



ERGOMETRIE

BEWERTUNG DER KÖRPERLICHEN LEISTUNGSFÄHIGKEIT

Von
W. Reiterer*

Die Beschreibung von Organfunktionen ist nur vollständig, wenn ein Bild über die Funktionsreserven, über den Bereich zwischen Ruhezustand und maximaler Aktivität, gezeichnet werden kann. Abweichungen vom Normalverhalten und der Beginn von abnormen Reaktionen in Relation zum maximal erreichbaren Funktionszustand werden die meßbare Funktionsstörung ausreichend beschreiben (siehe Tab. 1).

Erwartung an die Ergometrie

Bei diagnostischen Methoden wird im Vergleich zu Goldstandards versucht, mit statistischen Aussagen die Treffsicherheit zu charakterisieren, eine bestimmte Erkrankung zu diagnostizieren. Bezogen auf das einzelne Individuum, das sich momentan einer Untersuchung unterzieht, sind diese Aussagen nicht relevant. Organerkrankungen lassen sich nicht durch einen einzigen Befund, sondern durch ein Muster von Funktionsveränderungen beschreiben. Da die ergometrische Untersuchung nicht „doppelt blind“ durchgeführt wird, werden verfügbare Daten der Anamnese, der klinischen Untersuchung, der Blutchemie und sonstige Zusatzbefunde (Ruhe-EKG, Echokardiographie, Gefäß-Duplex-Untersuchung, Langzeit-Analysen von Blutdruck und EKG, einfache und erweiterte Atemphysiologie, Blutgasanalyse etc.) mit in die Gestaltung der Untersuchung und in die Bewertung der Meßdaten einfließen. Fehlen abnorme Reaktionen bei normaler Leistungsfähigkeit, so kann eine praktisch relevante, manifeste Organerkrankung von Herz-Kreislauf und Lunge verneint werden. Besteht trotzdem der Verdacht auf eine sehr frühe Phase der Erkrankung oder auf eine Phase mit hoher Spontanvariabilität von Veränderungen (Myokardischämie, Myokardiopathie, Hypertonie, Rhythmusstörungen, obstruktive Lungenerkrankung, pulmonale Hypertonie), so sind neben der Ver-

laufskontrolle Befundergänzungen auszuwählen, die im Sinne einer diagnostischen Stufenpyramide die Annahme einer Erkrankung bestätigen oder verwerfen. Als regulierende Größe für die Dringlichkeit und für das Auswahlverfahren wird die Frage nach der praktischen Konsequenz für den Patienten an erster Stelle stehen.

Zielsetzung und Durchführung

Anhand des Flußdiagrammes eines Belastungstestes (s. Tab. 2) wird der Ablauf der Untersuchung einschließlich der Überlegungen davor (Indikation) und danach (Interpretation) verständlich: Das Ziel des Belastungstestes ist es, nach vorangegangener Anamnese, orientierender klinischer Untersuchung und Aufklärung über den Untersuchungsgang und eventueller Risiken den Kandidaten einer möglichst hohen Belastungsintensität auszusetzen, um abnorme Reaktionen zu demaskieren (symptom-limitierter Test). Hierbei sind die Abbruchkriterien streng zu beachten, um die Gefährdung des Patienten zu unterbinden. Bei unklaren Situationen sollte der Test frühzeitiger unterbrochen werden, um jedes unnötige Risiko zu vermeiden. Einer Wiederholung des Testes mit Ausweitung des Befundspektrums steht zumeist nichts im Wege. Der Untersuchungsleiter ist verpflichtet, vor der Untersuchung die aufliegenden Unterlagen durch-

* Univ.-Prof. Dr. med.
Wolfram Reiterer,
1180 Wien,
Leo-Slezak-
Gasse 6/2,
Tel. (0222) 405 72 76,
88(8) 67 97



zusehen und die Anamnese im Hinblick auf die Belastbarkeit und sportiven Gewohnheiten zu überprüfen. Hieraus läßt sich schon eine Wahrscheinlichkeit für abnorme Reaktionen ableiten (metabolische Risikofaktoren, Nikotin, Zeitdauer von Erkrankungen, Hypertonie, koronare Herzkrankheit, Herzschwäche, obstruktive Lungenerkrankung, Aufwand an Medikation, Zeitpunkt der letzten Einnahme, Dosierung).

