

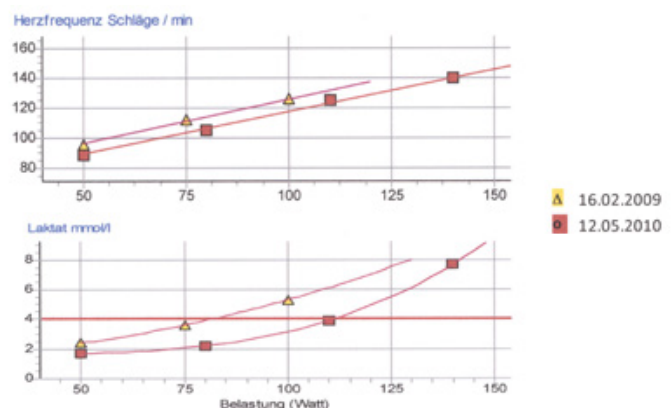
LAKTATDIAGNOSTIK IN DER KARDIOLOGIE

Rezeptierte Bewegung – Individuelle Trainingsanleitung für Patienten und Sportler

Dr. sportwiss. Reiner Föhrenbach, Institut für Sportdiagnostik, Offenbach
 Dr. med. Susanne Berrisch-Rahmel, Kardiologische Gemeinschaftspraxis
 CardioCentrum & Institut für Prävention und Sportmedizin, Düsseldorf

Sehr geehrter Herr D

Ihre Untersuchung vom 12.05.2010 ergab folgendes Ergebnis:
 Die aerob-anaerobe Schwelle (Fettstoffwechselgrenze) wurde bei 4mmol/l Laktat mit 111.14 Watt (P4) und einer Herzfrequenz von 124 Schlägen pro Minute berechnet. Damit liegt bezogen auf Ihr aktuelles Körpergewicht von 76,6 kg eine niedrige relative Ausdauerleistung von 1.45 Watt/kg/Körpergewicht vor (geschlechts- und alterskorrigiert: 2.03W/kg/KG = mittlere rel. Ausdauerleistung). Die Zunahme beträgt 0.46 Watt/kg/KG (45.8%). Ihre Wattleistung bei P4 hat sich im Vergleich zur Voruntersuchung vom 16.02.2009 um 30W verbessert.



Auf der Basis Ihrer individuellen Messwerte empfiehlt das Institut für Sportdiagnostik folgende Herzfrequenzen für das Fettstoffwechsel-/Cardiotraining:

	GA1	Grundlagenausdauer	GA1	GA1/2
	warm-up/cool-down	Haupttrainingsbereich		
Trainingsmethode	reg. Training	extensives Training	intensives Training	Intervalltraining
	Fettstoffwechsel Übergang		Kohlenhydratstoffwechsel	
Dauer	>=10-300min	>=10-60min	>=3-10min	>=1-4min
Leistung (Watt)	< 57.8 W	58.9W - 84.5W	85.6W - 101.1W	> 102.2W
Herzfrequenz(S/min)				
Rad sitzend (indoor)	< 94	94 - 109	109 - 118	119 - 125
Rad outdoor	< 93	93 - 102	>102	
Rad liegend	< 87	87 - 96	>96	
Stepper/Rudern	<110	110 - 117	>117	
Crosswalker/Wave	<111	111 - 123	>123	
Walking outdoor/Laufband	< 99	99 - 113 / 112 - 120	>113 / 120	
Nordic Walking	<104	104 - 122	>122	
Spinning/Fatburner/Aerobic	<122	122 - 132	>132	
Jogging / Laufen	<118	118 - 125	126 - 134	

Abb. 2: Laktat-HF-Verhalten im Radstufentest über 3–4 x 5 min von 50–140 Watt vor und nach einer Trainingsphase mit Schwerpunkt im regenerativen und extensiven Fettstoffwechsel-/Cardiotraining (Radergo) bei einem 70-jährigen Patienten und Trainingsmöglichkeiten verschiedener Bewegungsformen mittels der laktatgeeichten Herzfrequenz.

