
Die Auswirkungen der Kohlenhydratgabe während eines hochintensiven, intervallartigen Trainings auf die Ausdauerleistungs-, Sprint- und Regenerationsfähigkeit

Mirja Maassen, Oliver Kummer & Norbert Maassen (Projektleiter)

Medizinische Hochschule Hannover
AB Sportphysiologie/Sportmedizin

1 Einleitung

In vielen Sportarten werden Kohlenhydrate (oft in Form von Maltodextrin) während des Trainings zugeführt. Der Sinn dieser Maßnahme ist es, die Konzentrationsfähigkeit, die Koordination und die physische Leistungsfähigkeit während des Trainings zu erhalten. So soll der Trainingseffekt optimiert und die Verletzungsgefahr während des Trainings reduziert werden. Weiterhin soll so das Immunsystem unterstützt, also die Infektanfälligkeit verringert werden. Nach neueren Untersuchungen könnte diese Praxis die Entwicklung der Dauerleistungsfähigkeit hemmen, da die Kohlenhydratgabe Reaktionen blockt, die durch sinkenden Glykogengehalt in der Muskulatur hervorgerufen werden (Nieman et al., 2003). Nach Hansen et al. (2005) sind aber Reaktionen, die durch Glykogenmangel hervorgerufen werden, gerade für die Entwicklung der Dauerleistungsfähigkeit wichtig. Daher ergibt sich ein Zwiespalt, in dem sich alle Ballsportarten, in denen es neben der hohen Koordinationsfähigkeit auf hohe Ausdauer-, Regenerations- und Sprintfähigkeit ankommt, und die Ausdauersportarten befinden.

2 Methodik

Männliche Probanden (21-40 Jahre) aus den Ball- und Ausdauersportarten wurden in zwei Gruppen eingeteilt: Wassergruppe (WG, bisher n=10) und Kohlenhydratgruppe (KHG, bisher n=10). Die durchschnittliche maximale Leistung im fahrradergometrischen Stufentest der Wassergruppe war 4,25 Watt/kg und die Leistung der KHG war 4,16 Watt/kg.

Beide Gruppen haben ein intervallartiges Training auf dem Fahrradergometer absolviert (Frische & Maassen, 2005). Es begann mit einer Aufwärmung von 10 min bei 50 % W_{\max} . Darauf folgte die 55minütige Intervallphase, wobei intensive Belastungen bei 100 % W_{\max} abzüglich 10 Watt und niedrige Belastungen bei 10 Watt wechselten. Jede Phase dauerte 30 sek. Danach schloss sich eine Nachphase für 10 min bei 50 % W_{\max} an. Das Training wurde zusätzlich zum regulären Training der Probanden dreimal pro Woche für drei Wochen durchgeführt.

Vor und während des Trainings mussten die Probanden 26 ml Flüssigkeit pro kg Körpergewicht zu sich nehmen. Die WG bekam Wasser und die KHG Wasser mit 10 % Maltodextrin. Drei Stunden vor Beginn jeder Trainingseinheit durften die Probanden keine Nahrung zu sich nehmen.

Vor dem Training wurden ein Stufentest (ST) und zwei Eingangstests (ET) auf dem Fahrradergometer durchgeführt. Der Stufentest diente zur Feststellung der Leistungsfähigkeit und zur Festlegung der Trainingsintensitäten. Der erste ET war ein doppelter Wingate-Test (WT). Zwei Tage darauf folgte ein Dauertest (DT). WT und DT wurden nach der Trainingsperiode wiederholt. Bei 16 VP wurde zusätzlich noch ein ST als Abschlusstest durchgeführt.

ST: Nach einer sechsminütigen Aufwärmphase bei 100 Watt (Trittfrequenz: 80-90 U/min) wird die Leistung pro Minute um 16,67 Watt bis zur subjektiven Erschöpfung gesteigert.

WT: Nach einer zehnminütigen Aufwärmphase bei 50 % W_{\max} (Trittfrequenz: 80-90 U/min) folgte der WT. Er bestand aus zwei 30sekündigen Sprints, die durch eine Pause von 1 min getrennt waren. Dabei sollte bei einer Bremskraft von 0,8 x Körpergewicht [Nm] eine maximale Trittfrequenz erreicht und gehalten werden.

DT: Nach einer sechsminütigen Aufwärmphase bei 30 % W_{\max} folgte eine Erhöhung auf 80 % W_{\max} (Trittfrequenz: 80-90 U/min). Es wurde nun bis zur subjektiven Erschöpfung gearbeitet.

Während der Tests wurden die Leistungsfähigkeit (WT: mittlere Leistung (Watt); DT: Arbeitszeit bei 80% W_{\max} des Eingangstufentests) bestimmt sowie Atemgrößen, Herzfrequenz und Laktat (Ohrläppchen) gemessen.

