



**BIPAP*, BiPAP®, APRV –
Eine Fülle von Erläuterungen**

Begriffe klären.

Einleitung

Maschinelle Beatmung in der Intensivpflege hat die ihr eigene Neigung, Nomenklaturen zu kreieren, deren Ursachen klinischer, technischer oder apparatebedingter Natur sein können. Die Terminologie ist zum Teil selbsterklärend und hat einen eindeutig therapiephilosophischen Hintergrund oder sie hat einen Eigennamen als Ausgangsbasis. Die Anzahl von Therapien in allen Bereichen steigt ständig und dies verlangt vom Krankenhauspersonal, daß es sich immer wieder mit neuen Techniken vertraut machen muß. Wir werden oft auf wissenschaftlichen Veranstaltungen gebeten, die Unterschiede zwischen verschiedenen Beatmungsmodalitäten und Zusatztherapien mit ähnlich klingenden Namen zu erklären. Als Reaktion hierauf werden wir im Verlauf dieses Artikels die Unterschiede und Ähnlichkeiten häufig gebrauchter Begriffe der modernen Beatmung verdeutlichen, wobei wir uns auf Biphase Positive Airway Pressure Ventilation (BIPAP), BiPAP® und APRV konzentrieren.

Hierbei müssen wir uns darüber im Klaren sein, daß mit dem Fortschreiten neuer Technologien und Therapien die Unterschiede zwischen einer Beatmungsform und einer Art von Atemhilfe sehr fein sein können.

Als Hilfestellung zur Klärung neuer Modalitäten können wir uns folgende Frage stellen: Hilft diese Funktion dem pulmonalen Gasaustausch, wenn der Patient nicht spontan atmen kann? In den meisten Fällen weist eine positive Antwort auf eine kontrollierte Beatmungsform hin, während eine negative Antwort eine Art von Atemhilfe nahelegt – der SIMV-Modus und die CPAP-Therapie sind gute Beispiele hierfür.

Wenn wir die vielfältigen Interpretationen der verschiedenen neuen Therapien begutachten, müssen wir die gegenwärtige Haltung gegenüber der Beatmungstherapie im Hinterkopf behalten. Wir wissen eine ganze Menge mehr über die durch Beatmungsgeräte verursachten Lungenverletzungen, die Auswirkungen von hohen Drücken und das damit verbundene Barotrauma, und den Mangel an Synchronisation zwischen Patient und Beatmungsgerät. Dank dieses Wissens wurden Lungen-Schutz-Strategien entwickelt mit dem Ziel, hohe Drücke und Scherkräfte zu vermeiden. Die positive Wirkung von spontaner Atmung gekoppelt mit maschineller Beatmung steht nicht länger zur Debatte.

Herkömmliche Beatmungsmodi können oft nur beschränkt die spontane Atmung des Patienten fördern. Sedativa und Muskelrelaxanzien werden statt dessen verwendet, um den Atemantrieb zu unterdrücken und den Patienten an das Beatmungsgerät zu gewöhnen. Momentan wird dieser Ansatz von vielen als völlig falsch angesehen.

Historischer Hintergrund:

Die Beatmungsform **Biphase Positive Airway Pressure (BIPAP)** wurde von Professor Benzer und seiner Arbeitsgruppe (Innsbruck) zuerst vorgeführt. Seine Theorie basierte auf abwechselnd hohem PEEP (1). Dieses war das erste Mal,

daß das Akronym BIPAP gebraucht wurde, gefolgt von einer Veröffentlichung im Jahr 1989 über einen neuen Ansatz in der Beatmungstechnik von Baum & Benzer (2). Dies war gleichzeitig das erste vollständige Jahr der kommerziellen

Einführung von Biphase Positive Airway Pressure als integrierter Beatmungsmodus im Evita-Beatmungsgerät. Dieser neue Ansatz hat die Patient-Beatmungsgerät-Interaktion einen bedeutenden Schritt vorangebracht. Es war fortan möglich – sofern gewünscht – den Patienten durch alle mandatorischen Phasen spontan atmen zu lassen. Dieses Konzept wurde als positiver Zusatz zur Entwöhnung eingeführt. **Airway Pressure Release Ventilation (APRV)** als neues Konzept in der Beatmungsunterstützung wurde von Professor Downs et al (3) (Florida) unabhängig entwickelt. Ähnlich wie bei der europäischen Gruppe, die BIPAP entwickelt hatte, wurde in

DER AUTOR



Joseph Fitzgerald,
Marketing Manager

Seit 1992 arbeitet er an kundenorientierter Produktentwicklung und international an der Anwendung von Beatmungstherapien.

