren. Die Anwendung von SmartCare bietet jedem Patienten immer eine gleichbleibende Therapiequalität. Dies wiederum kann zur Vermeidung von Behandlungsfehlern sowie einer Reduktion der Behandlungskosten führen.

	SmartCare®/ ASB von Dräger Medical	Mandatory Minute Volume (MMV) Ventilation von Dräger Medical	Adaptive Support Ventilation (ASV) von Hamilton Medical	Automode® von Gettinge/Maquet
Protokollbasierter Weaningansatz	yes	no	no	no
Algorithmusbasiertes Weaning	no	yes	yes	yes
Verwendung von metabolischen Informationen (etCO <sub>2</sub> )	yes	no	no	no
Automatische Tubuskompensation	yes	yes	yes	no
Automatische Messung und Trenddarstellung von P 0.1 und RSBi	yes	yes	no	no
Spontaneous Breathing Trial	yes	no	no	no

Figure 5