

Journal für Pneumologie

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

**Die Rolle der Spiroergometrie in der
differentialdiagnostischen Abklärung der Dyspnoe:
Praxisbeispiele mit Erklärung // Cardiopulmonary exercise
testing in differentialdiagnostic clarification of patients
with dyspnea – practical examples and explanation**

Vonbank K

Journal für Pneumologie 2018; 6 (1), 6-9

Homepage:

www.kup.at/pneumologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Journal für Pneumologie

e-Abo kostenlos

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.

Die Rolle der Spiroergometrie in der differentialdiagnostischen Abklärung der Dyspnoe: Praxisbeispiele mit Erklärung

K. Vonbank

Kurzfassung: Anhand der Spiroergometrie (CPET) ist es möglich, die Ursachen der Leistungseinschränkung bei Patienten mit chronischen Erkrankungen aufzuzeigen. Die Spiroergometrie setzt sich zusammen aus einer symptomlimitierten Belastungsuntersuchung in Kombination mit der Aufzeichnung des Gasaustausches und der Atmung (z. B. Sauerstoffaufnahme VO_2 , Atemminutenvolumen VE). Anhand dieser Belastungsuntersuchung ist es möglich, pathologische Belastungsreaktionen aufzuzeigen und zwischen einer kardiovaskulären oder

pulmonalen Limitierung als Ursache von Symptomen wie Atemnot zu unterscheiden.

Schlüsselwörter: Spiroergometrie, Atemnot, chronische Erkrankungen

Abstract: **Cardiopulmonary exercise testing in differentialdiagnostic clarification of patients with dyspnea – practical examples and explanation.** Cardiopulmonary exercise test (CPET) is the gold standard for evaluating the causes

of exercise intolerance in patients with chronic disease. CPET comprises a symptom-limited exercise test in combination with breath-by-breath monitoring of cardiopulmonary variables (e.g. oxygen uptake VO_2 , minute ventilation VE). Exercise testing is useful to distinguish between normal and abnormal responses to exercise and differentiate between cardiovascular and pulmonary causes of symptoms like dyspnea. **J Pneumologie 2018; 6 (1): 6–9.**

Keywords: CPET, dyspnea, chronic diseases

■ Einleitung

Die Erfassung der maximalen Leistungsfähigkeit anhand Messung der maximalen Sauerstoffaufnahme ($\text{VO}_{2\text{max}}$) ist einer der wichtigsten Parameter für die Lebenserwartung und den Verlauf von chronischen Erkrankungen. Oft aber korreliert die Symptomatik wie Atemnot, die die Patienten angeben, nicht mit der Einschränkung der Leistungsfähigkeit.

Durch die Monitorisierung des Gasaustausches und der Atmung und die daraus erfassten Parameter während der Belastungsuntersuchung ist es möglich, die Anpassung der unterschiedlichsten Systeme an die Belastung aufzuzeichnen und so zwischen kardialer, pulmonaler oder metabolischer Einschränkung zu differenzieren. So kann neben der Beurteilung des Atemmusters und der Atemökonomie unterschieden werden zwischen ventilatorischer und kardiozirkulatorischer Limitierung sowie eine objektive Beurteilung der Ausbelastung und der Mitarbeit des Patienten erfolgen. Wichtig für die Beurteilung der Atemnot des Patienten ist es auch, vor und nach der Spiroergometrie das subjektive Empfinden der Dyspnoe abzufragen und zu graduieren (z. B. Borg-Skala).

■ Kardiale Limitierung

Neben der Erfassung des EKGs und der Blutdruckregulation bei Belastung ist der Verlauf der Herzfrequenzkurve und des Sauerstoffpulses bedeutend. Bei Gesunden zeigt sich ein nicht ganz linearer Verlauf der Herzfrequenzkurve. Der Sauerstoffpuls wird aus dem Quotienten zwischen $\text{VO}_{2\text{max}}$ und Herzfrequenz bestimmt und ist direkt abhängig von der arteriovenösen Sauerstoffdifferenz. Der Sauerstoffpuls beschreibt jene Menge Sauerstoff, die pro Schlag an die periphere Muskulatur abgegeben wird und kann Rückschlüsse über das Schlagvolumen des Herzens geben. Patienten mit eingeschränkter Auswurfleistung (z. B. höhergradige Herzinsuf-

fizienz, höhergradige Aortenstenose) können einerseits eine veränderte Herzfrequenzkurve unter Belastung aufzeigen, mit überschießendem Anstieg bei Belastung, und andererseits eine Abflachung bzw. Abnahme des Sauerstoffpulses als Ausdruck eines verminderten Schlagvolumens (Abbildung 1, Feld 2 O_2 Puls blau und Feld 5 Herzfrequenz rosa).

