Mobile Spiroergometrie verbessert Aussagekraft des 6-Minuten-Gehtests

Belastungstests für EMAH-- Manche Menschen mit angeborenen Herzfehlern können ein festes (Spiro-)Ergometrieprotokoll nicht einhalten, hier kann nur ein 6-Minuten-Gehtest eingesetzt werden. Dessen suboptimale Aussagekraft lässt sich durch eine Protokoll-änderung kombiniert mit einem mobilen Spiroergometriemesssystem verbessern.

VON DR. WINFRIED BADEN UND RICHARD SPALLEK

Kontakt-- Dr. Winfried Baden, Kinderkardiologie, Intensivmedizin und Pulmologie, Universitätsklinikum Tübingen, winfried.baden@med.uni-tuebingen.de

Die Spiroergometrie in der üblichen Form ist für viele EMAH-Patienten nicht durchführbar.
© Javier LARREA/Alamy/Alamy Stock Photos/mauritius images

(Symbolbilder mit Fotomodellen)

Probandin mit der mobilen Spiroergometrie-Ausrüstung, die als Alternative für den Standardtest evaluiert wurde. *© R. Spallek*

Belastungsuntersuchungen dienen der Objektivierung der individuellen Leistungsfähigkeit bei Patientinnen und Patienten mit angeborenen Herzfehlern oder Herzerkrankungen. Bei serieller Untersuchung im Langzeitverlauf unterstützen sie die Indikationsstellung für eine eventuell nötige Therapie. Gut standardisiert als Maximaltest sind Fahrrad- oder Laufbandbelastungen in Form einer Ergometrie oder Spiroergometrie. Das Gerät wird nach einem Belastungsprotokoll idealerweise so gesteuert und programmiert, dass der Patient/die Patientin innerhalb von ca. zwölf Minuten ausbelastet ist.

Einige Patienten weisen jedoch starke körperliche Einschränkungen oder eine Belastungsverweigerung bei syndromaler Begleiterkrankung auf und sind daher nicht in der Lage, einem festen (Spiro-)Ergometrieprotokoll zu folgen. Hier kann ggf. nur ein 6-Minuten-Gehtest (6MWT) eingesetzt werden, der zwar gut standardisiert ist, aber neben dem Borg-Dyspnoe-Score nur die zurückgelegte Gehstrecke erfasst. Weder werden Arrhythmien erfasst, noch Entsättigungen quantifiziert. Bei diesem Test wird höchstens die anaerobe Schwelle erreicht (Tab. 1).

Was wurde angepasst?

Um die Aussagekraft des 6MWT zu verbessern, haben wir ihn modifiziert und mit einem mobilen Spiroergometriemesssystem (JAEGER Oxycon mobile®) kombiniert, wie es u. a. in der Sportmedizin eingesetzt wird. Mit einem mobilen Spiroergometriemesssystem können die Parameter Herzfrequenz, Atemminutenvolumen und Atemfrequenz sowie Sauerstoffaufnahme und CO_2-Abgabe gemessen werden. Ergänzend dazu wird telemetrisch ein Online-12-Kanal-EKG aufgezeichnet und die pulsoxymetrische Sättigung überwacht. Zusätzlich ist eine Back-up-Registrierung auf einer Datenspeicherkarte implementiert.

Der Proband bzw. der Patient trägt dabei neben den EKG-Elektroden, dem Pulsoxymetriesensor und der Atemmaske mit Sensor zwei kleine Kästchen von insgesamt 700 g in einem Rucksackgurt für die Analyse und Telemetrie zur laptopgestützten Basisstation (s. Bild rechts).

Die Unterschiede zwischen den jeweiligen Belastungsuntersuchungen sind in Tab. 1 dargestellt.

