

Nicht-invasive Beatmung – Schritt für Schritt

M. Westhoff, M. Finger, A. Perlowsky, U. Kreppein



Insbesondere bei akuter hyperkapnischer respiratorischer Insuffizienz stellt die nicht-invasive Beatmung (NIV) neben der Behandlung der Grunderkrankung die wesentliche Maßnahme zur Vermeidung der Intubation und Reduktion der Mortalität dar. Der Erfolg der nicht-invasiven Beatmung ist an ein rasches Handeln und ein erfahrenes Team gebunden und erfordert ein engmaschiges Monitoring, um ein drohendes NIV-Versagen frühzeitig zu erkennen und darauf zu reagieren.

Grundlagen

Bei Einleitung einer nicht-invasiven Beatmung (NIV) ist grundsätzlich zu unterscheiden, ob diese im Rahmen einer akuten respiratorischen Insuffizienz oder zur Therapie einer chronisch ventilatorischen Insuffizienz erfolgt. Der Einsatz der NIV ist in der akuten Anwendung mit einer Reduktion Tubus-assoziierten Komplikationen verbunden [1, 2] und trägt bei chronisch hyperkapnischen Patienten mit erschöpfter Atempumpe zu einer Verbesserung der Langzeitüberlebens bei [3, 4]. Entscheidend für den Erfolg der NIV – insbesondere bei akutem respiratorischen Versagen – ist neben der Indikationsstellung die richtige Anwendung in einem erfahrenen Team.

Wann NIV – und wann nicht?

Indikationen

Insbesondere bei akut exazerbierter COPD (Chronic obstructive pulmonary disease) und OHS (Obesitas-Hypoventilations-Syndrom) mit hyperkapnischem Atemversagen ($\text{pH} < 7,35$) sowie beim Lungenödem stellt die NIV die Therapie der Wahl dar. ► **Abb. 1** zeigt eine BGA mit typischer Konstellation für eine akute hyperkapnische respiratorische Insuffizienz.

Die Vorteile ergeben sich durch eine Reduktion der Intubationsrate und der Mortalität. Dabei liegt die NNT – abhängig von der Indikation – bei 5–13 bzw. 16 [2]. Weiterhin ist die NIV Therapie der Wahl bei hyperkapnischen Patienten zur Prävention des Extubationsversagens und im Weaning [1, 3].

Eine detaillierte Darstellung zum Einsatz der NIV bei akuter und chronischer respiratorischer Insuffizienz findet sich in den entsprechenden Leitlinien [1, 3, 5, 6].

Blutgas Ergebnis		
pH	7,240	
pCO_2	76,8	mmHg
pO_2	98,8	mmHg
Elektrolyt Ergebnis		
cNa ⁺	147	mmol/L
cK ⁺	3,8	mmol/L
cCa ²⁺	1,00	mmol/L
cLac	1,3	mmol/L
Säure Basen Status		
$\text{cHCO}_3^-(\text{P})_c$	31,7	mmol/L
ABE_c	3,0	mmol/L
sO ₂	95,0	%
Oxymetrie Ergebnis		
ctHb	10,7	g/dL
Hct _c	32,9	%
FCOHb	0,6	%
Temperatur Korrektur		
pH(T)	7,240	
$\text{pCO}_2(\text{T})$	76,8	mmHg
$\text{pO}_2(\text{T})$	98,8	mmHg
Metabolit Ergebnis		
cGlu	176	mg/dL

► **Abb. 1** BGA.

Merke

Die nicht-invasive Beatmung reduziert Tubus-assoziierte Komplikationen, die Rate der Intubationen und die Mortalität.

Kontraindikationen

Als solche gelten: nicht-hyperkapnisch bedingtes Koma, fehlende Spontanatmung, Schnappatmung, Verlegung der Atemwege (fixiert oder funktionell), eine gastrointestinale Blutung oder ein Ileus. Demgegenüber sind das hyperkapnisch bedingte Koma, eine schwergradige Hypoxämie, eine Azidose ($\text{pH} < 7,1$), eine hämodynamische Instabilität (kardiogener Schock, Myokardinfarkt), anatomische und/oder subjektive Interface-Inkompatibilitäten und ein Z.n. oberer gastrointestinaler OP nur relative Kontraindikationen [1].