Bevor er 1995 in der Drägerwerk AG, Lübeck im Bereich Marketing Intensivmedizin beschäftigt wurde, war er für Dräger in Großbritannien im Verkauf und Produktmanagement tätig.

*In Lizenz verwendetes Warenzeichen

ihren früheren Versuchen ein CPAP-Gerät mit hohem kontinuierlichem Flow verwendet und PEEP/CPAP wurde zwischen zwei Werten hin- und hergeschaltet. Das Ziel von APRV ist es, den Atemwegsdruck zu reduzieren anstatt zu erhöhen, um so eine maschinelle Unterstützung (4) zu erreichen – daher der Ausdruck „release“ (Entlastung). Die therapeutischen Ziele der beiden Forschungsgruppen waren unterschiedlich (5). Die amerikanische Gruppe konzentrierte sich auf Patienten, die einen hohen PEEP/CPAP benötigten, um ein ausreichendes PAO₂ aufrechtzuerhalten und die auch in der Lage waren, spontan zu atmen. Unterstützung bei der CO₂-Entnahme wurde durch kurzzeitige Entlastung auf ein niedrigeres Druckniveau erreicht. Die europäische Gruppe wollte andererseits die Spontanatmung während jeder Beatmungsphase fördern, um so eine Reduzierung der Sedativa und Muskelrelaxanzien zu ermöglichen.

Das BiPAP® S/T-D Ventilatory Support System wurde ebenfalls 1989 durch Respironics Inc. für den Heimpflegebereich eingeführt. Dieses war das erste Gerät auf dem Markt, das die druckunterstützte Beatmung (PSV) zu Hause ermöglichte (6). Es wurde als nicht-invasive Alternative zu dem herkömmlichen Angebot bei den nicht-lebenserhaltenden Applikationen entwickelt. Es soll die Beatmung des Patienten verbessern und wird bei der FDA als nicht-kontinuierliches Beatmungsgerät geführt (7).

Definition von Biphase Positive Airway Pressure:

Biphase Positive Airway Pressure bedeutet Spontanatmung zusammen mit herkömmlicher druckgesteuerter Beatmung (PCV). Wie bei

zeitgesteuerter PCV kann die Zeit und der Druck bei hohen und niedrigen Druckwerten unabhängig voneinander eingestellt werden. Ist keine Spontanatmung

Zeitmuster wie bei SIMV, und eine Verlängerung der Zeitspanne beim oberen Druckniveau (umgekehrtes Zeitverhältnis) entspricht einer APRV-Beatmung. Das Original-

