

# Ernährung, Oxidativer Stress und Sport

M. Lamprecht, Graz / Österreich

Jede körperliche Betätigung ist mit einer Steigerung des Energiebedarfs und mit einem erhöhten Sauerstoffverbrauch verbunden. Anstrengende sportliche Belastungen können die Sauerstoffaufnahme des Körpers um das 20-fache erhöhen; in der Skelettmuskulatur bis zum 200-fachen gegenüber Ruhebedingungen (Child et al. 1998).

2-5 % des von den Mitochondrien aufgenommenen Sauerstoffs wird dabei nicht zu Wasser reduziert, sondern resultiert in der Bildung von reaktiven Sauerstoff- und Stickstoffintermediaten (RONS = reactive oxygen and nitrogen species). Die meisten davon sind so genannte „Freie Radikale“, welche zu einer Schädigung aller Zellbestandteile wie Lipide, Proteine, Zucker und sogar Nukleinsäuren (DNA) - vor allem im Skelettmuskelsystem, Gefäßsystem und in der Leber - beitragen können (Allessio 1993).

Freie Sauerstoff- und Stickstoffradikale werden physiologisch und pathophysiologisch produziert und sind an einer großen Anzahl von biochemischen Reaktionen in aeroben Organismen beteiligt: Prostaglandin-Synthese (Blutgerinnung, Entzündungsmediatoren), Phagozytose (Makrophagen) oder bei Hydroxylierungsreaktionen im endoplasmatischen Retikulum (Entgiftungsprozesse).

Diesen endogenen Radikalbildungsquellen sind die exogenen Radikalquellen hinzuzufügen: Ozon, UV-Strahlung, Chlorkohlenwasserstoffe, Rauchen etc. tragen signifikant zur Bildung von Sauerstoff- und Stickstoffradikalen bei.

Die wichtigsten Radikalbildungsquellen beim Sport sind die erwähnte mitochondriale Elektronentransportkette, das Xanthinoxidase System, Traumata und die Autooxidation von Katecholaminen.

Um diese freien Radikale zu vernichten, hat der Organismus eine Reihe von Abwehrmechanismen entwickelt, welche zum Teil auf Stoffe beruhen, die mit der

Nahrung aufgenommen werden (Antioxidanzien) und andererseits vom Organismus selbst synthetisiert werden (Enzymsysteme).

Die wichtigsten mit der Nahrung aufgenommenen Antioxidanzien sind die Vitamine E und C sowie die so genannten „sekundären Pflanzenstoffe“ (Carotinoide, Polyphenole, Oligomere Procyanidine, Phytoöstrogene, Thiolverbindungen etc.).

Produktion und Elimination von freien Radikalen sind ein integraler Bestandteil des Stoffwechsels. Übersteigt die Radikalproduktionsrate die Radikaleliminationsrate durch Antioxidanzien-systeme, so spricht man von einem Zustand, welcher als „Oxidativer Stress“ bezeichnet wird .

Beim Sport werden Gewebeentzündungen, erhöhte Verletzungsgefahr, verstärktes Auftreten von Muskelkater, erhöhte Krankheitsanfälligkeit, Sportanämie und verlängerte Regenerationszeiten als Konsequenzen eines oxidativen Stresszustandes diskutiert.

Von besonderem Interesse sind die Zusammenhänge zwischen Oxidativem Stress, körperlicher Leistungsoptimierung und Antioxidanzien-reicher Ernährung bzw. einer Supplementation mit antioxidativen Substanzen.

Sport und Bewegung sind als gesundheitsfördernde Interventionen unbestritten, allerdings belegen zahlreiche wissenschaftliche Publikationen, dass bei inadäquaten Belastungen – vor allem hinsichtlich Intensität und Dauer der sportlichen Aktivität – ein oxidativer Stresszustand auftreten kann (*Radak et al. 2003*). Zusätzlich scheinen der Trainingszustand des Betroffenen und die Muskularbeitsweise bei der Bewegungsausführung von Bedeutung zu sein (*Niess et al. 1996; Jakeman und Maxwell 1993*). Werden extreme Belastungen von ungünstigen Rahmenbedingungen, wie vitaminarmer Ernährung, Rauchen, verschmutzte Luft, Hitze etc. begleitet, potenziert sich dieser schädigende Effekt.

Als problematische Zielgruppe erweist sich dabei die Gruppe der von uns als so genannte „weekend warriors“ bezeichneten Personen. Jene Hobbysportler, die einmal in der Woche exzessiv Sport betreiben. Diesen Personen fehlt der notwendige Trainingszustand und damit die erforderliche antioxidative Abwehrkapazität über körpereigene Enzymsysteme, wie dem Glutathionsystem, Superoxiddismutaseaktivität oder Katalaseaktivität.

Aber auch Leistungs- und Hochleistungssportler sind Radikalschädigungen ausgesetzt, wenn die notwendige Versorgung an Antioxidanzien in der Nahrung fehlt. Energiebedarfswerte von mehr als 5000 kcal pro Tag können schwer durch normale Nahrungsaufnahme den Antioxidanzienbedarf abdecken. Zu voluminöse Nahrung behindert die Leistungsoptimierung und löst eine berechtigte Diskussion zur Supplementation von antioxidativ wirksamen Substanzen aus.