Als **absolute Kontraindikation** haben jene Erkrankungen zu gelten, bei denen körperliche Ruhe verordnet und eine akute pharmakologische Intervention notwendig wird bzw. wenn die Funktionsreserven eine hochgradige Limitierung erfahren haben (NYHA III-IV). Im Einzelfall ist nach Prüfung der Risiko-Nutzen-Relation zu entscheiden, ob eine nützliche Information zur Patientenbetreuung zu erwarten ist: Patienten mit Herzschwäche, Herzklappenfehler, Myokardiopathie, pulmonaler Hypertonie, Frühphase nach Myokardinfarkt (Reiterer et al. 1979), schwere Rhythmusstörungen, Hypoxie und obstruktive Lungenerkrankung, arterielle Verschlusskrankheit, embolisch-thrombotische Gefäßerkrankung, Gelenkerkrankung. Die Durchführung der Ergometrie sollte unterlassen werden, wenn keine Fragestellung vorliegt, bei Patienten keine Vorbefunde eingesehen werden können, die Angaben über eine Medikamenteneinnahme nicht überprüfbar sind und die Leistungsbereitschaft des Kandidaten fehlt. Die Entscheidung zur Durchführung und die Verantwortung liegt alleine beim Untersuchungsleiter.

Radfahren in aufrechter Körperposition ist bis ins hohe Alter möglich. Neuere Ergometer ermöglichen die Belastung in halbliegender Position. Das Meßwertverhalten ist mit den Daten in der sitzenden Position vergleichbar, die automatische Blutdruckmessung ist weniger störanfällig, orthostatische Probleme nach Belastung fehlen. Nach großen Statistiken ist die Stufenbelastung (Kletterstufe) am sichersten im Hinblick auf letale Komplikationen, dann folgt die Fahrradergometrie und zuletzt die Leistungsprüfung auf dem Laufband. Bei der Untersuchung auf dem Laufband werden größere Muskelmassen eingesetzt, somit sind die erreichbaren maximalen Werte von Puls und Sauerstoffaufnahme um bis zu 10 Prozent höher im Vergleich zur Fahrradergometrie.

Die **Zeitdauer von 2 Minuten pro Belastungsstufe** bei einem **Belastungssprung** von 20–50 Watt garantiert eine kardio-zirkulatorische Anpassung der Testperson an die geforderte Belastungsintensität innerhalb dieser Zeitspanne. Die Wahl des Belastungsanstieges

Indikationen zur Ergometrie

1. Screening und Selektion
2. Objektivierung von subjektiven Beschwerden
3. Leistungsbreite beim Erkrankten
4. Wirksamkeit der medikamentösen Therapie, Folgen von Interventionen
5. Leistungsphysiologische Untersuchungen beim Trainierten

Tab. 1

wird sich nach dem Konzept der Belastungsuntersuchung richten. Bei leistungsschwachen Patienten mit einer zu erwartenden abnormen Reaktion bei geringer Belastungsintensität wird mit Leerlaufreiten begonnen, die Steigerung mit 20–25 Watt ist angemessen. Belastungsstufen mit 50 Watt bis zu einem Leistungsbereich von 50–60 Prozent der Soll-Leistung sind durchaus physiologisch (Anteil der anaeroben Energiegewinnung beim 2-Minuten-Stufen-Test bei 21 Prozent des Gesamtenergiebedarfes) und unbedenklich, wenn abnorme Reaktionen erst bei einer höheren Belastungsintensität erwartet werden. Für die Testung von Koronarkranken werden 25-Watt-Stufen zur Leistungssteigerung empfohlen – für Alterspatienten und für Ungeübte sind auch

Flußdiagramm zur ergometrischen Untersuchung

FRAGESTELLUNG definieren

absolute Kontraindikationen ausschließen

UNTERSUCHUNGSPLAN

maximaler symptomlimitierter Test

orientierender Test

Untersuchungsaufwand (einfache Ergometrie, zusätzliche Befunde)

AUSFÜHRUNG

ZIELGRÖSSEN für gewählte Parameter

objektive und subjektive Parameter, Verhalten und Veränderungen

Abbruchkriterien erreicht?