Regelmäßige Bewegung und körperliche Aktivität können die Häufigkeit von Erkrankungen und Sterblichkeit in einem erheblichen Umfang senken. Es ist durch zahlreiche Studien belegt, dass Sport eine präventive und therapeutische Wirkung bei kardiovaskulären sowie orthopädischen Erkrankungen unabhängig vom Alter des Patienten hat.

Hollmann postuliert daher auch seit einigen Jahrzehnten: „Gäbe es ein Medikament, welches alle gesundheitlichen Vorteile von körperlicher Bewegung in sich vereinigen würde hinsichtlich Stoffwechsel, Kreislauf und Strukturen, würde es als „Medikament des Jahrhunderts“ bezeichnet werden. Leider steht der praktischen Anwendung das physikalische Gesetz der Trägheit im Wege.“

Viele Menschen, sowohl Gesunde als auch bereits erkrankte Patienten, wissen jedoch nicht, wie sie sich körperlich belasten dürfen und sollen. Die Idee zum "Rezept für Bewegung" entstand in den achtziger Jahren in Deutschland. Es ermöglicht dem Arzt, individuelle Trainingsempfehlungen zu „verordnen“. Um den Patienten optimal beraten zu können, bedarf es zum einen sportmedizinischer Basiskenntnisse. Zum anderen ist es unabdingbare Voraussetzung, die aktuelle Leistungsfähigkeit festzustellen, was in der Regel durch Belastungstestung erfolgt.

Welche Intensität für welches Trainingsziel?

Als ein wichtiges Ziel gilt es nach wie vor, das allgemeine aerobe dynamische Ausdauertraining aufgrund seiner nachgewiesenen positiven Einflussnahme auf das metabolische Syndrom einer möglichst großen Bevölkerungsschicht anzubieten. Die kardiologische EKG-überwachte Belastungsuntersuchung wird in Deutschland meist als Rad-Ergometertest durchgeführt. Es interessiert im Wesentlichen das Herzfrequenzverhalten, möglichst bis in den Maximalbereich. Um dies zu gewährleisten und eine vorzeitige muskuläre Erschöpfung zu verhindern, wird in der Regel eine kurze Belastungsstufendauer von zwei Minuten eingehalten. Die Trainingsempfehlungen erfolgen je nach Zustand im Bereich von 40–75% der maximalen Sauerstoffaufnahme bzw. 60–75% der maximalen Herzfrequenz. Aufgrund der Fülle von externen und internen Störgrößen – erst recht unter der Einnahme von Beta-

blockern – ist die Herzfrequenz als alleinige verlässliche Größe zur Intensitätssteuerung im Ausdauertraining weniger geeignet. Weitaus mehr Informationen zur Höhe der Ausdauerleistungsfähigkeit resultieren unter Einbezug des Muskelstoffwechsels und der Testung des Laktatverhaltens in Stufentests mit mindestens 5-minütiger Stufendauer.

Wenn während einer intensiven Ausdauerbelastung der über die Atmung aufgenommene Sauerstoff nicht mehr ausreicht, um den im Muskel benötigten Energiebedarf (energiereiche Phosphate) zu decken, entsteht das saure Stoffwechselprodukt Laktat. Laktat ist das Endprodukt des anaeroben (laktaziden) Stoffwechsels und neben der Sauerstoffaufnahme der beste Indikator zur objektiven Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit. Bei steigender Belastung nimmt die Laktatbildung und -elimination bis zu einem Zeitpunkt zu, welcher durch einen Intensitätsbereich gekennzeichnet ist, bei dem die Bildung gerade noch

