

Energieverbrauch beim Laufen in Abhängigkeit von Laufintensität und Peak-Sauerstoffaufnahme

Energy Cost of Running Related to Running Intensity and Peak Oxygen Uptake

ACCEPTED: August 2017

PUBLISHED ONLINE: September 2017

DOI: 10.5960/dzsm.2017.296

Beneke R, Leithäuser RM. Energy Cost of Running Related to Running Intensity and Peak Oxygen Uptake. Dtsch Z Sportmed. 2017; 68: 196-202.

1. PHILIPPS-UNIVERSITÄT MARBURG, Abteilung Medizin, Training und Gesundheit, Institut für Sportwissenschaft und Motologie, Philipps-Universität Marburg, Marburg

Einleitung

Bei Läufern ist die Laufgeschwindigkeit in Wettkampf und Training durch die im Laufstest erreichbare Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2peak}$) aber auch durch die Laufökonomie, gemessen als Energieverbrauch pro Meter Laufstrecke (C_{TOT}), limitiert. Im scheinbaren Widerspruch dazu stehen Beobachtungen, dass bei Läufern mit hoher $\dot{V}O_{2peak}$ die Sauerstoffaufnahme bei gegebenen Laufgeschwindigkeiten ($\dot{V}O_{2run}$) höher ist als bei schwächeren Athleten. Zusätzlich ist strittig, ob C_{TOT} von der Laufintensität, der Laufgeschwindigkeit relativ zur $\dot{V}O_{2peak}$, beeinflusst wird. Im Rahmen beider Diskussionen wird zumeist vernachlässigt, dass gegebene Laufgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der $\dot{V}O_{2peak}$ unterschiedliche Intensitäten darstellen, dass die energetische Nutzung von Kohlenhydraten weniger Sauerstoff benötigt als die von Fett und dadurch mit ansteigender Intensität der aerobe Anteil von C_{TOT} (C_{AER}) zunehmend auf Kohlenhydratverbrennung basiert und möglicherweise anaerob ergänzt wird (C_{ANAER}).

Wir testeten folgende Hypothesen:

- eine positive Korrelation zwischen $\dot{V}O_{2run}$ und $\dot{V}O_{2peak}$ reflektiert mehr Kohlenhydratverbrennung und/oder mehr anaerobe Energiebereitstellung bei niedrigerer $\dot{V}O_{2peak}$
- C_{TOT} steigt mit zunehmender Intensität an, wenn sowohl C_{AER} als auch C_{ANAER} berücksichtigt werden.

Methoden

29 Männer (Mittelwert±SD Alter: 24,4±2,7Jahre; Größe: 179,0±5,6cm; Körpermasse: 74,5±6,8kg; $\dot{V}O_{2peak}$: 51,5±5,2ml kg⁻¹ min⁻¹) absolvierten einen Stufentest auf dem Laufband (Start: 2,2m s⁻¹, Geschwindigkeitsanstieg 0,4m s⁻¹ nach jeweils 3min bis zur Erschöpfung). Blulaktatkonzentration (BLC) und Atemgase

wurden für jede Geschwindigkeit bestimmt. C_{AER} und C_{ANAER} wurden mittels indirekter Kalorimetrie und basierend auf der Änderung der BLC bei gegebener Geschwindigkeit berechnet. $\dot{V}O_{2run}$, der Sauerstoffverbrauch pro Meter (C_{VO2}), C_{AER} und C_{ANAER} sowie $C_{TOT}=C_{AER}+C_{ANAER}$ wurden für 2,6 und 3,0m s⁻¹ und der Geschwindigkeit bei $\dot{V}O_{2peak}$ analysiert.

Ergebnisse und Diskussion

$\dot{V}O_{2run}$, BLC und respiratorischer Quotient (RQ) als Indikator der energetisch aeroben Anteile von Kohlenhydraten und Fettsäuren sowie C_{ANAER} stiegen mit zunehmender Geschwindigkeit an (alle p<0.05). C_{VO2} war bei der Geschwindigkeit von $\dot{V}O_{2peak}$ niedriger (p<0.05) als bei 2,6 und 3,0m s⁻¹. C_{AER} und C_{TOT} zeigten keine signifikanten Differenzen zwischen den drei Geschwindigkeiten (Tab. 1).

Bei 3,0m s⁻¹ war C_{VO2} positiv (r=0.41, p<0.05) und bei 2,6 und 3,0m s⁻¹ C_{ANAER} negativ (r=0.62, p<0.001 und r=0.60, p<0.001) mit der $\dot{V}O_{2peak}$ korreliert. C_{AER} (r=0.32, p<0.05), C_{ANAER} (r=0.67, p<0.001) und C_{TOT} (r=0.47, p<0.001) zeigten positive Korrelationen mit der Laufintensität. Die Befunde unterstützen die Hypothesen a) und b) in vollem Umfang.

Fazit für die Praxis

- C_{TOT} berechnet als C_{AER} plus C_{ANAER} ist unabhängig von der $\dot{V}O_{2peak}$ und steigt bei höherer Laufintensität an.
- Positive Zusammenhänge zwischen $\dot{V}O_{2run}$ bzw. C_{VO2} und $\dot{V}O_{2peak}$ zeigen höhere Fettverbrennung und geringeren anaeroben Energiebedarf bei Läufern mit höherer $\dot{V}O_{2peak}$.
- Intensitätsinvarianz von C_{VO2} beweist keine Geschwindigkeitskonstanz von C_{TOT} .

Tabelle 1

Physiologische Akutreaktion, fraktionierter und Energieverbrauch pro Meter Laufstrecke (p-Werte und partielles eta² der Haupteffekte; a=Signifikant unterschiedlich zu 2,6m s⁻¹, b=Signifikant unterschiedlich zu 3,0m s⁻¹).

	2.6 M S ⁻¹ (MEAN±SD)	3.0 M S ⁻¹ (MEAN±SD)	PEAK (MEAN±SD)	SIG.	η ²
$\dot{V}O_{2run}$ (ml kg ⁻¹ min ⁻¹)	36.3±2.7	40.7±2.6a	51.5±5.2a,b	<0.001	0.885
BLC (mmol l ⁻¹)	2.4±0.9	3.5±1.4a	9.8±2.3a,b	<0.001	0.891
RQ	0.94±0.05	0.99±0.06a	1.11±0.04a,b	<0.001	0.856
C_{VO2} (ml kg ⁻¹ m ⁻¹)	0.207±0.017	0.204±0.014	0.198±0.014a,b	<0.01	0.251
C_{AER} (J kg ⁻¹ m ⁻¹)	4.306±0.364	4.287±0.301	4.189±0.292	<0.05	0.132
C_{ANAER} (J kg ⁻¹ m ⁻¹)	0.071±0.066	0.127±0.080a	0.319±0.082a,b	<0.001	0.821
C_{TOT} (J kg ⁻¹ m ⁻¹)	4.377±0.387	4.414±0.327	4.507±0.283	<0.05	0.116



Article incorporates the Creative Commons Attribution – Non Commercial License. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



QR-Code scannen und Artikel online lesen.

KORRESPONDENZADRESSE:

Prof. Dr. Ralph Beneke
Abt. Medizin, Training und Gesundheit
Inst. Sportwissenschaft und Motologie
Philipps-Universität Marburg
Jahnstraße 12, 35037 Marburg
✉:ralph.beneke@staff.uni-marburg.de