

Journal für **Pneumologie**

Asthma – COPD – Imaging – Funktionsdiagnostik –
Thoraxchirurgie – Interstitielle Lungenerkrankungen (ILD) –
Schlafapnoe – Thoraxtumor – Infektiologie – Rehabilitation

Inhalationstherapie obstruktiver Atemwegserkrankungen:

Devices und Technik (Best Practice)

Weinhofer B

Journal für Pneumologie 2013; 1 (1), 11-14

Homepage:

www.kup.at/pneumologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Datenschutz:

Ihre Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz und werden nicht an Dritte weitergegeben. Die Daten werden vom Verlag ausschließlich für den Versand der PDF-Files des Journals für Pneumologie und eventueller weiterer Informationen das Journal betreffend genutzt.

Lieferung:

Die Lieferung umfasst die jeweils aktuelle Ausgabe des Journals für Pneumologie. Sie werden per E-Mail informiert, durch Klick auf den gesendeten Link erhalten Sie die komplette Ausgabe als PDF (Umfang ca. 5–10 MB). Außerhalb dieses Angebots ist keine Lieferung möglich.

Abbestellen:

Das Gratis-Online-Abonnement kann jederzeit per Mausklick wieder abbestellt werden. In jeder Benachrichtigung finden Sie die Information, wie das Abo abbestellt werden kann.

Das e-Journal

Journal für Pneumologie

- ✓ steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) stets internetunabhängig zur Verfügung
- ✓ kann bei geringem Platzaufwand gespeichert werden
- ✓ ist jederzeit abrufbar
- ✓ bietet einen direkten, ortsunabhängigen Zugriff
- ✓ ist funktionsfähig auf Tablets, iPads und den meisten marktüblichen e-Book-Readern
- ✓ ist leicht im Volltext durchsuchbar
- ✓ umfasst neben Texten und Bildern ggf. auch eingebettete Videosequenzen.

Inhalationstherapie obstruktiver Atemwegserkrankungen: Devices und Technik (Best Practice)

B. Weinhofer

Zusammenfassung: Bei der medikamentösen Therapie von Atemwegserkrankungen wie Asthma bronchiale und COPD stehen eine Vielzahl wirksamer Medikamente zur Verfügung. Die inhalative Therapie gilt dabei als Goldstandard in der Behandlung dieser Krankheitsbilder. Es gibt verschiedene Inhalatoren, die sich in ihrer Wirkungsweise und Handhabung unterscheiden. Der Erfolg einer Aerosoltherapie ist von der richtigen Auswahl des Inhalationssystems und von der korrekten Anwendung abhängig.

Schlüsselwörter: Inhalative Therapie, Inhalationssysteme, Vernebler, Dosieraerosol, Pulverinhalator.

Summary: Inhalation therapy of obstructive airway disease. Pharmaceutical treatment of obstructive airway diseases, such as asthma and COPD, depends on inhalation therapy as the gold-standard of therapy in these conditions. There are countless inhalers, which differ in

their mode of operation and handling. The success of aerosol therapy depends on the proper selection of the device and the correct application. **J Pneumologie 2013; 1 (1): 11–4**

Key words: inhalation therapy, inhaler device, drug delivery systems, nebuliser, dry powder inhaler, metered dose inhaler.

■ Einleitung

Die Geschichte der inhalativen Therapie reicht bis in die Antike zurück. Bereits die alten Griechen kannten die heilsame Wirkung von Aerosolen. Die moderne Inhalationstherapie begann 1956 mit der Herstellung des ersten handausgelösten treibgasgetriebenen Inhalationssystems. Einige Jahre später kam der erste Pulverinhalator auf den Markt. Das Angebot an Inhalationssystemen ist mittlerweile sehr vielseitig und entwickelt sich ständig weiter. Die Auswahl des geeigneten Inhalationsdevices stellt daher für den Verordner eine große Herausforderung dar.

Das Inhalieren von Arzneimitteln ist eine schnelle und nebenwirkungsarme Methode, durch die atemwegserweiternde und/oder entzündungshemmende Substanzen direkt in die Atemwege, gelangen. Durch eine zielgerichtete Deposition kann die benötigte Wirkstoffmenge dabei gering gehalten und ein rascher Wirkungseintritt erreicht werden [1].

