

Texas - Studie

Flüssigkeits-Ersatz während sportlicher Anstrengung: Psychologische, physiologische und biochemische Vorteile des oxygenierten Wassers

Studie von John J. Duncan, Ph.D. / August 1997
Texan Woman's University, Center for Research on Woman's Health, Denton, Texas

Die folgende Studie wurde durchgeführt mit oxygeniertem, in PET-Flaschen abgefüllten Wasser der Firma LifeO2, Florida, USA. Bei der Abfüllung betrug der **Sauerstoffgehalt ca. 70 mg/Liter Wasser**. Dieser hat sich im Laufe der Studie bestimmt verringert, schätzungsweise auf die Hälfte des Anfangswertes. Das Leitungswasser enthält, je nach Aufbereitung, 3-8 mg Sauerstoff /Liter.

Die Anreicherung erfolgte mit medizinischem Sauerstoff aus Druckflaschen.

Ziel: Beurteilung der physiologischen, psychologischen und biochemischen Konsequenzen von Flüssigkeits-Ersatz durch ein neues oxygeniertes (sauerstoff-angereichertes) Getränk während sportlicher Uebungen, sowie Beschreibung der Änderungen in der athletischen Leistung aufgrund des Flüssigkeits-Ersatzes durch oxygeniertes Wasser im Unterschied zu normalem Flaschenwasser.

Ausführung: Randomisierte Doppelblind-Studie

Teilnehmer: Total 25 Personen, davon 20 männlich und 5 weiblich. Selbstkontrolle.

Messungen: Jeder Proband wurde bei 3 Gelegenheiten ausgewertet: am Anfang, nach einer Woche, während der normales Flaschenwasser, und nach einer weiteren Woche, während der sauerstoffangereichertes Wasser getrunken wurde. Die Messergebnisse bestanden aus Ruhe-, Submaximal- und Maximal-Pulsfrequenz sowie athletischer Leistung bewertet am 5 km Zeitlauf.

Folgerungen: Die Analyse der schnellsten 5 km Zeitversuche hat gezeigt, dass 83 % von diesen durch Teilnehmer erreicht wurden, die das oxygenierte Wasser tranken. Dank dem Konsum von sauerstoffangereichertem Wasser konnte die 5 km Strecke durchschnittlich um 15 Sekunden schneller zurückgelegt werden, verglichen mit den Resultaten bei normalem Flaschenwasser.

Besonders die *hochtrainierten* Athleten konnten dank dem zusätzlichen Sauerstoff die 5 km Laufzeit am deutlichsten verkürzen, durchschnittlich um 31 Sekunden.

Somit konnte diese Studie belegen, dass mit Sauerstoff angereicherte Getränke die athletische Leistung steigern.

Einleitung: Der ideale Flüssigkeits-Ersatz während sportlicher Uebungen sollte einen angenehmen Geschmack haben, keine Beschwerden (trotz grossen Mengen) im Magen-Darm-Trakt verursachen, rasche Flüssigkeits-Absorption fördern, die geeignete Blutmenge erhalten und die notwendige Energie für die Arbeitsmuskeln zur Verfügung stellen.

Fachleute sind sich einig, dass die athletische Leistung durch den Zustand der Hydratation beeinflusst wird. Die Einnahme von kühlen Flüssigkeiten in regelmässigen Abständen während der Uebungen verbessert gemäss vielen Berichten die athletische Leistung und beugt potentiell ernstesten medizinischen Zuständen vor, die Dehydratation begleiten, wie Muskelkrämpfe oder schwerwiegendere thermo-regulatorische Störungen (Hitze-Erschöpfung, Hitzschlag).

