

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislaufkrankungen

Nichtinvasive Beatmung

Hörmann C

*Journal für Kardiologie - Austrian Journal
of Cardiology 2004; 11 (Supplementum B)
11-15*

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

Krause & Pachernegg GmbH
Verlag für Medizin und Wirtschaft
A-3003 Gablitz

www.kup.at/kardiologie

Indexed in EMBASE/Excerpta Medica

Veranstungskalender

Hybrid-Veranstaltungen der Herausgeber des **Journals für Kardiologie**

Finden Sie alle laufend aktualisierten Termine
auf einem Blick unter

www.kup.at/images/ads/kongress.pdf

Nichtinvasive Beatmung

C. Hörmann

■ Einleitung

Die Anwendung der nichtinvasiven Beatmung hat in den letzten Jahren auf allen Intensivstationen deutlich zugenommen. Begonnen hat die Verwendung der nichtinvasiven Beatmung in der Intensivtherapie in Form einer „Negative Pressure Ventilation“. Die „Eiserne Lunge“ beziehungsweise „Chest Shell“ unterstützte durch Aufbau eines negativen Druckes im Thoraxbereich die Spontanatmung des Beatmungspatienten. Schwerwiegende Komplikationen, vor allem in Form einer Obstruktion der oberen Luftwege sowie von Rippenfrakturen, führten jedoch recht bald dazu, daß die nichtinvasive negative Druckbeatmung zugunsten der nichtinvasiven positiven Druckbeatmung in den Hintergrund gedrängt worden ist.

Die nichtinvasive positive Druckbeatmung stellt eine maschinelle Unterstützung der Ventilation mittels Überdrucks ohne Anwendung eines künstlichen Atemweges dar (Endotrachealtubus, Trachealkanüle). Es kann dadurch eine große Anzahl möglicher Komplikationen, die durch den Endotrachealtubus verursacht werden, vermieden werden. Die nachfolgende Aufzählung soll einen Überblick darüber geben:

Komplikationen des Endotrachealtubus

- Zwischenfälle bei Intubation und Extubation (Tubusföhlage und die damit verbundene Hypoxie, Verletzungen, Stimmbandläsionen)
- Komplikationen der Tracheotomie (Blutungen, Infekte)
- Spätfolgen von Tubus und Trachealkanüle (Trachealstenose)
- Sedierung und eventuelle Relaxierung (Kreislaufdepression, Darmatonie, Myopathie, Immobilisierung)
- Barotrauma und/oder Volutrauma durch mechanische Überdruckbeatmung
- Nosokomiale Infektionen (Sinusitis, ventilatorassoziierte Pneumonie, Sepsis . . .)
- Entzugsdelir im Weaning

Dem gegenüber steht eine Reihe von Vorteilen, die den Einsatz der nichtinvasiven positiven Druckbeatmung sinnvoll erscheinen lassen [1]. Die Literatur ist sich darüber einig, daß es bei bestimmten Patientenkollektiven durch die Anwendung der nichtinvasiven positiven Druckbeatmung zu einer Reduktion der nosokomialen Infektionen, zu einer Verkürzung der Beatmungsdauer sowie zu einer Senkung der Mortalität kommt. Außerdem nimmt der Patientenkomfort deutlich zu, da jederzeit ein Beginn, eine Unterbrechung oder Beendigung der Beatmung ohne In- oder Extubation möglich ist. Aufgrund der fehlenden endotrachealen Reizung ist keine (hochdosierte) Analgosedierung nötig. Dadurch, daß die Sprechfähigkeit des beatmeten Patienten erhalten bleibt, kommt es zu keiner sozialen Isolierung des Beatmungspatienten. Unter bestimmten Umständen ist auch eine Fortführung der normalen, oralen Nahrungsaufnahme möglich. Im nachfolgenden sollen nun die unterschiedlichen Beatmungsmodi, die Kontra-

indikationen, die möglichen Komplikationen und Nebenwirkungen sowie Anwendungsbereiche der nichtinvasiven positiven Druckbeatmung diskutiert werden.

■ Beatmungsmodi

Eine ganze Reihe von Beatmungsformen steht zur Verfügung, um das nichtinvasive Beatmungsmuster optimal an den Patienten anpassen zu können. Sowohl augmentierende als auch kontrollierte Beatmungsmodi sind verfügbar. Tabelle 1 soll einen kurzen Überblick über die Vielzahl an Möglichkeiten geben.