– ALARMZEICHEN

– Zielgrößen erreicht (PER 19)

– Fragestellung hinreichend beantwortet

ABBRUCH

ANALYSE der Untersuchungsdaten

BEFUNDERSTELLUNG (Dokumentation, Befundfluß)

EDV-gestützte Befundung und Archivierung

Tab. 2 ►



Beziehung zwischen Belastung (Watt) und einzelnen Meßwerten, wie Blutdruck- und Pulsanstieg, Atemminutenvolumen (VE), expiratorischer Fluß (flowex) und Sauerstoffaufnahme (VO₂) unter 2-Minuten-Stufen-Ergometrie (m = Männer, w = Frauen; Reiterer 1976)

BP syst. Druckanstieg über Ruhewert:

delta mm Hg (m) = $5,3 + 28,3 \cdot \text{Watt/kg}$; (r = 0,910, sy.x = 11,1)

delta mm Hg (w) = $6,4 + 33,1 \cdot \text{Watt/kg}$; (r = 0,899, sy.x = 9,8)

fh. Pulsanstieg über Ruhewert

delta b/min (m) = $-2,8 + 24,1 \cdot \text{Watt/kg}$; (r = 0,766, sy.x = 16,3)

delta b/min (w) = $9 + 20 \cdot \text{Watt/kg}$; (r = 0,532, sy.x = 18,1)

VO₂-2. min (l/min) = $0,435 + 0,0108 \cdot \text{Watt}$; (r = 0,966, sy.x = 0,138)

VE-2. min (l/min) = $11,07 + 0,285 \cdot \text{Watt}$; (r = 0,944, sy.x = 4,8)

flow-mittensexpiratorisch (l/sec) = $-0,005 + 0,0455 \cdot \text{VE}$ (l/min); (r = 0,95, sy.x = 0,13)

Tab. 3

Stufen von 20 Watt sinnvoll. Die erschöpfende Ausbelastung ist innerhalb eines Zeitraumes von 8 bis 12 Minuten zu erreichen. Bei sportmedizinischen Fragestellungen werden zur Laktatbestimmung 3-Minuten-Stufen bevorzugt. In Untersuchungsprotokollen für Patienten mit Herzschwäche wird als Belastungsvorgabe 10 Watt/Minute vorgeschlagen. Für Messungen, die sich auf eine Steady-state-Phase beziehen, muß die Belastungsdauer pro Stufe auf 4 bis 6 Minuten ausgedehnt werden (zentrale Hämodynamik, Gastransfer, Provokation von Bronchokonstriktion).

Monitoring

Einfache und mit geringem Aufwand erfassbare Meßwerte mit einem entsprechenden Geräteeinsatz für Überwachung, Reanimation und Dokumentation ermöglichen eine gute Kontrolle über die Untersuchungssituation. Zum Monitoring unter Belastung werden folgende Parameter herangezogen: die tolerierte, momentane Belastungsstufe in Relation zum Sollwert, die Meßwertveränderung von Stufe zu Stufe und im einzelnen sogenannte **subjektive** (1) und **objektive** (2) Parameter:

1. der Ermüdungsgrad (PER-Wert), Bewertung von Angina-pectoris-Schmerz und Dyspnoe, Vertigo, Cephalaea, Muskelschmerzen, Mitarbeit und motorische Koordination;
2. aus den Wilson-Ableitungen des EKGs ergeben sich die Herzfrequenz und die Analyse von Herzrhythmus (SR, VES, SVES) und die Formanalyse (QRS-Breite, ST-T-Veränderung), die

auskultatorische Blutdruckmessung und die Beachtung des Atemverhaltens und der Atemfrequenz.