Über die gesamten fünf Wochen wurde die Ernährung auf den Kohlenhydratanteil hin analysiert.

3 Ergebnisse

Die Arbeitszeit bei der Dauerbelastung bei 80% W_{\max} war mit 770 sek (WG) und 758 sek (KHG) vor dem Training nicht signifikant unterschiedlich zwischen den beiden Gruppen. Nach der Trainingsphase zeigten die Gruppen eine prozentuale Verbesserung von ca. 46 % (WG) bzw. 49 % (KHG). Die Kohlenhydratgabe während des Trainings beeinflusste die Verbesserung der Dauerleistungsfähigkeit also nicht signifikant. (s. Abb. 1a). Nach der Trainingsphase war die Laktatkonzentration ([Lac]) während der DT signifikant niedriger (Abb. 1a). Am Ende des DT jedoch ist die [Lac] weder zwischen den Gruppen noch zwischen Eingangs- und Ausgangstest signifikant unterschiedlich.

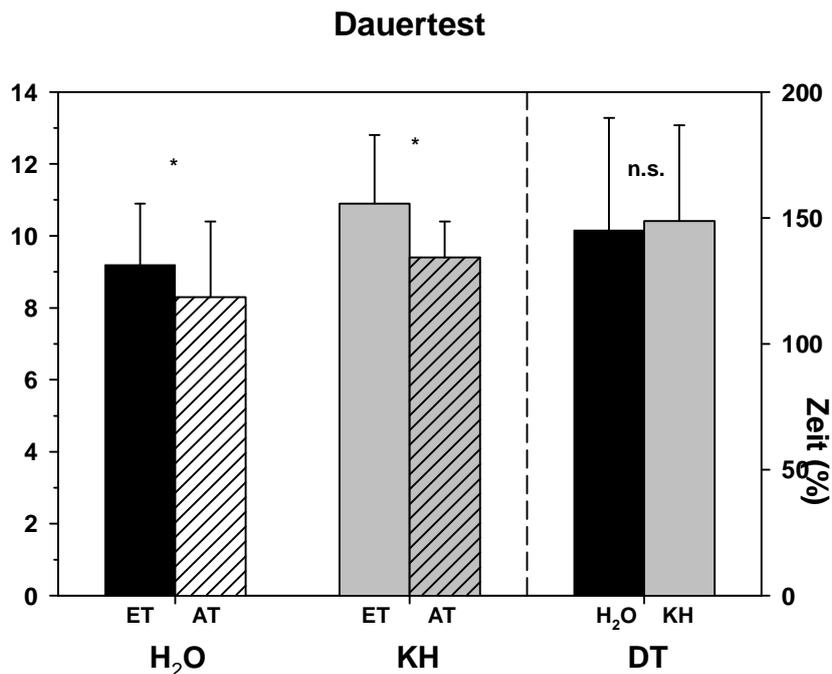


Abb. 1a: Dauertest; [Lak] nach 10min und erreichte Arbeitszeit nach der Trainingsphase in % des ET.

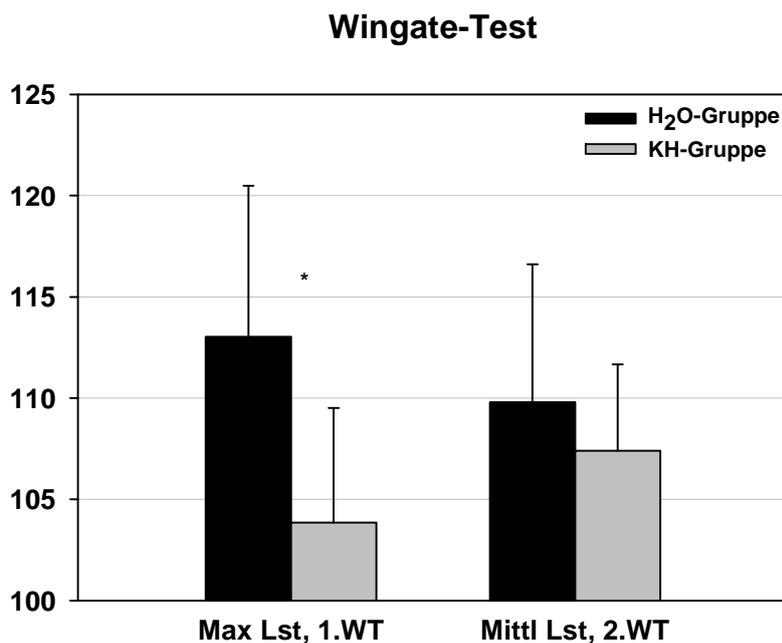


Abb. 1b: Wingate-Test; erreichte Leistungen in % des ET.