Merke

Die NIV sollte bei nicht-hyperkapnischem Koma, verlegtem Atemweg, gastrointestinaler Blutung oder einem Ileus nicht angewandt werden.

Schritt 1: Auswahl des Equipments

Das adäquate Equipment zur raschen und effektiven Durchführung der NIV ist essentiell; hierzu bedarf es eines geeigneten Interfaces, eines für die NIV zugelassenen Beatmungsgerätes und je nach Bedarf einer Sauerstoffquelle zwecks Zumischung von Sauerstoff bei Hypoxämie [1].

Als Beatmungsgeräte können Intensivrespiratoren mit NIV-Modus zum Einsatz kommen, vorzugsweise sollten aber Leckagegeräte ohne aktive Ausatemventilsteuerung eingesetzt werden. Diese müssen während der Expiration eine kontinuierliche Mindestleckage und damit einen Mindest-EPAP zur Totraumwaschung gewährleisten. Bei Einsatz von Geräten mit Ventilsteuerung kann auch ein EPAP von Null eingestellt werden. Sofern die NIV längerfristig eingesetzt wird, ist eine zusätzliche Atemgasbefeuchtung empfehlenswert (► Abb. 2).

Bei Zumischung von Sauerstoff sollte eine Sauerstoffsättigung in einem Bereich von 88–92% angestrebt werden [6].



► Abb. 2 Respirator, MNM, Sättigungsclip.

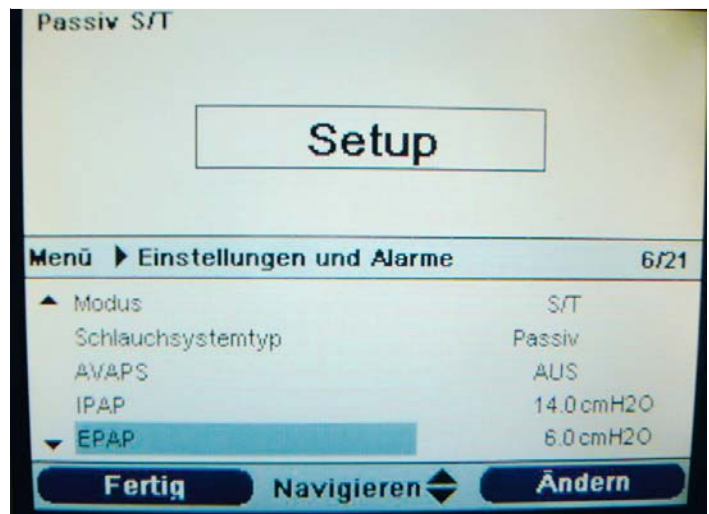
Bei akutem Einsatz der NIV ist die Nasen-/Mundmaske [1, 7, 8] das Interface der Wahl, bei hypoxämischer ARI kann der Beatmungshelm eine Alternative darstellen [9].

Bei länger dauernden Beatmungsintervallen im Akuteinsatz kann ein Wechsel zwischen verschiedenen Maskentypen, einschließlich Ganzgesichtsmasken, speziell zur Vermeidung von druckbedingten Hautschäden durch das Interface sinnvoll sein.

Schritt 2: Einstellung des Respirators

Bei akuter respiratorischer Insuffizienz ist vorzugsweise eine Positivdruckbeatmung mit inspiratorischer Druckunterstützung zu wählen. Diese wird mit einem PEEP, einer Sicherheits-Atmungsfrequenz zum Apnoe-Schutz und bedarfsweise einer Sauerstoffgabe zur Sicherstellung einer Sauerstoffsättigung kombiniert [1, 6]. Initial und bei agitierten Patienten ist ein assistierter Beatmungsmodus zu wählen. Dieser begünstigt die Synchronisation des Patienten mit dem Ventilator.

Die Beatmungseinstellung ist an die pathophysiologischen Besonderheiten der zugrundeliegenden Erkrankungen anzupassen (► Abb. 3). So empfehlen sich folgende I/E-Verhältnisse bzw. In- und Expirationszeiten bei COPD: I:E mindestens 1:2 bis 1:3, Inspirationszeit 0,8–1,2s, bei neuro-muskulären, restriktiven Erkrankungen und OHS: I:E 1:1 und Inspirationszeiten 1,2–1,5s). Bei OHS – und gegebenenfalls bei schwerer Kyphoskoliose – sollte der expiratorische Druck eher höher eingestellt werden, mit EPAP-Werten bis zu 8 hPa [1, 6, 10, 11].



