

High-Flow-Sauerstofftherapie – Schritt für Schritt

C. Wachs, J. Grensemann, S. Kluge



In den letzten Jahren hat sich die High-Flow-Sauerstofftherapie (HFNC) auf den meisten Intensivstationen als Oxygenierungsmethode bei respiratorisch stark eingeschränkten Patienten etabliert und bewährt. Vorteile dieses Verfahrens, das insbesondere bei Patienten mit einer Hypoxämie eingesetzt wird, sind die einfache Applikation und die gute Toleranz durch den Patienten.

Einführung

Vorteile der High-Flow-Sauerstofftherapie

Bei der herkömmlichen Sauerstofftherapie erfolgt ein Sauerstofffluss von bis zu 15 l/min über eine Nasenbrille oder Maske. Die HFNC (High Flow Nasal Cannula) ermöglicht eine kontrollierte und optimierte Oxygenierung des Patienten aufgrund vieler Faktoren:

- Es ist ein definierter Sauerstoffanteil regulierbar (bis 100%).
- Es sind Flussraten von bis zu 60 l/min einstellbar.
- Die Zufuhr von erwärmter und angefeuchteter Luft bewirkt eine Verbesserung der mukoziliären Clearance mit positivem Effekt auf die pulmonale Belüftung und konsekutiv verbessertem Ventilations-Perfusions-Verhältnis [1].
- Durch die Auswaschung der oberen Atemwege mit dem Gasgemisch ergibt sich eine Verkleinerung des anatomischen Totraums und in der Folge eine Reduktion der Atemarbeit für den Patienten [2].
- Abhängig vom Gasfluss wird auch ein positiver end-expiratorischer Atemwegsdruck (PEEP) erzeugt, der eine Rekrutierung von minderbelüfteten Lungenebenen ermöglicht. Neuere Untersuchungsergebnisse zeigen allerdings einen nichtlinearen Zusammenhang zwischen Gasfluss und PEEP [3], sodass von einer klinischen Relevanz des erzeugten PEEP erst bei hohen Flussraten auszugehen ist.
- Der Komfort und damit auch die Compliance sind für den Patienten verbessert.
- Kommunikation und orale Nahrungsaufnahme sind ungestört möglich.
- Die Pflege wird im Gegensatz zu Patienten mit NIV-Therapie deutlich erleichtert.

Wann HFNC – und wann nicht?

Indikationen

Durch die beschriebenen Effekte der High-Flow-Sauerstofftherapie ergeben sich Anwendungsmöglichkeiten bei verschiedenen Indikationen.

INFOBOX 1

Indikationen zur High-Flow-Sauerstofftherapie [4]:

- akute hypoxämische respiratorische Insuffizienz,
- akute hyperkapnische respiratorische Insuffizienz,
- Präoxygenierung vor/während der Intubation,
- respiratorisches Versagen nach Extubation,
- periinterventionell, z. B. während der Bronchoskopie, sowie
- Therapiekonzepte mit der Anordnung, nicht zu intubieren (z. B. Palliativstation).

Neben der Hauptindikation (akute hypoxämische respiratorische Insuffizienz) wird die HFNC auch vermehrt bei der hyperkapnischen respiratorischen Insuffizienz eingesetzt. Hier kann durch die HFNC ein erhöhter CO₂-Wert abgesenkt werden. Der Effekt ist aber unter NIV stärker, sodass dies das Standardverfahren bei hyperkapnischer respiratorischer Insuffizienz bleibt.

Merke

Es gibt Hinweise für eine geringere Intubationswahrscheinlichkeit durch Nutzung der HFNC im Vergleich zur herkömmlichen Sauerstofftherapie bei Patienten mit hypoxämischem Versagen [5].

Kontraindikationen

Lediglich bei

- Kiefer-Gesichts-Traumata (abhängig vom Verletzungsmuster) und
- bei nasalen Obstruktionen

sollte die High-Flow-Sauerstofftherapie nicht angewandt werden. Eine relative Kontraindikation stellt das schwere Delir dar, mit der Gefahr der Dislokation der Nasenbrille bei hoher FiO_2 (inspiratorische Sauerstofffraktion).