Um einen gleichbleibenden Therapieerfolg zu erzielen sind besondere Anforderungen an die Teilchengröße des Wirkstoffs, des Inhalationssystems, der Atemwegsgeometrie und an den Patienten zu stellen. Dabei sind die manuellen und mentalen Fähigkeiten des Patienten bei der Auswahl des geeigneten Devices unbedingt zu berücksichtigen [2].

Ziel der inhalativen Therapie ist es, dem Patienten ein Inhalationssystem zur Verfügung zu stellen, das eine hohe Dosiskonstanz, eine optimale Deposition im Atemwegstrakt und eine einfache Handhabung ermöglicht [2].

Es stehen 3 verschiedene Inhalationssysteme für die Aerosoltherapie zur Verfügung:

- Inhalation mit Verneblern
- Inhalation mit Dosieraerosolen (pMDI)
- Inhalation mit Pulverinhalatoren (DPI)

Aus der Internen Lungenabteilung mit Intensivstation, Otto-Wagner-Spital, Wien, Ludwig-Boltzmann-Institut für COPD und respiratorische Epidemiologie

Korrespondenzadresse: Physiotherapeutin Barbara Weinhofer, Interne Lungenabteilung mit Intensivstation, Otto-Wagner-Spital, Wien, Sanatoriumstraße 2, A-1140 Wien, E-mail: barbara.weinhofer@wienkav.at

■ 1. Inhalation mit Verneblern (Abb. 1)

Die Herstellung des Aerosols erfolgt durch Druckluft, durch Ultraschall oder durch Vibrationen einer semipermeablen Membran. Bei der Geräteauswahl muss auf die zu erzeugende Teilchengröße geachtet werden. Diese soll im Allgemeinen unter 5 µm betragen, um eine hohe Deposition im Bronchialsystem zu erreichen [3].

Zu bevorzugen sind Vernebler mit Unterbrechertaste, um den Wirkstoffverlust in der Exspirationsphase möglichst gering zu halten. Bei Koordinationsproblemen bieten sich sogenannte atemzugstriggerte Verneblersysteme an, die den Wirkstoff nur in der Inspirationsphase abgeben. Des Weiteren ist die Inhalation mit einem Mundstück gegenüber einer Maske vorzuziehen – eine Ausnahme besteht bei Kleinkindern [4].

Die Inhalation mit Verneblern kommt zum Einsatz bei insuffizienter Inhalationstechnik mit Dosieraerosolen oder Pulverinhalatoren, aufgrund von Koordinations- und Handhabungs-



Abbildung 1: Vernebler (PARI Boy® SC, mit Genehmigung der Firma PARI GmbH, Starnberg)

schwierigkeiten oder wenn der Patient den erforderlichen Einatemfluss nicht aufbringen kann. Weiters werden sie sehr häufig im pädiatrischen Bereich (Kinder bis zum 4. Lebensjahr), in der Beatmungstherapie und im Rahmen akuter Exazerbationen, eingesetzt, wobei hier zu sagen ist, dass in Studien keine eindeutige Überlegenheit gegenüber Dosieraerosolen in Akutsituationen besteht [2, 5].

Eine Kombination mit atemtherapeutischen Geräten während der Inhalation zur Unterstützung/ Verbesserung der Sekretmobilisation (z. B. Pep-System) ist möglich.

Ein höherer Zeitaufwand für diese Form der inhalativen Therapie ist zu berücksichtigen und es ist ebenfalls zu bedenken, dass nicht alle Substanzen für dieses System zur Verfügung stehen. Zudem sind Vernebler, aufgrund ihrer Größe, schwerer zu transportieren, von einer externen Energiezufuhr abhängig und doch ziemlich laut.

Es ist auf eine regelmäßige Reinigung der Geräte zu achten. Eine unzureichende Pflege stellt ein Infektionsrisiko für den Benutzer dar. Dies wird oft außer Acht gelassen.

Die richtige Inhalationstechnik mit Verneblern:

- atemerleichternde/aufrechte Position
- langsame und tiefe Inspirationen mit endinspiratorischen Pausen

■ 2. Inhalation mit Dosieraerosolen (pMDI) (Abb. 2)

Dosieraerosole sind kleine, robuste, handliche und feuchtigkeitsunabhängige Systeme, die eine hohe Dosiskonstanz aufweisen. Das Partikelspektrum vom inspiratorischen Atemfluss unabhängig. Um eine gute intrabronchiale Deposition zu erreichen, ist ein langsamer Einatemfluss unter 60 l/min notwendig [6].

