Vergleich intermittierender Belastung unter normobarer Normoxie und normobarer Hypoxie

Chan Y-S[1], Jang J-T[2], Hsiung Y-B[2]
[1]Department of Adapted Physical Education, [2] Institute for Coaching Science, National Taiwan Sport University

Zusammenfassung

Einleitung: Beim Ausdauertraining werden oft intermittierende Belastungsformen als wichtige Trainingsmethode angewendet. Hierbei kann durch Sauerstoffmangel die Ausdauerleistung verbessert werden. Ungeklärt ist bisher, welche Auswirkungen hypoxische Bedingungen auf intermittierende Belastungen haben können. **Methodik:** Vier männliche und zwei weibliche Studierende im Durchschnittsalter von 24,3±1,11 Jahren haben an der Untersuchung teilgenommen. Die Teilnehmer waren körperlich gesund und wiesen keine aktuellen neurologischen Schädigungen auf. Bei dieser Studie wurden Probanden bei intermittierender Belastung unter Normoxie und Hypoxie untersucht. Die Ruhezeit zwischen beiden Tests betrug mehr als 48 Stunden, um eine gegenseitige Einflussnahme zu vermeiden. Zuerst wurden die Laufbahntests unter normoxischen und hypoxischen Bedingung durchgeführt. Damit wurde die individuelle Leistungsfähigkeit bestimmt. Die intermittierende Belastung war 10 mal 2-Minuten Laufbelastung (bei individueller Schwelle von 4mmol/l Laktat nach MADER). Die Ruhezeit zwischen den Zyklen betrug 30 Sekunden. Die Blutentnahmen erfolgten nach 20 Minuten intermittierendem Training (in der ersten, dritten, fünften, zehnten und fünfzehnten Minute). Herzfrequenz und Laktat wurden als Parameter verwendet. **Ergebnis und Diskussion:** Die Laufgeschwindigkeit (4mmol/l Laktat nach Mader) unter normoxischen Bedingungen war deutlich höher als die unter Hypoxie (p<0,05), da eine schlechte Sauerstoffversorgung die Laktatwerte bei gleicher Belastungsintensität ansteigen lässt. Außerdem zeigte die maximale Herzfrequenz unter Normoxie (150±4,9 schlage/min) und unter Hypoxie (149±4,1 schlage/min) keinen signifikanten Unterschied. Es ist zu vermuten, dass die relative Belastungsintensität der verschiedenen Tests gleich war. In der Erholungsphase war die Senkungsgeschwindigkeit der Laktatwerte in der Gruppe, die unter Hypoxie belastet wurde höher als in der unter Normoxie belasteten Gruppe. Bei einem Training unter Hypoxie konnte der Körper sich an den Sauerstoffmangel anpassen. Nach dem Training konnte der Körper unter Normoxie mehr Sauerstoff aufnehmen.

Einleitung

Die Leistungsveränderung beim Höhentraining ist ein interessantes Forschungsgebiet für Sportmediziner. Seit den Olympischen Spielen in Mexiko City versuchen die Wissenschaftler das Training unter Hypoxie durchzuführen. Besonders wichtig ist diese Art des Trainings für die Ausdauersportarten. Heutzutage wissen wir, dass die einsetzenden Akklimatisationsvorgänge in der Höhe die Leistungsfähigkeit der Ausdauersportler verbessert[2]. Bei dem Ausdauertraining werden oft die intermittierenden Belastungen als wichtige Trainingsmethode angewendet. Ungeklärt ist bisher, welche Auswirkungen hypoxische Bedingungen auf intermittierende Belastungen haben können.

Methodik

Vier männliche und zwei weibliche Studierende im Durchschnittsalter von 24,3±1,11 Jahren haben an der Untersuchung teilgenommen. Die Teilnehmer waren körperlich gesund und wiesen keine aktuellen neurologischen Schädigungen auf. Laufband (h/p/cosmos pulsar 3p4.0), Pulsmesser (Polar 610i) und hypoxische Kabine (15% O_2) wurden als Apparaturen verwendet. Zunächst unterzogen alle Probanden sich einem Laufbandstufentest. Die Eingangsgeschwindigkeit betrug 2,3m/s und die Geschwindigkeit wurde alle fünf Minuten um 0,3m/s gesteigert. In jeweils der zweiten Hälfte jeder zweiten Belastungsminute wurde Blut entnommen. Bei subjektiver Erschöpfung und bei Beschwerden wurde der Belastungstest abgebrochen. So wurde die individuelle Belastungsintensität der Probanden festgestellt. Bei dieser Studie wurden Probanden bei intermittierender Belastung unter Normoxie und Hypoxie untersucht. Die Ruhezeit zwischen beiden Tests betrug mehr als 48 Stunden, um eine gegenseitige Einflussnahme zu vermeiden. Zuerst wurden die Laufbahntests unter normoxischen und hypoxischen Bedingung durchgeführt, so wurde die individuelle Leistungsfähigkeit bestimmt. Die intermittierende Belastung war 10 mal 2-Minuten Laufbelastung (bei individueller Schwelle von 4mmol/l Laktat nach MADER). Die Ruhezeit zwischen den Zyklen betrug 30 Sekunden (Abb. 1). Die Blutentnahmen erfolgten nach 20 Minuten intermittierendem Training (in ersten „E1“, dritten „E3“, fünften „E5“, zehnten “E10“ und fünfzehnten „E15“ Minute). Herzfrequenz und Laktat wurden als Parameter verwendet. Die Daten wurden mit Microsoft Excel 2003 erfasst. Für die statistischen Verfahren der Arbeit wurde das Programmsystem SPSS 10 verwendet. Für die deskriptive statistische Bearbeitung wurden der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung berechnet. Die Gruppenvergleiche erfolgten prüfstatistisch für biologische Parameter über den t-Test für zwei verbundene Stichproben.