Schritt 1 – Material

Im Folgenden wird der Aufbau des Systems erklärt. Die einzelnen Schritte entsprechen ungefähr der Reihenfolge, wie Sie vor dem Anlegen der Nasenkanüle den ordnungsgemäßen Zustand des Geräts kurz überblicken ▶ **Abb. 1**.

Es gibt verschiedene technische Umsetzungen des High-Flow-Sauerstoffverfahrens. Im Wesentlichen besteht es immer aus

- O_2 /Luft-Mischer,
- Wärmeplatte,
- Befeuchterkammer,
- Schlauchsystem mit integrierter Heizspirale und
- spezieller High-Flow-Nasenkanüle.

Mit entsprechender Software können auch Intensivbeatmungsgeräte als O_2 /Luft-Mischer verwendet werden. Für den ambulanten Bereich gibt es kompakte Stand-Alone-Geräte, die (teils turbinengetrieben) einen Gasfluss von bis zu 80l/min generieren können.

Merke

Grundsätzlich ist ein Patient mit hohem Sauerstoffbedarf an einen Überwachungsmonitor anzuschließen, damit schnell auf Verschlechterungen reagiert werden kann.

Schritt 2 – Regulationselement

Der O_2 /Luft-Mischer wird an einen Wandanschluss konnektiert. Hier erfolgt i. d. R. ein Zufluss von reinem Sauerstoff mit einem Druck von 4,5 bar. Die Regulationsmöglichkeiten bieten einen O_2 /Raumluft-Mix von 21–100% Sauerstoff und einen Gasfluss von bis zu 60l/min. Bei Kompaktsystemen ist der Gasflussregler bereits integriert. Ist eine niedrige FiO_2 ausreichend, können diese Systeme auch im ambulanten Bereich genutzt werden ▶ **Abb. 2**.



▶ **Abb. 1** Von den Autoren verwendetes System.



▶ **Abb. 2** Regulationsmöglichkeiten, um einen bedarfsgerechten Gasfluss mit angepasster FiO_2 zu generieren. Beispiel eines Gasmischers, wie er von den Autoren genutzt wird.

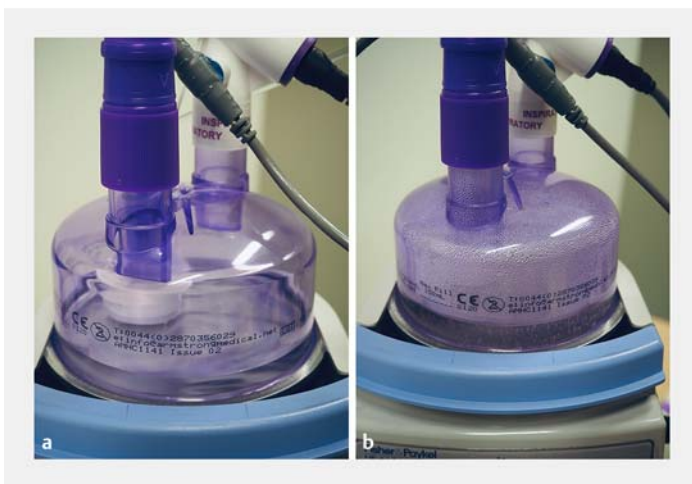
Schritt 3 – Wärmen und Befeuchten

Das Gasgemisch wird nun durch eine Befeuchterkammer geleitet – hier soll es angefeuchtet und erwärmt werden ▶ **Abb. 3**, ▶ **Abb. 4**.

Das Gasgemisch soll mit 37 °C und 100% relativer Luftfeuchtigkeit (44 mg/l absolute Luftfeuchtigkeit) beim Patienten ankommen. So lässt sich die mukoziliäre Clearance verbessern und die Sekretmobilisation er-



▶ **Abb. 3** Beheizter Atemluftbefeuchter, blauer Pfeil kalte Luft vom Mischer, roter Pfeil warme Luft zum Patienten.



▶ **Abb. 4** Die Sättigung des Gasgemisches mit Wasser zeigt sich meist durch ein Kondensat in der Befeuchterkammer.

leichtern. Die 3 Schichten des mukoziliären Transportsystems sind in ihrer Funktion abhängig von einer optimalen Befeuchtung.

