

Neue Herzfrequenzformel

Ausdauertraining unter besonderer Berücksichtigung des Frauenherzens

Prof. Dr. Kuno Hottenrott

Zwischen Männern und Frauen bestehen eine Vielzahl morphologischer und physiologischer Unterschiede, die Einfluss auf die Leistungsfähigkeit nehmen.

Frauen haben eine kleinere Muskelmasse, geringere anthropometrische Maße, verminderte Sauerstofftransportkapazität, ein geringeres Blutvolumen und eine geringere Testosteronproduktion als der Mann. Das kleinere Herz der Frau führt zu einem geringeren Schlagvolumen und einer höheren Ruhe- sowie submaximalen Herzfrequenz (HF) ^[4]. Die geschlechtsspezifischen Unterschiede fanden in allen bisher entwickelten Herzfrequenz-Formeln (z.B. ACSM ^[4], HOLLMANN/BAUM/ ^[1], IPN ^[3], KARVONEN ^[2]) keine Berücksichtigung. Insofern wurde geprüft, ob geschlechtsabhängige Intensitätsempfehlungen für das Ausdauertraining von Männer und Frauen beim Laufen erforderlich sind.

Methodisches Vorgehen

38 Frauen und 53 Männer (Tab. 1) wurden während der Vorbereitung auf den 1. E.ON Kassel Marathon zweimal im Abstand von 12 Wochen mit einem Lauffeld-Stufentest (3–6 Stufen über 1.200 m bei 1,5 km/h Steigerung) untersucht. Mit dem Programm WinLactat 2.5 (mesics GmbH) wurde bei Laktat 2, 3, 4, 5 mmol/l die Herzfrequenz und Laufgeschwindigkeit bestimmt. Anschließend wurden die ermittelten Herzfrequenzwerte der Männer und Frauen bei jeweils vergleichbarer Stoffwechselbeanspruchung (Laktatkonzentration) miteinander verglichen.

**Prof. Dr.
Kuno Hottenrott**

Direktor am Institut für Leistungsdiagnostik und Gesundheitsförderung an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
www.ilug-halle.de



Ergebnisse

Während der 3-monatigen Marathonvorbereitung verbesserte sich die Leistungsfähigkeit der Frauen und Männer hochsignifikant. Dieses Ergebnis war nicht überraschend, denn die Teilnehmer hatten keine hohe Ausgangsleistung und wurden in kleinen Trainingsgruppen intensiv betreut. Analysiert man jedoch das Verhalten der Herzfrequenz (HF) der Frauen und Männer, so konnten bezogen auf die Stoffwechselbeanspruchung signifikante Unterschiede festgestellt werden. Die HF der Frauen bei 2, 3, 4 und 5 mmol/l Laktat war signifikant höher als die der Männer gleichen Alters (Tab. 3). Mit zunehmender Belastungsintensität nahm die HF-Differenz zwischen den Geschlechtern ab. Im Test 1 betrug die Differenz bei 2 mmol/l Laktat 10,2 Schläge/min (bzw. 7%) und bei 5 mmol/l Laktat 2,9 Schläge/min (bzw. 2%). Die maximale HF war im Vergleich zwischen Männern und Frauen in beiden Tests vergleichbar. Im Test 2 kam es zu einer Rechtsverschiebung der Laktat-Geschwindigkeits-Kurve und einer signifikanten Erhöhung der HF bei Männern und Frauen im unteren Intensitätsbereich (Laktat 2–3 mmol/l).

Entwicklung einer neuen Herzfrequenzformel

Die im unteren Intensitätsbereich signifikant höheren HF-Werte der Frauen im Vergleich zu den Männern bei vergleichbarer Stoffwechselbeanspruchung lassen sich aus den morphologischen und physiologischen Geschlechtsunterschieden erklären. Der flachere Anstieg der Herzfrequenz-Laktat-Kurve der Frauen im Vergleich zu den Männern bzw. die höheren HF-Werte der Frauen bei gleicher Laktatkonzentration (Abb. 1) erfordern eine Korrektur für die prozentuale Berechnung der von der HFmax abgeleiteten Trainingsherz-