der Elimination entspricht. Dieser Bereich von 4mmol/l Laktat wird als maximales Laktat-Steady-State, anaerobe Schwelle oder „Fettstoffwechselgrenze“ bezeichnet, da hier nur noch ca. 10–15 % via Freie Fettsäuren bei einem Respiratorischen Quotienten von ca. 0.95 verwertet werden. Die längere Belastungsdauer ist notwendig, da die Sauerstoffaufnahme (aufgrund von zeitverzögernden Diffusionsvorgängen) ca. zwei Minuten benötigt, um einen Steady-State im Bereich der anaeroben Schwelle zu erzielen bzw. sich proportional auf die jeweilige Belastung einzustellen. Das Gleiche gilt für die zeitabhängige Laktatbildung ab dem Zeitpunkt ihrer Produktion und der Vermeidung einer Anlaufaktatbildung. Aufgrund der raschen Bestimmung der Laktatkonzentration aus dem Kapillarblut mit entsprechendem Gerät innerhalb von zehn Sekunden am Ende jeder Belastungsstufe lässt sich die muskuläre Belastung des Patienten schnell erkennen und die Fragestellung sowohl des Kardiologen als auch des Leistungsdiagnostikers lösen.

Umsetzung der Laktatleistungsdiagnostik

Die besten Trainingsempfehlungen können aus sportartspezifischen Belastungstests abgeleitet werden: Der Ruderer auf dem Ruderergo, der Schwimmer in einem Schwimmtest und der Läufer oder Fußballspieler möglichst im Lauf-Feldstufentest oder auf dem Laufband. Dies ist jedoch aus technischen Gründen oft nicht möglich. Wird z.B. ein Läufer auf dem Rad oder am Drehkurbelergometer belastet, ist ein Transfer der Arbeitsleistung von Watt in die Geschwindigkeit (m/s oder km/h) nicht möglich. Bezogen auf eine identische muskuläre Belastung, beurteilt an der Höhe des gebildeten Laktats, ergibt sich dennoch die Möglichkeit einer Intensitätssteuerung über die Herzfrequenz. Im Beispiel der Abb.1 liegt die mittlere HF von 12 Probanden bei einer Drehkurbelarbeit bei 2mmol/l Laktat bei ca. 100 S/min bzw. 147 S/min an der anaeroben Schwelle, 4mmol/l (rote Symbole). Bei identischem Laktat liegt beim Laufen mit 135 S/min bzw. 173 S/min eine um 35 bzw. 26 Schläge deutlich höhere HF vor.

Reiner Föhrenbach



- Sportwissenschaftler, Promotion 1986, Köln
- Schwerpunkt: Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung der Ausdauer
- Gründer der aeroben Laktatdiagnostik im Feld (1978)
- Mitarbeiter am Institut für Kreislauforschung u. Sportmed. Köln (bis 1985) bzw. sportmedizinischen Institut Frankfurt (bis 1992).
- Seit 1994 selbständig, Institut für Sportdiagnostik, Offenbach

Network

- 14-facher Deutscher Meister (Leichtathletik)

info@sportdiagnostik.de

Festlegung der Trainingsbereiche

Die Umsetzung während einer radergometrischen Untersuchung (fünf-minütige Stufendauer) mit Erstellung von Trainingsplänen kann wie folgt realisiert werden: Bereits bei einem Laktatanstieg auf 2–3mmol/l und beginnender muskulärer Ermüdung ist eine ausreichende Aussage zur Qualität der Ausdauerleistung und präzisen Trainingssteuerung mit Hilfe der Software möglich – die weitere Testung kann dann wieder mit dem gewohnten zweiminütigen WHO-Protokoll zur Sicherung

Susanne Berrisch-Rahmel



- Fachärztin für Kardiologie und innere Medizin, Sportmedizin
- Seit 2001 Partnerin der kardiologischen Gemeinschaftspraxis CardioCentrum Düsseldorf & Institut für Prävention und Sportmedizin