■ Ventilatorische Limitierung

Patienten mit ventilatorischer Limitierung zeigen eine eingeschränkte Atemreserve von unter 20 %. Die Atemreserve wird aus der Differenz des MVV (= maximal voluntary ventilation = $\text{FEV}_1 \times 35$) und dem maximalen Atemminutenvolumen bei Ausbelastung (VE_{max}) berechnet, d.h. die Ventilation bei Belastung erreicht die aus der Lungenfunktion berechnete maximal mögliche Ventilation.

Die Hyperventilation wird angegeben durch einen erhöhten VE/VCO_2 -Slope mit erhöhtem Atemminutenvolumens bezogen auf VCO_2 (Abb. 2, Feld 4). Patienten mit höhergradiger COPD zeigen dabei oft ein hohes Atemzugvolumen bezogen auf die Ventilation (Abb. 2, Feld 7), während Patienten mit interstitieller Lungenerkrankung ein sogenanntes „restriktives Atemmuster“ aufweisen können, mit kaum erkennbarer Erhöhung des Atemzugvolumens bezogen auf die Ventilation und Steigerung der Ventilation hauptsächlich über die Steigerung der Atemfrequenz.

Die Atemäquivalente bei fortgeschrittenen Lungenerkrankungen wie COPD oder ILD sind deutlich erhöht (Abb. 3, Feld 6) über einen Ruhewert von 20–25 und können angedeutet noch eine normale Wannenform zeigen, allerdings ist es auch möglich, dass der typische Abfall der Atemäquivalente nicht vorhanden ist.

■ Dynamische Überblähung

Patienten mit Obstruktion zeigen bei Belastung eine Zunahme der dynamischen Überblähung, die anhand von Aufzeichnungen der Fluss/Volumen-Kurven während der Belastung darge-

Aus der Praxisgemeinschaft medClinic Wien

Korrespondenzadresse: Dr. Karin Vonbank, Fachärztin für Lungenerkrankungen und für Innere Medizin, A-1010 Wien, Dominikanerbastei 3, E-mail: k.vonbank@medclinic.at

stellt werden können (Abb. 4). Dabei kommt es, im Gegensatz zu Gesunden, zu einer Abnahme der inspiratorischen Kapazität durch Anstieg des endexpiratorischen Lungenvolumens (EELV) aufgrund der unvollständigen Expiration. Das führt zu einer Verschiebung der Fluss/Volumen-Kurven in Richtung TLC. Das Ausmaß der Veränderungen ist vom Schweregrad der Obstruktion abhängig.

■ Vaskuläre Veränderungen

Bei Patienten mit pulmonaler Hypertension (Abb. 5) zeigt sich oftmals eine deutliche Hyperventilation mit steilem Slope (Feld 4) bei eher restriktivem Atemmuster (Feld 7), flachem Sauerstoffpulsanstieg (Feld 2) bei Belastung mit entsprechendem steilem Knick der Herzfrequenzkurve unter Belastung (Feld 5).

Die Atemäquivalente sind erhöht und können bei z. B. vorliegenden Embolien stetig ansteigen, ohne „Wannenbildung“ aufgrund des zunehmenden V/Q-Mismatch im Sinne einer fehlenden Ökonomisierung der Atmung.

■ Untrainierter Zustand und Ausbelastung

Untrainierte Personen mit deutlich eingeschränkter Leistungsfähigkeit zeigen oft einen sehr ungünstigen Herzfrequenzanstieg mit steilem Anstieg bei Belastung sowie einen deutlich erhöhten Atemaufwand mit Hyperventilation und erhöhten Atemäquivalenten in Ruhe und bei Belastung. Im Gegensatz zu kardialer Einschränkung oder ventilatorischer Limitierung ist der Anstieg des Sauerstoffpulses normal und es zeigt sich in den Fluss/Volumen-Kurven keine Verschiebung in Richtung TLC bzw. Erhöhung des EELV.