Eine Dehydratation um blosse 2% des Körpergewichts kann die physische Leistung aus 3 Perspektiven beeinträchtigen:

Physiologisch - die Herzfrequenz und der Stress auf das kardiovaskuläre System erhöhen sich während Anstrengung im dehydriertem Zustand dramatisch. Psychologisch - der Einfluss von Dehydratation auf die Psyche manifestiert sich einerseits durch einen Mangel an Moral und Vitalität, ein Gefühl von Apathie, andererseits durch eine erhöhte Wahrnehmung der Anstrengung. Biochemisch - im Blut bildet sich die Milchsäure, ein Abfallprodukt der körperlichen Anstrengung, wobei die Elektrolyt-Konzentrationen einen erhöhten Zustand von kardiovaskulärem Stress induzieren. Es ist daher nicht überraschend, dass Forschungsstudien immer wieder Beeinträchtigung der sportlichen Leistung durch Dehydratation dokumentiert haben.

Es gibt Richtlinien für geeignete Flüssigkeits-Einnahme vor, während und nach den sportlichen Leistungen, insbesondere in heissen und feuchten Umgebungen. Flüssigkeiten sind empfohlen in Mengen, die die verlorene Flüssigkeitsmengen durch das Schwitzen ersetzen. Es bestehen jedoch keine eindeutige Hinweise bezüglich der optimalen Zusammensetzung und Mengen von Flüssigkeiten, die in Rehydrations-Getränken für Personen, die regelmässig trainieren, verwendet werden sollen.

Welche ist die optimale Dosierung und welcher Typ von Flüssigkeit ist der beste zu trinken während der Uebungen? Normales Wasser oder andere Sportler-Getränke? Welche sind die optimalen Inhaltstoffe in einer Rehydrations-Flüssigkeit?

Erfahrung zeigt, dass adequate Flüssigkeits-Einnahme während der Uebungen die athletische Leistung erhöht, indem sie den potentiell negativen thermo-regulatorischen Problemen vorbeugt. Es gibt gegenwärtig eine Vielzahl von kommerziell erhältlichen Sport-Getränken, aber keine von diesen ist mit Sauerstoff angereichert. Erhöhte Verfügbarkeit von gelöstem Sauerstoff kann die athletische Leistung über zwei Mechanismen steigern: Die Erhaltung des Blutvolumens sowie höhere Verfügbarkeit von Sauerstoff für die Muskeln. Die Absorption vom Magen und Dünndarm in das Blut muss rasch und in genügenden Mengen an Sauerstoff stattfinden, damit dieser zusätzliche Sauerstoff in den Muskeln umgesetzt werden kann. Darum wird sich diese Studie auf bestimmte kritische Sachverhalte in Zusammenhang mit Leistungen konzentrieren und praktische Richtlinien für die Auswahl des Flüssigkeits-Ersatzes während der Uebungen erstellen.

Probanden: Die Kriterien für die Teilnahme an dieser Studie waren:

- Personen, die über 30 Meilen (48 km) pro Woche laufen und mindestens einen Marathon beendet haben.
- Sie mussten gesund sein, d.h. nicht ernsthaft erkrankt sein und nicht oft Medikamente nehmen.
- Es durften keine orthopädischen Behinderungen vorliegen.

25 Langstrecken-Marathonläufer im Alter von 20 bis 54 Jahren, die alle die oben erwähnten Kriterien erfüllten, haben an dieser Studie teilgenommen. Die durchschnittliche Trainingsstrecke betrug mehr als 30 Meilen (48 km) wöchentlich.

Versuchs-Abläufe: Alle Probanden wurden angewiesen, während der Testperiode ihre Diät, Übungen oder die Wassereinnahmehöhen nicht zu ändern. Die Übereinstimmung in den Ernährungs-, Schlaf- und Trainings-Mustern wurde durch täglich von jedem Probanden geführtes Heft belegt. Alle Auswertungen der Teilnehmer wurden standardisiert im Bezug auf Diät und Übungen am Tag vor und am eigentlichen Testtag. Die Teilnehmer fasteten 12 Stunden vor submaximalem Training und nach den 5 km Läufen.

