

A III-3.2

Kardiopulmonale Funktionsdiagnostik

A III-3.2.1

Lungenfunktionsdiagnostik

S. SCHWARZ und B. LEHNIGK

Zusammenfassung

Auf Grund der Häufigkeit von Atemwegserkrankungen in der Allgemeinbevölkerung und der unzureichenden Aussagekraft von anamnestischen Angaben sind objektive Lungenfunktionsdaten insbesondere in der Arbeitsmedizin und im Speziellen in der Begutachtungssituation unerlässlich. Dabei ist der intraindividuelle Vergleich – nicht zuletzt wegen der Streuung der Messdaten um den Sollbereich – aussagekräftiger als der interindividuelle (Schäfer 2002).

Die *Spirometrie* ist dabei das klassische Verfahren der Lungenfunktionsprüfung, das zumindest in jeder betriebsärztlichen Einrichtung zur Verfügung stehen sollte. Wegen des geringen methodischen Aufwandes, der Einfachheit der Durchführung und des relativ hohen Informationsgehaltes eignet sich die Methode zum flächendeckenden Einsatz. Akzeptabilitätskriterien und Reproduzierbarkeitskriterien sind dabei streng zu beachten (Arbeitsmedizinische Leitlinie 2005). Bei der Diagnostik komplexer Funktionsstörungen (obstruktiv-restriktiv, obstruktives Emphysem, Pseudorestriktion) ist die *Ganzkörperplethysmographie (GKP)* erweiternd heranzuziehen (Baur 2000, Gosselink 2005, Ulmer 2001). Die Messungen von intrathorakalem Gasvolumen (ITGV) und Atemwegwiderstand (R) erfolgen weitgehend mitarbeitsunabhängig. Darüber hinaus ermöglicht die GKP die Erhebung aller statischen und dynamischen Lungenfunktionsparameter einschließlich der totalen Lungenkapazität (TLC) und des Residualvolumens (RV). Bei der Messung ist ein standardisierter Messablauf einzuhalten (Matthys 1995). Zur Beurteilung des Gasaustausches der Lunge stehen unterschiedliche Untersuchungen in Ruhe und unter Belastung zur Verfügung. An erster Stelle ist die *Blutgasanalyse (BGA)* zu nennen. Verschiedene ventilatorische Zustände können unter Hinzuziehung des *Kohlensäuredruckes (PaCO₂)*, des *pH* und des *Base-Exzess (BE)* beurteilt werden. Durch die zusätzliche Untersuchung des Blutgasverhaltens unter Belastung

(*Belastungs-BGA*) können latente Störungen erkannt werden, Verteilungsstörungen können von echten Gasaustauschstörungen differenziert werden und eine Schweregradbeurteilung ist möglich (Kroidl 2006a). Dahingegen bezieht sich der *Transferfaktor (Diffusionskapazität, TLCO)* ausschließlich auf Störungen des Gasaustausches in Ruhe. Störungen im Alveolar-Kompartiment oder im Blut-Kompartiment (TLCO_c) können annähernd von Transferstörungen im Interstitium differenziert werden. Die Messung hat ihre Stärke in der Verlaufsbeurteilung von bekannten interstitiellen Lungenerkrankungen.

Die *Testung der unspezifischen bronchialen Hyperreagibilität (BHR)* ist indikativ bei anamnestischen Anfällen von Atemnot ohne Funktionskorrelat, Husten unklarer Genese und ungeklärter Belastungsluftnot sowie bei allen gutachterlichen, arbeitsmedizinischen und epidemiologischen Fragestellungen. Die *Spiroergometrie (Cardiopulmonary Exercise Test, CPET)* gewinnt ihre Bedeutung in der Begutachtung aus der Differenzierung der kardialen, ventilatorischen, gasaustausch- und mitarbeitsbedingten Komponenten (Fritsch u. Schwarz 1999). Darüber hinaus kann neben der Maximalleistung die Dauerleistungsfähigkeit eines Individuums beurteilt werden. Eine Beurteilung der Leistung ist anhand der Sauerstoffaufnahme im Bezug zu *Sauerstoff-Sollwerten (V'O₂)* (Wasserman 2005), zum Körpergewicht (Watt/kg KG) (Cooper 2001) und zu *Watt-Sollwerten (Watt)* (Reiterer 1977, Worth 1998) möglich.