Eine unübersichtliche Anzahl von Antioxidanzienpräparaten wird im Handel angeboten. Die Palette reicht von Monopräparaten, wie reine Ascorbinsäure oder Vitamin E, bis zu Multivitamin-Mineralstoff-Kombipräparaten in unterschiedlichen Konzentrationszusammensetzungen. Die Herstellungskriterien und die Wirksamkeit vieler dieser Produkte sind allerdings zu hinterfragen bzw. die vorgeschlagenen Tagesmengen, die zugeführt werden sollen: Zu hohe Mengen an Antioxidanzien können 1. prooxidativ wirken, da viele Antioxidanzien (z. B. Vitamin E,  $\beta$ -Karin) nach deren Reaktion mit einem freien Radikal (z.B. Lipidradikal), selbst zu einem stark reaktiven Radikal mutieren (durch das fehlende Elektron im äußersten Molekülorbital) und dabei Schädigungen induzieren können (*Lamprecht 1997*) und 2. zu effektive Radikalvernichtung die Apoptose beeinflussen und das Immunsystem schwächen könnte (*Jeukendrup 2004*).

Naturbelassene Kombinationspräparate scheinen in ihrer Wirksamkeit hinsichtlich Radikalvernichtung sehr effizient zu sein (*Wise et al. 1996, Leeds et al. 2000*). *Lamprecht et al. 2005* untersuchten in einer Pilotstudie bei Radsportlern die Effekte eines Obst- und Gemüsekonzentrats<sup>\*)</sup> (noch nicht publiziertes Datenmaterial). In Bezug auf die antioxidative Kapazität: Die Konzentrationen von Carbonylproteinen (CP) und Malondialdehyd (MDA) im Plasma wurden signifikant verringert, was auf eine effiziente radikalvernichtende Wirkung des Supplementes, sowohl in Ruhe als auch unter Belastungsbedingungen im Bereich der individuellen anaeroben Schwelle, schließen lässt. Die vielversprechenden Ergebnisse geben Anlass, weitere umfassendere Supplementationstudien unter standardisierten sportphysiologischen Belastungsbedingungen folgen zu lassen.

Eine mögliche antioxidative Supplementation bei Hobby- und Leistungssportlern muss spezifisch dem physischen und psychischen Belastungsprofil und dem individuellen Ernährungsverhalten des Sportlers bzw. Athleten angepasst werden. Zusätzlich ist explizit Rücksicht auf die Trainingsperiodisierung zu nehmen, d. h. der Bedarf an Antioxidanzien ist z. B. in der Vorbereitungsperiode aufgrund des geringeren durchschnittlichen Kalorienverbrauchs u. a. Faktoren (niedrigere Trainingsintensitäten, kürzere Trainingszeiten etc.) geringer als in der Wettkampfperiode. Eine gleichmäßige Verzehrsmenge des Supplementes über ein gesamtes Trainingsjahr wird als nicht mehr zeitgemäß betrachtet.

<sup>\*)</sup> Juice Plus+® Kapseln, NSA-Int., Memphis, TN

### **Literatur:**

- Child RB, Wilkinson DM, Fallowfield JL, et al: Elevated serum antioxidant capacity and plasma malondialdehyde concentration in response to a simulated half-marathon run. *Med Sci Sports Exerc* 1998, 30 (11), 1603-1607.
- Alessio HM: Exercise-induced oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc* 1993, 25 (2), 218-224.
- Radak Z, Ogonovszky H, Dubecz J, et al: Super-marathon race increases serum and urinary nitrotyrosine and carbonyl levels. *Eur J Clin Invest* 2003, 33 (8), 726-730.
- Niess AM, Hartmann A, Grünert-Fuchs M, et al: DNA damage after exhaustive treadmill running in trained and untrained men. *Int J Sports Med* 1996, 17 (6), 397 -403.
- Jakeman P, Maxwell S: Effect of antioxidant vitamin supplementation on muscle function after eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol* 1993, 67, 426-430.
- Lamprecht M: Einfluss definierter sportlicher Belastungen, in Verbindung mit Vitaminsupplementierung, auf den antioxidativen Status des Blutes. Dissertation am Institut für Sportwissenschaften und Institut für Medizinische Chemie, Karl-Franzens-Universität Graz, 1997.
- Jeukendrup A, Gleeson M: *Sport Nutrition, Human Kinetics* 2004, Chapter 9, 217-230.
- Leeds AR et al.: Availability of micronutrients from dried, encapsulated fruit and vegetable preparations: a study in healthy volunteers, *J Hum Nut Diet*, 2000, 13, 21-27.

Peroxides Levels in Response to Supplementation with concentrated Fruit and Vegetable Extracts: A Pilot Study, Current Therapeutic Research, 1996, 57, pp.445-461

Lamprecht M, Oettl K, Schwabberger G, et al: Supplementation with mixed fruit and vegetable juice concentrates attenuates oxidative stress markers in trained athletes. Abstract, submitted to the 52<sup>nd</sup> annual meeting of the American College of Sports Medicine, Nashville, 2005.