Die Effizienz der einzelnen Beatmungsmodi wird in der Literatur unterschiedlich beurteilt. Die Vorteile der Masken-CPAP-Therapie liegen einerseits in der Therapie des isolierten Oxygenierungsversagens durch Vergrößerung der zur Verfügung stehenden Gasaustauschoberfläche (Vergrößerung der funktionellen Residualkapazität). Ferner kann bei obstruktiven Patienten eine deutliche Reduktion der durch den intrinsischen PEEP bedingten flußunwirksamen, elastischen Atemarbeit zu Beginn der Inspiration erzielt werden [2, 3]. Besonders gut wird von den Patienten PSV beziehungsweise ASB mit nichtinvasiver Maskenbeatmung toleriert. Da es sich bei diesen Beatmungsmodi um „Flow“-gesteuerte Beatmungsmodi handelt, kann der Patient mit Hilfe der Atemmuskulatur das Atemmuster selber bestimmen. Atemfrequenz, Atemzugvolumen, Inspirationszeit, Expirationszeit und damit die Dauer des einzelnen Atemzyklus können vom Patienten in Abhängigkeit von seinen Erfordernissen frei variiert werden [4, 5]. Ebenso erfolgreich konnte druckkontrollierte AC-Ventilation angewendet werden [6]. Es zeigten sich jedoch hinsichtlich des Patientenkomforts doch Nachteile gegenüber einer PSV/ASB-Beatmung. Volumenkonstante nichtinvasive Beatmung wurde aufgrund der konstant vorgegebenen Inspirations- und Expirationszeit sowie des konstanten inspiratorischen Flow häufig schlecht toleriert. In Zusammenarbeit der Literatur läßt sich sagen, daß große Vorteile in der Anwendung von PSV/ASB in der nichtinvasiven Beatmung liegen. Nur bei größeren, nicht beherrschbaren Leckagen ist die AC-Ventilation zu bevorzugen, da aufgrund der Zeitsteuerung dieses Beatmungsmodus eine konstante Inspirationszeit eingestellt wird. Bei PSV/ASB hingegen können in diesen Fällen durch das 25 %-Flowabregelungskriterium Probleme mit der Beendigung der Inspiration entstehen [7].

Tabelle 1: Beatmungsmodi der nichtinvasiven Beatmung

CPAP:	Continuous Positive Airway Pressure
PSV:	Pressure Support Ventilation
ASB:	Assisted Spontaneous Breathing
PAV:	Proportional Assist Ventilation
CMV:	Controlled Mechanical Ventilation
AC:	Assist Controlled Ventilation
SIMV:	Synchronized Intermittant Mandatory Ventilation

Mittlerweile besteht aber auch die Möglichkeit, bei PSV/ASB als zusätzliches Kriterium der Begrenzung der Inspiration eine Zeit zu wählen. Wird innerhalb des gewählten Zeitintervalls das 25 %-Flowabregelungskriterium nicht erreicht, wird die Inspiration nach Verstreichen des eingestellten Zeitintervalls beendet. Dadurch können im PSV/ASB-Mode Leckage-bedingte Probleme mit der Beendigung der Inspiration gut beherrscht werden.

■ Atemweg

Mitverantwortlich für die steigende Akzeptanz der nichtinvasiven positiven Druckbeatmung ist eine deutliche Vergrößerung des kommerziell erhältlichen Sortiments an Beatmungsmasken. Die nichtinvasive positive Druckbeatmung kann über Gesichtsmasken, Nasenmasken und Mundstücke appliziert werden. Besonderer Bedeutung kommt bei Anwendung der Nasenmaske dem weichen Gaumen zu. Aufgrund seiner Beweglichkeit sowie des angewendeten Überdruckes kommt es bei Beatmung über die Nase zu einem Verschluss der Mundhöhle, indem sich der weiche Gaumen an die Zunge legt. In ähnlicher Weise erfolgt bei Überdruckbeatmung durch den Mund ein Verschluss des Nasopharynx. Dadurch können größere Leckagen in diesem Bereich verhindert werden.

■ Kontraindikationen der nichtinvasiven Beatmung

Aufgrund des fehlenden geschützten Atemweges und des damit verbundenen fehlenden Aspirationsschutzes gibt es einige absolute Kontraindikationen zur nichtinvasiven Beatmung. Fehlende Möglichkeiten zur tiefen Analgosedierung sowie deutlich eingeschränkte Möglichkeiten des endobronchialen Absaugens runden das Bild der absoluten Kontraindikationen ab (Tabelle 2) [1].

Eine strenge Befolgung der Kontraindikationen bei der Patientenauswahl hilft, die potentiellen Gefahrenquellen möglichst auszuschließen und Mißerfolge zu vermeiden.