► Abb. 3 Display mit Beatmungseinstellung.

Schritt 3: Sicherstellung einer adäquaten personellen Betreuung mit Möglichkeit zur Intubation bei akuter respiratorischer Insuffizienz

Während der anstehenden Adaptation des Patienten an die Maske und die NIV wie auch im weiteren Verlauf besteht ein hoher Personalbedarf mit einem 1:1-Verhältnis von Patient und Therapeut bzw. Pflegekraft. Darüber hinaus erfordert der Einsatz der NIV bei respiratorisch instabilen Patienten in der Akutphase ein in der NIV-Anwendung erfahrenes Team, da jederzeit bei weiterer Verschlechterung gewährleistet sein muss, dass rasch eine Intubation durchgeführt werden kann [1, 6]. Entsprechend sollte das Equipment für eine Intubation und invasive Beatmung zur Verfügung stehen (► **Abb. 4**).

Schritt 4: Anpassung des Patienten an Maske und NIV

Informieren Sie den Patienten vorab über das weitere Vorgehen und die wesentlichen Grundzüge der NIV, um Angst und Panik unter der Maske, insbesondere bei initial als unangenehm empfundenen oder zu hohen Therapiedrücken sowie bei Auftreten von Maskenleckagen, zu vermeiden. Leiten Sie die Beatmung vorzugsweise und insbesondere bei adipösen Patienten halbsitzend ein [1, 6]. Halten Sie zunächst die Maske an die Nase bzw. an Mund und Nase, schließen dann die Beatmung an. Bei guter Toleranz: Anschließen der Haltebänder (► **Abb. 5**). Achten Sie im Rahmen der Adaptation an die Beatmung auf eine Synchronizität von Patienten und Respirator. Bei stark agitierten Pa-



► **Abb. 4** Ambubeutel, Laryngoskop, Tubus, invasives Beatmungsgerät.

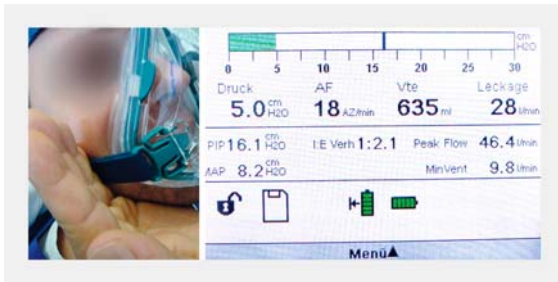
tienten ist eine Sedierung mit Morphin oder kurz wirkenden Tranquilizern möglich (Ziel: RASS-Score 0 bis -1 oder Ramsey-Score 2), bedarf aber eines engmaschigen Monitorings [1, 6].

Schritt 5: Monitoring

Das Risiko eines NIV-Versagens steigt bei akuter respiratorischer Insuffizienz mit der Schwere der Hypoxämie bzw. der respiratorischen Azidose. Führen Sie eine engmaschige klinische Kontrolle des Patienten und der Sauerstoffsättigung durch [1, 6, 10, 11]. Überprüfen Sie wiederholt den Maskensitz und das Auftreten von Leckagen; umfahren Sie die Maske mit der Hand und überprüfen Sie das mögliche Entweichen von Luft (► **Abb. 6**). Zusätzlich kontrollieren Sie die unter der Beatmungseinstellung erzielten Messparameter, wie Atemfrequenz, Atemzug- und Atemminutenvolumen, sowie die vom Beatmungsgerät ermittelte Leckage.



► **Abb. 5** Vorhalten der Maske, Anschließen der Maske.