Um die Ausbelastung zu beurteilen, werden einerseits ein respiratorischer Quotient (RQ) von $> 1,1$ sowie eine Herzfrequenzreserve von < 15 Schlägen/min herangezogen. Der RQ wird aus dem Quotient des CO_2 -Anstiegs und der Sauerstoffaufnahme berechnet. Die Herzfrequenzreserve bildet die Differenz zwischen erreichter maximaler Herzfrequenz und eines altersabhängigen berechneten Soll-Maximalwertes ($220 - \text{Lebensalter}$ bzw. $208 - (0,7 \times \text{Alter})$).

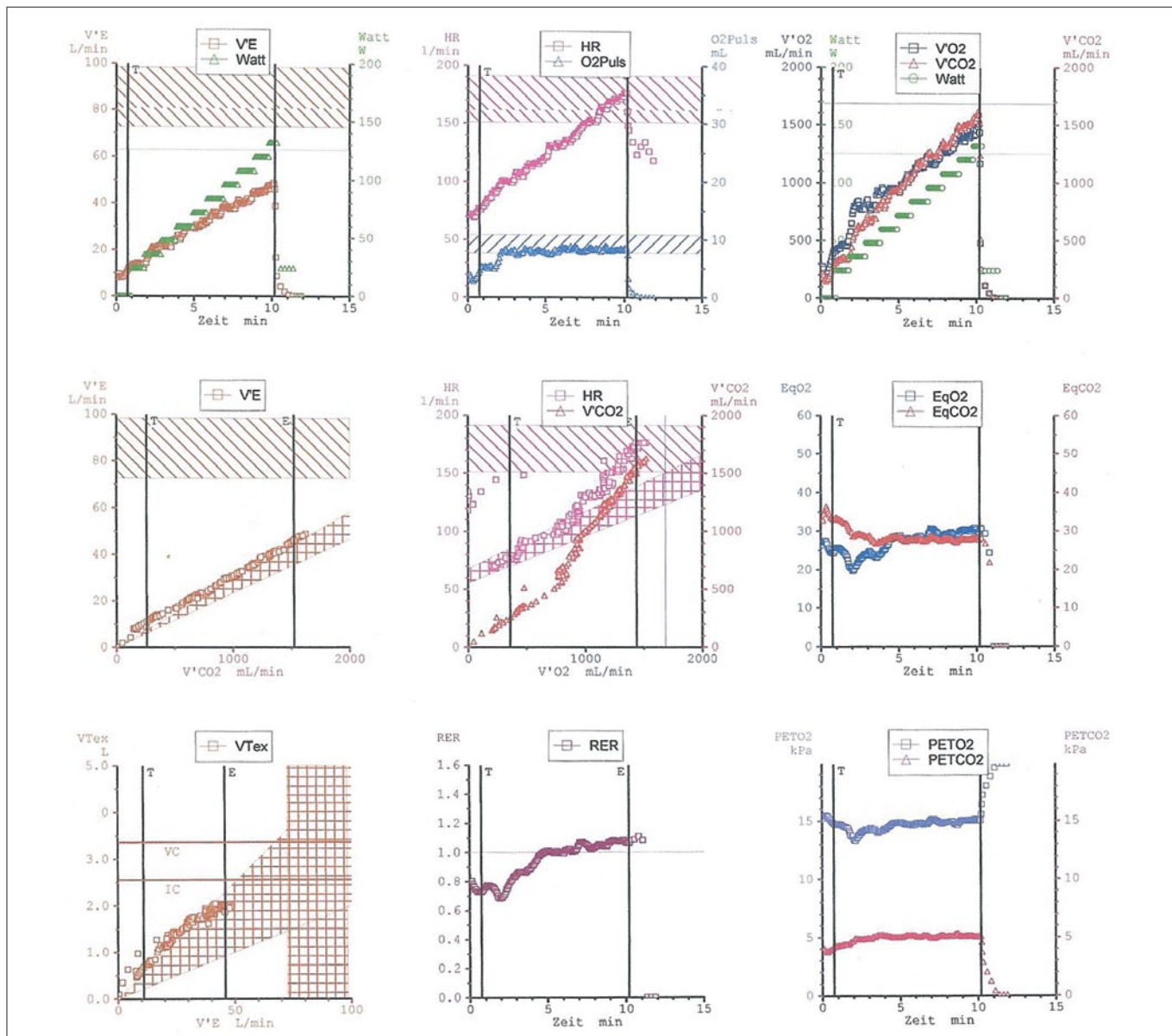


Abbildung 1: 32-jährige Patientin mit höhergradiger Aortenstenose und Dyspnoe NYHA II, normale Leistungsfähigkeit

