

Lungenfunktionsdiagnostik

Methoden

- Spirometrie
- Peak-Flow-Messungen
- Bronchoprovokation
- Spirometrie mit Bestimmung der FRC
- Diffusionskapazität
- aBGA
- Spiroergometrie

Spirometrie

Indikation

- ? pulmonale Funktionsstörung: normal/ pathologisch
- COPD: Symptome und klinische Befunde treten erst spät im Verlauf auf
- DD
Obstruktion: fixiert, partiell reversibel, reversibel
Restriktion
- Quantifizierung des Schweregrades einer Erkrankung
- Abschätzung der Invalidität

Physiologie/ Durchführung

Lungenvolumina

statische Volumina

- **Vitalkapazität (VC):** Das Volumen, das nach maximaler Expiration maximal eingeatmet werden kann (inspiratorische Vitalkapazität= IVC (L))
- **Residualvolumen (RV):** das Volumen, das nach maximaler Expiration in den Lungen verbleibt (L)
- **Funktionelle Residualkapazität (FRC):** das Volumen, das nach normaler Expiration noch in den Lungen verbleibt (L)
- **totale Lungenskapazität (TC):** das Volumen, das sich nach maximaler Inspiration in der Lunge befindet (L) $TC = VC + RV$

dynamische Volumina

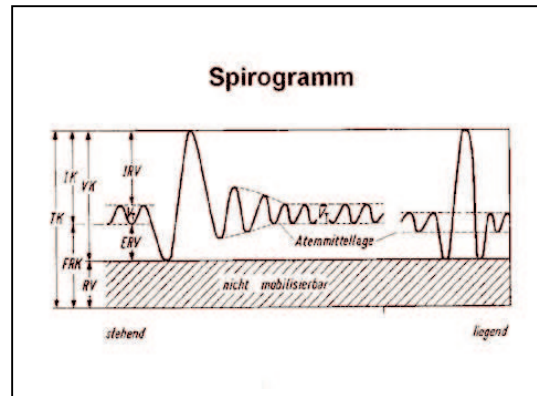
- **Erstsekundenskapazität (FEV1):** das Volumen, das nach maximaler Inspiration in der 1. Sekunde maximal ausgeatmet werden kann. (L)
- **Tiffeneau-Wert (%):** Verhältnis des Erstsekundenvolumens zur Vitalkapazität $FEV1/VC$
normal ist ein Wert $> 70\%$
- **forcierte Vitalkapazität (FVC):** das Lungenvolumen, das nach maximaler Inspiration forciert ausgeatmet werden kann
- **FEV1/FVC (%):** selbe Bedeutung wie der Tiffeneau-Wert, $FEV1/FVC > FEV1/VC$
- **Peak-Flow (PEF, l/s):** maximaler Atemfluss bei forcierter Expiration
wird durch die Luft unterhalten, welche aus den grossen Bronchien und der Trachea ausströmt und ist abhängig von der Mitarbeit, dem Diameter der grossen Luftwege und der Kraft der Atemmuskulatur => Verlaufskontrolle einer variablen bronchialen Obstruktion zB Asthma bronchiale
- **PEF oder MEF 25, 50, 75:** mittexpiratorische Flüsse zum Zeitpunkt, wo bereits 25%, 50% oder 75% der Vitalkapazität ausgeatmet sind. feine Indikatoren einer Obstruktion in den kleinen Bronchien

Durchführung

Position stehend oder sitzend
Nasenklemme

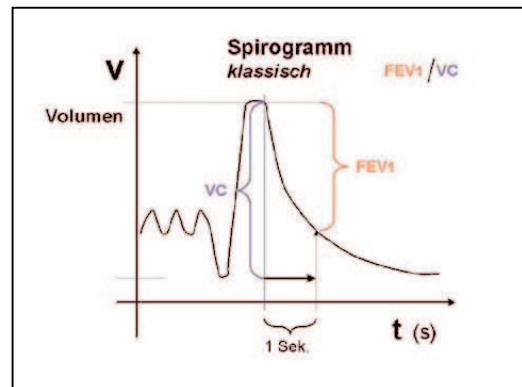
statische Volumina

- 3 Atemzüge in Ruhelage
- tiefe/ maximale Inspiration
- maximale Expiration
- normale Atmung



dynamische Volumina

- Atemmittellage
- tiefe/maximale Inspiration
- Messung starten
- den Patienten auffordern so schnell und kräftig wie möglich auszutmen (mindestens 6s, Plateau am Ende der Expiration >1s)
- tiefe Inspiration
- Atemmittellage