HFA-Dosieraerosole kommen seit dem Verbot von FCKW-haltigen Dosieraerosolen zum Einsatz. Der Wirkstoff liegt in gelöster oder in suspendierter Form im Treibgasgemisch vor. Lösungsaerosole haben gegenüber Suspensionsaerosole einige Vorteile.

HFA-Lösungsaerosole weisen ein Partikelspektrum zwischen 1 und 2 µm auf. Durch diese Teilchengröße ist eine Ablage-

zung des Wirkstoffs auch in den kleinen, peripheren Atemwegen, die bei Asthma und COPD eine große Rolle spielen, möglich. Bedingt durch die kleinen Wirkstoffteilchen, die langsam austretende und länger anhaltende Sprühwolke, wird eine wesentlich höhere Deposition im gesamten Bronchialbaum erzielt [4, 7].

HFA-Suspensionsaerosole hingegen weisen einen Teilchendurchmesser zwischen 3 und 5 µm auf und sind gekennzeichnet durch eine hohe Austrittsgeschwindigkeit und eine kurze Sprühwolkendauer. Eine hohe Teilchenablagerung in den zentralen Atemwegen und eine geringe Abscheidung in der Peripherie sind die Folgen [8].

Dosieraerosole sind großteils „handausgelöste“ Systeme. Dieser sogenannte „press and breathe Mechanismus“ führt sehr häufig zu Koordinationsproblemen. Nicht jeder Patient ist in der Lage, den Sprühstoß bei gleichzeitigem Inspirationsbeginn auszulösen. Bei Schwierigkeiten kann entweder auf ein atemzugsgetriggertes Dosieraerosol (Autohaler) zurückgegriffen werden oder es wird der Inhalationsvorgang mit Hilfe einer Vorschaltkammer (Spacer) durchgeführt.

Spacer (Abb. 3) erleichtern die Koordination beim Inhalieren und verbessern die intrabronchiale Deposition. Die Verwendung eines Spacers hat den Vorteil, dass die Problematik der Sprühstoßauslösung mit gleichzeitigem Inspirationsbeginn reduziert werden kann. Die Aerosolteilchen bleiben für kurze Zeit in der Vorschaltkammer in Schwebeflug. Die Partikelabscheidung in den zentralen Atemwegen wird ebenfalls reduziert, denn große Aerosolteilchen bleiben im Hohlraumsystem zurück. Werden Glukokortikoide inhaliert, ist die Verwendung eines Spacers unbedingt zu empfehlen, da lokale Nebenwirkungen wie Heiserkeit und Mundsoor minimiert werden.

Die richtige Inhalationstechnik mit Dosieraerosolen (Film):

- aufrechte/atemerleichternde Position
- Dosieraerosol schütteln (gilt für Suspensionsaerosole)
- entspannte Ausatmung bis zum Residualvolumen
- Mundstück mit Zähnen und Lippen umschließen
- Sprühstoß auslösen und
- gleichzeitiger Beginn einer langsam und tiefen Inspiration
- endinspiratorische Pause von 10 Sekunden
- entspannte Ausatmung



Abbildung 2: Dosieraerosole



Abbildung 3: Spacer

■ 3. Pulverinhaltatoren (DPI) (Abb. 4)

Pulverinhalationssysteme stehen als Einzeldosis- und Multidosissysteme in wiederbefüllbaren oder nicht wiederbefüllbaren Systemen zur Verfügung. Eine Unterteilung erfolgt auch in Hoch-, Mittel- oder Niedrigwiderstandssysteme. Im Gegensatz zu Dosieraerosolen sind Pulverinhaltatoren vom inspiratorischen Atemfluss abhängig: das bedeutet, dass der Einatemfluss des Patienten die abzugebende Medikamentendosis und die Teilchengröße bestimmt. Dadurch besteht eine höhere Variabilität der applizierten Medikamentendosis.