Bei speziellen Fragestellungen kommen die *Compliancemessung (C)* und die *Atemkraftmessung (Pimax, P0.1)* zur Anwendung. Dabei kommt die Compliancemessung vorwiegend bei der Diagnostik und Verlaufsbeurteilung interstitieller Lungenerkrankungen (insbesondere Asbestose, Begutachtung) zur Anwendung, die Atemkraftmessung bei COPD, Emphysem und Schlafapnoesyndrom sowie bei ventilatorischer Insuffizienz.

Basisfunktionswerte

Spirometrie

Einführung

Die Lungenfunktionsprüfung wird als Ergänzung bei klinischer Diagnosestellung, Schweregradbeurteilung von Störungen, Verlaufsbeobachtungen sowie Therapieentscheidungen und im Rahmen von Begutachtungen (Abb. 1) genutzt. Bei Indikationsstellung, Durchführung und Bewertung von Lungenfunktionsuntersuchungen im Allgemeinen (Abb. 2) sind verschiedenste Einflüsse auf die Funktionswerte in Ruhe und unter Belastung zu berücksichtigen.

Darüber hinaus werden Lungenfunktionsuntersuchungen auch zur Abklärung von Dyspnoe durchgeführt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass eine Vielzahl von Erkrankungen (Abb. 2) mit einem Gefühl von Dyspnoe einhergeht. Das Gefühl von Dyspnoe entsteht dabei multifaktoriell und integrativ aus der sensorischen Verarbeitung von peripheren Afferenzen, den muskulären Efferenzen, deren „Mismatch“ sowie der zentralen sensorischen und kulturellen Modulation. Der subjektive Grad von Dyspnoe kann mittels Skalen (Borg-Skala, Abb. 3) erfasst werden.

Die Spirometrie kann darüber hinaus objektive Befunde erheben und dazu beitragen, folgende Fragen zu beantworten:

1. Liegt eine Atemwegsobstruktion vor?
2. Ist die nachgewiesene Atemwegsobstruktion teilweise oder voll reversibel im Bronchodilatationstest?
3. Liegt eine relevante Verringerung der Lungenvolumina (vor allem: Restriktion) vor?

Definition

Unter Spirometrie versteht man die Messung von Lungenvolumina am Mund unter Ausschaltung der Nasenatmung mittels einer Nasenklemme. Die Messung und Registrierung der Funktionsdaten „online“ beinhaltet sowohl kontinuierliche Atemmanöver als auch willentlich forcierte Atemmanöver. Im Rahmen der Untersuchung sind sowohl statische als auch dynamische Messwerte zu erhalten. Dabei beinhalten statische Messwerte die so genannten „mobilisierbaren statischen“ Volumina, die einer direkten Messung zugänglich sind, und die „dynamischen“ Volumina, die über eine Zeit erhoben werden. Durch die Betrachtung der Einzelwerte und deren prozentualer Beziehung zueinander sind unterschiedliche Interpretationen möglich. Die Un-