Normwerte

abhängig von

- Alter
- Geschlecht
- Grösse
- Ethnie
- von EGKS: Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl

Regressionsgleichung

$$zB: FEV1 = 4.3H - 0.029A - 2.492$$

H= Grösse in m, A= Alter in J

Beispiel

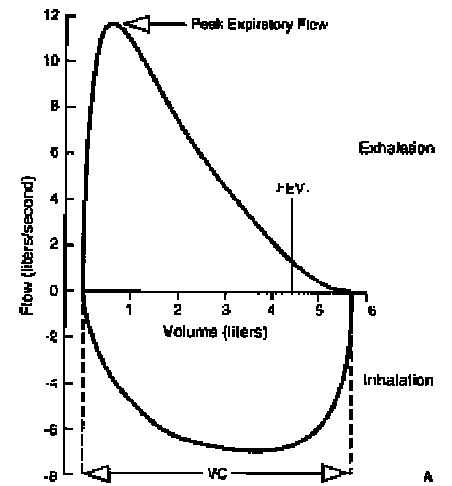
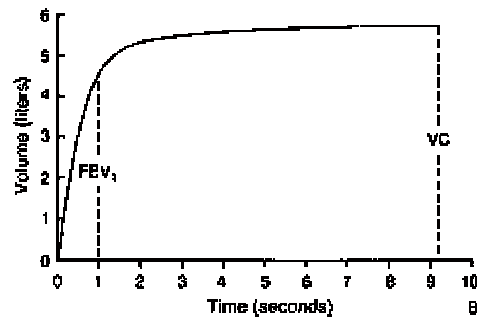
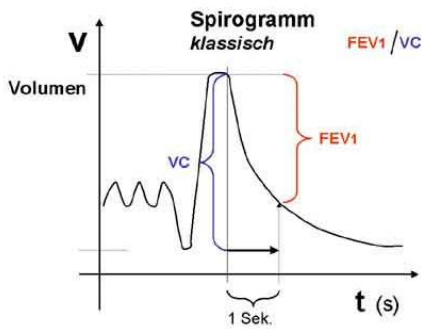
20J, 1,70m; FEV1 = 4,24 l

80J, 1,70m; FEV1 = 2,3 l

Fehlerquellen

- Fehlerhafte Eichung
- Sputum am Messkopf
- Messkopf undicht, Nasenklemme fehlt
- ungenügende Kooperation
verzögerter Start
zu schwacher Atemstoss
zu früher Abbruch
Simulant
- Hustenreiz, Asthma-Anfall
- Ermüdung
- Inadäquate Sollwerte
Geschlecht falsch
Grösse falsch
andere Ethnie

Umwandlung der Volumen-Zeit- Kurve in die Fluss- Volumen-Kurve



Beurteilung

Beurteilung der Qualität der Messung/ Mitarbeit

- rascher Flussanstieg/ rasches Erreichen des Peakflow
- kein Husten
- kein Flussabbruch in der 1. Sekunde, kontinuierliche Kurve
- mindestens 6 Sekunden Ausatmung, Plateau am Ende der Ausatmung für > 1s
- $IVC > FVC$

Reproduzierbarkeit

- mindestens 3 akzeptable Messungen
- maximal 8 Versuche
- die 2 höchsten Werte für FVC, FEV1 weichen maximal 200ml voneinander ab