■ Komplikationen

Um Komplikationen im Rahmen der nichtinvasiven Beatmungstherapie zu vermeiden, ist neben der Beachtung der Kontraindikationen auch eine entsprechende Überwachung des Beatmungserfolges erforderlich. Hierbei sind vor allem die Veränderung physiologischer Parameter, wie zum Beispiel Oxygenierung, pH-Wert, Hämodynamik, Atemfrequenz, zu monitorieren. Tabelle 3 soll helfen, den Erfolg beziehungsweise

Mißerfolg einer nichtinvasiven Beatmung zu beurteilen und frühzeitig zu erkennen [1].

Als Ursache für einen Mißerfolg der nichtinvasiven Beatmung sind meistens Komplikationen verantwortlich, die entweder im Bereich einer mangelnden Kooperation des Patienten oder in einer insuffizienten Ventilationsunterstützung zu suchen sind. Ein zeitgerechtes Erkennen und Therapieren von Komplikationen ist aus oben Gesagtem unbedingt erforderlich. Um dies zu gewährleisten, ist gerade in der Initialphase der nichtinvasiven Beatmung ein hoher Zeitaufwand von seiten des Pflegepersonals als auch des ärztlichen Personals erforderlich. Außerdem ist ein hoher Ausbildungsgrad im Umgang mit der nichtinvasiven Beatmung nötig. Nach Überwindung der anfänglichen Schwierigkeiten kommt es jedoch nach 48 Stunden zu einer deutlichen Reduktion des Pflegeaufwandes im Vergleich zu einer konservativ beatmeten Kontrollgruppe [8]. Tabelle 4 soll eine Übersicht über die häufigsten Komplikationen geben [1].

■ Nebenwirkungen

Aufgrund der reduzierten Invasivität wird die nichtinvasive positive Überdruckbeatmung von den Patienten zumeist gut toleriert. Trotzdem kann es zu einer Reihe von Nebenwirkungen kommen, die den Langzeiterfolg gefährden. Hierbei sind vor allem Druckstellen und Hautdefekte im Bereich des Nasenrückens sowie des übrigen Gesichts zu nennen. Meistens

Tabelle 3: Erfolgs- bzw. Abbruchkriterien einer nichtinvasiven Beatmung

Erfolgskriterien

- Verbesserung der alveolären Ventilation (PaCO_2 sinkt)
- Verbesserung des pulmonalen Gasaustausches (SaO_2 steigt)
- Entlastung der Atempumpe
- Sinken der Herzfrequenz
- Sinken der Atemfrequenz
- Abnahme der Aktivität der Atemhilfsmuskulatur
- Abnahme von Dyspnoe, Unruhe, Angst, Agitiertheit

Abbruchkriterien

- Hyperkapnie unter NIPPV
- Hypoxämie ($\text{SaO}_2 < 85\%$)
- Azidose ($\text{pH} < 7,2$)
- AF steigt, Vt sinkt – Rapid Shallow Breathing
- Dyspnoe
- Bewußtseinstörung
- Bedrohliche Kreislaufinstabilität oder Arrhythmie
- Unzureichende Kooperationsfähigkeit, Maskenintoleranz, Gegenwehr
- Neuauftreten einer Kontraindikation für nichtinvasive Beatmung

Tabelle 2: Kontraindikationen

- Koma
- Delir
- Unkooperativer Patient
- Schwere hämodynamische Instabilität (CPR . . .)
- Exzessive Sekretion der Atemwege
- Häufiges Absaugen
- Erhöhte Aspirationsgefahr (Schutzreflexe)
- Gesichtsschädeltrauma, Gesichtsdeformation
- Verlegung der oberen Atemwege

Tabelle 4: Übersicht über die häufigsten Komplikationen

- Toleranzprobleme der Maske
- Insuffiziente Ventilation
 - Leckagen
 - CO_2 -Rückatmung (Einschlauchsystem . . .)
 - Hohe expiratorische Resistance der Ventile
 - Triggerschwelle (intrinsic PEEP)
 - Patient- Ventilator-Asynchronie
- Hypotonie
- Atemstillstand

sind sie auf einen zu hohen Anpreßdruck der Masken zurückzuführen. Dieser resultiert häufig aus dem Versuch, vorhandene Leckagen zu minimieren. Prinzipiell gilt es, durch eine geeignete Maskenwahl den erforderlichen Anpreßdruck so gering wie möglich zu halten. Selbst kleinere Leckagen können hierfür in Kauf genommen werden. Eine hundertprozentige Dichtigkeit der Maske ist nicht unbedingt oberstes Ziel.