— Cave

Befeuchter- oder Schlauchsysteme nie über Patientenniveau aufbauen – es könnte Kondenswasser in die Nase laufen.

Schritt 4 – Schlauchsystem und Nasenkanüle

In das Schlauchsystem ist eine Heizspirale eingearbeitet, um das Abkühlen und Kondensieren des Wassers auf dem Weg zum Patienten zu verhindern. Die Nasenkanüle ermöglicht durch ihre Größe und Form eine optimale Verteilung des hohen Gasflusses in den oberen Atemwegen ▶ **Abb. 5**.

— Cave

Immer den Atemgasbefeuchter vorheizen – kalte Luft kann zu einer Bronchokonstriktion führen.



▶ **Abb. 5** Beheiztes Schlauchsystem mit spezieller HFNC-Nasenkanüle.



► **Abb. 6** Korrekter Sitz der HFNC-Nasenkanüle.

Schritt 5 – Anlegen des Systems und Start des Gasflusses

Die Größe der Nasenbrille muss individuell auf den Patienten abgestimmt werden. Das Lumen der Nasenlöcher darf lediglich zur Hälfte ausgefüllt werden. Hierfür stehen verschiedene Größen zur Verfügung ► **Abb. 6**.

Es sollte zunächst der Gasfluss gesteigert werden, um die physiologischen Vorteile des HFNC zu nutzen und die FiO_2 zu reduzieren. Beachten Sie dabei: Lassen Sie den Gasfluss nur langsam ansteigen, um die Akzeptanz beim Patienten zu erhöhen. Beginnen Sie mit einem Gasfluss von 35 l/min und steigern sie diesen, bis eine klinische Verbesserung eintritt (Atemfrequenz, Atemanstrengung, Sättigung).

Merke

In zahlreichen Studien wurden nachteilige Effekte durch Überoxygenierung nachgewiesen [6, 7]. Prinzipiell sind auch bei dieser Therapieform die SpO_2 -Werte entsprechend den aktuellen Empfehlungen der Fachgesellschaften einzuhalten.

Aus aktuellem Anlass der COVID-19-Pandemie sollte beachtet werden, dass die HFNC eine aerosolbildende Maßnahme darstellt. Dabei ist interessanterweise gemäß mehrerer experimenteller Untersuchungen [8, 9] die Ausbreitung des Aerosols geringer als bei einer konventionellen Sauerstoffgabe [10], was auf den besseren Dichtsitz der HFNC-Kanüle zurückgeführt wird [9]. Disloziert jedoch die Kanüle, steigt die Ausbreitung

von knapp 20 cm auf über 60 cm an. Gemäß einer Computersimulation kann dabei die gleichzeitige Verwendung eines Mund-Nasen-Schutzes die Aerosolbildung um den Patienten herum um über 80% reduzieren [11]. Wichtig ist, dass dieses jeweils nur die initiale Ausbreitung des Aerosols betrifft und sich das Aerosol aufgrund der geringen Partikelgröße in Abhängigkeit des Luftaustausches nachfolgend im Patientenzimmer verteilen kann, ohne dabei zu sedimentieren und weiterhin infektiös ist. Daher sollte die Indikation zur HFNC restriktiv gestellt werden, wird sie jedoch eingesetzt, sollten die Patienten einen Mund-Nasen-Schutz über der Kanüle tragen, zudem ist auf die korrekte Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung beim Personal (insbesondere korrekter Dichtsitz der FFP2-Maske) streng zu achten [12].

Fazit

Durch Befeuchten, Anwärmen und individuelle Regulierungsmöglichkeiten bieten HFNC-Systeme eine hervorragende Option zur optimalen Oxygenierung. Die Hauptindikation betrifft Patienten mit akuter hypoxämischer respiratorischer Insuffizienz. Im Vergleich zur herkömmlichen NIV sind Compliance und Patientenkomfort sowie pflegerische Aspekte deutlich positiv zu werten.

