

Wie können marktübliche CPAP-Geräte objektiv bewertet und verglichen werden?

Hier: die Bi-Level-Therapiegeräte



**Von Wolfgang Tischer,
Schmiedefeld**
Vorstand des medizintechnischen Beirates des GDS

Bisher haben wir uns mit CPAP-Geräten beschäftigt, die nur ein einziges Therapiedruckniveau bereitstellen. Bei diesen Geräten kommt es insbesondere darauf an, dass dieser Druck auch stabil bleibt. Das ist bei näherer Betrachtung gar nicht so einfach zu realisieren, denn Druckschwankungen in der Maske beruhen auf sehr vielen verschiedenen Ursachen und es bedarf deshalb auch sehr vielfältiger Maßnahmen zu deren Beseitigung. Zusammenfassend soll noch einmal kurz auf die Problematik eingegangen werden.

Druckschwankungen in der Weise, dass der Therapiedruck einbricht, wenn das Gerät Atemluft liefern muss und dass der Therapiedruck ansteigt, wenn die Lunge während der Ausatmung zusätzliche Luftmengen in die Maske einbringt und diese Luft einfach nicht schnell genug abtransportiert werden kann, sind ein Zeichen für eine geringe Leistungsfähigkeit des Gerätes. Die pneumatische Leistungsfähigkeit eines CPAP ist mit dem Begriff innerer Widerstand umfassend beschrieben. Beim Atmen im Freien ist unseren natürlichen Atemwegen kein Widerstand vorgeschaltet, es sei denn, wir sind Taucher und atmen über einen Schnorchel. Doch ein CPAP-Patient wird nicht von der freien Atmosphäre versorgt, sondern von einem technischen Gerät und dieses limitiert die Luftversorgung je nach seiner Qualität und Leistung. Der innere Strömungswiderstand eines CPAP ist meist komplex. Das bedeutet, er ist nicht nur von der Enge aller durchströmten Kanäle vom Frischlufteingang bis in die Maske abhängig, sondern auch von der Dynamik oder Reaktionsgeschwindigkeit der eingesetzten Turbine. Mit steigender Atemfrequenz kann der innere Strömungswiderstand deshalb auch immer größer werden. Leider sind Patienten kaum in der Lage, die pneumatische Leistungsfähigkeit eines CPAP im Vorfeld beurteilen zu können. In den Gerätepapieren muss jedoch



CPAP/APAP-Geräte wofür werden sie benötigt?

der Druckvolumenverlauf dokumentiert sein. Ein Anhaltspunkt für ein leistungsstarkes Gerät ist eine möglichst kleine Druckvarianz bei allen Testfrequenzen.

Die Druckstabilität ist noch von weiteren Faktoren abhängig. Die Temperatur im Geräteinnern spielt dabei die größte Rolle. Jeder Drucksensor besitzt einen Temperatureffekt, der zu Messfehlern in der Druckanzeige führt, was vom Patienten nicht erkannt wird. Aber auch Alterungseffekte spielen eine nicht zu unterschätzende Rolle, weshalb die Geräte von Zeit zu Zeit gewartet werden müssen.

Aber was war der Ausgangspunkt, wieso war Bi-Level notwendig?

Notwendigkeit der Bi-Level-Geräte

Die Therapie mit CPAP-Geräten mit konstantem Druck hatte sich bewährt, aber die Erfahrung zeigte, dass der Druckbedarf bei den Patienten sehr unterschiedlich war. Ganz allgemein gesagt, wird ja der Druck im Schlaflabor so weit erhöht, bis die aufgetretenen obstruktiven Apnoen entsprechend der Vorgabe (Leitlinien) minimiert werden konnten. Man kann keinem Patienten ansehen, welchen Druck er benötigt, da hilft auch kaum entsprechende Erfahrung. Aber es gibt Patienten, die bis circa 18 Hektopascal (hPa) und mehr benötigen würden. Dies wird aber natürlich schwerer toleriert und die Compliance leidet. Nun kann sich grundsätzlich jeder Betroffene glücklich schätzen, wenn der von ihm benötigte Druck relativ gering ist. Das Schlaflabor versucht ja den Druck nur so hoch einzustellen, wie es therapeutisch nötig ist. Zwar hat es damals auch Einzelmeinungen gegeben, mehr helfe mehr, aber diese Zeiten sind überwunden.

