

Neue Beatmungsmasken lassen nicht nur die Kosten aufatmen

Noch hat die **NICHT INVASIVE BEATMUNG (NIV)** nicht jenen Stellenwert, der ihr nach übereinstimmenden Studien zukommen sollte. Doch neue Intensivventilatoren und komfortablere Masken tragen zur verstärkten Durchsetzung bei

ERSCHRECKENDE Prognose für eine Todesursache: Die chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) wird bis zum Jahre 2030 weltweit an dritter Stelle aller Todesursachen stehen. Damit prognostiziert die Weltgesundheitsorganisation WHO ein außerordentliches Wachstum dieses komplexen Krankheitsbildes. Diese Entwicklung erfordert auch eine Neubewertung bisheriger Beatmungstherapien, wie sie in Deutschland kürzlich mit der S3-Leitlinie „Nicht invasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz“ (Hrsg.: Dt. Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V.) vorgenommen wurde. Ihr Ziel: die Verbreitung

und Etablierung der NIV bei akutmedizinischen Indikationen. Davon profitierten viele Patienten, wie Prof. Dr. Ralf Kuhlen, Chefarzt der Klinik für Intensivmedizin am HELIOS Klinikum Berlin-Buch, resümiert. Er war maßgeblich an der Formulierung der S3-Leitlinie zur nicht invasiven Beatmung beteiligt (siehe auch Interview, S. 15).

Unterstützen und ersetzen

Als lebensrettende Intervention, so die S3-Leitlinie, sei die invasive Beatmung nach wie vor oft unverzichtbar. Doch sie gehe einher mit dem Risiko nosokomialer Infektionen, vor allem der Ventilator-assoziierten Pneumonie mit der Folge hoher Sterblichkeit sowie deutlicher Mehrkosten. Sie birgt infektiöse Risiken – die Luftröhre wirkt als „Keimrennbahn“. Zudem erfordert sie eine Schmerzausschaltung (Analgesiedierung), und führt bei längerem Einsatz zum Abbau der Muskulatur und zur Notwendigkeit der langsamen Respiratorentwöhnung (Weaning).

Wird die Atmung durch pathophysiologische Veränderungen beeinträchtigt,

muss sie, oft unter Anästhesie, künstlich aufrechterhalten werden. Hierfür ist Sauerstoff und Luft maschinell zuzuführen, CO₂ abzutransportieren. Dazu wurden Geräte entwickelt, die maschinell die Funktion der Atemmuskulatur übernehmen. Moderne Ventilatoren wie die Evita XL bieten hierfür eine Vielzahl von Beatmungsmodi zur optimalen Anpassung an die jeweilige klinische Situation – ob invasiv oder nicht invasiv.

Als nicht invasiv arbeitendes Beatmungsgerät stand bereits 1928 die Eiserne Lunge für den Einsatz in der Klinik zur Verfügung, die den Atemvorgang durch die zyklische Abfolge von Unterdruck (einatmen) und Überdruck (ausatmen) nachahmte. Eine neue Technologie entwickelte sich seit den 1980ern mit der Maskenbeatmung – zunächst im chronischen, zunehmend aber auch im akuten Bereich. Doch sie konnte sich zunächst aus technischen Gründen nicht recht durchsetzen. Der Grund: mangelhafte Synchronisation zwischen Beatmungsgerät und Patient führten zu Komplikationen bei dieser Form der künstlichen Beatmung. >

ABSTRACT Die evidenzbasierte nicht invasive Beatmung vermeidet das Risiko nosokomialer Infektionen mit Folge hoher Sterblichkeit sowie deutlicher Mehrkosten. Die deutsche S3-Leitlinie will zur weiteren Etablierung der NIV beitragen. Neu entwickelte Beatmungsmasken sind ein wichtiges „Zubehör“ der aus medizinischen wie ökonomischen Gründen wünschenswerten NIV.

