

Max Niemeyer¹

(2. Preisträger Referate Studierende)

Validität des Polar Laufindex

Summary

The aim of the present study was to check the validity of the Polar Running-Index (LI) through an empirical approach. 18 moderately to well-trained male long distance runners completed two incremental tests and one constant running test on a treadmill to determine maximum oxygen uptake ($VO_2\max$), lactate threshold (aaS), running economy (RE) and LI. LI is significantly correlated with $VO_2\max$ ($r = 0.60$; $p = 0.03$) and aaS ($r = 0.69$; $p = 0.00$), but not with RE ($r = -0.34$; $p = 0.14$). Furthermore 95 % of the variation of RI can be explained by submaximal heart rate (HFsub), running velocity (v) and maximum heart rate (HRmax).

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Studie war es, die Validität des Polar Laufindex (LI) anhand einer empirischen Untersuchung zu überprüfen. Hierfür absolvierten 18 männliche Freizeitläufer jeweils einen Stufentest, einen Vitamax-Test und einen Dauertest auf dem Laufband zur Bestimmung der Validitätskriterien (rel. $VO_2\max$, aerob-anaeroben-Schwelle (aaS) und Laufökonomie (RE)), sowie des LI. Der LI ist signifikant mit der rel. $VO_2\max$ ($r = 0,60$; $p = 0,03$) und der aaS ($r = 0,69$; $p = 0,00$), jedoch nicht mit der RE ($r = -0,34$; $p = 0,14$), korreliert.

¹ Betreuerin der Arbeit ist Frau Dr. Margot Niessen, Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaft der Sportarten II, Sportwissenschaftliche Fakultät, Universität Leipzig.

Des Weiteren zeigte sich anhand einer linearen Regressionsanalyse, dass 95 % der Varianz des LI aus den Parametern submaximale Herzfrequenz (HFsub), Laufgeschwindigkeit (v) und maximale Herzfrequenz (HFmax) erklärt werden.

Schlagworte: Herzfrequenz, Leistungsdiagnostik, Langstreckenlauf

1. Einleitung

Der Laufindex (LI) ist ein leistungsdiagnostisches Verfahren des Herzfrequenzherstellers Polar Electro (Kempele, Finnland), mit dem die laufspezifische Leistungsfähigkeit bei submaximaler Belastung bestimmt werden kann. Der LI wird während jeder Trainingseinheit ermittelt, bei der neben der Herzfrequenz auch die Laufgeschwindigkeit zur Verfügung steht. Voraussetzung hierfür ist das Tragen eines Polar Lauf- oder GPS-Sensors. Laut Polar Electro (2012) ist der LI ein Maß für die aerobe Leistungsfähigkeit ($VO_2\max$) und die Laufökonomie (RE). Der Hersteller macht jedoch keine Angaben über die Faktoren, anhand derer der LI berechnet wird.

In den wissenschaftlichen Datenbanken und auf dem Forschungsindex von Polar Electro ist bisher lediglich eine Studie zu finden, die die Validität des LI überprüft hat (Cardinale, et al., 2007). In dieser Studie, die nur als Abstract veröffentlicht ist, wurde der LI während eines Stufentests bestimmt. Eine solche Belastungsform entspricht nicht der typischen Trainingsgestaltung von Langstreckenläufern, welche einen überwiegenden Anteil ihres Trainings bei niedrig intensiver, konstanter Belastungsintensität absolvieren (Föhrenbach, 1986).

Das Ziel dieser Studie ist es, die Validität des Polar LI empirisch zu untersuchen. Hierfür sollen im Einzelnen folgende Aspekte überprüft werden:

1. ob zwischen dem bei konstanter Belastungsintensität bestimmten LI und den physiologischen Determinanten der laufspezifischen Leistungsfähigkeit (rel. $VO_2\max$, aaS und RE) ein Zusammenhang besteht.
2. aus welchen Parametern der LI berechnet wird.

