

## Vergleich verschiedener Formeln zur Bestimmung der maximalen Herzfrequenz

Die Herzfrequenz ist ein geeigneter Parameter zur Trainingssteuerung. Um Trainingsvorgaben mittels der Herzfrequenz machen zu können, muss die maximale Herzfrequenz ( $HF_{\max}$ ) bekannt sein. Die bekannteste Formel zur Bestimmung der maximalen Herzfrequenz nach Fox (220 - Lebensalter (LA)) hat jedoch eine große interindividuelle Varianz (ca. 10-12 Schläge $\cdot$ min $^{-1}$ ) und überschätzt die  $HF_{\max}$  bei jüngeren bzw. unterschätzt die  $HF_{\max}$  bei älteren Personen. Daher wurden in dieser Studie weitere Formeln auf die präzise Vorhersagbarkeit hin untersucht.

Üblicherweise wird die  $HF_{\max}$  bei maximaler Ausbelastung über einen Stufentest auf dem Laufband bestimmt. Um bei größeren Gruppen die  $HF_{\max}$  zu bestimmen, ist der Stufentest vor allem aufgrund des zeitlichen Aufwandes (10-20 min) kein ökonomischer Test.

Daher wurde überprüft, ob die bei einem kurz andauernden anaeroben Feldtest (2x200m-Sprint) erzielten  $HF_{\max}$  Werte mit denen eines Laufband-Stufentests übereinstimmen. Dazu wurde bei 96 gesunden Studenten/innen (Alter: 22,0 $\pm$ 2,8 Jahre) als valides Aussenkriterium die  $HF_{\max}$  über 2x200m-Sprints (höchster Wert aus den Sprints) aufgenommen und mit sieben al-

tersabhängigen Formeln zur Abschätzung der  $HF_{\max}$  verglichen [Fox:  $HF_{\max}=220-LA$ ; Gellish 1:  $HF_{\max}=206,9-0,67\cdot LA$ ; Gellish 2:  $HF_{\max}=191,5-0,007\cdot LA^2$ ; Gellish 3:  $HF_{\max}=163+(1,16\cdot LA) - (0,018\cdot LA^2)$ ; Tanaka:  $HF_{\max}=208-0,7\cdot LA$ ; Fairbarn:  $HF_{\max}=201-0,63\cdot LA$  (♀),  $HF_{\max}=208-0,8\cdot LA$  (♂); Hossack:  $HF_{\max}=206-0,597\cdot LA$  (♀),  $HF_{\max}=227-1,067\cdot LA$  (♂)].

In einer Untergruppe der 96 Studierenden (n=25) wurde zusätzlich die, über den 2x200m-Sprint erreichte  $HF_{\max}$  mit der von einem Laufband-Stufentest (Bruce-Protokoll) und einem Wingate-Test (maximale 30-sekündige Belastung auf einem Fahrradergometer) verglichen. Die  $HF_{\max}$  des 2x200m Sprint-Tests (190,1 $\pm$ 7,9 $\cdot$ min $^{-1}$ ) war nahezu identisch mit den Werten des Laufband-Stufentests (190,0 $\pm$ 7,4 $\cdot$ min $^{-1}$ ), jedoch signifikant höher als die Werte aus dem Wingate-Test (179,4 $\pm$ 8,7 $\cdot$ min $^{-1}$ ).

In der Gesamtpopulation waren die geschätzten  $HF_{\max}$  aus den Formeln von Fox, Gellish 3, Tanaka und Hossack gegenüber der Kriteriums- $HF_{\max}$  aus den Sprinttests signifikant höher. Die am häufigsten verwendete Formel nach Fox überschätzte in 88,5% der Fälle die Kriterien- $HF_{\max}$  um durchschnittlich 12 $\pm$ 7 Schläge $\cdot$ min $^{-1}$ . Verglichen mit der Kriteriums- $HF_{\max}$  (=100%) erbrach-

ten die Formeln folgende Übereinstimmungen: Fox=104,8%; Gellish 1: 95,2%; Gellish 2: 99,6%; Gellish 3: 101,8%; Tanaka: 102,0%; Fairbarn: 100,1%; Hossack = 105,2%.