DR. WINFRIED BADEN

Universitätsklinikum Tübingen
© Baden

RICHARD SPALLEK

Universitätsklinikum Tübingen
© Spallek

Erste Prüfung an EMAH-Patienten

Die Aussagekraft der mobilen Spiroergometrie mit modifiziertem 6MWT im Vergleich zur klassischen Spiroergometrie wurde nun erstmals an Erwachsenen mit angeborenen Herzfehlern (EMAH) geprüft. Hierfür wurden 26 Probanden (14 Frauen) und 28 Patienten (14 Frauen) gleichen Alters (zwischen 14 und 40 Jahren), Gewichts und Größe aus unserer EMAH-Sprechstunde untersucht: In zufälliger Reihenfolge und in engem zeitlichen Zusammenhang sollten die Teilnehmenden nach Aufklärung und Einwilligung zum einen eine Spiroergometrie auf dem Laufband nach DGPK-Protokoll bis zur maximalen Leistungsgrenze durchführen, zum anderen den modifizierten 6MWT. Die respiratorischen Parameter beim modifizierten 6MWT umfassten Atemzugvolumen, Atemfrequenz, Atemminutenvolumen, maximal erreichte Sauerstoffaufnahme (VO_2peak), Herzfrequenz (HR), abgeleitete Parameter wie Sauerstoffpuls O_2/HR, Atemäquivalente für O_2 und CO_2, (EqO_2, $EqCO_2$), Atemeffizienzslope (VE/VCO_2) sowie die oxygen uptake efficiency slope (OUES: VO_2/[log10 VE]). Dabei ist die OUES unabhängig davon, ob eine submaximale oder eine maximale Belastung vorliegt. Für die Auswertung wurde die erreichte VO_2peak an der anaeroben Schwelle (AT) und maximal, der O_2-Puls sowie die OUES der Teilnehmenden miteinander verglichen.

Ähnlich aussagekräftig wie Laufbandspiroergometrie

Die Probanden- und die Patientengruppe unterschieden sich statistisch nicht in ihren biometrischen Daten.

Die Ergebnisse des modifizierten 6MWT in Bezug auf den VO_2peak korrelierten gut mit den Resultaten der Spiroergometrie: mit einem Korrelationskoeffizienten von r = 0,74. Ähnliches traf für den VO_2/HR zu (r = 0,76). Die beste und stärkste Korrelation fand sich jedoch für die OUES (r = 0,81).

Für die weitere Auswertung wurden die Ergebnisse der Probanden und Patienten der Pilotstudie zusammengefasst. Die jeweils mit beiden Belastungstests gemessenen Maximalwerte für VO_2/kg und O_2/HR korrelierten sehr gut, mit entsprechendem Offset. Die beste Korrelation mit r = 0,81 ergab sich für die OUES, die bei submaximaler (an der anaeroben Schwelle) und maximaler Belastung gleich war. Für die sekundären Zielparameter Atemfrequenz, Atemminutenvolumen und Herzfrequenz wurde keine gute Korrelation gefunden. Die intraindividuelle Schwankungsbreite war gering ■

Literatur bei den Verfassern

Unterschiede zwischen den Methoden

Methode	Laufbandspiroergometrie	6MWT	modifizierter 6MWT
EKG-Überwachung	+	–	+
SpO_2-Überwachung	+	–	+
VO_2-Messung	+	–	+
Rhythmusüberwachung	+	–	+
Geeignet für Gehbehinderung	–	+	+
Patient kann Tempo selbst bestimmen, pausieren und weiterlaufen	–	+	+
Messung maximale Strecke	+	+	+
Belastungsmodus	maximal	submaximal	submaximal
Zeitaufwand für Patienten	Individuell unterschiedlich, bis ca. 20 min	6 min	6 min

+ = messbar/trifft zu, – = nicht erhebbar/trifft nicht zu Tabelle: Cardio News Quelle: Baden/Spallek

FAZIT

- Bei Personen mit stark eingeschränkter Belastbarkeit oder zusätzlichem Handicap kann der modifizierte 6MWT mit mobiler Spiroergometrie eine ähnliche Aussage zur Belastbarkeit liefern wie die Laufbandspiroergometrie.
- Der prinzipielle Unterschied: Die klassische Spiroergometrie wird bei maximaler Belastung durchgeführt, der modifizierte 6MWT erlaubt eine submaximale Belastung bis zur anaeroben Schwelle.
- Ein Vorteil des modifizierten 6MWT im Vergleich zum konventionellen 6MWT ist, dass die kardiopulmonale Belastbarkeit beurteilt, eine Entsättigung detektiert und potenzielle Arrhythmien dokumentiert werden können.
- Die mobile Spiroergometrie ist attraktiv für kleinere Kliniken, die die Anschaffungskosten einer Laufbandspiroergometrie scheuen.