Als **abnorme Reaktion** unter der Untersuchungsbedingung der Fahrradergometrie können gelten: eine Leistungsverminderung (FAI-Prozent < 80 Prozent), ein rascher Anstieg des Ermüdungsgrades (z. B. PER 18 bei 50 Prozent der Soll-Leistung), Dyspnoe- und AP-Score > I, EKG-Veränderungen (ST-Senkung > = 0,10 mV, ST-Hebung > = 0,05 mV, negative U-Welle, betont negatives P in V1/2, Schenkelblockbild, ventr./supraventr. Run, Couplets, passageres Vorhofflimmern, Bigeminusphasen, gehäufte SVES und VES), minimaler oder fehlender Blutdruckanstieg, Blutdruckabfall, Blutdruckkrise, träger Pulsanstieg, fehlende Pulsvariabilität, überschießender Pulsanstieg, Hyperventilationstendenz, Cyanose und Blässe.

Zu den **ergänzenden Meßwerten** zählen das SaO₂-Monitoring, die Blutgasanalyse vor und nach Belastung zur Bewertung der metabolen Azidose und des Gastransfers, Blutgasanalyse (BE) und Laktatbestimmung pro Belastungsstufe zur Erfassung des aerob-anaeroben Überganges (starre Dauerleistungsgrenze bei 4,0 mmol/l Laktat), delta-BE und Laktatanstieg als Nachweis einer erschöpfenden Belastung und die Fluß-Volumen-Kurve vor und nach Belastung zur Bewertung der Atemmechanik. Die erbrachte Leistung unter den Meßbedingungen der einfachen Ergometrie läßt jedoch nicht erkennen, mit welcher funktionellen Ökonomie (low output, hoher Füllungsdruck) und durch welche Kompensationsvorgänge (hohe arterio-venöse Sauerstoffgehaltsdifferenz, Hyperventilation) eine mittelschwere Belastung beim Erkrankten geleistet wird.

Weiterführende Untersuchungsmethoden unter Belastung und deren Informationswert:

1. Kardiokymographie mit EKG, Echokardiographie nach körperlicher Belastung oder unter pharmakologischer Intervention, Myokardszintigraphie: Wandbewegungsstörung, Myokardischämie,
2. Ergospirometrie, Ergospirometrie mit zentraler Hämodynamik (Rechtsherzkatheter): Quantifizierung der kardio-pulmonalen Leistungsfähigkeit nach kardialer Transportleistung (VO₂-1. min), Dauerleistungsfähigkeit, Gasaustausch, Totraumatemung, atemmechanische Ökonomie; Lungenkreislauf – pulmonale Hypertonie; Füllungsdruck-Schlagvolumen-Relation, Hypo-Hyper-Zirkulation, Kreislaufwiderstände.



Welche Informationen werden durch die einfache Ergometrie gewonnen?

1. Aussage über die **Leistungsbreite** und Leistungsbereitschaft durch Relativierung der erreichten/tolerierten Maximalleistung in **Prozent von Soll-Watt (FAI-Prozent)**: Der Sollwert für die Belastbarkeit wird Tabellen entnommen, wobei als Größen zur Berechnung das Geschlecht, das Alter und das Körpergewicht eingehen. So beträgt z. B. der Watt-Sollwert für einen 50jährigen Mann mit 80 kg 180 Watt, für eine gleichaltrige Frau mit 60 kg 110 Watt (Reiterer 1975). Eine Relativierung der Leistung in Relation zur Körperoberfläche ist auch gebräuchlich. Genauere Details über die körperliche Leistungsfähigkeit sind durch weiterführende Methoden abzuklären: Dauerleistungsfähigkeit (individuelle anaerobe Schwelle bestimmbar aus dem VO_2/VE -Diagramm, Reiterer 1976), kardiale Transportleistung, Vor- und Nachlast, Herzmechanik, alveoläre Ventilation, Atemmechanik, Gastransfer.