Die Autoren schlussfolgern, dass die in der Lehre und Praxis häufig herangezogene Fox-Formel für das hier untersuchte Klientel nicht zu empfehlen ist.

Zur Abschätzung der  $HF_{\max}$  bei Personen im Studierenden-Alter (18-25 Jahre) sind die Formeln von Gellish 2 und Fairbarn weitaus besser geeignet.

Falls die  $HF_{\max}$  über praktische Tests bestimmt werden kann, so sehen die Autoren ihren 2x200m-Sprint als verlässliche und ökonomische Alternative zum Stufentest auf dem Laufband. Damit zeigt sich aus Sicht der Rezensentin, dass Formeln zur indirekten Bestimmung der maximalen Herzfrequenz nicht sehr hilfreich sind und die maximale Herzfrequenz besser gemessen werden sollte.

(Cleary MA, Hetzler RK, Wages JJ, Lentz MA, Stickley CD, Kimura IF: Comparison of age-predicted maximum heart rate equations in college-aged subjects. *J Strength Cond Res* 25 (2011) 2591-2597)

REBEKKA ULRICH

## Sport schützt das Gefäßsystem und somit die Gelenke

Das Endothel spielt eine wichtige Rolle für die Gesunderhaltung unseres Gefäßsystems. Dabei ist primär die Freisetzung von bioaktiven Substanzen von Bedeutung, allen voran das Stickstoffmonoxid (NO). Eine endotheliale Dysfunktion kann verschiedene Ursachen haben. Es wird vermutet, dass gestörte NO-Signalprozesse involviert sind. Als Folgen werden eine geringere Dilatationsfähigkeit der Gefäßwand, erhöhte Endotheldurchlässigkeit und Veränderungen im Endothelzellphänotyp beschrieben. Eine endotheliale Dysfunktion gilt bekanntermaßen als Ursache von Herz-Kreislaufkrankungen. Die Gefäßversorgung von Gelenken ist ebenfalls abhängig von einer intakten Endothelfunktion, sodass endotheliale Dysfunktionen eine Osteoarthritis auslösen können.

Es konnte gezeigt werden, dass Patienten mit chronischen kardiovaskulären

Erkrankungen häufig osteoarthritische Veränderungen aufweisen. Dies könnte auf gemeinsame Risikofaktoren wie z.B. Übergewicht und höheres Lebensalter zurückzuführen sein, bei Frauen zeigte sich jedoch ein Zusammenhang ohne gleichzeitiges Übergewicht.

Vor diesem Hintergrund wurde die Veränderung der Dilatationsfähigkeit eines Astes der A. poplitea der das Kniegelenk versorgt, in Abhängigkeit vom Trainingszustand untersucht. 14 Meerschweinchen wurden in eine Trainingsgruppe (tägliche Laufbandbelastung über sieben Tage) und eine inaktive Kontrollgruppe aufgeteilt. Die Dilatationsfähigkeit wurde als Reaktion auf ADP, Bradykinin und Natriumnitroprussid überprüft. Durch Einsatz spezieller Inhibitoren wurde die Rolle der NO-Synthase (NOS) und Cyclooxygenase (COX) erfasst. Es stellte sich heraus, dass die trainierten

Meerschweinchen eine deutlich stärkere Vasodilatation auf ADP und Bradykinin zeigten, während die endothel-unabhängige Vasodilatationsfähigkeit (Antwort auf Natriumnitroprussid) trainingsunabhängig war.

Bereits ein einwöchiges Training zeigte positive Effekte auf die für die Erhaltung des Gefäßsystems und des Gelenkes wichtige Dilatationsfähigkeit der Kniearterien, allerdings nur, wenn sie endothelabhängig war. Dabei spielen nicht nur NOS und COX eine Rolle, da eine Hemmung dieser Enzyme lediglich zu einer 20-25%-igen Abnahme der Dilatationsfähigkeit führte.

(Delaney IE, Arce-Esquivel AA, Koroki K, Laughlin MH: Exercise training improves vasoreactivity in the knee artery. *Int J Sports Med* 33 (2012) 114-122)

URTE KÜNSTLINGER