Jetzt wird versucht, Therapie und verbleibende Lebensqualität in Einklang zu bringen, es muss nicht das letzte „Apnoechen“ eliminiert werden, dies sehen auch die Leitlinien nicht vor. Man muss auch sehen, dass man zu dieser Zeit noch circa alle zwei Jahre im Schlaflabor kontrolliert wurde, um die Qualität der Therapie sicherzustellen.

Also konnte man eventuelle Probleme abfangen und gegebenenfalls die Therapie weiter optimieren, es galt auch hier Erfahrungen zu sammeln.

Wenn also hohe CPAP-Drücke nicht toleriert werden (können), nicht effizient sind oder wegen befürchteter unerwünschter Wirkungen auf den Kreislauf durch hohe intrathorakale Druck-

FLO

MEDIZINTECHNIK

Produkte für den **Fachgeschulten**
Leistungserbringer **OSAS/ZSAS Therapie**



Modular aufgebautes Atemtherapiegerät zur
Behandlung der obstruktiven, zentralen
und komplexen Schlafapnoe!

- Höchste Druckstabilität +/- 0,1 mbar bei 10 mbar Solldruck
- HEPA Filter - 99,9995 % reine Luft
- Automatische Luftfilterkontrolle
- Extrem geringe Geräuschkulisse (< 23,00 dB(A))
- Hohe Befeuchterleistung
- Praktische Handhabung

FLO Medizintechnik GmbH

Hotline: 0 52 26 - 98 30 47

E-Mail: info@flo-medizintechnik.de

Web: www.flo-medizintechnik.de

schwankungen (führen auch zu Belastungen des Herzens) nicht eingesetzt werden sollen, kann alternativ eine Bi-Level-Druckbeatmung gewählt werden. Das Bi-Level-Therapiegerät ist – vereinfacht gesagt – in der Lage, an der Atmungskurve des Patienten die Verhältnisse der individuellen Atmung zu erkennen und danach zwischen Einatmung und Ausatmung zu unterscheiden, so dass dann unterschiedliche Drücke und der Zeitablauf für Einatmung und Ausatmung festgelegt werden können.



Wenn ein Patient einen etwas höheren Druck benötigte, sagen wir mal zwölf Hektopascal, dann musste er beim Einsatz eines reinen CPAP-Gerätes mit konstantem Druck natürlich auch

gegen diesen Druck ausatmen. Da fiel das Ausatmen schon schwerer, die Lunge war kaum komplett zu entlüften. Und – ich kann verständlicherweise nur das wieder einatmen, was ich vorher volumenmäßig ausgeatmet habe. In der Folge wird die Lunge nicht gut durchspült, die Sauerstoffaufnahme verschlechtert sich dadurch natürlich. Gerade das gilt es zu vermeiden, es wird daher oft zu flach geatmet. Auch das richtige Atmen will hier wieder gelernt sein (siehe Atemschule von Prof. Dr. Jürgen Zully). Ich möchte hier nicht weiter auf die medizinischen Konsequenzen eingehen, dies soll ja eine technische Betrachtung werden, aber hier galt es doch, neue Lösungen für diese Patientengruppe zu suchen.

Diese neue Lösung hieß Bi-Level-Therapiegerät.

Hier bot man einen höheren Druck zur Einatmung (IPAP) an und senkte ihn zur Ausatmung (EPAP) wieder ab – bis man bei der erneuten Einatmung den Druck wieder erhöhte.

Eigentlich eine einfache Lösung des Problems – aber wir werden sehen, was alles zu beachten ist.