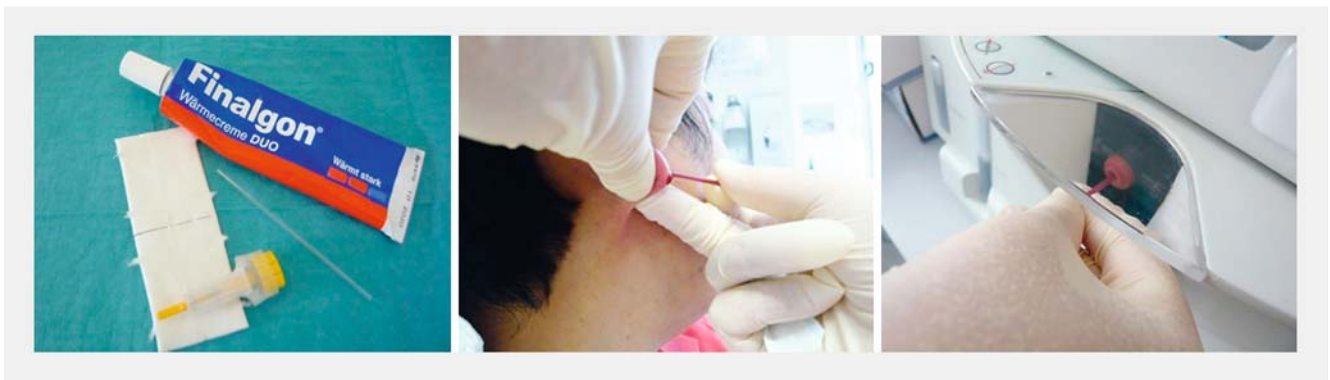


► **Abb. 6** Halten der Hand an die Maske, Monitordisplay mit Parametern.

Schritt 6: Wiederholte Blutgasanalysen

Führen Sie 30, 60 und 120 Minuten nach Beginn der NIV eine BGA zur Beurteilung von pH und pCO₂ durch (► **Abb. 7**) und vergleichen Sie den Verlauf von pH- und pCO₂-Werten (► **Abb. 8**).

Suchen Sie bei unzureichendem Therapieeffekt, wie fehlender Besserung der Oxygenierung bzw. der Ventilation oder zunehmender Unruhe nach möglichen Ursachen, wie Enge oder Verlegung der Atemwege. Bei ausbleibender klinischer Befundbesserung, weite-



► **Abb. 7** BGA-Equipment, BGA-Abnahme und BGA-Befund.

Blutgas Ergebnis		Blutgas Ergebnis		Blutgas Ergebnis	
pH	7,240	pH	7,360	pH	7,386
pCO ₂	76,8 mmHg	pCO ₂	54,8 mmHg	pCO ₂	48,9 mmHg
pO ₂	98,8 mmHg	pO ₂	72,3 mmHg	pO ₂	65,3 mmHg
Elektrolyt Ergebnis		Elektrolyt Ergebnis		Elektrolyt Ergebnis	
cNa ⁺	147 mmol/L	cNa ⁺	142 mmol/L	cNa ⁺	139 mmol/L
cK ⁺	3,8 mmol/L	cK ⁺	4,7 mmol/L	cK ⁺	4,5 mmol/L
cCa ²⁺	1,00 mmol/L	cCa ²⁺	0,98 mmol/L	cCa ²⁺	0,98 mmol/L
cLac	1,3 mmol/L	cLac	0,9 mmol/L	cLac	1,2 mmol/L
Saure Basen Status		Saure Basen Status		Saure Basen Status	
cHCO ₃ ⁻ (P) _C	31,7 mmol/L	cHCO ₃ ⁻ (P) _C	30,2 mmol/L	cHCO ₃ ⁻ (P) _C	28,7 mmol/L
ABE _C	3,0 mmol/L	ABE _C	4,5 mmol/L	ABE _C	3,7 mmol/L
sO ₂	95,0 %	sO ₂	92,0 %	sO ₂	91,2 %
Oxymetrie Ergebnis		Oxymetrie Ergebnis		Oxymetrie Ergebnis	
ctHb	10,7 g/dL	ctHb	9,3 g/dL	ctHb	8,9 g/dL
Hct _C	32,9 %	Hct _C	28,9 %	Hct _C	27,6 %
FCOHb	0,6 %	FCOHb	0,9 %	FCOHb	1,1 %
Temperatur Korrektur		Temperatur Korrektur		Temperatur Korrektur	
pH(T)	7,240	pH(T)	7,360	pH(T)	7,386
pCO ₂ (T)	76,8 mmHg	pCO ₂ (T)	54,8 mmHg	pCO ₂ (T)	48,9 mmHg
pO ₂ (T)	98,8 mmHg	pO ₂ (T)	72,3 mmHg	pO ₂ (T)	65,3 mmHg
Metabolit Ergebnis		Metabolit Ergebnis		Metabolit Ergebnis	
cGlu	176 mg/dL	cGlu	151 mg/dL	cGlu	110 mg/dL

