

Abb. 3: 9-Felder-Grafik einer spiroergometrischen Untersuchung. Alle neun Felder müssen im Zusammenhang interpretiert werden. Allerdings geben einige Felder vor allem Information über die Kardiozirkulation, andere über die Ventilation oder den Gasaustausch.

**Vorschau:**

der Belastbarkeit  
Im nächsten Newsletter im Herbst 2012 werden wir Ihnen Möglichkeiten und Limitationen der Kernspintomographie des Herzens vorstellen.  
Seit Sommer 2011 werden im Kantonsspital Liestal regelmässig Cardio-MRI-Unter-

**Kontakt:**

Dr. Werner Estlinbaum  
Tel. 061 925 2185  
Dr. Marc Gutmann  
Tel. 061 925 3405  
Dr. Klaus-Dieter Werner  
Tel. 061 925 3287  
Prof. Dr. Michael Handke  
Tel. 061 925 3288  
Dienstsucher  
Tel. 061 925 3232  
Med. Diagnostik / Disposition  
Tel. 061 925 2360  
Fax 061 925 2813  
Medizinische Universitätsklinik  
Rheinstrasse 26, CH-4410 Liestal

**Impressum:**

Das Periodikum der Kardiologie des Kantonsspitals Liestal erscheint in loser Folge in einer Auflage von 1'000 Ex.  
Leser: Ärzteschaft des Kantons Baselland und der Region.  
Redaktionsteam:  
Dr. W. Estlinbaum, Dr. M. Gutmann,  
Prof. Dr. M. Handke, Dr. K.-D. Werner



**Dyspnoeabklärung und Leistungsbeurteilung durch Spiroergometrie.**

Sehr geehrte Frau Kollegin,  
sehr geehrter Herr Kollege,

im letzten KardioKompodium haben wir Ihnen das neue dual-source 256-Zeilen-CT des Kantonsspitals Liestal vorgestellt. Anwendung findet diese Technik vor allem bei Patienten mit einer mittleren Wahrscheinlichkeit für eine koronare Herzerkrankung. Sie ermöglicht eine nicht-invasive Koronardiagnostik mit im Vergleich zu früheren Anlagen deutlich reduzierter Strahlenbelastung.

Auch im heutigen Kompodium möchten wir Ihnen ein modernes diagnostisches Verfahren vorstellen, das in unserem Spital angeboten wird. Seit Anfang 2011 führt die Abteilung Kardiologie in enger Zusammenarbeit mit der Abteilung Pneumologie eine spiroergometrische Funktionsdiagnostik durch.

**Hintergrund:**

Dyspnoe und Leistungsschwäche weisen eine breite Differentialdiagnose auf und sind im klinischen Alltag daher häufig schwierig abzuklären. Dies gilt um so mehr, als eine auf ein Fachgebiet fokussierte Diagnostik nur einen Teil der möglichen Ursachen erfassen kann. Mit der Spiroergometrie steht ein Verfahren zur Verfügung, das ergänzend zur kardiologischen und pneumologischen Basisdiagnostik auch die Interaktion der verschiedenen Organsysteme berücksichtigt.

W. Hollmann, einer der Pioniere der Spiroergometrie, definierte sie als «diagnostisches Verfahren, mit dem qualitativ und quantitativ die Reaktionen und das Zusammenspiel von Herz/Kreislauf, Atmung und Stoffwechsel während einer kontinuierlich ansteigenden Belastung analysiert werden». In Abbildung 1 ist veranschaulicht, wie Atemwege, Zirkulation und muskulärer Stoffwechsel ineinandergreifen und wie verschiedene Erkrankungen an unterschiedlichen Stellen der Systeme zu Veränderungen führen. Entsprechende Messungen lassen dementsprechend Rückschlüsse auf bestimmte Erkrankungen zu.

**Untersuchungsablauf:**

Die Durchführung einer spiroergometrischen Untersuchung von Eintritt bis Austritt des Patienten erfordert einen Zeitaufwand von ca. 45 Minuten. Der Patient sollte nur eine leichte Mahlzeit eingenommen haben, aber nicht nüchtern sein. Günstig sind auch nicht beengende Kleidung und für eine Fahrradergometrie geeignetes Schuhwerk. Nach Anamnese und klinischer Untersuchung wird am Spiroergometriegerät eine Spirometrie in Ruhe durchgeführt. Diese ist vor allem auch erforderlich, um aus dem gemessenen