2. Methodik

Die Überprüfung der Forschungsfragen erfolgte an 18 männlichen Freizeitläufern, welche im Mittel ein Alter von $29,6 \pm 5,7$ Jahren, eine Körpergröße von $180,7 \pm 8,2$ cm und ein Körpergewicht von $77,3 \pm 7,7$ kg aufweisen. Die Probanden absolvierten jeweils einen Stufentest (Start: 2 m/s; Stufendauer: 5 min.; Stufensteigerung: 0,5 m/s), einen Vitamax-Test (Start: 3 m/s; Stufen-

dauer: 30 min.; Stufensteigerung: 0,2 m/s) und einen 15-minütigen Dauertest bei 70 % der maximalen Stufentestgeschwindigkeit zur Bestimmung der Validitätskriterien und des LI. Vor jedem Test erfolgte zusätzlich eine 5-minütige Ruhemessung und ein 13-minütiges Warmlaufen (2,5 m/s) zur Bestimmung der Ruheherzfrequenz und Kalibrierung des Laufsensors.

Die Bestimmung der aaS (4 mmol/l) erfolgte nach dem Verfahren der linearen Interpolation von Mader et al. (1976) anhand der Laktatleistungskurve des Stufentests. Die rel. $\dot{V}O_2\text{max}$ wurde aus den höchsten Messwerten des Vitamax-Tests über 30 Sekunden bestimmt. Des Weiteren mussten mindestens drei der sechs etablierten Ausbelastungskriterien² erfüllt sein (Meyer & Kindermann, 1999). Die RE wurde anhand des Quotienten von submaximaler Sauerstoffaufnahme und Laufgeschwindigkeit zwischen der 4. und 15. Minute des Dauertests bestimmt. Der LI wurde am Ende des Dauertests aus der Uhr ausgelesen.

Forschungsfrage 1:

Gemäß den Ergebnissen der Normalverteilungsprüfungen mittels Shapiro-Wilk-Tests kamen für die Überprüfungen der Zusammenhänge zwischen dem LI und den Validitätskriterien (rel. $\dot{V}O_2\text{max}$, aaS und RE) jeweils Produkt-Moment-Korrelationsanalysen zum Einsatz.

Forschungsfrage 2:

Die Überprüfung der Forschungsfrage 1 erfolgte anhand einer linearen Regressionsanalyse (vorwärts). Hierbei wurde der LI als abhängige Variable und alle potentiellen Einflussfaktoren als unabhängige Variablen definiert. Die potentiellen Einflussfaktoren sind alle von der Uhr messbaren Parameter (Laufsensorgeschwindigkeit (v), Herzfrequenz (HF_{sub}) und Herzfrequenzvariabilität), sowie alle Parameter, die zuvor in die Herzfrequenzuhr eingegeben wurden (maximale Herzfrequenz (HF_{max}), Ruheherzfrequenz, Alter, Geschlecht, Körpergröße, Körpergewicht und Aktivitätsniveau).

3. Ergebnisse

Das Probandenkollektiv verfügt im Mittel über eine rel. $\dot{V}O_2\text{max}$ von $59,1 \pm 6,9$ ml/min/kg, eine aaS von $3,6 \pm 0,3$ m/s, eine RE von $232,9 \pm 19,0$ ml/kg/km und einen LI von $50,5 \pm 7,2$.

Forschungsfrage 1:

Gemäß der Abbildung besteht zwischen dem LI und der rel. $\dot{V}O_2\text{max}$ ($r = 0,60$; $p = 0,03$; $n = 13$), sowie zwischen dem LI und der aaS ($r = 0,69$; $p = 0,00$;

² Ausbelastungskriterien: 1. Levelling-off der O_2 -Aufnahme; 2. HF_{max} >210-Lebensalter; 3. max. Laktatkonzentration > 8 mmol/l; 4. max. respiratorischer Quotient > 1,1; 5. max. Atemäquivalent für O_2 > 35; 6. max. Anstrengungsempfinden nach Borg ≥ 19 .

n = 16) eine signifikante Korrelation. Mit der RE besteht hingegen kein signifikanter Zusammenhang ($r = -0,34$; $p = 0,20$; $n = 16$).