Für den Patienten sind diese Systeme in ihrer Handhabung leichter als Dosieraerosole, da keine Koordination zwischen Inspiration und Sprühstoßabgabe notwendig ist. Um eine optimale Dosisfreisetzung und eine optimale intrabronchiale Deposition zu erreichen, ist bei Hoch- und Mittelwiderstandssystemen ein Inspirationsfluss von 60–90 l/min notwendig. Bei Niedrigwiderstandssystemen liegt der erforderliche Einatemfluss über 90 l/min. Diese hohen Flüsse sind bereits am Beginn der Inspiration notwendig [7, 9, 10].

Ein Messsystem zur Kontrolle der optimalen Flussrate steht mit dem IN-check Inspiratory Flow-Meter zur Verfügung (Abb. 5).

Hochwiderstandssysteme zeichnen sich durch eine bessere intrabronchiale und geringe oropharyngeale Deposition aus.



Abbildung 4: Pulverinhaltatoren (Quelle: Deutsche Atemwegsliga e.V. / iKOMM, Nachdruck mit Genehmigung aus: <http://www.atemwegsliga.de>)



Abbildung 5: Messsystem zur Kontrolle der optimalen Flussrate

Es ist aber ein hoher inspiratorischer Atemfluss notwendig [11].

Neben dem inspiratorischen Atemfluss und dem Eigenwiderstand des Inhalators ist die Umgebungsfeuchtigkeit, bei unsachgemäßer Lagerung, ein weiterer wichtiger Faktor für die Dosisfreisetzung und Lungengängigkeit. Feuchtigkeit führt nämlich zu Verklumpungen der Aerosolteilchen.

Für die Notfallbehandlung des schweren bis lebensbedrohlichen Asthmaanfalls, sowie im Rahmen akuter Exazerbationen und für Kinder unter 5 Jahren sind Pulverinhaltatoren nicht geeignet [12–14].]

Werden Pulverinhaltatoren unsachgemäß angewandt, kommt es zu einer schlechten Dosisfreisetzung und einer geringen intrapulmonalen Deposition.

Die richtige Inhalationstechnik mit Pulverinhaltatoren

- aufrechte/ atemerleichternde Position
- System laden
- entspannte Ausatmung bis zum Residualvolumen
- Mundstück mit Zähnen und Lippen umschließen
- rasche und tiefe Inspiration
- endinspiratorische Pause von 10 sec.
- entspannte Ausatmung

■ Das geeignete Inhalationssystem

Heute ist es möglich, jedem Patienten ein geeignetes Inhalationssystem zur Verfügung zu stellen, um ihn optimal versorgen zu können. Bei der Auswahl des geeigneten Inhalationssystems ist der Schweregrad der Atemwegserkrankung, die Gesamtsituation des Patienten, dessen manuelle und mentale Fähigkeiten sowie das Wirkstoffspektrum und die Verfügbarkeit der Inhalatoren zu berücksichtigen (Tabelle 1) [2].

Vier Fragestellungen sollen bei der Verordnung eines Inhalationssystems Berücksichtigung finden:

- Kann bewusst inhaliert werden?
- Ist ein ausreichender inspiratorischer Atemfluss oder ein effektives Vitalkapazitätsmanöver möglich?
- Kann die erforderliche Koordination für die Benutzung des Inhalationssystems aufgebracht werden?
- In welchem System ist der gewünschte Wirkstoff verfügbar?

Tabelle 1: Entscheidungshilfe für die Auswahl des richtigen Inhalationssystems (mod. nach [16])

Gute Koordination Sprühstoßauslösung und Inspirationsbeginn	
+ Inspirationsfluß > 30 l/min	+ Inspirationsfluß < 30 l/min
Dosieraerosol	Dosieraerosol
Atemzugsauslösendes Dosieraerosol	Vernebler
Pulverinhalatoren	Respimat (Soft Mist Inhaler)
Vernebler	
Respimat (Soft Mist Inhaler)	
Schlechte Koordination zwischen Sprühstoßauslösung und Inspiration	
+ Inspirationsfluß > 30 l/min	+ Inspirationsfluß < 30 l/min
Dosieraerosol mit Spacer	Dosieraerosol mit Spacer
Atemzugsgetriggertes Dosieraerosol	Vernebler
Pulverinhalator	Respimat (Soft Mist Inhaler)
Vernebler	
Respimat (Soft Mist Inhaler)	