Bi-Level-Funktionen

Viele CPAP-Geräte sind heute auf einem technisch so hohen Stand, dass mit ihnen bei den meisten Patienten eine optimale Therapie möglich ist. Doch es gibt eine recht große Anzahl von Patienten, die mit einem CPAP nicht erfolgreich therapierbar sind. Meist sind es Patienten, die einen zu hohen Therapiedruck benötigen. Aber auch Patienten mit bestimmten Erkrankungen

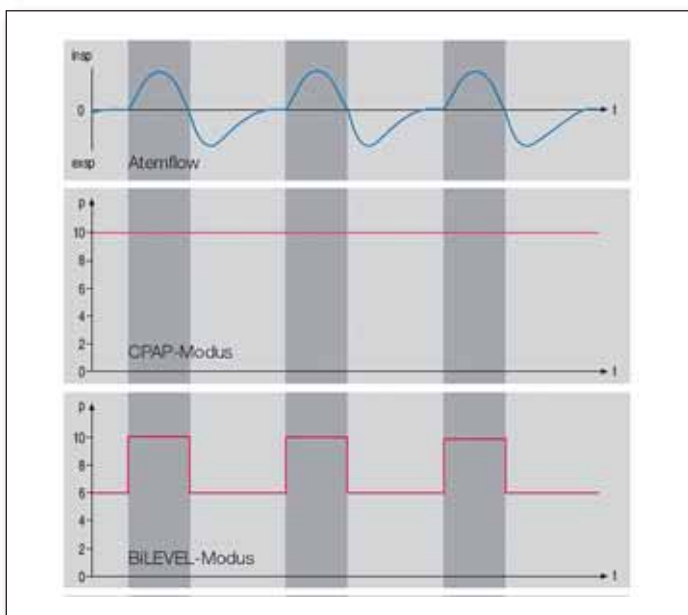
Mitglied werden!

Der GSD ist ein Zusammenschluss von Patienten und deren Angehörigen, die in die Selbsthilfebewegung integriert sind. Wir streben eine bundesweite Tätigkeit an und sind zwischenzeitlich in zehn Bundesländern vertreten. Der GSD ist gemeinnützig tätig und wird im Vereinsregister beim Amtsgericht in Stadthagen geführt. Der Verein sieht die persönliche Mitgliedschaft aus Gründen der Transparenz und Glaubwürdigkeit gegen über unseren Partnern vor. Mitglied können Selbsthilfegruppen durch Listenantrag, jede juristische oder natürliche Person werden. Der GSD erhebt keine Mitgliedsbeiträge und finanziert sich ausschließlich aus Mitteln der Krankenkassen, der öffentlichen Hand und Spenden. Einen Antrag auf Mitgliedschaft können Sie formlos über die Geschäftsstelle des GSD stellen. Über Ihre Mitgliedschaft im GSD würden wir uns freuen!

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.gdschlafapnoe.de.

können oft nur mit Geräten therapiert werden, die über spezielle Drucksteuerungsfunktionen verfügen. Wir kommen hier in die Gruppe der Bi-Level-Geräte.

Das nachfolgende Vergleichsdiagramm zeigt nochmals prinzipiell kurz den Gegensatz zu den geregelten CPAP-Geräten, man erkennt, dass bei Bi-Level zwei verschiedene Drücke vorliegen. Ein höherer Druck beim Einatmen, ein niedrigerer beim Ausatmen.



Vergleichsdiagramm: Unteres Diagramm der prinzipiellen Druckdarstellung an einem Bi-Level-nCPAP-Gerät

Quelle: HOFFRICHTER GmbH

Wie bereits dargelegt, arbeitet das Bi-Level-Therapiegerät mit zwei frei definierbaren Druckeinstellungen bei Einatmung und bei Ausatmung. Der Druck ist generell bei Einatmung höher eingestellt, er würde im Wesentlichen der Notwendigkeit der Druckeinstellung bei einem CPAP-Gerät mit konstantem Druck entsprechen, der ja die obstruktiven Apnoen verhindern beziehungsweise vermindern soll.

Einfache Bi-Level-Geräte verfügen nur über einen sogenannten S-Modus (Spontan-Modus). Doch unter bestimmten Voraussetzungen wird der Arzt das etwas kompliziertere ST-Gerät (Spontan-Time-Gerät) verordnen müssen. Bi-Level-ST-Geräte bilden bereits eine Übergangstechnologie zu Langzeitbeatmungsgeräten.

