

Wirksamkeit von Höhentrainingsketten zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit im Tiefland

Birgit Friedmann-Bette (Projektleiterin), Falko Frese & Peter Bärtsch

Medizinische Universitätsklinik Heidelberg
Abteilung Innere Medizin VII (Sportmedizin)

Problem

Ausdauersportler gehen vielfach davon aus, dass durch wiederholte Höhentrainingslager, so genannte Höhentrainingsketten, die Leistungsfähigkeit im Tiefland deutlicher gesteigert werden kann als durch ein einmaliges Höhentaining. Die Zunahme des Gesamthämoglobins (GHB) infolge einer hypoxieinduzierten Steigerung der Erythropoese gilt als wesentlicher Mechanismus zur Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit nach einem Höhentaining. Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen weisen darauf hin, dass ein 3- bis 4-wöchiges Training in ≥ 2000 m Höhe einen Anstieg des GHB um 6-9 % induzieren kann, wobei eine erhebliche inter-individuelle Variabilität beobachtet wird (Friedmann-Bette, B., 2008). Es wäre denkbar, dass wiederholte Höhentrainingslager additive Effekte in der GHB-Zunahme haben.

In dem Forschungsvorhaben sollte deshalb untersucht werden, ob wiederholte Trainingslager in geringer bis mittlerer Höhe im Unterschied zu einem vergleichbaren Training im Tiefland eine fortlaufende Zunahme des Gesamthämoglobins infolge hypoxieinduzierter Steigerung der Erythropoese bewirken.

Methode

Probanden/Probandinnen und Höhentaining

Sechs 400-m-Läufer/innen, zwei 400-m-Hürdenläuferinnen und ein 800-m-Läufer (5 Athletinnen, 4 Athleten, 23.4 ± 3.0 Jahre) absolvierten vom 20.03. bis 08.04.2007 ein Trainingslager in Potchefstroom/Südafrika in ca. 1300 m Höhe. Acht 400-m-Läufer/innen, zwei 400-m-Hürdenläuferinnen und ein 800-m-Läufer (7 Athletinnen, 4 Athleten, 22.5 ± 2.4 Jahre) führten vom 27.04. bis 19.05.2007 ein Trainingslager in Windhoek/Namibia in ca. 1800 m durch. Es handelte sich jeweils um B- und C-Kaderathleten/-athletinnen des Deutschen Leichtathletik-Verbandes (DLV). Sieben Athleten/Athletinnen nahmen an beiden Trainingslagern teil. Leider fanden die beiden Trainingslager aus organisatorischen Gründen in niedrigerer Höhe statt als geplant, ein drittes Höhentrainingslager fiel ganz aus. Zwei 400-m-Läufer/innen, zwei 400-m-Hürdenläufer/innen und vier Mittelstreckenläufer des niedersächsischen Landeskaders (3 Athletinnen, 6 Athleten, 19.6 ± 2.5 Jahre) bildeten eine Kontrollgruppe, die ein vergleichbares Training im Tiefland durchführte.

Untersuchungen

Messungen des Gesamtkörperhämoglobins (GHB) mit der optimierten CO-Rückatmungsmethode nach Schmidt & Prommer (Schmidt, W. & Prommer, N., 2005) erfolgten 1 - 3 Tage vor Beginn und 17 - 18 Tage nach Ende des Höhentrainingslagers in Südafrika (= 1-2 Tage vor Anreise nach Namibia) und nach dem Trainingslager in Namibia und zu den gleichen Zeitpunkten, jeweils um ein paar Tage verschoben, auch in der Kontrollgruppe.

Bestimmungen von Erythropoetin (EPO), löslichem Transferrinrezeptor (sTfR) und Ferritin im venösen Blut wurden an den Tagen der GHB-Messung sowie an den Tagen 2, 10 und 17 der Höhentrainingslager durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels einfaktorieller Varianzanalyse und Student's t-Test bzw. Mann-Whitney-Rangsummentest.