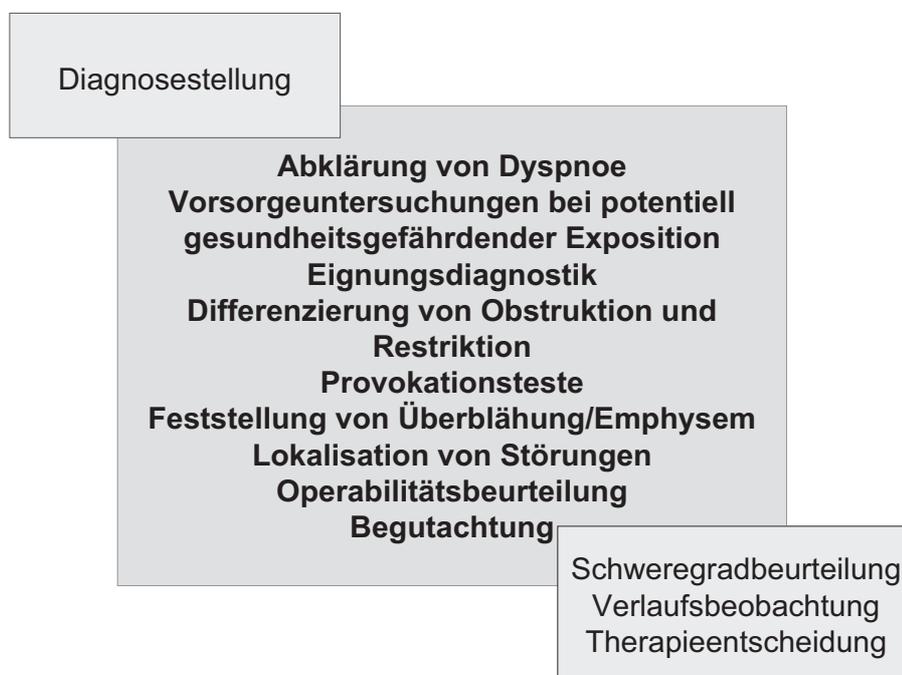


Abb. 1: Indikationen zur Lungenfunktionsdiagnostik

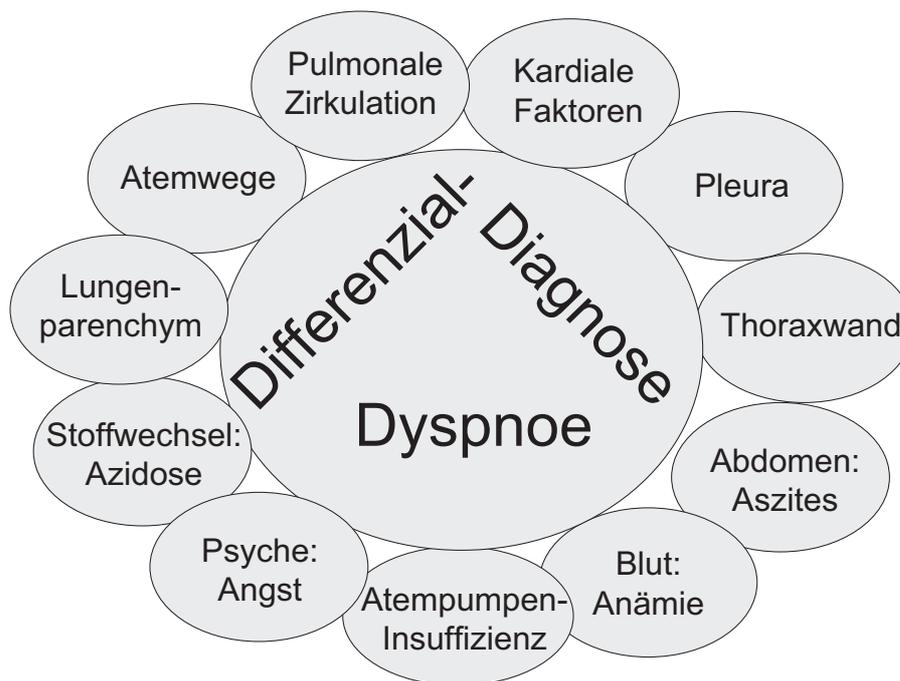


Abb. 2: Einflüsse auf Funktionswerte beim Symptom Dyspnoe

tersuchung kann am einfachen „Keilbalgspirometer“ (Abb. 4) durchgeführt werden. Heutzutage werden Strömungssensoren, Pneumotachographen, (Abb. 5), verwendet, die primär die Atemstromstärke durch Messung des Druckabfalls an lamellierten Röhren (Staurohr nach Fleisch) messen und über die Integration des Flusses über die Zeit das Volumen rechnerisch integrieren.

Durchführung

Alle Funktionsmessungen – insbesondere die forcierten – sind abhängig von guter Anleitung und exzellenter Mitarbeit. Insbesondere bei Sprach- und Koordinationsproblemen steht und fällt der Ausgabewert mit der entsprechenden Anleitung, der vorangehenden Übung und der Durchführung sowie den unter Umständen notwendigen Wiederholungen der Manöver.

Bei der Durchführung der *Spirometrie* (Abb. 4 rechts, Abb. 6) ist in beschriebener standardisierter Weise vorzugehen, um die entsprechenden Messdaten optimal zu erheben.