Eine relativ junge Gerätekategorie sind Flex-Geräte und es gibt bereits sehr viele Varianten an Flex-Technologien mit unterschiedlichen Namen und unterschiedlichen Funktionen. Für alle gemeinsam gilt jedoch, dass es sich dabei um Komfortfunktionen handelt, die kaum dazu taugen, die Therapie entscheidend zu verbessern. Komfortfunktionen erhöhen jedoch die Akzeptanz der Therapie.

Es existiert allerdings eine Patientengruppe mit einem Krankheitsbild, welches genau zwischen CPAP- und Bi-Level-Patient liegt. Diese Patienten können sehr erfolgreich mit einem CPAP mit Flex-Modus optimal versorgt werden, was für die Kostenträger billiger und für den Patienten sogar angenehmer ist. Deshalb wird sich dieser Beitrag auch mit dem Flex-Modus auseinandersetzen. Entsprechende Flex-Geräte werden manchmal nicht zu Unrecht als „kleines Bi-Level“ bezeichnet.

Das Grundprinzip aller Bi-Level-Geräte besteht darin, dass der Therapiedruck während der Einatmung auf den hohen IPAP-Wert erhöht und während der Ausatmung wieder auf den kleineren EPAP-Wert abgesenkt wird. Es existieren also zwei Druckniveaus, eines für die Inspiration und ein anderes für die Expiration, was dem Verfahren Bi-Level – „zwei Höhen“ – seinen Namen gegeben hat. Diagramm 1 zeigt rein schematisch den Verlauf des Therapiedrucks bei einem Bi-Level-Gerät. Mit Beginn der Einatmung springt der Therapiedruck auf den IPAP. Er springt auf den EPAP, wenn die Einatmung endet und die Ausatmung beginnt. Diese Druckumschaltungen werden von einem sogenannten Atemtrigger ausgelöst. Mit der Triggerfunktion werden wir uns später noch genauer beschäftigen. An dieser Stelle sei nur bemerkt, dass der Atemtrigger entscheidend ist für die Akzeptanz eines Bi-Level-Gerätes. Wenn der Trigger nicht exakt schaltet, kann kein Patient ordentlich atmen.

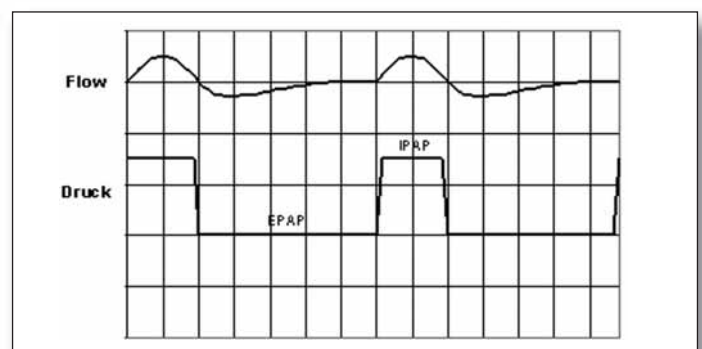


Diagramm 1: Prinzipieller Verlauf von Atemflow und Therapiedruck bei einer Bi-Level-Therapie

Quelle: HOFFRICHTER GmbH

So rechteckig wie in Diagramm 1 erfolgen die Druckumschaltungen natürlich auch nicht. Das würde niemand aushalten. Die Druckübergangsflanken sind immer etwas abgeschrägt und abgerundet. Höherwertige Geräte besitzen sogar Einstellmöglichkeiten, mit denen man den Druckübergang individuell auf das beste Empfinden einstellen kann.

Man kann sich leicht vorstellen, dass ein schlagartig ansteigender Druck unwillkürlich zum schlagartigen Flowanstieg führt, bevor die Atemmuskulatur überhaupt reagiert. So ein Luftschwall unter Druck ist unangenehm. Noch unangenehmer ist ein plötzlicher Druckabfall am Ende der Einatmung. Die gerade eingeatmete Luft würde schlagartig wieder entweichen wollen, wodurch einige Lungenbezirke kurzzeitig kollabieren könnten. Man bezeichnet das als Airtrap (Luftfalle). Ein gesteuerter Druckanstieg oder Druckabfall ist also bei der Anwendung von Bi-Level-Geräten eine sehr wichtige Voraussetzung.