Interessenkonflikt

S. Kluge erhielt Forschungsunterstützung der Firmen Ambu, E.T.View Ltd, Fisher & Paykel, Pfizer und Xenios. Er erhielt Vortragshonorare der Firmen ArjoHuntleigh, Astellas, Astra, Basilea, Bard, Baxter, Biotest, CSL Behring, Cytosorbents, Fresenius, Gilead, MSD, Orion, Pfizer, Philips, Sedana, Sorin, Xenios, Zoll. Er erhielt Beraterhonorare von den Firmen AMOMED, Astellas, Baxter, Bayer, Fresenius, Gilead, MSD, Pfizer und Xenios.

J. Grensemann wurden von Ambu A/S, Ballerup, Dänemark und EView Ltd., Misgav, Israel Verbrauchsmaterialien für Studienzwecke kostenlos zur Verfügung gestellt, er hat zudem Beratungshonorare von Smith Medical, London, UK erhalten.

C. Wachs gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Autorinnen/Autoren



Dr. med. Christian Wachs

Facharzt für Anästhesiologie mit der Zusatz-Weiterbildung Intensivmedizin. Oberarzt der Klinik für Intensivmedizin am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf.



Priv.-Doz. Dr. med. Jörn Grensemann, D.E.S.A.

Facharzt für Anästhesiologie mit der Zusatz-Weiterbildung Intensivmedizin. Oberarzt der Klinik für Intensivmedizin am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf. Mitglied in der Kommission

für Normung und technische Sicherheit der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie.



Prof. Dr. med. Stefan Kluge

Facharzt für Innere Medizin mit der Schwerpunktbezeichnung Pneumologie und Zusatz-Weiterbildung Intensivmedizin. Direktor der Klinik für Intensivmedizin am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf. Mitglied des Präsidiums der Deutschen Interdisziplinären

Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) und im Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Internistische Intensiv- und Notfallmedizin (DGIIIN).

Korrespondenzadresse

Dr. med. Christian Wachs
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Martinistraße 52
20246 Hamburg
Deutschland
E-Mail: c.wachs@uke.de

Literatur

- [1] Simon M, Grensemann J, Kluge S. High-Flow-Sauerstofftherapie in der Intensivmedizin. *Journal Club AINS* 2018; 7: 106–116
- [2] Sztrymf B, Messika J, Bertrand F et al. Beneficial effects of humidified high flow nasal oxygen in critical care patients: a prospective pilot study. *Intensive Care Med* 2011; 37: 1780–1786

- [3] Luo JC, Lu MS, Zhao ZH et al. Positive end-expiratory pressure effect of 3 high-flow nasal cannula devices. *Respir Care* 2017; 62: 888–895
- [4] Besnier E, Hobeika S, NSeir S et al. High-flow nasal cannula therapy: clinical practice in intensive care units. *Ann Intensive Care* 2019; 9: 98
- [5] Rochweg B, Granton D, Wang DX et al. High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 2019; 45: 563–572
- [6] Grensemann J, Fuhrmann V, Kluge S. Oxygen treatment in intensive care and emergency medicine. *Dtsch Arztebl Int* 2018; 115: 455
- [7] Chu DK, Kim LH, Young PJ et al. Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (IOTA): a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2018; 391: 1693–1705
- [8] Kotoda M et al. Assessment of the potential for pathogen dispersal during high-flow nasal therapy. *J Hosp Infect* 2019
- [9] Hui DS et al. Exhaled air dispersion during high-flow nasal cannula therapy versus CPAP via different masks. *Eur Respir J* 2019; 53: 1802339
- [10] Hui DS et al. Exhaled air and aerosolized droplet dispersion during application of a jet nebulizer. *Chest* 2019; 135 (03): 648–654
- [11] Leonard S et al. Preliminary Findings of Control of Dispersion of Aerosols and Droplets during High Velocity Nasal Insufflation Therapy Using a Simple Surgical Mask: Implications for High Flow Nasal Cannula. *Chest* 2020
- [12] Kluge S et al. Empfehlungen zur intensivmedizinischen Therapie von Patienten mit COVID-19. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2020; 115 (3): 175–177

Bibliografie

Pneumologie 2020; 74: 842–846

DOI 10.1055/a-1238-5193

ISSN 0934-8387

© 2020. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany

Zitierweise für diesen Artikel *Dtsch Med Wochenschr* 2020; 145: 693–697, DOI:10.1055/a-0948-850