► **Abb. 8** Verlauf der BGA-Werte (links vor, Mitte und rechts unter NIV).

rem Absinken des pH und/oder Zunahme der Oxygenierungsstörung bzw. des $p\text{CO}_2$ sollte der Patient unverzüglich intubiert und eine invasive Beatmung durchgeführt werden [1]. Beachten Sie, dass es auch bei zunächst erfolgreicher Anwendung der NIV im Verlauf zu einem Spätversagen kommen kann [1, 6, 12].

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Autorinnen/Autoren



Dr. med. Michael Westhoff

Dr. med. Michael Westhoff, Chefarzt der Klinik für Pneumologie, Lungenklinik Hemer, Lungenzentrum Hemer-Hamm, E-Mail: michael.westhoff@lkhemer.de



Matthias Finger

Matthias Finger, Atmungstherapeut, Lungenklinik Hemer, Lungenzentrum Hemer-Hamm, E-Mail: matthias.finger@lkhemer.de



Alexander Perlowsky

Alexander Perlowsky, Fachkrankenpfleger für Anästhesie und Intensivmedizin, Lungenklinik Hemer, Lungenzentrum Hemer-Hamm, E-Mail: jan.grothe@lkhemer.de



Dr. med. Ursula Kreppein

Dr. med. Ursula Kreppein, Oberärztin der Klinik für Pneumologie, Lungenklinik Hemer, Lungenzentrum Hemer-Hamm, E-Mail: ursula.kreppein@lkhemer.de

Korrespondenzadresse

Dr. med. Michael Westhoff
Chefarzt der Klinik für Pneumologie
Lungenklinik Hemer
Lungenzentrum Hemer-Hamm
Theo-Funccius-Str. 1
58675 Hemer
E-Mail: michael.westhoff@lkhemer.de

Literatur

- [1] Westhoff M, Schönhofer B, Neumann P et al. S3-Leitlinie. Nichtinvasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz. *Pneumologie* 2015; 69: 719–775
- [2] Osadnik CR et al. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 7: CD004104
- [3] Windisch W, Dreher M, Geiseler J et al. S2k-Leitlinie: Nicht-invasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz. – Revision 2017. *Pneumologie* 2017; 71: 722–795
- [4] Köhlein T, Windisch W, Köhler D et al. Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial. *Lancet Respir Med* 2014; 2: 698–705
- [5] Rochwerg B, Brochard L, Elliott MW et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J* 2017; 50: 1602426
- [6] Davidson AC, Banham S, Elliott M et al. BTS/ICS guideline for the ventilatory management of acute hypercapnic respiratory failure in adults. *Thorax* 2016; 71: 1–35
- [7] Appendini L, Patessio A, Zanaboni S et al. Physiologic effects of positive end-expiratory pressure and mask pressure support during exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149: 1069–1076
- [8] Squadrone E, Frigerio P, Fogliati C et al. Noninvasive vs. Invasive ventilation in COPD patients with severe respiratory failure deemed to require ventilatory assistance. *Intensive Care Med* 2004; 30: 1303–1310
- [9] Patel BK, Wolfe KS, Pohlman AS et al. Effect of Noninvasive Ventilation Delivered by Helmet vs Face Mask on the Rate of Endotracheal Intubation in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2016; 315: 2435–2441
- [10] Westhoff M, Bachmann M, Braune S et al. Schweres hyperkapnisches Atmungsversagen bei akuter COPD-Exazerbation: Stellenwert von Beatmung und ECCO2R. *Dtsch Med Wochenschr* 2016; 141: 1758–1762
- [11] Kreppein U, Litterst P, Westhoff M. Hyperkapnisches Versagen. Ursachen, Pathophysiologie und Patientengruppen, Beatmungsindikationen, NIV und invasive Beatmung. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2016; 111: 196–201
- [12] Moretti M, Cilione C, Tampieri A et al. Incidence and causes of non-invasive mechanical ventilation failure after initial success. *Thorax* 2000; 55: 819–825

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0760-7092>
Pneumologie 2019; 73: 544–548
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
 ISSN 0934-8387