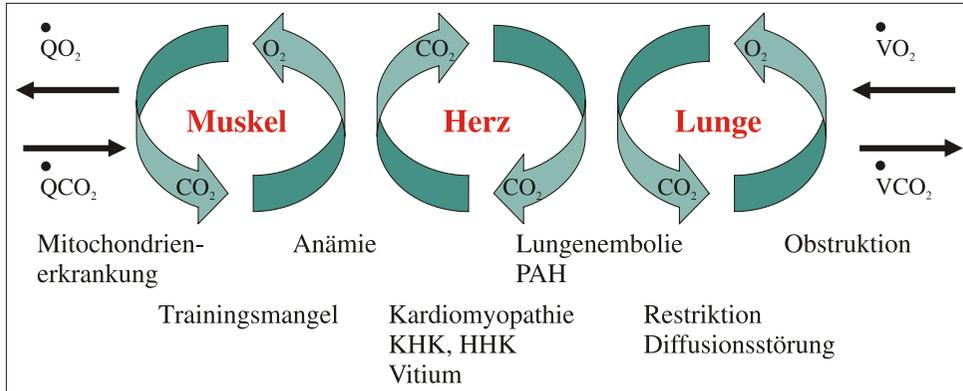


Abb. 1: Muskelarbeit, Herz-Kreislaufsystem und Lungen-Atemwegssystem bestimmen Aufnahme, Transport und Abgabe von Sauerstoff und Kohlendioxid. Die Spiroergometrie ermöglicht eine umfassende Analyse des komplexen Zusammenspiels der Systeme. Die Messergebnisse helfen bei der Diagnostik ganz unterschiedlicher Erkrankungen, die beispielsweise zu dem gemeinsamen Symptom «Dyspnoe» führen. PAH = Pulmonalarterielle Hypertonie, KHK = Koronare Herzkrankheit, HHK = Hypertensive Herzkrankheit.

FEV1-Wert den individuellen Sollwert für das maximale Atemminutenvolumen zu ermitteln. Eine arterielle Blutgasanalyse in Ruhe komplettiert die Basisdiagnostik. Wie bei jeder normalen Ergometrie werden eine kontinuierliche EKG-Ableitung und regelmässige RR-Messungen mittels Manschette durchgeführt. Zusätzlich erfolgt über eine Maske die Bestimmung der Atemgase und des Atemvolumens (Abb. 2). Im Gegensatz zu früher erlaubt die moderne schnelle Messtechnik eine «breath-by-breath»-Analyse aller Parameter.

Die eigentliche Belastungsphase sollte etwa 8-12 Minuten dauern. Üblicherweise wird ein Rampenprotokoll mit kontinuierlicher Zunahme der Belastung verwendet. Ausgangsbelastung und Steilheit der Rampe können je nach erwarteter Leistungsfähigkeit variiert werden. Am Belastungsmaximum wird eine weitere Blutgasanalyse durchgeführt.

**Analyse:**

4 Messwerte sind die Grundlage jeder Spiroergometrie:

- > Atemfluss
- > O<sub>2</sub>-Aufnahme
- > CO<sub>2</sub>-Abgabe
- > Herzfrequenz

Aus diesen Basisparametern können weitere Parameter abgeleitet werden, z.B. O<sub>2</sub>-Puls, anaerobe Schwelle, respiratorischer Quotient oder Atemäquivalente für O<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>. Die Erfassung auch dieser primär ungewohnten Parameter ermöglicht eine Funktionsdiagnostik, die über kardiologische oder pneumologische Basisuntersuchungen (z.B. reine Ergometrie oder Spirometrie) hinausgeht. Die Vielzahl der erhobenen Messwerte machen die Analyse ohne Standardisierung und Visualisierung schwierig. Karlman Wasserman von der Universität Stanford entwickelte eine 9-Felder-Darstellung für eine standar-

disierte Auswertung, nach ihm häufig auch «Wasserman-Tafel» genannt. Abbildung 3 zeigt eine solche 9-Felder-Grafik, die (nachträglich eingefügten) farbigen Kreise zeigen an, wie die einzelnen Felder verschiedenen Aspekten (Kardiozirkulation, Ventilation, Gasaustausch) zugeordnet werden können.

**Indikationen:**

Wie eingangs bereits erwähnt, wird die Methode im Alltag vor allem bei unklarer Dyspnoe oder zur Unterscheidung von kardial bzw. pulmonal bedingter Dyspnoe benutzt. Dies entspricht den Empfehlungen von AHA/ACC, die im folgenden kurz auf-

- geführt sind.
- > Klasse 1/Indikation (klare Empfehlung):
  - > Abklärung unklarer Dyspnoe oder Unterscheidung zwischen kardialer und pulmonaler Dyspnoe
  - > Evaluation der Belastbarkeit bei Kandidaten für Herztransplantation
- > Klasse 2/Indikation (mögliche Indikation):
  - > Bestimmung der Belastbarkeit mit anderen Methoden unzuverlässig
  - > Bestimmung des Ansprechens auf therapeutische Interventionen
  - > Bestimmung der Trainingsintensität im Rahmen der Rehabilitation
- > Klasse 3/Indikation (nicht empfehlenswert):
  - > Routineuntersuchung zur Bewertung



Abb. 2: Spiroergometrische Untersuchung: der Patient trägt eine Maske für die Bestimmung von Atemgasen und Atemminutenvolumen (roter Pfeil). Während der Belastung wird kontinuierlich ein Mehrkanal-EKG abgeleitet (grüner Pfeil), die Messwerte werden online in der sogenannten «Wasserman-Tafel» graphisch aufbereitet (blauer Pfeil).