Dabei gibt der/die Untersucher/in die einzelnen Schritte (Tab. 1) zunächst im Überblick, dann bei je-

Borg-Skala

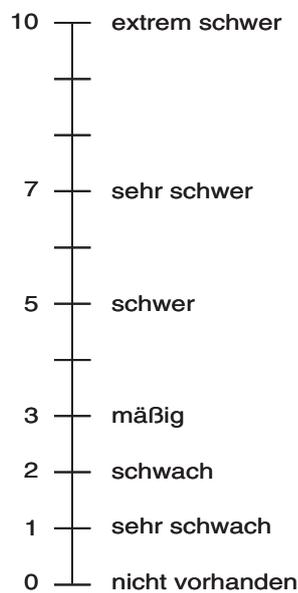


Abb. 3: Dyspnoe-Skala nach Borg zur Quantifizierung von Luftnot

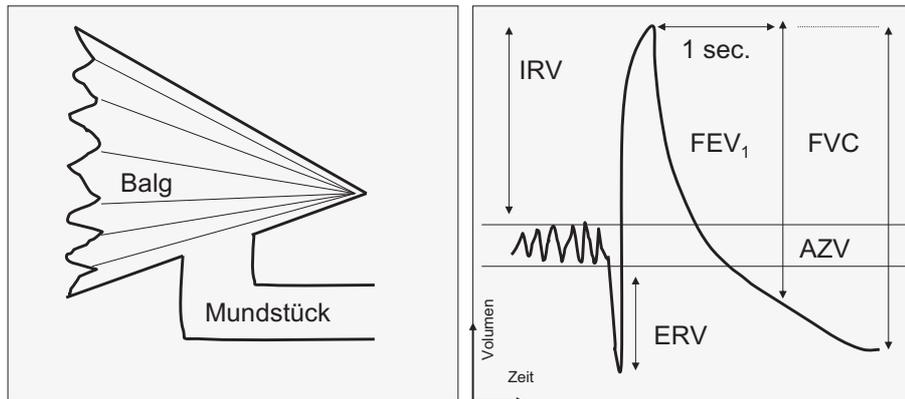
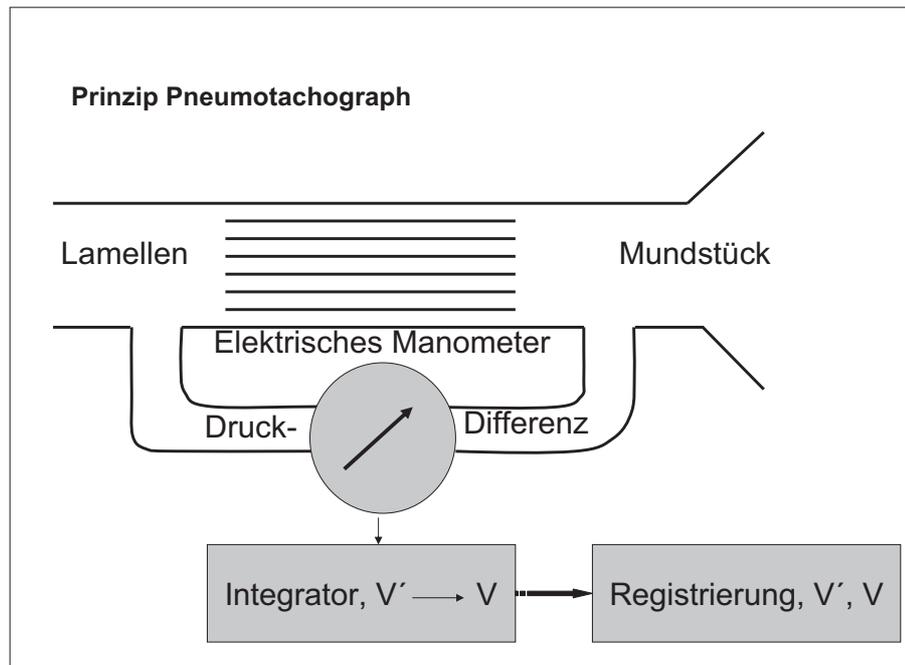


Abb. 4: Links Balgspirometrie, rechts Volumen-Zeit-Kurve mit FEV₁ (Einsekundenkapazität), AZV (Atemzugvolumen), IRV (inspiratorisches Reservevolumen), ERV (expiratorisches Reservevolumen), FVC (forcierte expiratorische Vitalkapazität)



Pneumotachograph, V' = Strömung und V = Volumen

Abb. 5: Lamellierte Röhren nach Fleisch im Pneumotachographen

dem Manöver begleitend an. Der Patient ist über das Mundstück mit dem Spirometer verbunden, die Nase durch die Nasenklemme verschlossen. In einem Arbeitsgang werden Atemzugvolumen (AZV),

nach langsamer Ausatmung dann einatmend die inspiratorische Vitalkapazität (VC, IVC) und forciert ausatmend die Einsekundenkapazität (FEV₁) bestimmt.