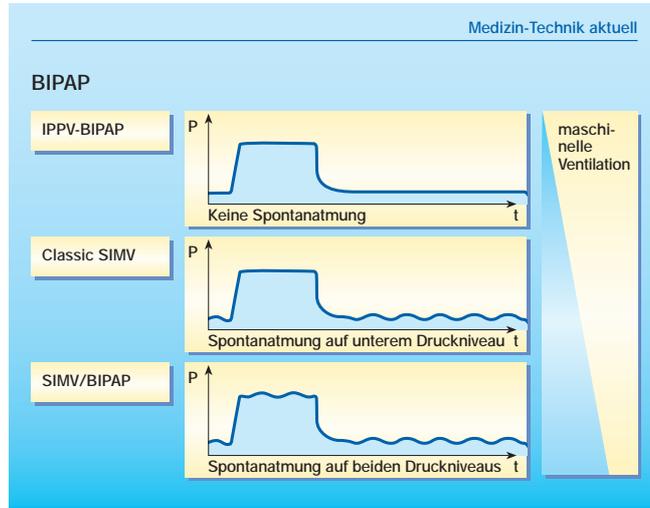


Abbildung 1

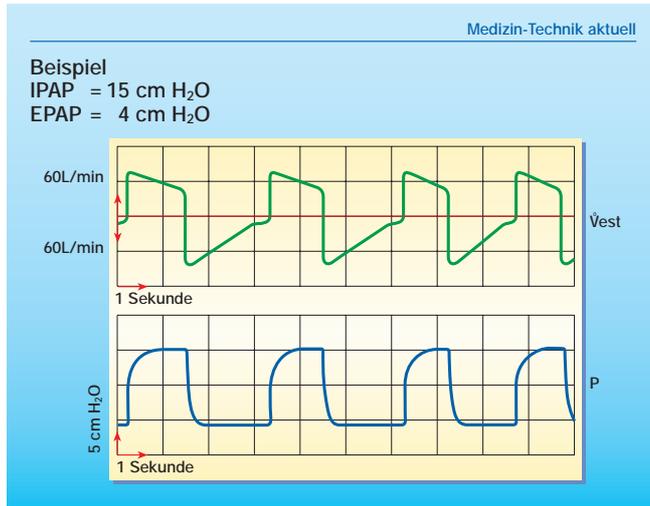


Abbildung 2

Vergleichstabelle 1

	Biphase Positive Airway Pressure	BiPAP®	APRV
Herkunft	Benzer 1988 – Name einer Beatmungsform im Beatmungsgerät Evita, die die Spontanatmung während aller Phasen erlaubt	Das eingetragene Warenzeichen für ein Beatmungsunterstützungssystem von Respironics Inc. für die nichtinvasive Therapie	Downs/Stock 1987-APRV-Gerät mit 2 abwechselnden CPAP-Niveaus mit kurzen niedrigen Entlastungsphasen
Weiterentwicklung	BiPAP wurde verbessert, um Druckunterstützung zu integrieren und die meisten Beatmungsformen zu replizieren	Verbesserung der Zeit-, Druck- und Frequenz-(BPM) Größen	1. Weiterentwicklungen des ursprünglichen Gerätes sind noch nicht erhältlich. 2. APRV-Modus in Evita integriert

Beatmungsverfahren wie Biphase Positive Airway Pressure und APRV sind nicht direkt vergleichbar mit einem Gerät, daß unter dem Warenzeichen BiPAP® angeboten wird. Vergleichstabellen müssen daher oft unvollständig bleiben

gegeben, so kann BIPAP die gleiche Funktion wie mandatorische Beatmung erfüllen. Verlängert man die Zeitspanne beim Niedrig-Druck-Wert (PEEP), so entsteht ein

CPAP wird durch eine Anpassung beider Drücke auf das gleiche Niveau erreicht. Alle diese Beatmungsformen liegen innerhalb der Einstellungsmöglichkeiten dieser einen Beatmungsart, was ein Umschalten zwischen den Modi überflüssig macht.

BiPAP® (Respironics) (Abbildung 2)

Dieser Name wurde von Bi-Level Positive Airway Pressure abgeleitet und kann als Niedrig-Druck-Einheit mit elektrischem Antrieb beschrieben werden, die in erster Linie konzipiert wurde, um die Patientenbeatmung zu augmentieren, indem sie eine Maske mit zwei verschiedenen Druckniveaus durch einen einzigen Schlauch versorgt. Das Umschalten zwischen den inspirato-

rischen Druckniveaus geschieht als Reaktion auf den Patientenflow. Falls der Patient keinen Druckwechsel auslöst, kann eine zeitgesteuerte Phase eingeführt werden. Es wurde nicht mit der Absicht entwickelt, sämtliche beatmungstechnischen Bedürfnisse des Patienten zu befriedigen (8).

Airway Pressure Release Ventilation (APRV) ist eine Methode, die eine Spontanatmung auf zwei CPAP-Ebenen ermöglicht. Nachdem ein angemessenes CPAP-Niveau erreicht worden ist, wird die Beatmungsunterstützung durch die Anpassung der Druckentlastung erreicht. Sobald sich das Entlastungsventil öffnet und damit der Druck abfällt, tritt die Expiration ein. Sobald CPAP wieder zugeführt wird, werden die gleichen Lungenvolumina wie zuvor wiederhergestellt. Maschinelle Beatmung wird durch eine Reduzierung anstatt einer Erhöhung des intrapulmona-