Tab.1 Anthropometrische Daten der Probanden

	Frauen (n = 38)	Männer (n = 53)	Sig.
Alter (Jahre)	40,7 ± 4,3	41,9 ± 4,9	p = 0,39
Größe (m)	166,9 ± 5,4	178,9 ± 6,6	p < 0,01
Gewicht (kg)	63,5 ± 6,3	78,3 ± 9,3	p < 0,01
BMI	22,8 ± 2,3	23,4 ± 2,4	p = 0,17

Tab. 2 Herzfrequenz bei Laktat 2, 3, 4 und 5 mmol/l im Vergleich von Frauen und Männern und im Pre-Post-Vergleich einer 3-monatigen Marathonvorbereitung (Test 1 und 2). **) p < 0,01, *) p < 0,05 zwischen Frauen und Männern; †) p < 0,01 zwischen Test 1 und Test 2

Parameter	Test	Frauen (n = 38)	Männer (n = 53)
HF-La2 (min-1)	1	151,9 ± 16,2	142,1 ± 17,4 **
	2	156,2 ± 16,1	148,3 ± 16,3 **†
HF-La3 (min-1)	1	164,3 ± 14,1	155,3 ± 17,7 **
	2	167,2 ± 12,2	159,2 ± 14,3 **†
HF-La4 (min-1)	1	169,1 ± 14,4	164,0 ± 15,0 **
	2	172,2 ± 9,3	165,4 ± 13,4 **
HF-La5 (min-1)	1	177,1 ± 7,2	174,2 ± 9,7 *
	2	178,5 ± 6,7	175,3 ± 8,4 *
HF-max (min-1)	1	181,4 ± 9,1	179,8 ± 10,4
	2	182,6 ± 9,7	181,2 ± 9,3

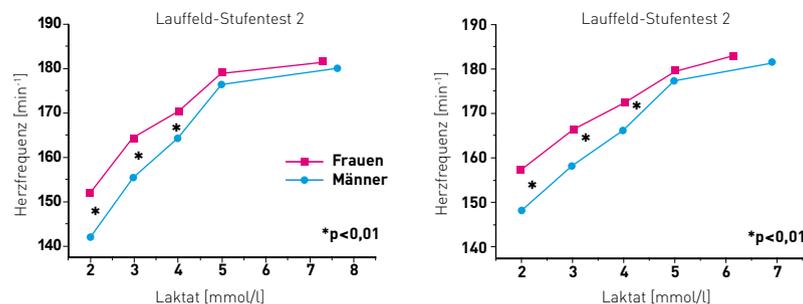


Abb. 1 Herzfrequenz-Laktat-Kurve der Frauen und Männer vom Lauffeld-Stufentest 1 und 2

Beispielwerte für eine Frau bzw. einen Mann mit einer HF_{max} von 180 Schlägen/min

Fettstoffwechseltraining (GA 1)

Einsteiger	Fitnesssportler	Leistungssportler
Frauen: 139	Frauen: 143	Frauen: 147
Männer: 126	Männer: 130	Männer: 134

HerzKreislauftraining (GA 1-2)

Einsteiger	Fitnesssportler	Leistungssportler
Frauen: 147	Frauen: 151	Frauen: 156
Männer: 139	Männer: 143	Männer: 147

Intensives Ausdauertraining (GA 2)

Einsteiger	Fitnesssportler	Leistungssportler
Frauen: 154	Frauen: 160	Frauen: 165
Männer: 151	Männer: 156	Männer: 160

frequenzen. In den bisherigen HF-Formeln ^[1,2,3,4] wurde diese nicht berücksichtigt. Aus den vorliegenden Ergebnissen und vorausgegangener Untersuchungen wurde eine neue HF-Formel für das Ausdauertraining hergeleitet:

Herzfrequenzformel nach Hottenrott

$$THF = HF_{max} \times 0,70 \times LF_i \times TZ_i \times GF_i \times SP_i \text{ ©}$$

THF: Trainings-Herzfrequenz;

HF_{max}: = 208 - 0,7 x Lebensalter für Erwachsene bzw.

HF_{max}: = 220 - Lebensalter für Kinder und Jugendliche. Die Formeln sollten nur zur Anwendung kommen, wenn die maximale Herzfrequenz durch einen sportartspezifischen Test nicht bestimmt werden kann.