angegeben wird die Messung mit der grössten Summe aus FEV1 und FVC

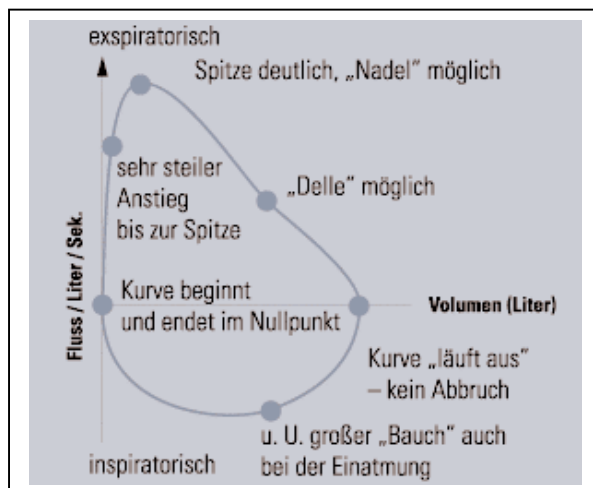


Abb: Qualitätskriterien

Frage nach Obstruktion

Definition: Erhöhung des in- und expiratorischen Strömungswiderstandes

Erkrankungen

- chronische Bronchitis
- Asthma bronchiale
- Lungenemphysem

FEV1/FVC < 70% und

Schweregrad einer obstruktiven Ventilationsstörung

FEV1 > 70-100% vom Soll	leicht
FEV1 > 50-70% vom Soll	mittel
FEV1 < 50% vom Soll	schwer

- Obstruktion der zentralen Atemwege => alle Flows sind eingeschränkt
- Obstruktion der zentralen und peripheren Atemwege => alle Flows sind eingeschränkt
- Obstruktion nur der peripheren Atemwege (Bronchiolitis) => nur MEF 25, 50, 75% sind eingeschränkt

Reversibilität

Bronchospasmodysetest

- nach Messung 1 Hub Beta2-Mimetikum inhalieren lassen
- 2-3 Minuten warten
- 2. Hub Beta2-Mimetikum
- 15-30 Minuten warten (je nach Substanz)
- Messung wiederholen

positiv wenn

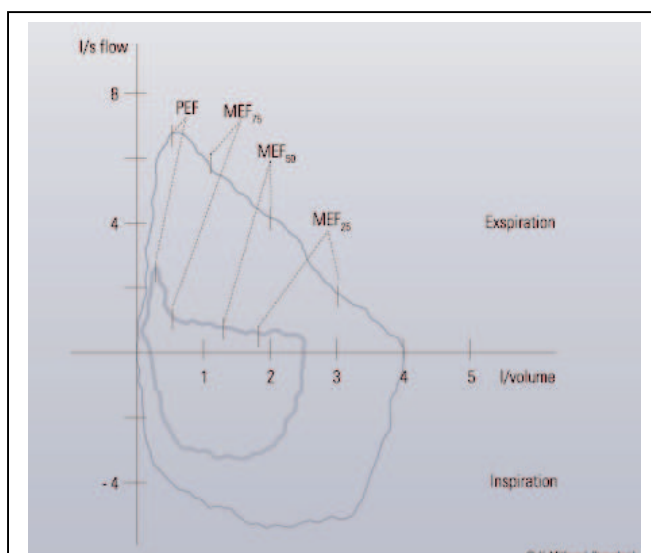
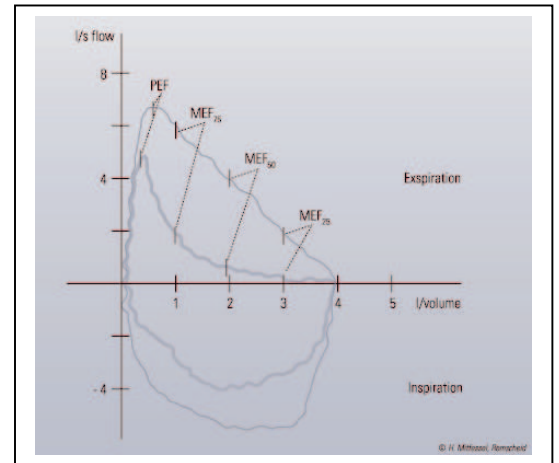
- unter Beta2-Mimetika Zunahme von FEV1 um mindestens 200ml und/oder 12%

Atemwegskollaps mit konsekutivem Airdrapping

bei COPD-Patienten mit Lungenemphysem

die FVC wird viel geringer als die IVC gemessen

die gefangene Luft wird erst nach einigen Ruheatemzügen wieder abgeatmet



Restriktion

Definition: Einschränkung der ventilerten und perfundierten Atemfläche

strukturelle Lungen- und Thoraxveränderungen:

- Bronchiektasien
- Pleuraschwiele
- Kyphoskoliose
- Zwerchfellhochstand

interstitielle Lungenerkrankungen und Lungenfibrosen

- Silikose
- Asbestose
- andere Staublungenerkrankungen
- exogen-allergische Alveolitis
- Sarkoidose

Neoplasien (Neubildungen)