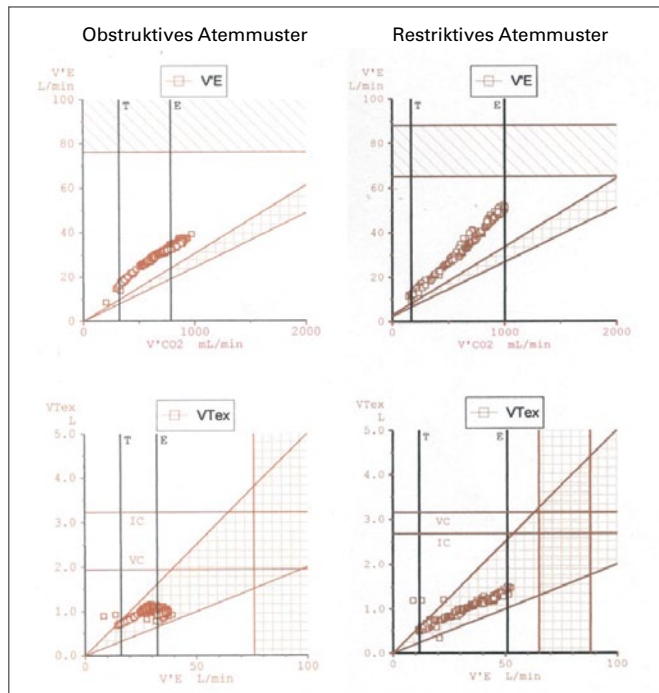


Abbildung 2: Ventilatorische Limitierung

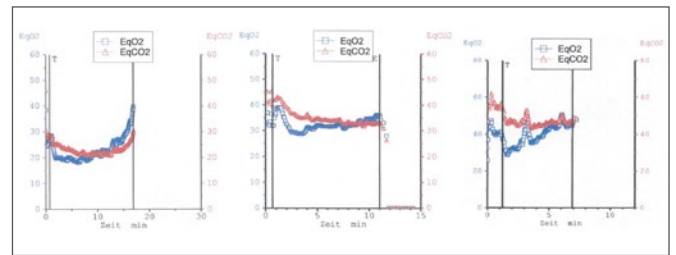


Abbildung 3: Atemäquivalente bei einem gesunden Sportler und bei Patienten mit COPD bzw. ILD