ClassicStar®

- ▶ Einweg-Beatmungsмаске mit anpassbarem Kissen für optimale Leckagen-Kontrolle und großflächige Druckverteilung
- ▶ Verstellbare Stirnstütze zur besseren Verteilung des Kontaktdrucks auf Nasenrücken und Stirn
- ▶ Verbesserte Stabilität und Fixierung durch ein Sechs-Punkt-Kopfband
- ▶ Lieferung mit Standard-Winkelstückadapter
- ▶ Kompatibel mit Dräger-Beatmungsgeräten mit NIV-Option: Evita-Serie, Savina und Carina

Bewegliche Stirnunterstützung und -polster für mehr Stabilität

Das luftgefüllte Maskenkissen kann an die Gesichtskonturen des Patienten angepasst werden und bietet so mehr Komfort und eine effektivere Abdichtung

Optionale Befestigungspunkte am Maskenkörper ermöglichen eine für den Patienten bequeme und stabile Anbringung des Kopfbandes

O₂-Anschluss für Sauerstoffgabe oder Druckmessungen

Zugang für Magensonde

Der Standard-Winkelstückadapter kann um 360° gedreht und vertikal angepasst werden, und bietet so mehr Flexibilität

Maskenbeatmung erfüllt strengste Kriterien evidenzbasierter Medizin

> Verbesserte Masken im Zusammenspiel mit weiter entwickelten Ventilationsmodi der Beatmungsgeräte erweitern das Anwendungsspektrum der Maskenbeatmung seitdem kontinuierlich: Selbst in der Notfallmedizin und Neonatologie findet sie bereits Anwendung. Verglichen mit einer Tubus-Beatmung, treten bei der NIV merklich geringere Komplikationen auf. So ergaben mehrere im Bereich der Intensivmedizin durchgeführte Studien mit eindeutiger statistischer Aussagekraft unter Maskenbeatmung eine signifikant geringere Mortalitätsrate im Vergleich zur Intubation (z.B. Brochard, Mancebo und Wysocki et al.; 1995). Dennoch, ergänzt Prof. Kuhlen, sei in der Akutmedizin die Anwendung der NIV trotz günstiger evidenzbasierter Datenlage „noch unzureichend“.

Kosten halbiert

Gezielt und richtig eingesetzt, kann die NIV die Entwöhnungsphase vom Respirator „signifikant“ verkürzen. Ferrer et al. bestätigten 2003 in ihrer randomisierten Studie „Non-invasive Ventilation during Persistent Weaning Failure“ (Am. J. Respir. Crit. Care Med., Vol. 168, No. 1, July 2003, 70–76) die generell geringere mittlere Aufenthaltsdauer sowohl auf der Intensivstation als auch im Krankenhaus.

Nach einer Untersuchung von Schönhofer et al. (2006) führt in Europa ein intubiert beatmeter Pneumonia-Patient zu Kosten von 25.000 Euro, während nicht invasive Beatmung diese Kosten auf 10.300 Euro senkt und somit mehr als halbiert. Wie aus weiteren Studien ersichtlich, wurden bislang vielfach die Masken als limitierender Faktor der >

Einatmen – ausatmen, bitte



FOTO: AP PHOTO

Die Lunge versorgt den Körper mit Sauerstoff und Energie. Etwa fünfzig Mal je Minute atmet das Neugeborene ein und aus. Ein Erwachsener hingegen füllt und leert seine Lungen mit jeweils ca. 0,5 Liter Luft in Ruhe nur etwa 12 bis 16 Mal je Minute. Über eine Viertelmillion Kubikme-

ter Luft hat die Atemmuskulatur somit bis zum 69. Lebensjahr ausgeatmet und hätte damit fast 23 Luftschiffe vom Typ des ersten Zeppelin LZ-1 mit seinen 128 Meter Länge aufpusten können.

30 Millionen kleinster Bläschen (Alveoli) machen die Lunge (Pulmo) zu einer Art feinporigem Schwamm. Zum Einatmen (Inspiration) spannt sich das Zwerchfell (Diaphragma) aktiv. Der so erzeugte Unterdruck saugt frische Luft via Luftröhre (Trachea) und Bronchien in die traubenförmig hintereinandergeschalteten Alveolarhaufen. Von dort aus gelangt sie in das arterielle System und versorgt die Mitochondrien mit Sauerstoff. Dieser verbrennt in der so genannten ATP-Fabrik Glucose zu Kohlendioxid (CO₂), Wasser und Energie.