- benigne Tumoren
- Lungenkarzinom

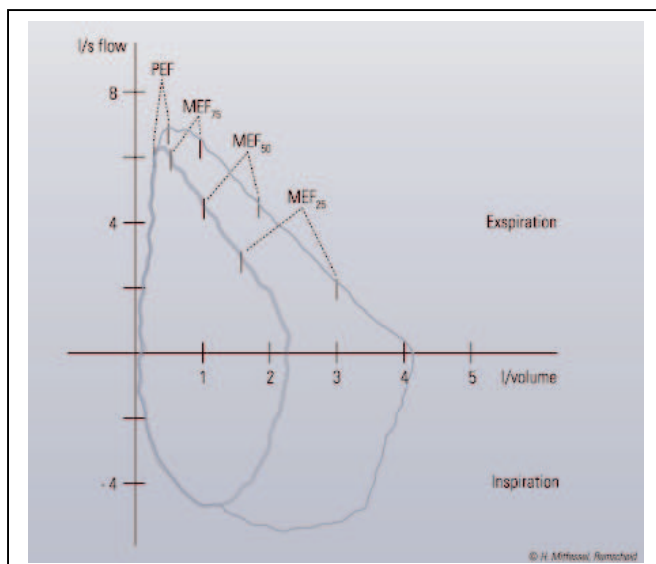
Verdacht auf Restriktion wenn

$FEV_1/FVC > 0,8$ und

FEV_1 und FVC jeweils $< 80\%$ vom Soll

Die Restriktion verändert die gesamte Fluss-Volumen-Kurve

- Bestätigung erfolgt durch Ganzkörperplethysmographen oder eine Gasverdünnungs- oder Auswaschmethode
- Zur Verlaufsbeobachtung kann anschliessend die VC dienen



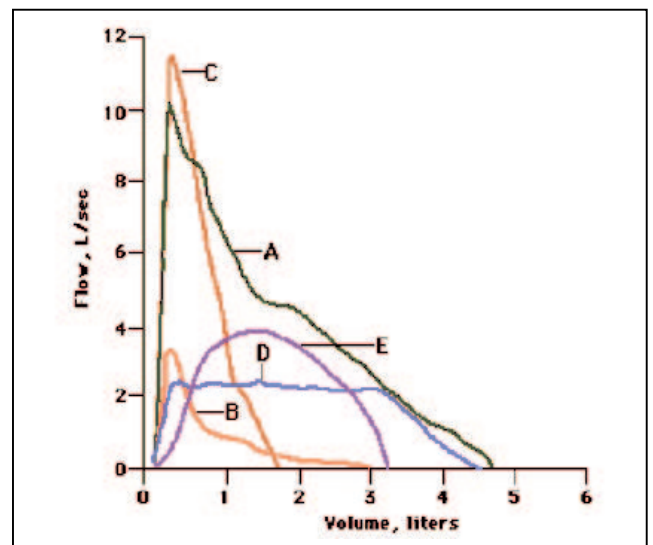
Zusammenfassung

Beurteilung der Qualität der Messung/ Mitarbeit

- rascher Flussanstieg/ rasches Erreichen des Peakflow
- kein Husten
- kein Flussabbruch in der 1. Sekunde, kontinuierliche Kurve
- mindestens 6 Sekunden Ausatmung, Plateau am Ende der Ausatmung für > 1s
- IVC > FVC

visuelle Beurteilung der Fluss-Volumen-Kurve

Flow-volume curves from
(A) normal
(B) schwere Obstruktion
(C) schwere Restriktion
(D) Tracheal-Stenose
(E) Schlechte Ausatmung



Frage Obstruktive Ventilationsstörung:

FEV1/FVC <70%

Schweregrad:

Leicht: FEV1 >70% Soll

Mittel: FEV1 50-69% Soll

Schwer: FEV1 <50% Soll

Reversibilität:

Zunahme von FEV1 >200ml und >12% ist als signifikante Verbesserung definiert.

Chronisch obstruktive Bronchitis (COPD)

Husten und Auswurf täglich während mindestens dreier aufeinanderfolgender Monate pro Jahr im Verlaufe von 2 aufeinanderfolgenden Jahren plus eine Obstruktion in der Lungenfunktion. Alter meistens >55J.

Frage Restriktive Ventilationsstörung:

FEV1/FVC >80%

FEV1 und FVC <80%,

Leicht: FVC >70% Soll

Mittel: FVC 50-69% Soll

Schwer: FVC <50% Soll