Nachfolgende Aufstellung sowie die angegebenen Prozentzahlen sind das Ergebnis einer Zusammenfassung der rezenten Literatur [1]:

Nebenwirkungen

Läsionen der Nase	2–20 %
Irritation der Augen	16–17 %
Leckagen	3–18 %
Austrocknung der Schleimhaut	3–20 %
Maskendyskomfort	7–30 %
Atelektasen	5–10 %
Magenüberblähung	3–8 %
Aspiration	3–5 %
Klaustrophobie	3–4 %

Wenn auch die Nebenwirkungen keine akute Gefährdung des Beatmungserfolges darstellen, können sie dennoch zu einer Limitation der nichtinvasiven Beatmungstherapie werden. Um ein optimales Ergebnis zu erzielen, sollten sie daher rechtzeitig erkannt und therapiert werden.

■ Indikationen

Unbestrittene Domäne der nichtinvasiven Beatmung stellt sowohl das chronische als auch das akute respiratorische Versagen von COPD-Patienten dar. Die nachfolgend aufgelisteten Studien sind prospektive, randomisiert durchgeführte Studien an COPD-Patienten im akuten respiratorischen Versagen:

Nichtinvasive Beatmung bei COPD-Patienten im akuten respiratorischen Versagen

• Wysocki, Chest 1995:	41 Patienten
• Krammer, ARCCM 1995:	31 Patienten
• Nava, Ann Int Med 1995:	50 Patienten
• Brochard, N Engl J Med 1995:	85 Patienten
• Celikel, Chest 1998:	30 Patienten
• Plant, Lancet 2000:	236 Patienten

Bezüglich der Effekte der nichtinvasiven Beatmung sind sich die Autoren dieser Studien einig. Überzeugend konnte eine signifikante Reduktion der Mortalität, des ICU-Aufenthalts, der Beatmungsdauer, der endotrachealen Intubation sowie der nosokomialen Infektion nachgewiesen werden. Auch nach fehlgeschlagenem Weaning konnte bei diesem Patientengut durch eine frühzeitige Extubation mit darauffolgender nichtinvasiver Beatmung eine erfolgreiche Entwöhnung durchgeführt werden [9].

Nichtinvasive Beatmung bei Patienten im akuten Lungenödem

Ein weiteres Anwendungsgebiet der nichtinvasiven Beatmung stellt das kardiogene Lungenödem dar. Der besondere Vorteil

dieses Krankheitsbildes liegt hierbei vor allem in der meist nur kurzen Dauer der Beatmungsindikation (meistens weniger als 24 Stunden). Dieser Zeitraum bis zur kardialen Rekompensation kann meistens mit Hilfe der nichtinvasiven Beatmung gut überbrückt werden, ohne all die Nachteile der endotrachealen Intubation sowie der Analgosedierung in Kauf nehmen zu müssen. Von pathophysiologischer Seite her gesehen beruht die Wirkung der nichtinvasiven Beatmung darauf, daß die beatmungsbedingte intrathorakale Druckerhöhung – bei CPAP und bei PSV/ASB gleichermaßen – zu einer Senkung sowohl der Vorlast als auch der Nachlast führt. Vom Effekt her ist dies mit einer Therapie durch ACE-Hemmer vergleichbar. Der Effekt tritt jedoch sofort mit Beatmungsbeginn ein [10].

Dieser Effekt führte bei Patienten mit Volumenüberladung sowie eingeschränkter Herzfunktion zu einer schnellen Verkleinerung der Herzhöhlen und damit zu einer beginnenden kardialen Rekompensation. Bei herzgesunden Patienten hatte das Anlegen eines positiven intrathorakalen Druckes jedoch eine Abnahme des Herzminutenvolumens zur Folge. Die nachfolgend aufgelisteten Studien sind prospektive, randomisiert durchgeführte Studien an Patienten im akuten Lungenödem:

• Rasanen, Am J Card 1985:	40 Patienten
• Viasanen, Chest 1987:	40 Patienten
• Bersten, N Engl J Med 1991:	39 Patienten
• Lin, Chest 1995:	100 Patienten (+ LV-Fkt.)
• Masip, Lancet 2000:	40 Patienten
• Pang, Chest 1998:	Metaanalyse

Die Autoren dieser Studien konnten eindeutig eine signifikante Senkung der Mortalität sowie der Intubationshäufigkeit nachweisen. Auch die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation konnte deutlich gesenkt werden.