Ergebnisse

GHB (Abb. 1) Nach den Trainingslagern in Südafrika und Namibia waren die mittleren Anstiege des GHB um ca. 4 % bzw. 2 % des Ausgangswerts statistisch nicht signifikant ($p=0,068$). Von den 7 Athleten/innen, die an beiden Trainingslagern teilnahmen, wurde bei 4 Athleten/innen nach dem 2. Höhentrainingslager in Namibia ein um 2.6 bis 14 % höheres GHB gemessen als vor dem 1. Trainingslager in Südafrika. Bei 3 Athleten/innen waren keine relevanten Veränderungen zu beobachten ($< 2\%$; typischer Fehler der GHB-Messmethode in unserem Labor: 2.5 %). Der mittlere Anstieg um ca. 5 % war statistisch signifikant ($p \leq 0,05$). In der Kontrollgruppe war der mittlere Anstieg um 3.5 % statistisch nicht signifikant.

EPO, sTfR (Abb. 2 und 3) und Ferritin: Während beider Trainingslager stiegen die EPO- und sTfR-Spiegel signifikant an. Im Trainingslager in Südafrika war darüber hinaus ein signifikanter Abfall des Ferritins um 35 % des Ausgangswerts zu beobachten.

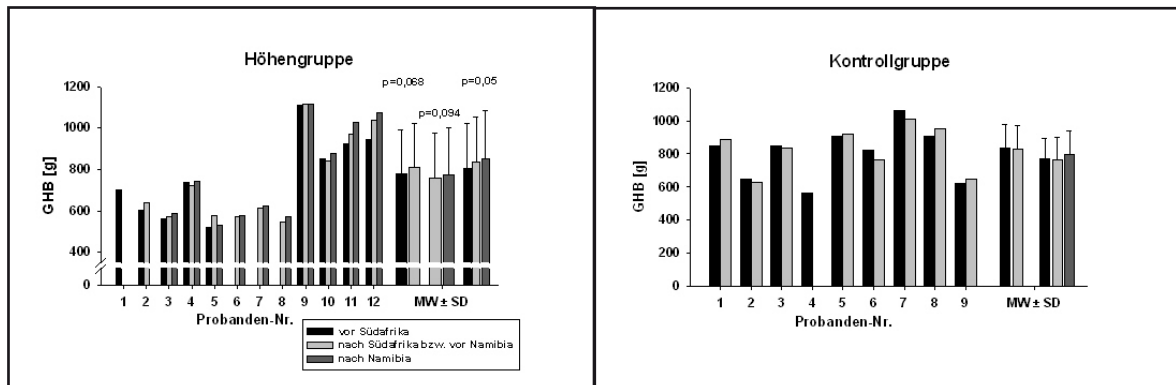


Abb. 1: Gesamtkörperhämoglobin (GHB) vor und nach den Trainingslagern

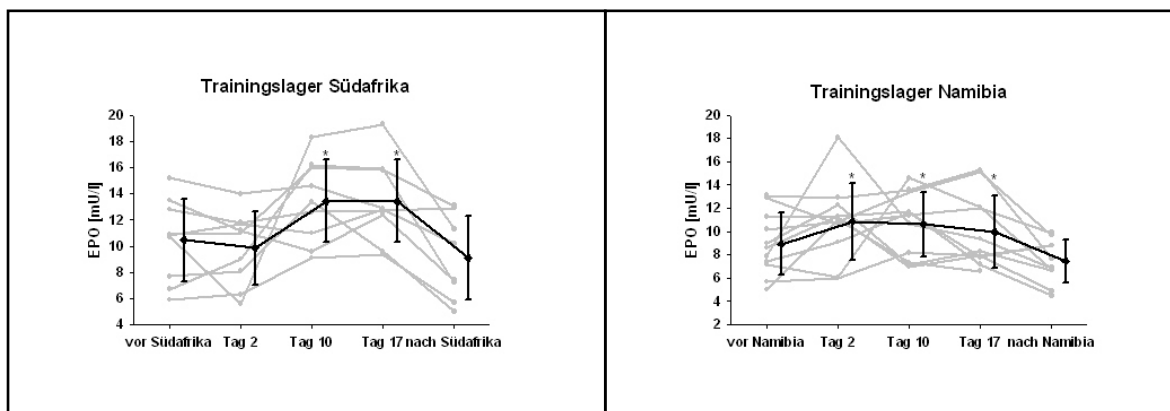


Abb. 2: Venöse EPO-Spiegel vor, während und nach den Trainingslagern
 *: $p \leq 0.05$ im Vergleich zu den Werten vor und nach dem Trainingslager in Südafrika bzw. nach dem Trainingslager in Namibia