In der maximalen Leistung beim 1. WT, welche ein Maß der Sprintfähigkeit ist, verbessern sich beide Gruppen signifikant (WG: +13 %, n= 7; KHG: +3,8 %, n=10). Die geringere Zunahme in der Sprintleistungsfähigkeit der KHG ist signifikant ($p < 0,03$, Abb. 1b). In der mittleren Leistung beim 2. WT, die ein Maß der Erholungsfähigkeit darstellt, haben

sich beide Gruppen signifikant um ca. 8,5 % verbessert. Auch die maximale [Lac] nach dem doppelten Wingate-Test (Eingangstest) unterschied sich weder zwischen den beiden Gruppen noch zwischen Eingangs- und Ausgangstests.

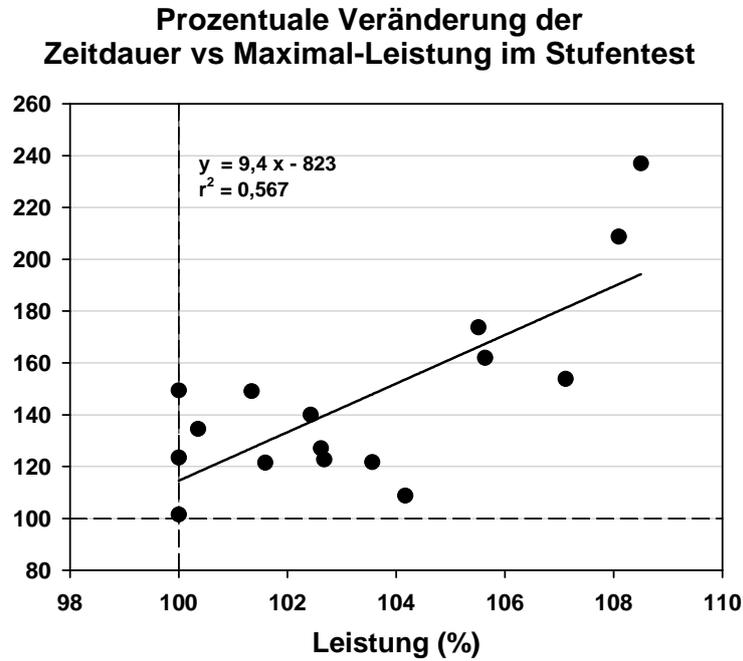


Abb. 2a: Zusammenhang zwischen Verbesserung im Stufentest und Verbesserung im Dauertest jeweils in % des ET

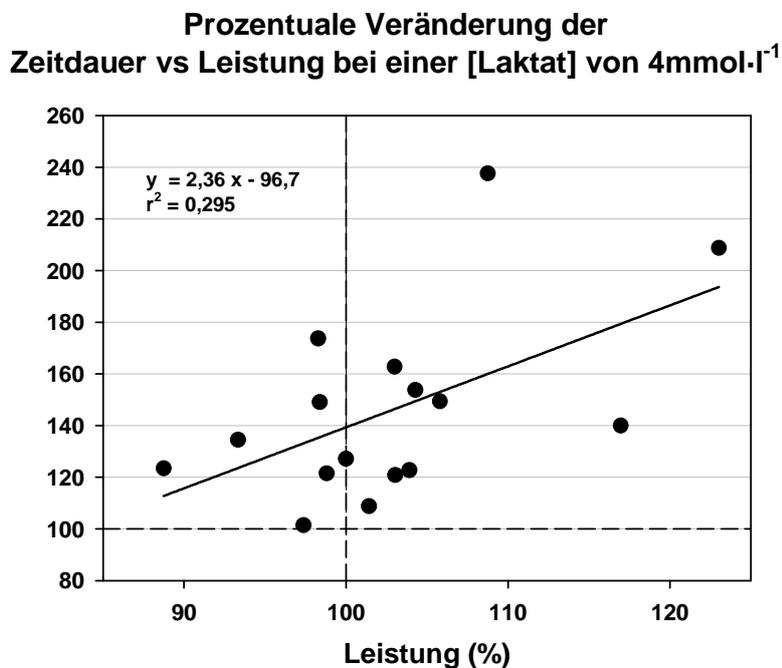


Abb. 2b: Zusammenhang zwischen Verbesserung im Stufentest und Verbesserung im Dauertest jeweils in % des ET

Die Verbesserung in der maximalen Leistung (W_{\max}) in den Stufentests betrug in beiden Gruppen ca. 3 % ($p < 0,02$ für beide Gruppen). Dagegen veränderten sich die Leistungen bei 4 mmol nicht signifikant. Die [Lac] beim Abbruch des Stufentests waren nach der Trainingsphase in beiden Gruppen signifikant höher, aber der Unterschied zwischen den beiden Gruppen war nicht signifikant. Die maximalen Herzfrequenzen haben sich weder in der WG noch in der WHG signifikant verändert. Die Zunahme in der Arbeitszeit im Dauertest korreliert mit der Zunahme der Maximalleistung und der Leistung bei 4 mmol/l im Ausgangsstufentest (Abb. 2a und 2b).