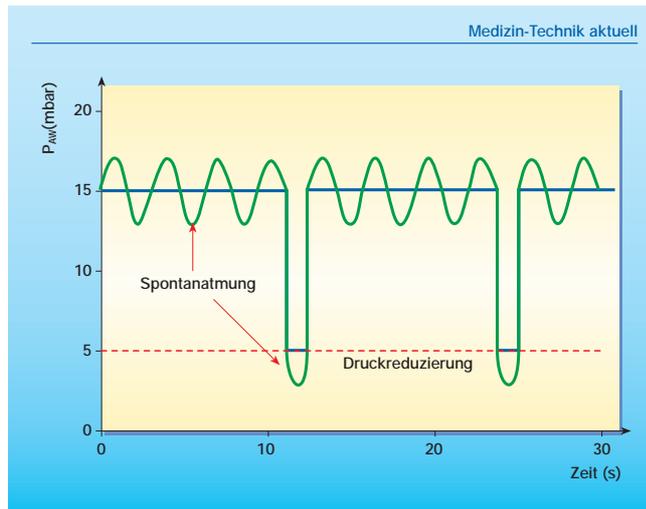


Abbildung 3

(ALI), Asthma, die Entwöhnung und den Gebrauch von Sedativa und Muskelrelaxanzien untersucht haben (10). Unsere Erfahrungen bis dato deuten auf einen meßbar positiven Beitragseffekt, wenn Spontanatmung mit maschineller Beatmung gekoppelt wird. Dies hat

Klinische Anwendung: BiPAP® S/T Ventilatory Support System

Dieses System wird bei Patienten angewandt, die zwar in der Lage sind, spontan zu atmen, aber deren Atemanstrengungen nicht ausreichen, um ihre respiratorischen Bedürfnisse völlig zu befriedigen (7). Vom Benutzer eingestellte Parameter wie Druck und Frequenzen (BPM) im zeitgesteuerten Modus entsprechen nicht dem Umfang einer kompletten Beatmungsunterstützung. Das System findet klinische Anwendung vor allem bei obstruktiver Schlaf-Apnoe, chronisch obstruktiver pulmonaler Erkrankung (COPD) und muskuloskeletalen Erkrankungen im Heimpflegebereich.

Klinische Anwendung: APRV

APRV wird immer mehr bei kritisch kranken Patienten mit und ohne Atemstillstand angewandt. Zu den empfohlenen klinischen Anwendungen gehören Patienten, bei denen die Notwendigkeit besteht, die Gefahr eines pulmonalen Barotraumas zu vermindern, dies wird durch eine Reduzierung der Differenz zwischen den Spitzen- und den mittleren Atemwegsdrücken erreicht. Unsere Erfahrung zeigt ebenfalls eine geringere Kompression des Kreislaufes und eine Verbesserung der Belüftungs-Durchblutungs-Verhältnisse auf. Sydow et al (12) haben APRV-volumenkontrollierte Beatmung mit umgekehrtem Zeitverhältnis (VC-IRV) bei mittleren bis schweren Lungenverletzungen verglichen und dabei beobachtet, daß eine zeitabhängige Verbesserung der arteriellen Oxygenierung auftritt, deren maximaler Nutzen nach etwa 8

Vergleichstabelle 2

Merkmal/Funktion	Biphasic Positive Airway Pressure	BiPAP® S/T	APRV
Leistungsmerkmal	Demand-Flow-System	Kontinuierlicher Flow (15-20 l/min)	1. Hoher Flow Venturi-System 2. Demand-Flow wie bei Evita
Schlauchsystem	In- und expiratorischer Zweig mit Monitoring	Ein-Schlauchsystem – Rückatemventil und minimales Monitoring	Ein- oder Zwei-Schlauchsystem je nach Gerät
Kombination von PCV und Druckunterstützung	Ja	Entfällt	Nein
Druckfrequenz (Rampeneinstellung)	Ja	Nein *	Ja
Kompensation für Atemarbeit durch ET-Tubus	Ja (Optional Automatische Tubus Kompensation)	Entfällt	Ja (mit ATC)

* Neuere Modelle bieten beschränkte Anpassung

len Druckes erzielt (9). Im Falle eines Ausbleibens der spontanen Atmung ist APRV identisch mit druckgesteuerter Beatmung mit umgekehrtem Zeitverhältnis (Pressure Controlled Inverse Ratio Ventilation).

Klinische Anwendungen – Beatmung mit Biphasic Positive Airway Pressure

Diese Beatmungsform ist seit nunmehr 9 Jahren als vollständige Beatmungshilfe im klinischen Gebrauch und hat eine Anzahl von Studien nach sich gezogen, die seine Auswirkungen auf die Lungenmechanik, das akute Lungenversagen (ARDS), die akute Lungenverletzung

eine Reduzierung maschinell aufgezwungener Drücke und Volumina zur Folge, welche hämodynamische Konsequenzen haben können. Es hat sich herausgestellt, daß Spontanatmung die gut durchbluteten Lungenregionen beatmet, während die maschinelle Beatmung auf die weniger gut durchbluteten Lungenregionen hinzielt. Zu guter letzt gibt es im kostenempfindlichen Bereich der Pharmakologie weniger Bedarf für Sedativa, was Studien von Burchardi, Rathgeber et al (10, 11) bewiesen haben. Dies hat einen wesentlichen Einfluß auf die Entwöhnung, da der Verzicht auf maschinelle Kontrolle anfangen kann, sobald der Patient die Therapie beginnt (11).