Network

- Sprecherin der AG „Sport und Prävention“ des Bundes niedergelassener Kardiologen-BNK e.V.
- Nucleusmitglied der AG 32 „Sportkardiologie“ der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e. V.
- Seit 2007 Vereinsärztin Fortuna Düsseldorf 1895 mit Betreuung des Nachwuchsleistungszentrums
- Betreuung von Freizeit- und Leistungssportlern, Kaderuntersuchungen für die Deutsche Fußball Liga (DFL) und Eishockey

berrisch-rahmel@cardio-centrum.com

der kardiologischen Fragestellungen erfolgen. In eigenen umfangreichen Untersuchungen wurde der Einfluss der unterschiedlich hoch eingesetzten Muskelmasse, Körperposition und -dynamik auf die Laktat-HF-Beziehung solcher Bewegungsformen wie Radfahren, Laufen, Crosswalken, Rudern, Walking, Nordic-Walking, Aerobic, Spinning etc. validiert. Das Ergebnis wurde in der FitnessPro-Software niedergelegt und erlaubt den Transfer der aus den Daten einer Raddiagnostik erhaltenen Laktat-Leistungs-Herzfrequenz-Beziehung

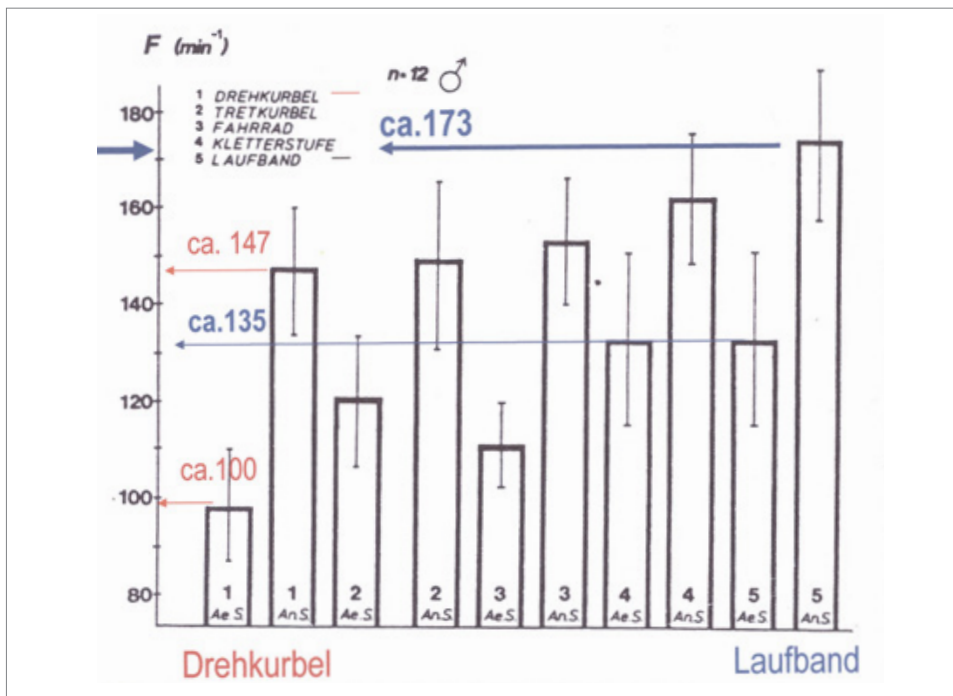


Abb. 1: Herzfrequenzen bei 2 (ae.S.) und 4 (an.S.) mmol/l Laktat für Belastungen auf verschiedenen Geräten. Beispiel: Vergleich Drehkurbel/Laufband.

auf die o.a. bekannten Bewegungsformen. In der Abbildung 2 ist die Ausdauerentwicklung anhand der Parameter Leistung (Watt), Laktat und HF-Verhalten eines 70-jährigen Patienten in zwei Untersuchungen nach einer längeren Trainingsphase exemplarisch dargestellt.

Fazit

Mit Hilfe der validen Laktatdiagnostik in Verbindung mit einer intelligenten software-unterstützten Auswertung können Arzt und Patient aus dem reichen Angebot stoffwechsoptimierter Herzfrequenzen für die bevorzugten Bewegungsformen profitieren. Retests zur Überwachung der Ausdauerentwicklung können in Abhängigkeit vom Trainingsregime oder/und nach veränderter Medikation im Hinblick auf zu erwartende Änderungen im HF-Verhalten erfolgen. Das Bewegungsrezept erhält aufgrund seiner präzisen Angaben zur Intensitätssteuerung im Ausdauertraining eine höhere Gewichtung.