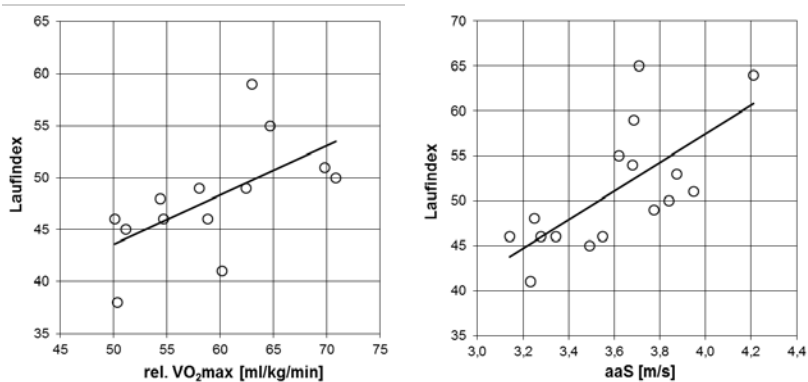


Abb. 1. Zusammenhänge zwischen dem LI und den Validitätskriterien.

Forschungsfrage 2:

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse sind in Tabelle 1 zu sehen. Demnach erklärt allein der Quotient aus Laufensorgeschwindigkeit und Herzfrequenz (Quotient v/HF_{sub}) 88 % der Varianz des Laufindex (Modell 1). Durch die zusätzliche Aufnahme der HF_{max} wird die erklärte Varianz auf 95 % erhöht (Modell 2).

Tab. 1. Ergebnisse der Regressionsanalyse

Modell	Variablen	Regressionskoeffizienten	p	r ²
Modell 1	Konstante	-2	0,69	0,88
	Quotient v/HF_{sub}	44,9	0,00	
Modell 2	Konstante	-44,1	0,00	0,95
	Quotient v/HF_{sub}	47,7	0,00	
	HF_{max}	0,2	0,00	

4. Diskussion

Im Rahmen der *Forschungsfrage 1* wurde überprüft, ob zwischen dem bei konstanter Belastungsintensität ermittelten Laufindex und den etablierten leistungsdiagnostischen Kriterien ein Zusammenhang besteht. Gemäß der Abbildung 1 korreliert der Laufindex mit der rel. VO_{2max} und der aaS signifikant bzw. hoch signifikant. Damit werden die Ergebnisse von Cardinale et al. (2007) weitestgehend bestätigt. Dies deutet darauf hin, dass die Belastungsgestal-

tung (konstante vs. ansteigende Belastungsintensität) keinen Einfluss auf die Validität des Laufindex hat.

Für individualdiagnostische Zwecke ist nach Lienert & Raatz (1998) jedoch ein Validitätskoeffizient von $r > 0,7$ erforderlich. Diese Grenze wird insbesondere im Hinblick auf den Zusammenhang zur rel. VO_2max und zur RE unterschritten. Der Laufindex ist somit für die Beurteilung der laufspezifischen Leistungsfähigkeit im individuellen Fall kaum geeignet. Dies wird anhand der Ergebnisse von Proband 1 deutlich. Mit 69,8 ml/min/kg und 3,9 m/s verfügt Proband 1 sowohl über die zweit höchste rel. VO_2max , als auch die zweit höchste aaS. Sein Laufindex liegt jedoch nur bei 51. Damit belegt er lediglich Rang 8 in dem Probandenkollektiv. Des Weiteren wird ihm anhand der Normwerttabellen von Polar Electro (2012) mit diesem Laufindex eine durchschnittliche Leistungsfähigkeit und eine Halbmarathonzeit zwischen 1:49 und 1:54 [std:min] prognostiziert. Tatsächlich hat Proband 1 exakt zwei Monate nach dem Test ohne spezielle Vorbereitung einen profilierten Halbmarathon in 1:26 [std:min] absolviert. Selbst wenn man davon ausgeht, dass sich seine Leistungsfähigkeit innerhalb der zwei Monate zwischen dem Test und dem Halbmarathon etwa um 5 % erhöht hat, liegt die prognostizierte Zeit noch 20 % über seiner tatsächlichen Zeit.