2. **Beginn und Intensität der Symptomatik und der abnormen Reaktion in Relation zur Belastungsintensität**: Normalerweise zu erwartende subjektive Beschwerden sind die muskuläre Ermüdung und physische Erschöpfung (PER-Wert). Die frühzeitige Ermüdung (low-output-Syndrom, Hypoxämie), Brustschmerzen, Atemnot, Vertigo, Cephalaea und Dysästhesien sind gegen funktionelle Beschwerden bei Hyperventilation und psychiatrische Krankheitsbilder abzugrenzen. Subjektive Beschwerden können durch einen rate-score quantifiziert werden (s. Tab. 4).

3. **EKG-Veränderungen im Vergleich zum Ruhe-EKG** (Rhythmus, Ischämie-Reaktion) unter Belastung und in der nachfolgenden Ruhephase:

Die Verkürzung der PQ-Zeit ist physiologisch, die QRS-Breite bleibt gleich, die RR-Variabilität sollte bis in höhere Belastungsbereiche nachweisbar sein, eine geringe Verlagerung des J-Punktes mit steil aszendierender ST-Strecke soll bei einem Meßabstand von 80 msec vom Ende des QRS-Komplexes noch keine ST-Absenkung ergeben, und eine geringe T-Abflachung gilt als physiologisch. Einzelne Extraschläge von Kammer und Vorhof sind ohne Bedeutung. ST-Veränderungen sind nicht nur Ausdruck der Myokardischämie bei koronarer Herzerkrankung, sondern treten

Tabellen zur Methodik der 2-Minuten-Stufen-Ergometrie (Reiterer 1975)

ERMÜDUNGSGRAD – PER – perceived exertion rate (G. Borg)

6		
7	sehr, sehr leicht	14
8		15 schwer
9	sehr leicht	16
10		17 sehr schwer
11	mäßig leicht	18
12		19 sehr, sehr schwer
13	etwas schwer	20

Dyspnoe und Angina-pectoris-Beschwerden – rate score

0 kein Schmerz	II leicht
I gering	III schwer

Beurteilung der Leistungsbreite (Prozent FAI) bei einem Ermüdungsgrad (PER) von 17–18, mod.

> 130 Prozent	sehr gut belastbar
110–130 Prozent	gut belastbar
90–110 Prozent	normal belastbar
75–90 Prozent	vermindert belastbar
< 75 Prozent	stark vermindert – Abbruchkriterium

ALARMZEICHEN als absolute ABRUCHKRITERIEN

- Rhythmus- und Leitungsstörungen
- ausgeprägte Ischämie- und Läsionszeichen im EKG
- Blutdruckabfall, übermäßiger Blutdruckanstieg (> 250/130 mm Hg) bei Patienten über 50 Jahre
- gleichbleibender Blutdruck mit EKG-Veränderung und Dyspnoe
- rasch zunehmende Intensität der präkordialen Schmerzen, des Ermüdungsgrades (PER) und des Gefühles der Atemnot
- gestörte neuromuskuläre Koordination (in Kombinationen erhöhte Wertigkeit!)

auch auf bei Myokardhypertrophie, Wandaneurysma, Wandbewegungsstörungen, Koronarspasmen, Elektrolytstörungen und bei Applikation von Pharmaka. Neuere EKG-Geräte vermessen während der Untersuchung die ST-Strecke, reduzieren durch Mittelwertbildung EKG-Artefakte und alarmieren bei bedeutsamen Rhythmusstörungen. Durch die Befundprotokolle werden die meßbaren Variablen (fh, VES, ST-Amplitude in mV, ST-Steigung in mV/sec) in Relation zur Zeitdauer und Intensität der Untersuchung dargestellt. Durch EDV-