LF_i: **Leistungsfaktoren** (i1=1,0 Einsteiger; i2=1,03 Fitnesssportler; i3=1,06 Leistungssportler)

TZ_i: **Trainingszielfaktoren** (i1=1,0 Grundlagenausdauertraining 1; i2= 1,1 GA 1-2-Training, i3= 1,2 GA 2-Training)

GF_i: **Geschlechtsfaktoren** (Frauen: i1=1,10 niedrige; i2=1,06 mittlere; i3=1,03 hohe Intensität; Männer: i4=1,0)

SP_i: **Sportartfaktoren** (i1=1 Laufen).

Nach der Formel ergibt sich die Trainings-Herzfrequenz (THF) aus dem Produkt mehrerer Faktoren. Dabei wird die maximale HF mit einem konstanten Faktor 0,7 und vier weiteren variablen Faktoren multipliziert. Da die maximale HF

nicht immer mit einem sportartspezifischen Test bestimmt werden kann, können Erwachsene die HF_{max} nach der Formel „HF_{max} = 208 - 0,7 x Lebensalter“ und Heranwachsende nach der Formel „HF_{max} = 220 - Lebensalter“ ermitteln. Der HF_{max} - Wert wird mit 0,7 multipliziert. Das Ergebnis wird dann nacheinander multipliziert mit den Leistungs-, Trainingsziel-, Geschlechts- und Sportartenfaktoren. Die Leistungsfaktoren (LF) berücksichtigen die Veränderung der Herzfrequenz in Abhängigkeit der Ausdauerleistungsfähigkeit. Einsteiger nehmen den Faktor 1,0, Fitnesssportler den Faktor 1,03 und Leistungssportler den Faktor 1,06. Die Trainingszielfaktoren (TZ) bestimmen die Herzfrequenz für drei typische Belastungsbereiche nämlich für das Fettstoffwechsel- bzw. Grundlagenausdauertraining 1 (LF1 = 1,0), für das HerzKreislauf- bzw. Grundlagenausdauertraining 1-2 (LF2 = 1,1) und für das Grundlagenausdauertraining 2 bzw. intensive Ausdauertraining (LF3= 1,2). Die Geschlechtsfaktoren (GF) tragen intensitätsabhängig zu einer geschlechtsspezifischen HF-Korrektur bei. Frauen geben bei niedriger Intensität (Fettstoffwechseltraining) den Faktor 1,10 ein, bei mittlerer Intensität den Faktor 1,06 und bei hoher Intensität den Faktor 1,03. Für Männer beträgt der Faktor 1,0, d. h. den Geschlechtssfaktor müssen Männer bei der Berechnung der Trainingsherzfrequenz nicht berücksichtigen. Der Sportfaktor (SP) passt die Trainings-Herzfrequenz an die unterschiedlichen sportartspezifischen Anforderungen bezüglich des Herz-Kreislauf- und Stoffwechsel-Systems an. Faktor 1 gilt für die Sportart Laufen. Die Sportartenfaktoren für Rad fahren, Inline Skating, Skilanglauf, Nordic Walking werden derzeit durch aktuelle Untersuchungen ermittelt.

■ Prof. Dr. Kuno Hottenrott

kuno.hottenrott@sport.uni-halle.de

Literatur

- [1] HOLLMANN, W. & HETTINGER, TH. (1990). *Sportmedizin - Arbeits- und Trainingsgrundlagen*. Schattauer, Stuttgart 1990.
- [2] KARVONEN, J. & VUORIMAA, T. (1988): *Heart Rate and Exercise Intensity during Sports Activities. Practical Application. Sports Med.* 5, 303-312
- [3] LAGERSTRÖM, D. & TRUNZ, E. (1997): *IPN-Ausdauerstest. Gesundheitsport und Sporttherapie* 13, 3, 68-7
- [4] POLLOCK, M., L. et al. (1998). *ACSM Position Stand: Medicine and Science in Sport and Exercise* 1998, 30(6): 975-991

Buchtipps

Hottenrott, K. (2006):
Training mit Herzfrequenz-Messgeräten.
 152 Seiten, Meyer & Meyer Sport,
 ISBN-10: 3898991733, Preis: EUR 14,95