Im Rahmen der *Forschungsfrage 2* wurde überprüft, aus welchen der eingegeben und gemessenen Parameter der Laufindex berechnet wird. Gemäß dem Ergebnis der Regressionsanalyse in Tabelle 1 wird als erstes der Quotient aus Laufsensorgeschwindigkeit (v) und HFsub in die Regressionsgleichung aufgenommen. Dieser erklärt bereits 88 % der Varianz des LI. In einem zweiten Schritt wird zusätzlich noch die HFmax aufgenommen, wodurch die erklärte Varianz auf 95 % steigt. Aufgrund des hohen Anteils der erklärten Varianz und dem damit einhergehenden engen Zusammenhang zwischen dem berechneten LI und dem von der Uhr ausgegebenen LI ist es wahrscheinlich, dass der LI vor allem anhand der HFsub in Relation zur Laufgeschwindigkeit und HFmax berechnet wird. Damit werden genau die herzfrequenzbezogenen Parameter für die Berechnung herangezogen, denen in der Literatur das größte Potential für die Diagnostik der aeroben Leistungsfähigkeit zugesprochen wird (Costill et al., 1973; Lamberts et al., 2011). Da alle anderen Parameter nicht in die Regressionsgleichung aufgenommen wurden, ist zumindest ein linearer Einfluss auf den LI eher unwahrscheinlich. Weiterhin wäre im Rahmen einer weiteren Studie der Einfluss des Geschlechts zu untersuchen bzw. zu beurteilen. Ein Einfluss der kinematischen Daten des Laufensors lässt sich hingegen vorab ausschließen, da der Laufindex alternativ mit GPS-Geschwindigkeitssensor ermittelt werden kann.

5. Schlussfolgerung und Ausblick

Zusammenfassend erscheint die Validität des LI im Querschnitteinsatz für individualdiagnostische Zwecke selbst für Freizeitsportler zu gering. Ambitionier-

ten Sportlern ist deshalb eine wissenschaftlich evaluierte Leistungsdiagnostik mittels Laktatmessung und Spirometrie zu empfehlen. Da für die Trainingssteuerung die Leistungsdiagnostik im Längsschnitt ebenfalls von hoher Bedeutung ist und der Laufindex im intraindividuellen Vergleich vermutlich auch ein größeres Potential besitzt, sind in Zukunft Studien erforderlich, die die longitudinale Validität des LI überprüfen. In diesem Zusammenhang stellt sich des Weiteren die Frage nach der Reliabilität des Laufindex, welche eine wesentliche Voraussetzung für eine längsschnittlich zu betrachtende Leistungsdiagnostik darstellt und ebenfalls noch nicht überprüft wurde.

Literatur

Cardinale M., Jackson, A., Nissila J., Niva, A. & Kinnunen H. (2007). Comparisons Between a Novel Running Index and Running Performance Measures in Well Trained Runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (Suppl. 5), 206-207.

Costill, D.L., Thomason, H. & Roberts, E. (1973). Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Medicine & Science in Sports*, 5, (4), 248-252.

Föhrenbach, R. (1986). *Leistungsdiagnostik, Trainingsanalyse und -steuerung bei Läuferinnen und Läufern verschiedener Laufdisziplinen*. Konstanz: Hartung-Gorre Verlag.

Lamberts, R.P., Swart, J., Noakes, T.D. & Lambert M.I. (2011). A novel submaximal cycle test to monitor fatigue and predict cycling performance. *British Journal of Sports Medicine*, 45, (10), 797-804.

Lienert, G.A. & Raatz, U. (1998). Testaufbau und Testanalyse (6. Aufl.). Weinheim: Psychologie Verlags Union.

Mader, A., Liesen, H., Heck, H., Phillipi, H., Rost, R., Schürch, P., Hollmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt Sportmedizin*, 27, 80-88, (5), 109-112.

Meyer, T. & Kindermann, W. (1999), Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO₂max). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50, (9), 285-286.

Polar Electro. (2012). *RS800CX Gebrauchsanleitung*. Zugriff am 05. Juni 2013 unter:http://www.polar-deutschland.de/support_files/de/C125736E004603F7C12574B1003B90A9/ATT47K7B.pdf

Verfasser

Niemeyer, Max, Arbeitsbereich Medizin, Training und Gesundheit, Institut für Sportwissenschaft und Motologie, Philipps-Universität Marburg (seit 10/2013)