Stunden Beatmung erreicht wurde. Dieser wurde durch niedrigere Spitzenatemwegsdrücke erzielt. Die Ergebnisse bis dato legen nahe, daß niedrigere Atemwegsdrücke im Vergleich zu herkömmlichen kontrollierten Modi ein wesentlicher Vorteil von APRV zu sein scheinen. Dies hat eine Anzahl von Forschern dazu veranlaßt, mögliche Vorteile bei Kleinkindern zu vermuten, jedoch liegen hierüber bis heute keine Studien vor.

der den Widerstand des Endotrachealtubus automatisch kompensiert, zeigt vielversprechende Ergebnisse in Verbindung mit BIPAP und APRV indem es die Atemarbeit bei spontan atmenden Patienten reduziert. Desweiteren sollte die weitverbreitete Benutzerakzeptanz (nicht veröffentlichte kontrollierte Daten auf Stichprobenbasis) auf Grund der Einfachheit der Umsetzung dieser Modi nicht außer Acht gelassen werden. Die offensichtlichen Vorteile

ren in die Gleichung aufgenommen werden. Bei fehlender Spontanatmung ist BIPAP identisch mit PCV. APRV ohne Spontanatmung ist gleichfalls identisch mit druckkontrollierter Beatmung mit umgekehrtem Zeitverhältnis (PC-IRV).

Fazit

Das Thema Spontanatmung bei intubierten Patienten in Verbindung mit maschineller Beatmung mit BIPAP und APRV ist Gegenstand einer Vielzahl von Untersuchungen. Im modernen klinischen Intensivpflege-Umfeld werden alte und neue Beatmungstherapien parallel zueinander angewandt und ein eindeutiger Konsens bezüglich des besten Umgangs mit Beatmungsstörungen und der entsprechenden Form der Unterstützung muß noch erreicht werden (15). In einem Satz, Biphase Positive Airway Pressure ist eine Form der druckkontrollierten Beatmung, die jedoch zu jeder Zeit Spontanatmung zulässt. APRV weist einige Parallelen mit BIPAP auf, legt den Schwerpunkt aber auf verlängerte Spitzendruckphasen. Das BiPAP®-System ist eine nichtkontinuierliche Form der Atemunterstützung. Die Vorteile beim Gebrauch von BIPAP und APRV lassen vermuten, daß dieser Ansatz nicht eine vorübergehende Moderscheinung ist, und daß Modi, die die Eigenatmung des Patienten fördern und ausnutzen, einen Schritt in die richtige Richtung in der gesamten Beatmungstherapie darstellen – insbesondere in der frühzeitigen Beendigung sämtlicher maschineller Eingriffe und der Reduzierung der invasiven Methoden.

Zusammenfassende Vergleichstabelle 3

Merkmal/Funktion	Biphase Positive Airway Pressure	BiPAP® S/T-System	APRV
Konzept	Universalmodus der Beatmung im Intensiv-Beatmungsgerät Evita integriert	Niedrigdrucksystem für Patienten-Beatmungshilfe	1. Stand-alone, 2-Level CPAP-Gerät 2. Beatmungsform im Intensivbeatmungsgerät
Applikationsmethode	Intubation/Maske	Maske	Intubation/Maske
Anwendungen	Alle kritischen und nicht-kritischen Patienten	Nichtkontinuierliche Beatmungsunterstützung.	Alle kritischen und nicht-kritischen Patienten
Druckeinstellbereiche	Ganzer Bereich (Sicherheitsgrenzen)	Beschränkt auf Niedrigdrücke	Ganzer Bereich (Sicherheitsgrenzen)
Inspiratorischer Spitzenflow (max.)	180 Liter/Min.	Entfällt	180 Liter/Min.
Zeitgesteuerte Hoch- und Niederdruckintervalle	Ja	Optional	Erweiterte Einstellungen
Druckanstiegs-geschwindigkeit (Rampe)	Vollständige Einstellung	Eingeschränkte Einstellung nur bei neuen Modellen	Vollständige Einstellung
O ₂ %-Einstellung	21 – 100 %	Optionale Mischung	21 -100 %
CO ₂ -Rückatmung	Kein Doppelschlauch/integriertes Kreissystem	Mögliches (13) Einzelschlauch / Kreissystem	Kein Doppelschlauch/Kreissystem
Monitoring/Alar-me	Monitoring mit Backup-Beatmung	Eingeschränktes Monitoring – optional	1. Eingeschränktes Monitoring b. Stand-Alone-Gerät 2. Komplet-Monitoring b. Evita Intensiv-Beatmungsgerät