Die durchschnittliche Kohlenhydrataufnahme (ohne Training) während der fünf Wochen war 54 % in der WG und 51 % in der KHG (n. s.).

4 Diskussion

Obwohl die Kohlenhydratzufuhr während des Intervalltrainings den Energieverbrauch nahezu kompensiert, hat sie in Bezug auf die Verbesserung der Dauerleistungsfähigkeit keine nennenswerte Auswirkung. Im Gegensatz zur Studie von Hansen et al. (2005) waren weder die Dauerleistungszeit noch der Energiestoffwechsel beeinflusst. Dagegen hat die KHG im Sprinttest, obwohl in beiden Gruppen mit einer gleichen mittleren mechanischen Leistung gearbeitet wurde, insgesamt schlechter abgeschnitten. Nach dem derzeitigen Stand der Studie ist vor allem im ersten Sprinttest die Verbesserung in der maximalen Leistung bei der WG signifikant größer als bei der Kohlenhydratgruppe. Der Mechanismus, der zu der verminderten Leistungszunahme führt, ist nicht bekannt.

Bei der Diskussion des Zusammenhangs zwischen Verbesserung im Stufentest und Dauertest können, da sich die beiden Gruppen nicht unterscheiden, die Ergebnisse zusammen interpretiert werden. Das Bestimmtheitsmaß (r^2) sagt aus, dass sich die Verbesserung im Dauertest zu ca. 57 % aus der Verbesserung im Stufentest ableiten lässt. Dieser Zusammenhang kommt durch zwei Versuchspersonen zustande, die beide nach längerer Trainingspause dieses Training durchgeführt haben. Ohne die beiden wäre der Zusammenhang nicht signifikant und r^2 0,236. Ein Großteil der Verbesserung geht daher auf eine Verbesserung der „endurance capacity“ (Costill et al., 1973) und nicht auf die Verbesserung der aeroben Kapazität zurück.

Die Verbesserung der Dauerleistungsfähigkeit korreliert zwar signifikant mit der Veränderung der Leistung bei 4 mmol/l, aber auch die Versuchspersonen, deren Leistung bei 4 mmol geringer wurde ($n=6$), verbesserten sich in der Dauerleistungsfähigkeit. Da auch die Mittelwerte der Leistung bei 4 mmol/l sich nicht signifikant veränderten, müssen durch dieses intervallartige Training Faktoren beeinflusst werden, die nicht durch

Bestimmung der $\text{VO}_{2\text{max}}$ und Laktatmessungen in Stufentests erfasst werden (Stuke et al., 2006).

Zusammenfassend hat sich in dieser Studie wieder gezeigt, dass diese Art des Trainings für Ballsportarten und Ausdauersportarten sehr gut geeignet ist (Frische & Maassen, 2005). Inwieweit die Kohlenhydratgabe auf die Entwicklung der Sprintfähigkeit wirkt, muss weiter untersucht werden.

5 Literatur

- Costill, D. L., Thomason, H. & Roberts, E. (1973). Fractional utilisation of the aerobic capacity during distance running. *Med Sci Sports Exerc*, 5, 248-252.
- Frische, M. & Maassen, N. (2005). Die Wirkung eines hochintensiven, intervallartigen Trainings auf die Leistungsfähigkeit bei Sprint-Dauerbelastung und auf die Regenerationsfähigkeit. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp Jahrbuch 2004* (S. 141-148). Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.
- Hansen, A. K., Fischer, C. P., Plomgaard, P., Andersen, J. L., Saltin, B. & Pedersen, B. K. (2005). Skeletal muscle adaptation: training twice every second day vs. training once daily. *J. Appl. Physiol*, 98, 93-99.
- Nieman, D. C., Davis, J. M., Henson, D. A., Walberg-Rankin, J., Shute, M., Dumke, C. L., Utter, A. C., Vinci, D. M., Carson, J. A., Brown, A., Lee, W. J., McAnulty, S. R. & McAnulty, L. S. (2003). Carbohydrate ingestion influences skeletal muscle cytokine mRNA and plasma cytokine levels after a 3-h run. *J. Appl. Physiol*, 94, 1917-1925.
- Stuke, N., Shushakov, V. & Maassen, N. (2006). Die Wirkung kurzzeitiger intermittierender Hypoxie in Ruhe auf die Leistungsfähigkeit in Ausdauerbelastungen. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp Jahrbuch Forschungsförderung 2005/2006* (S. 27-31). Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.