Die Reihenfolge der Tests war folgende:

- a.) jeder Teilnehmer erhielt 18 Flaschen (je 400 ml) normales oder sauerstoffangereichertes Wasser in der randomisierten, doppelblinden Art und wurde angewiesen, täglich 3 Flaschen (1200 ml) von diesem Wasser während 6 Tage vor den Labortests zu trinken.
- b.) Die Teilnehmer berichteten dem Labor am 7. Tag und tranken sofort 3 Flaschen (1200 ml) vom gleichen Wasser, das Ihnen für diese spezifische Woche zugeteilt worden war.
- c.) Dann trainierte jeder Teilnehmer 90 Minuten an der Tretmühle mit der voreingestellten Geschwindigkeit, entsprechend 60 % der maximale Sauerstoff-Aufnahme.
- d.) Die Flüssigkeitsersatz-Rate während der submaximalen Übung betrug 200 ml jede 15 Minuten.
- e.) Nach der 90-minütigen submaximalen Tretmühle-Übung konnten sich die Teilnehmer 15 Minuten vor dem 5 km Lauf erholen.
- f.) Vor dem Zeitlauf wurden die Teilnehmer instruiert, 400 ml von dem selben Wasser wie unter d.) zu trinken.
- g.) Jeder Teilnehmer lief einen 5 km-Zeitversuch auf einer 400m-Bahn. Die Messungen wurden auf eine ganze Sekunde gerundet.

Maximal-Test Protokoll: Jeder Teilnehmer absolvierte einen anfänglichen maximalen Test auf der Bruce Tretmühle, um die maximale Sauerstoff-Aufnahme zu bestimmen, die für die Festlegung der Tretmühle-Geschwindigkeit in dem nachfolgenden 90-minütigen Training notwendig war. Die Herzfrequenz via 12-Punkte EKG und Blutdruck wurden vor jedem Stufenwechsel angezeigt. Die Sauerstoff-Aufnahme wurde laufend während der ganzen Maximal-Übung über die Analyse der ausgeatmeten Anteile an Sauerstoff und Kohlendioxid registriert.

Submaximal-Test Protokolle: Während der zwei submaximalen Tests absolvierte jeder Teilnehmer eine 90-minütige Tretmühle-Übung mit 60% der maximalen Kapazität. Die Herzfrequenz und die wahrgenommene Anstrengung wurden dabei alle 15 Minuten gemessen, ebenso wie unmittelbar vor und nach dem 5 km Lauf.

Getränke-Verabreichung: Jeder Proband in dieser Studie absolvierte zwei submaximalen Übungs-Tests und zwei 5km-Zeitläufe. In einem Satz von Übung und Zeitlauf benutzten die Teilnehmer normales Flaschenwasser als Flüssigkeitsersatz. Im nachfolgenden Satz konsumierten sie statt dessen sauerstoffangereichertes Wasser. Die in dieser Studie eingesetzten Getränke wurden in randomisierter, doppelblinder und ausgeglichener Art bei Zimmertemperatur verabreicht. Alle Flaschen trugen einen Farb-Code und waren ähnlich im Aussehen und Grösse.

Statistische Analyse: Um die Unterschiede zwischen Trinkversuchen zu bestimmen, wurde die Analyse der Varianz mit wiederholten Messungen angewandt. „Post hoc“ Test wurde durchgeführt, um signifikante Durchschnitt-Unterschiede festzustellen. Alpha-Level von 0,05 wurde für alle Signifikanz-Tests verwendet. Alle Auswertungen wurden mit BMDP ausgeführt.

Resultate: Das Durchschnittsalter der Studien-Teilnehmer war 39 Jahre (21 - 54 J.) und das Durchschnittsgewicht betrug 70,9 kg (43,7 - 94,3 kg). Die Herz-Ruhefrequenz war durchschnittlich 52 Pulse/min (41 - 64 Pulse/min). Die durchschnittliche maximale Sauerstoffaufnahme der Probanden war 56,7 ml/kg/min (44,3 - 73,5 ml/kg/min).