Zusammenfassung

Besteht die Möglichkeit der Anwendung von mehreren Inhalationssystemen, sollte die Präferenz des Patienten berücksichtigt werden. Kann der optimale inspiratorische Atemfluss nicht aufgebracht werden, ist auf die Verwendung von Pulverinhalationssystemen zu verzichten. Sind Koordinationsprobleme bei der Verwendung von Dosieraerosolen vorhanden, besteht die Möglichkeit der Inhalation mit einer Vorschaltkammer. Ebenfalls kann ein atemzugsgetriggertes Dosieraerosol, ein Vernebler oder bei ausreichenden Inspirationsfluss auch ein Pulverinhalationssystem verwendet werden. Die gleichzeitige Verwendung verschiedener Inhalatoren/Inhalationssysteme sollte nach Möglichkeit vermieden werden, da die Fehlerhäufigkeit ansteigt [15].

Nach der Auswahl des Inhalationssystems ist eine intensive Schulung der korrekten Handhabung und Inhalationstechnik

notwendig. Eine regelmäßige Überprüfung der richtigen Anwendung ist von großer Bedeutung, da sich mit der Zeit Inhalationsfehler einschleichen. Unter Umständen kann auch ein Wechsel des Inhalationssystems notwendig werden.

Um die Fehlerhäufigkeit zu minimieren sind Schulungen und laufende Kontrollen der Inhalationstechnik für den Therapieerfolg unerlässlich [16].

Interessenkonflikt

Die korrespondierende Autorin gibt an, dass ein potentieller Interessenskonflikt mit der Fa. Chiesi besteht.

Literatur:

- Vincken W. et al. The ADMIT series - Issues in Inhalation Therapy. 4) How to choose inhaler devices for the treatment of COPD. Prim Care Respir J 2010; 19: 10–20.
- Voshaar Th. et al. Empfehlung für die Auswahl von Inhalationssystemen. Pneumologie 2001; 55: 57986.
- Le Brun PP. A review of the technical aspects of drug nebulisation. Pharm World Sci 2000; 22: 75–81.
- Laube BL. ERS/ISAM Task force Report: inhalation therapies. What the pulmonary specialist should know about the new inhalation therapies. Eur Respir J 2011; 37: 1308–31.
- Cates CJ. Holding chambers (spacers) versus nebulisers for beta-agonist treatment of acute asthma. Cochrane Database Syst Rev 2006; 2: CD0000052.
- Haughney J. et al. Die Wahl des Inhalators bei Asthmapatienten – aktueller Wissensstand und offener Forschungsbedarf. Respir Med 2010; 104: 1237–45.
- Köhler D. Theorie und Praxis der Inhalationstherapie. Arcis Verlag, München, 2000.
- Hochrainer D. et al. Comparison of the Aerosol Velocity and Spray Duration of Respimat® Soft Mist™Inhaler and Pressurized Metered Dose Inhalers. J Aerosol Med 2005; 18: 273–82.
- Kohlhäuser M. et al. Inspiratory flow profiles of patients with severe COPD. Eur Respir J 2003; 22 (Suppl 45): 4095.
- Everard ML. et al. Flow early in the inspiration manoeuvre affects the aerosol particle size distribution from Turbohaler. Respir Med 1997; 91: 624–8.
- Clark AR. The relationship between powder inhaler resistance and peak inspiratory conditions in healthy volunteers – Implications for in vitro testing. J Aerosol Med 1993; 6: 99–110.
- Svartengren K et al. Added external resistance reduces oropharyngeal deposition and increases lung deposition of aerosol particles in asthmatics. AJRCCM 1995; 152: 32–7.
- Bentur L. et al. Measurement of inspiratory flow in children. Ped Pulmonology 2004; 38: 304–7.
- Jarvis S. et al. Inhaled Therapy in elderly Copd-Patients; time for reevaluation. Age Ageing 2007; 36: 213–8.
- Cochrane GM. Inhaled corticosteroids for asthma therapy: patient compliance, devices and inhalation technique. Chest 2000; 117: 542–50.
- Chapman KR. et al. Inhaler choice in primary care. Eur Respir Rev 2005; 14: 117–22.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere
zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

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](#)