Variationen des Biphase Positive Airway Pressure sind nun für verschiedene Beatmungsgeräte erhältlich

Klinische Vorteile

Biphase Positive Airway Pressure Ventilation und APRV können im Hinblick auf ihre klinischen Vorteile in der Intensivpflege direkt miteinander verglichen werden, nicht aber im Hinblick auf ihre therapeutischen Vorteile auf dem Gebiet der intermittierenden Beatmungshilfe. Bis zum heutigen Tage haben uns sowohl Erfahrung als auch Fakten gezeigt, daß bei Patienten mit beschränkter Lungenfunktion der alveolare Totraum und Shunt reduziert werden konnte; hieraus resultierte eine Verbesserung des Gasaustausches. Weniger Sedativa werden benötigt und es kann frühzeitig in der Beatmungstherapie mit der Entwöhnung begonnen werden. Die Tatsache, daß es wenige Alar-me und einzustellende Parameter gibt, bedeutet Entlastung für das Klinikpersonal. Automatische Tubus-Kompensation (ATC) wie erwähnt in Tabelle 2, ein kürzlich entwickelter Zusatzmodus,

einiger bekannter Beatmungsformen, wie zum Beispiel druckkontrollierte Beatmung, werden zunehmend dokumentiert (14) und durch die Beiträge aus der Spontanatmung können viele weitere positive Fakto-

LITERATUR

- Benzer H (1988) Ventilatory support by intermittent changes in PEEP levels. 4th European Congress on Intensive Care Medicine. Baveno-Stresa
- Baum M, Benzer H, Putensen CH, Koller W. & Putz G (1989) -eine neue Form der augmentierenden Beatmung. Anaesthetist 38:452-458
- Stock. M. CH, Downs J.B, Airway Pressure Release Ventilation: Anew concept in ventilatory support, Critical Care Medicine Vol 15 No 5 (1987) 459-461
- Baum M, Mutz N.J, Hörmann C, BiPAP, APRV, IMPRV:Methodological Conceptand Clinical Indications. Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine. (Vincent), (1993)
- Weismann D., 7-The 'Physiological' Approach to Artificial Ventilation; Mechanical Ventilation for Experts; Congress proceedings, Jerez (1994)
- Lofaso F, Brochard L, Hang T, Lorino H, Harf A, & Isabey D, Home versus Intensive CarePressure Support Devices;Am J Respir Crit Care Med (1996) vol 153. Pp1591 1599
- Respironics Inc, Murrysville Pa, (1992) BiPAP® Systems Guidebook; A Discussion of the systems and their applications
- Respironics Inc, Murrysville Pa (1990) BiPAP® Clinical Manual for Models S/T and S/T/D
- Calzia E, Radermacher P. Airway Pressure Release Ventilation and BiPhase Airway Pressure. A review over 10 years. Clin Intensive Care (1997); 8:296-301
- Burchardi H, Rathgeber J, Sydow M, The concept of Analgo-Sedation depends on the concept of Mechanical Ventilation: Yearbook of Intens. Care & Emerg Medicine 1995 (Vincent)
- Rathgeber J, Schorn B, Falk V, Kazmaier S, Spiegel T, Burchardi H. The influence of CMV, IMV, BiPAP on duration of intubation,c onsumption of analgesics & sedatives.Eur J.Anaes 1997; 14:576-582
- Sydow M, Burchardi H, Ephraim E, Zielmann S, Crozier T A, Long term effects of two different Ventilatory Modes on Oxygenation in Acute Lung Injury. Am J Respir Crit Care Med 1994; 149:1550-6
- Ferguson T, Gilmartin M, CO2 rebreathing during BiPAP® ventilation assistance. Am J Respir Crit Care Med 1995 151:1126-1135
- Morley P, Pressure Controlled Ventilation (PCV) The Ideal Mode of Ventilation? Yearbook of Intensive Care & Emergency Medicine1998 (Vincent)
- Fitzgerald J, The requirements of present and future ventilation systems: World Medical Technology Update Yearbook 1997/98. (Kellock) Kensington Publications Ltd.