83% der insgesamt schnellsten 5km-Läufe wurden von den Athleten erreicht, die das sauerstoffangereicherte Wasser getrunken haben ($\chi^2 = 9,78$; $p < 0.01$). Der Genuss von sauerstoffangereichertem Wasser resultierte im Zeitgewinn von durchschnittlich 15 Sekunden, verglichen mit normalem Flaschenwasser. Insbesondere unter den hochtrainierten Männern und Frauen (max. Sauerstoffaufnahme > 54 ml/kg/min) konnte das sauerstoffangereicherte Wasser die Laufzeiten um durchschnittlich 31 Sekunden verkürzen (total 1247 gegenüber 1278 Sekunden bei normalem Flaschenwasser ; $p < 0.01$).

Diskussion: Hochtrainierte Athleten suchen ständig das bestmögliche hinsichtlich der Verbesserung ihrer athletischen Leistung. Eine Dehydration von blossen 1- 2 % hat laut Berichten eine dramatische Beeinträchtigung der Leistung zu Folge. Das American College of Sports Medicine schlägt den Athleten vor, die richtigen Hydrations-Empfehlungen während den Übungen zu befolgen, um optimale Leistung sicherzustellen. Ausserdem, eine adequate Flüssigkeitsaufnahme sollte ein Thema für alle sein, die täglich physische Anstrengungen auf sich nehmen, sei es bei ihrer Arbeit oder Fitness-Begeisterte.

Das American College of Sports Medicine empfiehlt, ca. 500 ml Flüssigkeit 2 Stunden vor Übungen zu trinken, um adequate Hydratation zu gewährleisten. Darüberhinaus schlägt das ACSM den Athleten vor, Flüssigkeiten während der sportlichen Aktivitäten zu konsumieren, etwa in der gleichen Menge, die durch das Schwitzen verlorengeht, oder die maximale Menge einzunehmen, die toleriert werden kann. Adequate Hydratation sichert nicht nur die optimale Leistung, sondern vermindert das Risiko von hitzebedingten Beschwerden während der Anstrengung, besonders in heissen und feuchten Umgebungen.

Eine Frage, welche Athleten sowie täglich schwere körperliche Arbeit verrichtende Personen beschäftigt, ist die, ob Sportgetränke besser geeignet sind als Wasser. Die Antwort kann von der Situation und Bedarf an raschem Flüssigkeitsersatz und Energie jedes einzelnen abhängen. Während starker Anstrengung verlassen sich die Muskeln auf genügende Versorgung mit Brennstoffquellen, inklusive Sauerstoff und Kohlenhydrate. Sportgetränke, die verfügbare Kohlenhydrate als Brennstoffquelle enthalten, steigern gemäss Berichten die athletische Leistung.

Diese Studie ist die erste, die bestätigt, dass auch ein sauerstoffangereichertes Sportgetränk die athletische Leistung verbessert. Eine mögliche Erklärung dafür kann sein, dass sauerstoffangereichertes Wasser eine rasche Diffusion von Sauerstoff in das Blut erleichtert. Da aber diese Faktoren nicht direkt gemessen werden konnten, bedarf es weiterer Studien, um diese Befunde zu erhärten und mögliche Mechanismen zu erarbeiten, die die athletischen Vorteile des sauerstoffangereicherten Wassers erklären.

Aus der Perspektive der öffentlichen Gesundheit, können Ermunterungen an Athleten und körperlich arbeitende Personen, während der Anstrengung adequate Mengen Wasser zu konsumieren, nur Vorteile bringen. Diese Studie legt nahe, dass eine Anreicherung von Wasser mit Sauerstoff die Leistungsergebnisse weiter verbessern kann.

Uebersetzung K. Nehoda 1999