Jährlicher CO₂-Ausstoß: wie 888 km mit dem Porsche Cayenne

Der Abtransport von CO₂ erfolgt in umgekehrter Reihenfolge: über das venöse System hin zu den Alveolen. Beim passiven Ausatmen (Expiration) werden CO₂ und Wasser über die Bronchien in die Außenluft abgegeben. Der „CO₂-Fußabdruck“ des Menschen beträgt dabei in Ruhe etwa 315 Kilogramm Kohlendioxid im Jahr. Das entspricht 888 Kilometer mit dem Porsche Cayenne Turbo.

Verschiedene Mechanismen erleichtern die Atmung (Respiration). Unmittelbar einleuchtend ist die Analogie der Lunge zur Feder, die beim Einatmen hauptsächlich mit der Muskelkraft des Zwerchfells auseinandergezogen wird, um sich beim Ausatmen automatisch wieder zusammenzuziehen. Versteckter, aber nicht weniger effizient arbeitet die Auskleidung der Lungenbläschen mit einer oberflächenaktiven Substanz. Dieses Surfactant stabilisiert die Alveolen unterschiedlicher Größe und erhöht die Volumen-Dehnbarkeit (Compliance) der Lunge, wodurch beim Einatmen weniger Druckdifferenz und somit Arbeit benötigt wird. Ist der Atemkreislauf eingeschränkt, kommt es zum Sauerstoffmangel (Hypoxie) als Leitsymptomatik bzw. zu einem erhöhten CO₂-Gehalt des arteriellen Blutes, der Hyperkapnie.

NovaStar®

- ▶ Wiederverwendbare Beatmungsmaske
- ▶ Optimaler Sitz dank individueller Anpassung an Gesichtskonturen
- ▶ Sehr weiches Gelkissen für hohen Tragekomfort und verbesserte Abdichtung
- ▶ Verstellbare Stirnstütze zur besseren Verteilung des Kontaktdrucks auf Nasenrücken und Stirn
- ▶ Kompatibel mit Dräger-Beatmungsgeräten mit NIV-Option: Evita-Serien, Savina und Carina



Bewegliche Stirnstütze und biegsames Stirnpolster für die Anpassung an die Stirnform

Daumenrad zur Anpassung der Stirnstütze

Individuelle Anpassung durch in den flexiblen Maskenkörper eingebettete Ringe

Mit Silikongel gefülltes Kissen für erhöhten Komfort und verbesserte Abdichtung

Ein um 360° bewegbarer Standard-Winkelstückadapter für mehr Flexibilität

Magnetische Clips zum Anbringen des Kopfbandes ermöglichen eine schnelle Positionierung und das Entfernen der Maske

NIV verkürzt die mittlere Aufenthaltsdauer und somit die Fallkosten signifikant

- > nicht invasiven Beatmung aufgefasst. Die Masken müssen einerseits komfortabel sitzen, sollen Läsionen, also Hautirritationen, vermeiden und dürfen andererseits nur geringe und vom Beatmungsgerät kompensierbare Leckagen aufweisen. In allen drei Punkten sorgen die neuen NIV-Masken ClassicStar und NovaStar von Dräger für deutliche Verbesserungen. Ein weiteres Augenmerk legte man auf die Minimierung des Totraumvolumens. So setzt man in der NovaStar erstmals sehr weiche Gekissen ein, die durch sehr gute Anpassung an die Anatomie, Komfort und

Meilensteine: Der Weg zur patientenorientierten Beatmung

1771 Entdeckung des Sauerstoffes als Bestandteil der Luft *Carl Wilhelm Scheele und später Joseph Priestley (1775)*
1775 Atmung dient der Zufuhr von Sauerstoff *Antoine Lavoisier*
1858 Manuelle Methode zur Beatmung *Henry R. Silvester*
1876 Negativdruckbeatmung – Spirophore auf der Pariser Weltausstellung (1878) *Eugène Woillez*
1882 Inspiration beruht auf O₂-Mangel, Expiration auf CO₂-Überschuss *Julius Bernstein*



FOTO: AUS PATENTSCHRIFT

1883 Erstes Patent für Beatmungsapparatur (siehe Abbildung) *John Ketchum*
1889 Druckmindererventil Lubecca® – Entnahme von Gasen aus Flaschen *Heinrich Dräger*