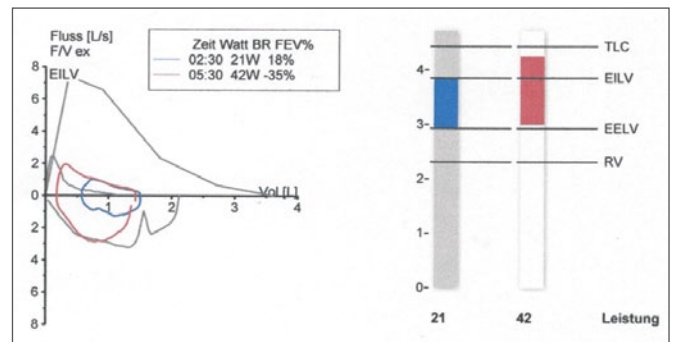


Abbildung 4: Dynamische Hyperinflation

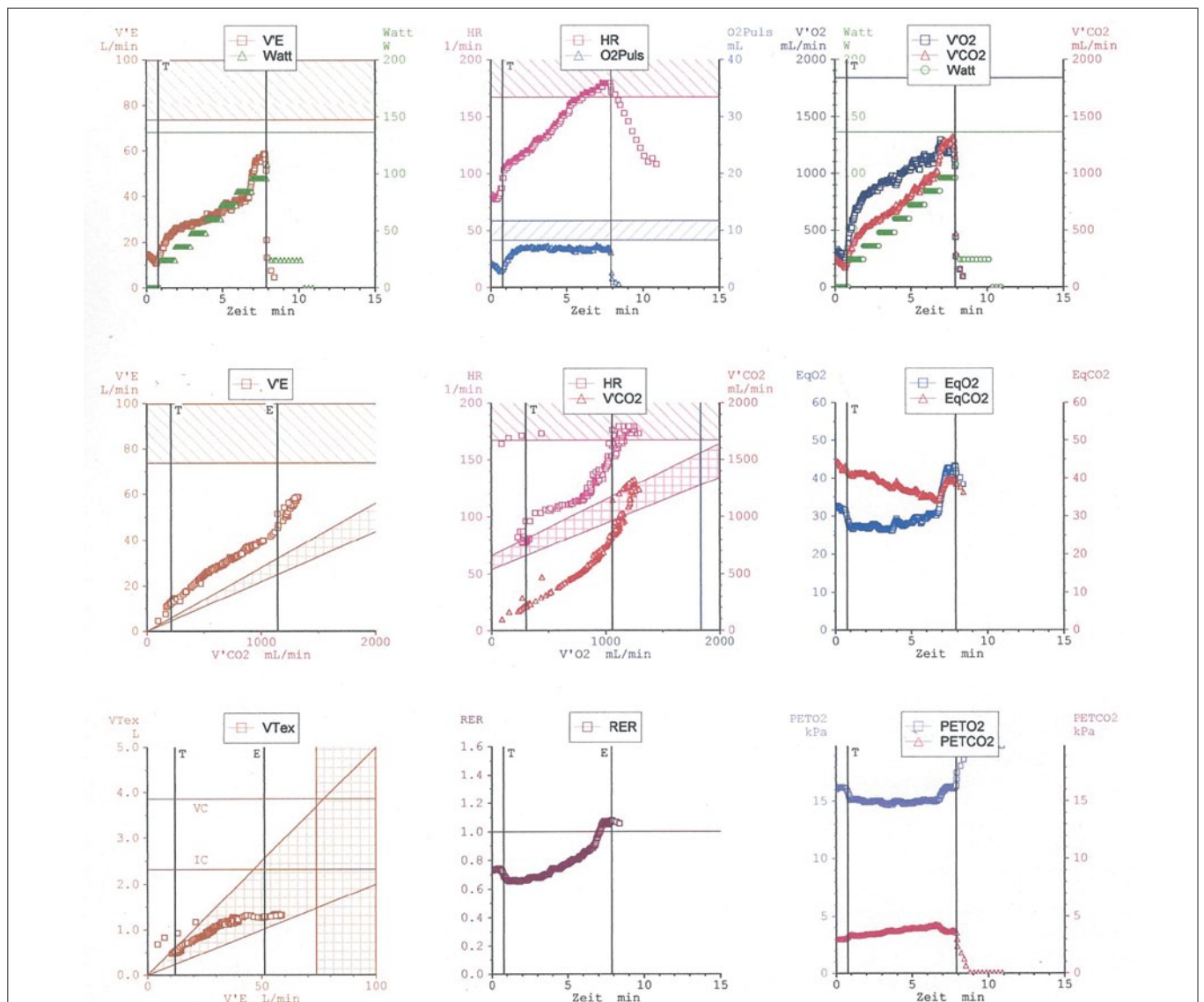


Abbildung 5: Pulmonale Hypertension

■ Zusammenfassung

Zusammenfassend kann die Spiroergometrie weit mehr aussagen als das Ausmaß der Leistungseinschränkung, sie kann Symptome wie Atemnot differenzieren hinsichtlich möglicher kardialer, pulmonaler oder metabolischer Einschränkungen bzw. auch das Ausmaß der Mitarbeit und Ausbelastung beurteilen.

■ Interessenkonflikt

Keiner.

Weiterführende Literatur:

1. Kroidl RF, Schwarz S, Lehnigk B. Kursbuch Spiroergometrie. 2. Auflage, Thieme Verlag 2007.
2. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Sietsema KE, Sun XG, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation, 5th ed. Williams&Wilkins
3. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. Am J Respir Crit Care Med 2003;167:211-277.
4. Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, Gosselink R, O'Donnell DE, Puente-Maestu L, Schols AM, Singh S, Whipp BJ. Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice. ERS Task force. Eur Respir J 2007;29:185-209.
5. Ferrazza AM, Martolini D, Valli G, Palange P. Cardiopulmonary exercise testing in the functional and prognostic evaluation of patients with pulmonary diseases. Respiration 2009;77:3-17.
6. O'Donnell DE, Elbehairy AF, Faisal A, Webb KA, Neder JA, Mahle DA. Exertional dyspnoe in COPD: the clinical utility of cardiopulmonary exercise testing. Eur Respir Rev 2016;25:333-347.

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](#)