Tab. 4



Alternativen zur Ergometrie und Befundergänzungen

1. **Isometrische Belastung mit Handgrip-Versuch:**
löst eine hohe Nachlast aus – Bewertung der Blutdruckregulation. Nicht ausreichend zur sicheren Provokation einer im EKG faßbaren Ischämie – Myokardfunktionsstörung sind mit simultaner Echokardiographie und Herzkathetertechnik bewertbar
2. **Pharmakologischer Streß mit Dipyridamol (Koronarreserve), Isoproterenol, Dobutamin (Streßechokardiographie)**
3. **PM-Stimulation zur Frequenzbelastung (elektrophysiologische Untersuchung)**
4. **Kipptisch-Versuch zur Bewertung der Blutdruckregulation (Orthostase-Syndrom)**
5. **Langzeitmessungen von Blutdruck und EKG, Schlafanalyse, EKG-Recorder für seltene Arrhythmie-Ereignisse**
6. **Atemphysiologische Untersuchung mit Bodyplethysmographie, Diffusionsmessung, Shunt-Analyse, unspezifische Provokation, Atemregulation**
7. **Neuromuskuläre Untersuchungen (EMG, ENG), Muskelbiopsie**

Tab. 5

gestützte Befundung können diese Graphiken direkt/indirekt in die Datenbank des Labors, in das Datennetz eines Krankenhauses, in das Datenfile des Patienten und in den schriftlichen Befund übernommen werden.

4. Die **Herzfrequenzregulation** weist eine große Variationsbreite auf, wobei im Altersgang die erreichbare maximale Frequenz abnimmt. Als einfache Überwachung der Herzaktivität soll der Pulsschlag akustisch hörbar sein. Unter geringer Belastungsintensität ist die respiratorische Schwankung der Herzfrequenz typisch für jüngere Probanden. Die Herzfrequenz unter mittelschwerer Belastungsintensität kann als Vergleichswert zur einfachen und schnellen Beurteilung des Trainingseffektes herangezogen werden. Die Intensitätssteuerung (regeneratives, extensives oder intensives Training) erfolgt über die Herzfrequenz, wobei nach Zunahme der Leistungsbreite die Trainingsvorgabe neu bestimmt und berechnet werden muß.

5. Die **Blutdruckregulation** unter Belastung, der entsprechende Anstieg des systolischen Blutdruckes pro Belastungsstufe sind ein verläßlicher Parameter der ungestörten Myokardfunktion. Der fehlende Blutdruckanstieg oder sogar der Blutdruckabfall oder der Blutdruck-

anstieg nach Abbruch der Belastung sind typische Phänomene der gestörten Pumpdruck-Arbeit des Arbeitsmyokards bei Ischämie. Herzfrequenz und Blutdruck sind die einfachsten und zugleich die entscheidendsten Meßgrößen zur gezielten pharmakologischen Intervention, um die Herzarbeit zu reduzieren, die abnorme Herzfunktion an den Normalbereich heranzuführen.

Dokumentation und Qualitätsnormen

Zur abschließenden Befundung und zur Revision der Untersuchungssituation ist eine lesbare Dokumentation des Untersuchungsablaufes notwendig, um Qualitätsnormen zu entsprechen. Die überprüfbaren Daten sollten umfassen die Identifikation des Patienten, Fragestellung, Risikoprofil, klinischer Status der Thorax-Organen, Hinweise auf blutchemische Befunde (Ery, Hb), eingenommene Medikamente, Zeitpunkt der Untersuchung und die Umgebungsbedingungen, Meßwertprofil in Ruhe, unter Belastung und in der Ruhephase nach Belastung, die EKG-Dokumentation und Angaben über den Untersuchungsleiter. An der Untersuchungsstelle soll eine Statistik über die Untersuchungen aufliegen mit Angaben von allfälligen Komplikationen und deren Besprechung. Die regelmäßige Eichung und sicherheitstechnische Überprüfung der Geräte und die Schulung des Personals (Reanimationsstraining, Verhalten im Notfall) tragen zur Untersuchungsqualität und Sicherheit für den Patienten entscheidend bei.