1895 „Linde-Verfahren“ – Abfüllung von Gasen wie Sauerstoff in Flaschen *Carl von Linde*
1903 „Biomotor“ – Tragbare Vorrichtungen zur Erzielung künstlicher Atmung in einem Kürass (fußbetrieben) *Rudolf Eisenmenger*
1904 Druckdifferenzverfahren mittels Unterdruckkammer *Ferdinand Sauerbruch*
1906 Überdruck-Operationsapparat (Brauer-Dräger®) *Ludolph Brauer*
1907 Wechseldruckbeatmung, zeitgesteuert (Dräger Pulmotor®; Prototyp) *Heinrich Dräger*
1908/09 Wechseldruckbeatmung (Zweischlauch-System), druckgesteuert (Dräger Pulmotor®; Serienproduktion) *Bernhard Dräger und Hans Schröder*
1928 Tankrespirator, so genannte „Eiserne Lunge“ – intermittierende Negativdruckbeatmung zur Therapie von Gasvergiftungen *Philip Drinker und Louis Agassiz Shaw*

1937 Both-Respirator (Australien) aus Holz – Produktion durch Morris Motors Ltd., UK (1938) *Edward Both*
1940 Weltweite Polio-Epidemien bis in die 1960er Jahre
1947 Bau der „Eisernen Lunge“ durch die Deutsche Werft, Hamburg – Torpedorohr eines Zerstörers (Druckbehälter), Blasebalg einer Feldschmiede (Antrieb), Teile eines Fischkutters (Getriebe) *Axel Dönhardt und Reinhard Aschenbrenner*
1947/49 Parallelentwicklung der „Eisernen Lunge“ bei Dräger (Prototyp)/Modell E 52 – Serienproduktion (1952)
1952 „Bag-Ventilation“: Handbeatmung mittels Pendelsystem (to-and-fro), 200 Patienten durch 1.500 Studenten in Kopenhagen beatmet
1952 Steuerung des Atemvolumens und der Atemfrequenz (Positivdruck-Beatmung) *Engström Respirator®*
1953 Beatmung über Trachealkanüle oder Tubus (Dräger Pulmotor-Prinzip) *Dräger Poliomat®*

1955 Kontrollierte und assistierte Beatmung: zeitgesteuert, volumenkonstant – unter Anfeuchtung und Erwärmung des Atemgases *Dräger Spiromat®*
1965 Assistierte Beatmung: druckgesteuert, patientengetriggert *Dräger Assistor®*
1971 Volumenkontrollierte Beatmung mit Feedback-System *SERVO® 900*
1982 Mikroprozessorgesteuerte Beatmung und integriertes Ventilationsmonitoring *Dräger EV-A*
1988 Einführung der patientenadaptierten Beatmung: Optimierung der Spontanatemunterstützung mit BIPAP *Dräger Evita®-Serie*
1995 Weiterentwicklung der patientenadaptierten Beatmung – Einführung von AutoFlow und später PPS (1997) sowie NIV (2000) *Dräger Evita 4*
2005 Reduzierung der Beatmungstage durch automatisiertes Weaning (Entwöhnung vom Respirator) mittels wissenschaftlichem SmartCare-System *Dräger Evita XL*

Heike Petermann

War maßgeblich an der Formulierung der S3-Leitlinie zur nicht invasiven Beatmung (NIV) beteiligt: Prof. Dr. med. Ralf Kuhlen.

FOTO: GEORG J. LOPATA



Funktion auf gleichermaßen hohem Niveau miteinander verbinden: „Wir schätzen Gekissen und Flexibilität der Maske sehr“, urteilten zwei Physiotherapeuten nach einem ausführlichen Anwendungstest Anfang 2008 in einer Abteilung des Karolinska Universitätskrankenhauses in Solna, Schweden. Zudem seien die Masken „sehr einfach“ zu benutzen. So werde bei künstlicher Ernährung der Schlauch der nasogastromedialen Sonde durch das anpassungsfähige Gekissen (NovaStar) abgedeckt, oder über eine Öffnung (ClassicStar) zum Patienten geführt. Gegenüber herkömmlichen Lösungen können signifikante Leckagen und Hautreizungen vermieden werden. Beide Masken bedecken Mund und Nase.

