

Titel: Gegenüberstellung der Sauerstoffaufnahmekinetik bei Nachwuchs und Hochleistungsathleten

Einleitung: Die Parameter der $\dot{V}O_2$ -Kinetik und deren Anpassungen auf Training und Alter sind bei Erwachsenen gut untersucht. Bei Kinder und Jugendlichen ist die Studienlage bezüglich dieser Anpassungen jedoch nur spärlich. Bislang ist bekannt, dass die Reaktion der $\dot{V}O_2$ -Kinetik, welche durch die Zeitkonstante (τ) gekennzeichnet ist, durch Training schneller wird und dadurch das Sauerstoffdefizit geringer ist [1]. Unterschiede sind auch zwischen Kinder und Erwachsenen festgestellt worden. So weisen Kinder bei Intensitäten über der anaeroben Schwelle ein schnelleres τ und nur einen geringen oder keinen zusätzlichen Anstieg der $\dot{V}O_2$ -Aufnahme, welcher als Slow Component (SC) gekennzeichnet ist, auf [2, 3]. Ziel der vorliegenden Studie war es zu untersuchen, wie sich in einer trainierten Kohorte die Nachwuchsathleten von Hochleistungsathleten bezüglich der $\dot{V}O_2$ -Kinetik unterscheiden.

Methode: An der Studie nahmen 27 Athleten des Nationalkaders des Österreichischen Radsportverbandes teil. Diese gliederten sich in 13 Athleten (9 männlich, 4 weiblich) aus dem Hochleistungskader (Alter $23,2 \pm 4,8$ Jahre, Größe $176,1 \pm 8,8$ cm, Gewicht $68,3 \pm 10$ kg) und 14 Athleten aus dem Nachwuchskader (11 männlich, 3 weiblich) (Alter $14,2 \pm 1,5$ Jahre, Größe $164,9 \pm 11,9$ cm, Gewicht $53,4 \pm 11,6$ kg). Alle Athleten absolvierten einen Rampentest auf dem Radergometer, um die Belastungsintensität der folgenden Untersuchung zu bestimmen. Um die O_2 -Kinetik zu bestimmen wurde ein 12-minütiger Belastungstest auf dem Radergometer Cyclus2 (RBM elektronik-automation GmbH, Leipzig, Deutschland) durchgeführt. Nach einer 3-minütigen „baseline“ Belastung mit 60 W folgte eine 6-minütige Belastung mit einer Intensität von $50\% \Delta$ (50% der Differenz zwischen der Leistung an der ventilatorischen Schwelle und der Maximalleistung) und abschließend eine 3-minütige Belastung mit 60 W. Die Sauerstoffaufnahme während des Belastungstests wurde kontinuierlich gemessen (MetaMax 3B, Cortex Biophysik, Leipzig, Deutschland) und die Parameter der O_2 -Kinetik anschließend mittels nichtlinearer Regression modelliert (GraphPad Prism 6.0, GraphPad Software, USA).

Zur Überprüfung der Normalverteilung wurde der ShapiroWilk-Test durchgeführt. Um Unterschiede zwischen den Gruppen festzustellen, wurde ein T-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Das statistische Signifikanzniveau wurde mit $p < 0,05$ akzeptiert.

Ergebnisse: Die Athleten des Elitekaders unterschieden sich signifikant von den Athleten des Nachwuchskaders beim Rampentest in der relativen Sauerstoffaufnahme ($68,2 \pm 6,7$ mL \cdot min $^{-1}\cdot$ kg $^{-1}$ vs. $61,8 \pm 4,2$ mL \cdot min $^{-1}\cdot$ kg $^{-1}$; $t_{25} = 2,666$, $p = 0,013$) und der relativen Maximalleistung ($6,1 \pm 0,5$ W \cdot kg $^{-1}$ vs. $5,5 \pm 0,5$ W \cdot kg $^{-1}$; $t_{25} = 3,434$, $p < 0,001$). Die Ergebnisse der O_2 -Kinetik

sind in Tabelle 1 ersichtlich. Die Gruppen unterschieden sich mit Ausnahme der $\dot{V}O_2$ Amplitude ($2032 \pm 622 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ vs. $1653 \pm 477 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$; $t_{25} = 1,825$, $p = 0,08$) in allen erhobenen Parametern signifikant voneinander.

Tabelle 1: Mittelwerte und Standardabweichung der O_2 -Kinetik beider Gruppen

	Nachwuchs	Elite
Baseline $\dot{V}O_2$ ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$)	1251 ± 119	$1522 \pm 225^*$
Phase II $\dot{V}O_2$ time constant (s)	35.9 ± 9.3	$28.6 \pm 5.7^*$
Phase II $\dot{V}O_2$ time delay (s)	6.3 ± 3.5	$9.6 \pm 4.2^*$
Phase II $\dot{V}O_2$ amplitude ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$)	1653 ± 477	2032 ± 622
$\dot{V}O_2$ slow component (mL)	76 ± 46	$482 \pm 314^*$
End-exercise $\dot{V}O_2$ ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$)	2980 ± 540	$4035 \pm 984^*$
Power output (W)	210 ± 47	$315 \pm 62^*$

* Nachwuchs versus Elite, $p < 0,05$

Diskussion/Conclusio: Die Ergebnisse dieser Studie zeigen ein ähnliches Bild, wie es zwischen trainierten und untrainierten Probanden zu erwarten wäre. Die Athleten des Nachwuchskaders zeigen in den erhobenen Parametern eine deutlich langsamere Reaktion der oxidativen Stoffwechselreaktion auf die gesetzte Belastung als Athleten des Elitekaders. In der vorliegenden Studie sind die Ergebnisse jedoch konträr zu Studienergebnissen bezogen auf Altersunterschiede für die Zeitkonstante. So zeigen Athleten der Elitekategorie eine schnellere Zeitkonstante trotz einer tendenziell höheren $\dot{V}O_2$ Amplitude. Mögliche Gründe für die festgestellten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sind das deutlich größere Trainingsalter und den damit einhergehend kardiovaskulären und muskulären Anpassungen.

Quellen:

1. Marwood, S., et al., *Faster pulmonary oxygen uptake kinetics in trained versus untrained male adolescents*. Med Sci Sports Exerc, 2010. **42**(1): p. 127-34.
2. Armon, Y., et al., *Oxygen uptake dynamics during high-intensity exercise in children and adults*. J Appl Physiol, 1991. **70**(2): p. 841-8.
3. McNarry, M.A., *Oxygen Uptake Kinetics in Youth: Characteristics, Interpretation, and Application*. Pediatr Exerc Sci, 2018: p. 1-9.