Trotzdem ist immer noch nicht genügend erklärt, warum eigentlich die Bi-Level-Funktion mit den zwei Druckniveaus überhaupt erforderlich ist und warum man nicht überall nur CPAP-Geräte einsetzen kann. Dazu betrachten wir erst einmal den Lungenparameter „Compliance“, diesen Begriff gibt es also auch hier, aber mit spezieller Bedeutung.

Die Compliance der Lunge

Der Begriff kennzeichnet die Dehnbarkeit oder Elastizität der Lunge. Es gibt noch eine andere Bedeutung des Wortes Compliance und das ist die Bereitschaft eines Patienten, eine vom Arzt angeordnete Therapie zu befolgen. Man muss das Wort deshalb im Kontext sehen und hier ist momentan der physikalische Begriff Compliance für Dehnbarkeit oder auch Kapazität gemeint. Das Dumme an der Compliance der Lunge ist, dass sie mit größer werdender Lungenfüllung immer kleiner wird. Das Atmen wird also immer kraftraubender, je mehr die Lunge schon gefüllt ist. Das ist wie bei einem Gummiband. Wenn ich dieses eine bestimmte Strecke von, sagen wir mal fünf Zentimeter, ausziehe und wieder entspanne, dann geht das im fast entspannten Zustand am leichtesten. Wenn ich das Gummi dann ein Stück ausziehe und lasse es in diesem Bereich um fünf Zentimeter arbeiten, dann geht das schon schwerer. Ist das Gummiband gar bis zum Anschlag gedehnt, dann kann ich es nicht weiter ausdehnen. Es würde reißen, weil seine Dehnbarkeit (Compliance) an dieser Stelle zu Null geworden ist. Ähnlich wie bei einem Gummiband geht die Compliance der Lunge mit zunehmender Füllung bis auf Null zurück.

Wenn also ein Patient mit zwölf Hektopascal Druck therapiert werden muss, dann ist seine Lungencompliance schon merklich kleiner geworden. In diesem Zustand wird seine Atemmuskulatur eine sehr viel größere Kraftanstrengung aufbringen müssen, um ein bestimmtes Luftvolumen pumpen zu können, als das bei einem Therapiedruck von nur sechs Hektopascal oder gar ohne Gerät der Fall wäre. Ein hoher Therapiedruck bewirkt also eine stehende Vorfüllung und eine stehende Vorspannung der Lunge. Die Vorspannung bewirkt eine Gegenkraft, die einer weiteren Lungenfüllung entgegen wirkt. Das Atmen erfordert mehr Kraft. Die Vorfüllung hat außerdem zur Folge, dass die Lunge mit jedem Hektopascal Druck effektiv kleiner wird, denn der Basistherapiedruck, der EPAP alleine, befördert bereits ein gewisses bleibendes Luftvolumen in die Lunge, das dort für die Dauer der Therapie verbleibt. Dieses in Anspruch genommene Lungenvolumen steht für eine Atmung nicht mehr zur Verfügung und das verbliebene restliche Volumen kann wegen der kleiner gewordenen Compliance bzw. erhöhter Gegenspannung nur noch mit größerer Kraftanstrengung geatmet werden.

Ein CPAP-Patient hätte damit bei Drücken über zwölf Hektopascal ein heftiges Problem. Bi-Level-Geräte entlasten jedoch die Atemmuskulatur, indem sie den Inspirationsdruck anheben. Auf diese Weise wird der gestiegene Gegendruck aus der vorgespannten Lunge mit einem erhöhten Druck aus dem Bi-Level-Gerät überwunden. Nachteilig ist dabei nur, dass die Druck-erhöhung, die von einem Trigger ausgelöst wird, einen vorprogrammierten Verlauf nimmt. Doch das ist der Stand der heute verfügbaren Technik. Besser wären andere Steuerungen, die den Druck nicht nach einem vorprogrammierten Zeitplan, sondern proportional mit steigender Lungenfüllung hochfahren. Derartige Geräte wurden schon im Labor gebaut und bekamen gute Kritiken. Es gibt sie derzeit nicht auf dem Bi-Level-Markt.