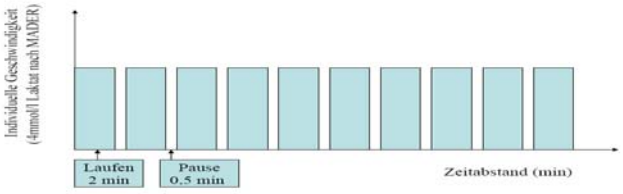

Abb. 1 Modell der intermittierenden Belastung

Ergebnis und Diskussion

Abbildung 2. zeigt, dass die Laufgeschwindigkeit (4mmol/l Lactat nach MADER[4]) unter normoxischen Bedingung deutlich höher war als unter Hypoxie (p<0,05), da eine schlechte Sauerstoffversorgung die Laktatwerte bei gleicher Belastungsintensität ansteigen lässt, während gleichzeitig der Sauerstoffverbrauch unter Normoxie niedriger ist [2, 3].

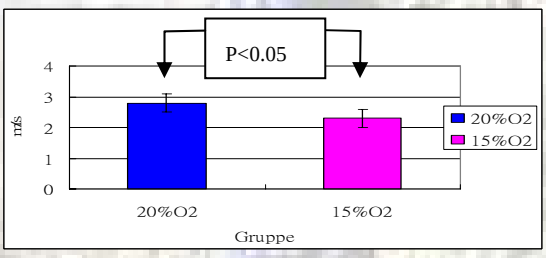

Abb. 2 Die Laufgeschwindigkeit (4 mmol/l nach MADER)

Außerdem zeigte die maximale Herzfrequenz unter Normoxie (150±4,9 Schläge/min) und unter Hypoxie (149±4,1 Schläge/min) keinen signifikanten Unterschied. Es ist zu vermuten, dass die relative Belastungsintensität in verschiedenen Tests gleich war. In der Erholungsphase war die Senkungsgeschwindigkeit der Laktatwerte in der Gruppe, die unter Hypoxie belastet wurde höher als in der unter Normoxie belasteten Gruppe (Abb.3). Bei einem Training unter Hypoxie konnte sich der Körper an den Sauerstoffmangel anpassen. Nach dem Training konnte der Körper unter Normoxie mehr Sauerstoff aufnehmen. Es ist zu vermuten, dass intermittierende Hypoxie zu einer Steigerung des alveolären Blutflusses, des Ventilations-Perfusions-Matchings und der Lungendiffusionskapazität führt[1]. Durch die Zunahme der Lungenfunktion konnte in der Erholungsphase mehr Sauerstoff aufgenommen werden.

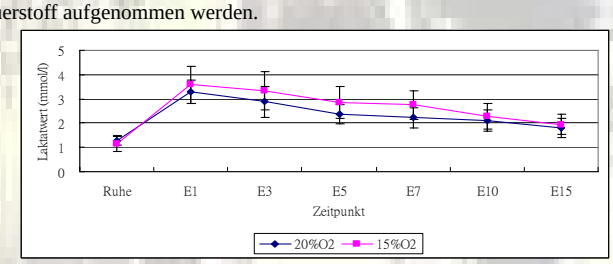

Abb.3 Laktatwert in Normoxie und Hypoxie (Zeitpunkt: Ruhe, „E1“ 1. Erholungsminute,...)

Schlussfolgerung

Unter normobarer Hypoxie lässt sich mit einer geringeren Trainingsintensität eine höhere Trainingsbelastung erreichen. Außerdem kann durch die reduzierte Trainingsintensität das Verletzungsrisiko gesenkt werden.

Literatur

1. BURTSCHER, M. Intermittierende Hypoxie: Höhenvorbereitung, Training, Therapie. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*. 53:61-67, 2005.
2. FRIEDMANN, B. Entwicklungen im Höhentraining: Trends und Fragen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 51:418-423, 2000.
3. KOISTINEN, P., T. TAKALA, V. MARTIKKALA, AND J. LEPPÄLUOTO. Aerobic Fitness Influences the Response of Maximal Oxygen Uptake and Lactate Threshold in Acute Hypobaric Hypoxia. *Int J Sports Med* 16:78-81, 1995.
4. MADER, A., H. LIESEN, H. HECK, R. PHILIPPI, R. ROST, P. SCHÜRCH, AND W. HOLLMANN. Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmedizin* 27:80-88, 1976.