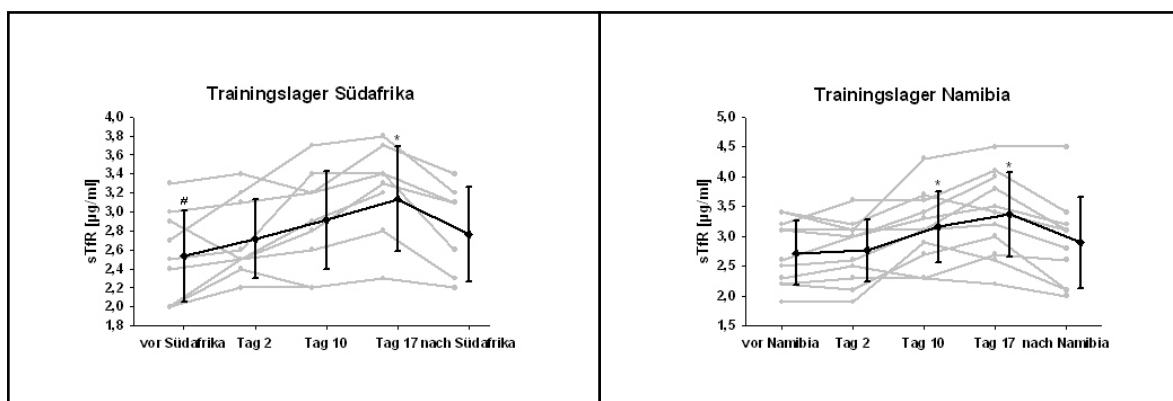


Abb. 3: Venöse sTfR-Spiegel vor, während und nach den Trainingslagern.
 *: $p \leq 0.05$ im Vergleich zu den Werten vor, an Tag 2 und nach dem Trainingslager. #: $p \leq 0.05$ im Vergleich zu Tag 10

Diskussion

Die signifikante Zunahme des GHB um im Mittel ca. 5 % (Abb. 1) bei den 7 Athleten/innen, die an beiden Höhentrainingslagern teilnahmen, weist darauf hin, dass wiederholte Höhentrainingslager eine Vermehrung des GHB bewirken können, auch wenn sie in geringer Höhe, deutlich unterhalb der in der Literatur für einen signifikanten Effekt auf das GHB empfohlenen Mindesthöhe von ca. 2000 m, stattfinden. Hierfür sprechen auch die in bzw. nach den jeweiligen Trainingslagern beobachteten Änderungen der EPO-, sTfR- und Ferritin-Spiegel (Abb. 2 und 3), die eine hypoxieinduzierte Steigerung der Erythropoese anzeigen (Robach et al., 2004). Allerdings unterschied sich die GHB-Änderung in der Höhentrainingsgruppe nicht signifikant von der Änderung des GHB in der Kontrollgruppe. Auch in der Kontrollgruppe hatte das GHB im gleichen Zeitraum zugenommen. Die Zunahme betrug ca. 3.5 % und war statistisch nicht signifikant. Die Analyse der Einzelwerte zeigt ebenfalls keine eindeutigen Unterschiede zwischen dem GHB-Verhalten der beiden Probandengruppen. Die geringe Höhe in den Höhentrainingslagern, die kleine Pro-

bandenzahl und das Fehlen des 3. Höhentrainingslagers sind Gründe dafür, dass die Forschungsfrage nicht genauer beantwortet werden kann.

Literatur

Friedmann-Bette, B. (2008). Classical altitude training. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18 (1), 11-20.

Robach, P., Fulla, Y., Westerterp, K.R., & Richalet, J.P. (2004). Comparative response of EPO and soluble transferrin receptor at high altitude. *Medicine and science in sports and exercise*, 36, 1493-1498.

Schmidt, W. & Prommer, N. (2005). The optimised CO-rebreathing method: a new tool to determine total haemoglobin mass routinely. *European journal of applied physiology*, 95, 486-495.