Befunderstellung

Die Befunderstellung sollte sofort am Ende der Untersuchung erfolgen, damit im Sinne eines raschen Informationsflusses das Ergebnis weitgereicht werden kann (z. B. Befundformular der Österreichischen Kardiologischen Gesellschaft). Neben der Umsetzung der Ergebnisse in eine Graphik (Reiterer 1986) sollen die Befunde EDV-gerecht abgefaßt und in einer Datenbank gespeichert werden. Wie bei der Besprechung der EKG-Daten ausgeführt, wurde eine Einbindung von Graphiken aus der EKG-Analyse für eigene Zwecke realisiert. Für statistische Abfragen, Befundkontrollen zur Einbindung in Berichte (Gutachten, Arztbrief) und zum elektronischen Versand (Fax, Modem) eröffnen sich zahlreiche praktische Anwendungen.



Die Interpretation der Ergometriedaten sollte enthalten:

1. die Bewertung der Leistungsbreite (FAI-Prozent) und der Motivation mit Angabe der Abbruchgründe,
2. die Angabe über subjektive Beschwerden,
3. die Beschreibung des EKG und allfälliger Veränderungen unter Belastung und in der nachfolgenden Ruhephase,
4. die Bewertung der Pulsregulation,
5. die Bewertung der Blutdruckregulation,
6. Hinweise auf das Zusammentreffen von Symptomen und abnormen Reaktionen und deren Beziehung zur Belastungsintensität, Angabe über den Leistungsbereich, der frei ist von abnormen Befunden, Empfehlungen zur Therapie und eventuell weiterführender Diagnostik. Bei Befundkontrollen werden Veränderungen oder Befundkonstanz im Hinblick auf die Intervention zu diskutieren sein.

Kostensersatz

Die Honorierung der Arbeitsleistung im Rahmen einer ergometrischen Untersuchung sollte **österreichweit gleichwertig** geregelt sein. Für eine betriebswirtschaftlich relevante Kalkulation sind zu den Gerätekosten und sonstigen Fixkosten der Zeitaufwand von Arzt, Befunder und Personal zu addieren. Zusätzlich notwendige Befunde, wie ein Ruhe-EKG vor dem Test, Befunderweiterungen mit Blutgas-

Analyse und Laktatbestimmung u. a. können nicht im Sinne einer möglichen Umwegrentabilität zum Nulltarif erbracht werden. Bei nachweisbarer Indikation zur Untersuchung kann die Vergütung der Untersuchung nicht durch eine Leistungsbegrenzung pro Quartal zum Nulltarif zugemutet werden.

Schlußfolgerung

Das Modell der körperlichen Leistungsprüfung mit einer symptom-limitierten Ausbelastung unter einer ansteigenden Belastungsintensität (2-Minuten-Stufen-Test, Reiterer 1975, 1976) hilft klinische Fragestellungen über die kardio-pulmonalen Funktionsreserven zu beantworten. Aus den Daten der klinisch-physiologischen Funktionsdiagnostik sollte sich eine klare Vorstellung zur Patientenbetreuung mit Auswahl der geeigneteren Therapie, zur Zusatzdiagnostik mit Verzicht auf redundante Informationen und für Wege zur Prävention und Rehabilitation ergeben.

Literatur

Reiterer, W.: Methodik eines rektangulär-triangularen Belastungstestes. *Herz/Kreislauf* 7, 457 (1975).

Reiterer, W.: Evaluation of physical performance by rectangular-triangular bicycle ergometry and computer-assisted ergospirometry. *Basic Res. Cardiol.* 71, 482 (1976).

Reiterer, W.: Ergometrie 1990 – Einfluß von Pharmaka auf Daten der einfachen Ergometrie. *Forum Dr. Med.* 14, 6, 13 (1990).

Reiterer, W.: Training unter sportmedizinischer Kontrolle. *ÖKZ*, 36 (1995), 16–26.