Nun ist natürlich die Frage, ab welchem notwendigen Druck sollte ein Bi-Level-Gerät eingesetzt werden? Der Druck war hier die wichtigste Orientierungsgröße, aber wir haben ja schon gesehen beileibe nicht die einzige Orientierungsgröße.

Bi-Level-Geräte werden (wurden) in der Regel ab zehn Hektopascal eingesetzt, aber keine Regel ohne Ausnahme beziehungsweise andere Notwendigkeiten und Meinungen. Die Selbsthilfeorganisationen haben schon oft gefordert, diese maximale Grenze einzuhalten, also spätestens ab zehn Hektopascal Bi-Level zu verordnen, diese sogar bei circa acht Hektopascal in Betracht zu ziehen. Nun steht immer die Frage, was macht man wie – und warum?

Der Trigger

Wie bereits erwähnt, ist der Trigger maßgebend für die therapeutische Tauglichkeit eines Bi-Level-Gerätes. Das ursprüngliche Problem des Bi-Level-Gerätes sind Fehlauflösungen oder sogenannte „hängende“ Trigger, die also überhaupt nicht auslösen. Damit ein Trigger zur rechten Zeit auslösen kann, muss es einen Parameter geben, der auswertbar ist. Die ersten Geräte waren noch recht primitiv aufgebaut und hatten einen erhöhten inneren Strömungswiderstand. Dadurch fiel der Druck in der Maske gut erkennbar ab, wenn der Patient anfang einzuatmen. Die Steuerung registrierte diesen Druckabfall und startete den Druckanstieg über eine Ventilmechanik. Wenn der Patient dann ausatmen wollte, ging das nur durch erneute Anstrengung, wodurch sich der Maskendruck erhöhte, was nach Erkennung durch die Gerätesteuerung zum Abregeln des Druckes führte. Diese sogenannten Drucktrigger erforderten jede Menge Anstrengung durch den Patienten. Man kann sie heute unmöglich noch anbieten. Damals hat sich der Begriff Triggerarbeit gebildet, weil es richtig Atemarbeit verlangte, den Trigger zum Auslösen zu bewegen.

Die technische Entwicklung ging jedoch weiter zum Flowtrigger. Diese Triggergeneration wurde nötig, als der Geräteinnenwiderstand gesenkt werden konnte. Dem Drucktrigger wurde damit seine Existenzgrundlage entzogen. Flowtrigger lösen den IPAP aus, wenn ein bestimmter Inspirationsflow zustande gekommen ist. Der EPAP wird ausgelöst, wenn der Flow nur noch einen prozentual kleinen Anteil vom zuvor erfassten inspirativen Peakflow besitzt, zum Beispiel 14 Prozent vom maximalen Flow, der seit der letzten Druckumschaltung gemessen wurde. Der Flowtrigger löste viele Probleme bei der Umschaltung vom hohen zum niedrigeren Druck. Er hatte jedoch Probleme beim Auslösen des IPAP. In diesem Moment ist die Lunge gerade entleert und die Atemwege sind offen. Das schlagende Herz produziert jedoch Luftwellen, die sich bis in den Atemschlauch fortsetzen und den Trigger vorzeitig auslösen können. Wird der Trigger unempfindlicher eingestellt, dann musste man schon richtig gut einatmen, um den Druckanstieg über den Trigger auszulösen.

Dieses Problem wurde mit dem Volumentrigger überwunden. Dieser löst den IPAP aus, wenn ein bestimmtes inspiratives Luftvolumen erfasst wurde. Da die vom Herzschlag erzeugten Luftwellen hin und her schwingen, also positiv und negativ sind, heben sie sich auf und das produzierte Volumen ist am Ende null. Somit kann das nur in einer Richtung fließende inspirative Volumen den Triggerimpuls sicher auslösen.

Ein Volumentrigger zum Auslösen des IPAP und ein Flowtrigger zum Auslösen des EPAP ist heute üblicher Stand der Technik. Dieser erfordert so gut wie keinen Kraftaufwand und die Triggerarbeit ist nahezu null.

Der ST-Modus

Die Funktion des Atemtriggers hat bereits die Funktion des S-Modus hinreichend erklärt. Die Spontanatmung, also der unbeusst ablaufende Wechsel zwischen Einatmung und Ausatmung steuert den Trigger und der Trigger löst als Schalter Druckwechselvorgänge aus, die zum Erreichen des IPAP (oberes Druckniveau) und des EPAP (unteres Druckniveau) führen.