Zubehör erweitert Spektrum

Vielfältiges und einfach anzusetzendes Zubehör erweitert ihr Anwendungsspektrum. Dazu zählen beispielsweise Barr-vent-Filter zum Schutz vor bakterieller und viraler Infektion ebenso wie BefeuchtungsfILTER. Selbstverständlich sind die entsprechenden Masken mit ihrem jeweiligen Zubehör als Gesamtsystem validiert. In der Summe ihrer Eigenschaften tragen aktuelle Maskenentwicklungen wesentlich dazu bei, die Akzeptanz der NIV bei Patienten und Pflegepersonal zu erhöhen – und somit den verstärkten Einsatz der Maskenbeatmung zu fördern. **Imme Ubben**

„NIV erfordert ein anderes Patienten-Management“

PROF. DR. MED. RALF KUHLEN (43) ist Chefarzt der Klinik für Intensivmedizin am HELIOS Klinikum Berlin-Buch.

Weshalb wurde die S3-Leitlinie zur nicht invasiven Beatmung (NIV) entwickelt?

Prof. Dr. med. Ralf Kuhlen: Gegenüber der invasiven Beatmung bietet die NIV bei einigen Indikationen, vor allem bei den hyperkapnischen Formen des respiratorischen Versagens, eindeutige Vorteile – weniger Keime gelangen durch den Verzicht auf den Tubus in das respiratorische System, sodass weniger nosokomiale Infektionen entstehen, und der Patient braucht nicht sediert zu werden. Die Intensivmedizin jedoch macht von diesen Vorzügen bislang nicht in vollem Umfang Gebrauch, sodass es ein Anliegen der Leitlinie war, den Stellenwert der NIV auch für den akutmedizinischen Bereich zu formulieren und ihre Anwendung zu verbreiten. In weitaus kleinerem Maße aber warnt sie auch vor einer zu starken Ausweitung der NIV bei unsicheren Indikationen, wie etwa den schweren Formen der hypoxämischen Gasaustauschstörungen.

Was war bisher der limitierende Faktor für die breitere Anwendung der NIV?

Prof. Kuhlen: Viele Studien haben den Vorteil der NIV gezeigt, aber dieses Wissen hat sich im Klinikalltag noch nicht vollständig durchgesetzt. Zudem erfordert die NIV ein anderes Patienten-Management. Die ärztliche und pflegerische Betreuung ist am Anfang, in der Phase der Adaptation der NIV, bei den wachen Patienten größer. Ausgeglichen wird dieser anfangs höhere Aufwand dadurch, dass dieser im weiteren Behandlungsverlauf entsprechend sinkt. Insgesamt ist der Aufwand für beide Methoden – invasive wie nicht invasive Beatmung – in etwa gleich, jedoch weisen alle Studien zur NIV bei der hyperkapnischen respiratorischen Insuffizienz darauf hin, dass weniger Patienten intubiert werden müssen und letztlich auch das Überleben der Beatmungsepisode besser ist.

Wo sehen Sie zukünftig noch weitere Anwendungen der NIV?

Prof. Kuhlen: Die demografische Entwicklung in vielen Industriestaaten bringt mit sich, dass wir mehr Patienten mit chronisch-obstruktiven Lungenerkrankungen (COPD) in fortgeschrittenen Erkrankungsstadien haben werden. Für diese Gruppe stützt eine gute Datenlage die Beobachtung, dass viele dieser Patienten von der NIV profitieren und auch bei außerklinischer Anwendung des Verfahrens eine höhere Lebensqualität erfahren.

Wo sehen Sie noch Verbesserungsbedarf bei der Maskenbeatmung?

Prof. Kuhlen: Als Spezialist für dieses Gebiet fallen mir da schon noch einige ein. Aber die wichtigsten Verbesserungen mit Blick auf die Patienten werden sein, die NIV im klinischen Alltag deutlich stärker bei der adäquaten Indikationsstellung zu berücksichtigen. Das vorrangige Ziel der S3-Leitlinie war es, das Wissen um den Stellenwert des Verfahrens in diesen Indikationsgebieten zu verbreiten.

Weiter im Internet:

www.draeger.com/381/NIV