Nichtinvasive Beatmung bei Patienten mit akutem kardialem Lungenödem in der Notfallmedizin

Nicht ganz so dicht ist die Datenlage für die Indikation zur nichtinvasiven Beatmung in der Notfallmedizin. Trotzdem profitieren auch hier vor allem Patienten mit akutem kardialem Lungenödem von der nichtinvasiven Beatmungstechnik. Vom Wirkungsmechanismus der nichtinvasiven Beatmung her gesehen, besteht kein Unterschied zur Indikation auf der Intensivstation bei diesen Patienten. Es stellt sich nur die Frage, wie dies effektiv ohne Gefährdung des Patienten in der Notfallmedizin umsetzbar ist. Folgende Autoren haben den Einsatz der nichtinvasiven Beatmung in der Notfallmedizin untersucht:

• Kosowsky, Prehosp Emerg Care 2001:	19 Patienten
• L'Her E, Eur J Emerg Med 1998:	64 Patienten
• Kelly, Aust N Z J Med 1997:	75 Patienten
• Sinnuff, Crit Care Med 1997:	91 Patienten*
• Thys, Eur J Emerg Med 1999:	62 Patienten*

*) gemischtes Krankengut

Die Autoren dieser Studien konnten für diese Patientengruppe eindeutig eine signifikante Verbesserung des Gasaustausches sowie eine Senkung der Intubationshäufigkeit nachweisen. Auch bei Patienten mit akutem Lungenversagen (gemischtes Krankengut: COPD, sonstige ARF, akutes Lungenödem) konnten Verbesserungen gezeigt werden.

■ Zusammenfassung

Der Einsatz der nichtinvasiven Beatmung hat in den vergangenen 10 Jahren deutlich zugenommen. Hierbei ist vor allem die Anwendung der nichtinvasiven positiven Druckbeatmung mittels Maske hervorzuheben. Auf Basis von prospektiven, randomisierten Studien hat sich der Einsatz der nichtinvasiven Beatmung besonders bei COPD-Patienten durchgesetzt. Aber auch bei Patienten im akuten Lungenödem ist dieselbe nicht mehr wegzudenken, und in der Notfallmedizin ergibt sich ein ähnliches Indikationsgebiet. Hierbei liegt einer der Schwerpunkte vor allem im Bereich des akuten Lungenödems, aber auch Patienten mit akutem Lungenversagen (ARF) erscheinen geeignet.

Neben der richtigen Indikation und der richtigen Patientenselektion ist auch die Schulung des Personals in der Anwendung und Umsetzung der nichtinvasiven Maskenbeatmung für eine erfolgreiche Implementierung dieser Beatmungstherapieform unbedingt erforderlich.

Literatur:

1. Heindl W. Die nichtinvasive Beatmung. *Wien Klin Wochenschr* 1999; 11/19: 784.
2. Appendini L, Patessio A, Zanaboni S, et al. Physiologic effects of PEEP and mask pressure support during exacerbations of COPD. *AJRCCM* 1994; 149: 1069.
3. Smith TC, Marini JJ, et al. Impact of PEEP on lung mechanics in severe airflow obstruction. *JAP* 1988; 65: 1488.
4. Hill NS, Eveloff SE, Carlisle CC, et al. Efficacy of nocturnal nasal ventilation in patients with restrictive thoracic disease. *ARRD* 1992; 145: 365.
5. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of COPD. *N Engl J Med* 1995; 333: 817.
6. Girault C, Chevron V, Tamion F, et al. Comparative physiological effects of noninvasive assist control and PSV in acute hypercapnic respiratory failure. *Chest* 1997; 111: 1639.
7. Black JW, Grover BS. A hazard of pressure support ventilation. *Chest* 1988; 93: 333.
8. Nava S, Evangelisti I, Rampulla C, et al. Human and financial costs of noninvasive mechanical ventilation in patients affected by COPD and acute respiratory failure. *Chest* 1997; 111: 1631.
9. Nava S, Bruschi C, Rubini F, et al. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1998; 128: 721–8.
10. Welt T. Nichtinvasive Beatmung auf der Intensivstation – geht es noch ohne? *Wien Klin Wochenschr* 2003; 155/3: 89–98.
11. Kotanidou A, Armaganidis A, Zakynthinos S, et al. Changes in thoracopulmonary compliance and hemodynamic effects of positive end-expiratory pressure in patients with or without heart failure. *1997 J Crit Care* 12: 101–111.

Korrespondenzadresse:

ao. Univ.-Prof. Dr. med. Christoph Hörmann
 Universitätsklinik f. Anästhesie und Allgemeine Intensivmedizin
 6020 Innsbruck, Anichstraße 35
 E-Mail: christoph.hoermann@uibk.ac.at

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

☒ Medizintechnik-Produkte



Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ Bestellung e-Journal-Abo

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)