Bei Patienten, die einen recht hohen Therapiedruck benötigen, besteht allerdings die Neigung zu zentralen Apnoen. Im Gegensatz zu einer obstruktiven Apnoe, die durch einen mechanischen Verschluss der oberen Atemwege gekennzeichnet ist, beruht eine zentrale Apnoe auf einem Ausbleiben des Atemantriebs aus dem Gehirn. Das Gehirn als Zentralnervensystem gibt dieser zentralen Apnoe seinen Namen. Zentrale Apnoen können auch periodisch auftreten, als Folge eines nicht stabilen Atemregulationszentrums oder auch als Folge einer Herzerkrankung. Das Letztere wird als Cheyne-Stokes-Atmung bezeichnet, nach dem Namen der Ärzte, die diese Zusammenhänge erkannt hatten.

ST-Geräte schalten immer dann, wenn der spontane Atemantrieb für eine einstellbare Zeit im Sekundenbereich ausbleibt in den T-Modus. In diesem Time-Modus führt das Gerät eine künstliche Beatmung mit vorher durch den Arzt einstellbaren Werten durch. Sobald das Gerät wieder Spontanatmung erkennt, schaltet es in den S-Modus zurück und die Druckwechsel werden wieder vom Trigger ausgelöst. ST-Geräte sind auch dazu geeignet eine Cheyne-Stokes-Atmung zu therapieren, indem sie gleich zu Beginn einer zentralen Apnoe den Atemantrieb wieder initialisieren und so die Atmung normalisieren. Doch für herzkranken Patienten mit einer Cheyne-Stokes-Atmung gibt es auch ganz spezielle CS-Geräte.

Man erkennt, durch eine kombinierte Auswertung mehrerer Ereignisse im Atemgeschehen ist es heute möglich, eine sichere Unterscheidung zwischen obstruktiven und zentralen Ereignissen zu gewährleisten. Dies ist zum Beispiel erforderlich, da auf obstruktive Ereignisse mit Druckerhöhung reagiert werden muss, aber bei zentralen Ereignissen eine Druckabsenkung zu erfolgen hat.

Sie sehen aber auch, allein schon die richtige Geräteauswahl, die entsprechende Einstellung erfordert Wissen und Zeit. Die meisten Geräte bieten mehrere Modi und damit vielfältige Möglichkeiten. Diese intelligenten Methoden der Druckanpassung ermöglichen eine für den Patienten komfortable und schonende

Therapie. Dies passt aber alles das Schlaflabor an beziehungsweise gegebenenfalls ist die Voreinstellung der Geräte schon so eingerichtet. Verständlich ist auch, dass dann teilweise Bi-Level-Therapiegeräte mit ST-Modus eingesetzt werden, die mit geringem Druck arbeiten (zum Beispiel fünf bis sechs Hektopascal), da sie vorwiegend zentrale Apnoen verhindern müssen. Man kann also so auf die speziellen Atemverhältnisse der Patienten eingehen.

Nun, auch über die in Bezug auf die weitere Entwicklung „relativ“ einfach erscheinenden Bi-Level-Geräte lässt sich vieles sagen. Grundsätzlich bin ich der Meinung, dass die Einführung des Flex-Modus einer der entscheidenden Fortschritte bei den Therapiegeräten war. Beim Test des ersten Gerätes war ich begeistert. Schon das normale CPAP-Gerät mit konstantem Druck hat uns ja wieder Lebensqualität gebracht. Aber warum sollte es nicht besser gehen, das Bi-Level-Gerät war auch nur ein notwendiger Fortschritt.

Wir werden uns in der nächsten Fortsetzung dieser kleinen Serie speziell mit den Möglichkeiten der Flex-Modi beschäftigen, wobei hier klar werden wird, warum diese eine solch weitgefächerte Verbreitung gefunden haben. Weiterhin sind Automatik- und CS-Therapiegeräte, ihrer Weiterentwicklung und ihre Einsatzprinzipien noch ein sehr interessantes Thema dieser Folge.

