

### **Oxidativer Stress durch Sport**

### **Können Antioxidantien aus Tee dem oxidativen Stress entgegenwirken?**

**Prof. Dr. Aloys. Berg<sup>1</sup>, Dr. Marco Netsch<sup>2</sup>, Dr. Matthias H. Kreuter<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup> Abteilung Leistungs- und Sportmedizin, Medizinische Universitätsklinik, 79106 Freiburg**

**<sup>2</sup> Abteilung F & E, Aromen und Extrakte, Emil Flachsmann AG, Zürich**

### **Einleitung**

Intensive körperliche Aktivität ist nachweislich mit einer erhöhten Bildung freier Radikale verbunden. Aufgrund ihrer hohen Reaktivität können freie Radikale biologische Strukturen schädigen und so deren Eigenschaften negativ verändern. Über diesen Weg wird auch der ungünstige Einfluss freier Radikale auf die körperliche Leistungsfähigkeit erklärt. Freie Radikale schädigen allerdings nicht grundsätzlich, sondern nur dann, wenn ihre Wirkung nicht neutralisiert werden kann. Diese Situation, auch als oxidativer Stress bezeichnet, beinhaltet ein Missverhältnis zwischen Radikalbildung und Radikalneutralisierung. Da oxidativer Stress langfristig chronische Erkrankungen und Alterungsprozesse auslösen oder in ihrer Entwicklung beschleunigen kann, muss gefragt werden, ob sich Sportler als Personen mit erhöhter Neigung zu oxidativem Stress einem größeren Risiko aussetzen. Daher wird darüber diskutiert, wie Sportler eine optimale Versorgung mit antioxidativ wirksamen Substanzen erreichen können.

In diesem Zusammenhang erlangt Tee mit seinen antioxidativ wirksamen Inhaltsstoffen zunehmendes Interesse. Grund für diese Einschätzung sind epidemiologische Befunde zu signifikant verringertem Auftreten einer Reihe von Krebs- und Gefäßkrankheiten bei Bevölkerungsgruppen, die regelmäßig größere Mengen an Tee - insbesondere Grüntee - konsumieren (1, 2). Purinalkaloide, Polyphenole, Flavonole, Pflanzensäuren, Aminosäuren und andere Inhaltsstoffe lassen sich im Teeaufguss nachweisen. Die nicht fermentierten Blätter der Teepflanze (*Camellia sinensis*) sind eine reichhaltige Quelle natürlicher antioxidativ wirksamer Polyphenole, deren bekannteste und am besten erforschte die Gruppe der Catechine darstellen. Die Hauptpolyphenolkomponenten in grünem Tee sind Epicatechin (EC), Epigallocatechin (EGC), Epicatechingallat (ECG) und Epigallocatechingallat (EGCG), denen Schutzfunktionen vor oxidativem Stress zugeschrieben werden (3).

## Grundlagen zur antioxidativen Regulation und zum oxidativen Stress

Freie Radikale sind hoch reaktive Atome oder Molekülbruchstücke, die ein freies, d.h. ungepaartes Elektron besitzen. Aufgrund ihrer sehr kurzen Halbwertszeit ist ihre Wirkung meist erst über entstehende Stoffwechselprodukte nachweisbar. Freie Radikale entstehen physiologisch im Rahmen der mitochondrialen Oxidation (ca. 6% des O<sub>2</sub>-Umsatzes), bei Entzündungsreaktionen (oxidative burst) sowie beim Adenosin-Abbau (bei O<sub>2</sub>-Mangel bzw. mangelnder ATP-Resynthese) (Abb. A).

Aufgrund der hohen Reaktivität können freie Radikale biologische Strukturen schädigen und so deren Eigenschaften ungünstig verändern. Dadurch kommt es zu Veränderungen an Makromolekülen (z.B. Kollagen, Elastin, Nukleinsäuren, Bindegewebsmatrix) sowie zur Lipid-Oxidation von Membranen und Oberflächenstrukturen (z.B. Lipoproteine, Erythrozyten).

Ein Ungleichgewicht in der antioxidativen Regulation ist über Ernährungsdefizite möglich, d. h. durch die unzureichende Zufuhr von Nährstoffen mit antioxidativer Wirkung.

Weitere Faktoren, die einen oxidativen Stresszustand begünstigen, sind metabolisch aktive Prozesse wie Entzündungen, Verletzungen und Operationen, starke Stressbelastung sowie schädigende äußere Einflüsse (z.B. Ozon, UV-Strahlung, Nikotin, Alkohol, Pestizide, Blei, Quecksilber, Zytostatika). Es ist anerkannt, dass oxidativer Stress langfristig chronische Erkrankungen und Alterungsprozesse auslöst oder in ihrer Entwicklung beschleunigt (Tumorerkrankungen, arteriosklerotische Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Altersdiabetes, chronisch degenerative Erkrankungen des Zentralnervensystems, der Lunge, des Darms, der Gelenke und des Auges).

Grafiken: Quellen und Reaktionen der Zelle auf reaktive Sauerstoffspezies (ROS)

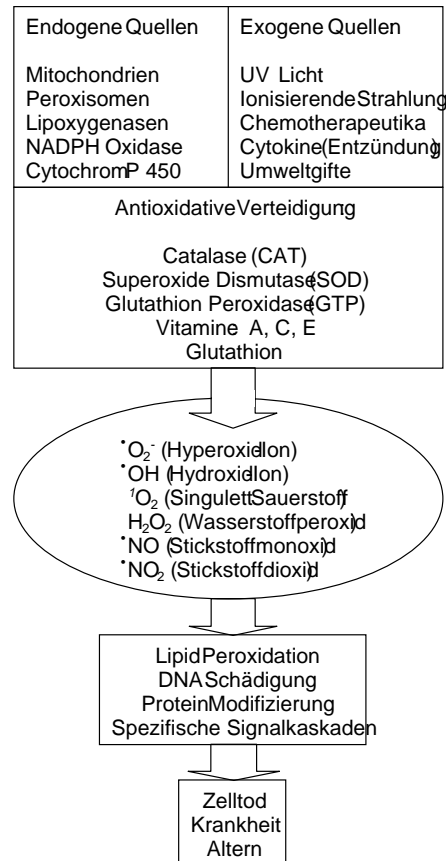


Abb. A: Als Resultat des normalen intrazellulären Metabolismus in Mitochondrien und Peroxisomen sowie verschiedener cytosolischer Enzymsysteme werden Oxidantien gebildet. Zusätzlich wird die ROS-Produktion von externen Einflüssen gesteigert. Ein kompliziertes enzymatisches und nicht enzymatisches antioxidatives Verteidigungssystem reguliert das Gesamt-ROS-Niveau und ist für die physiologische Homöostase verantwortlich.

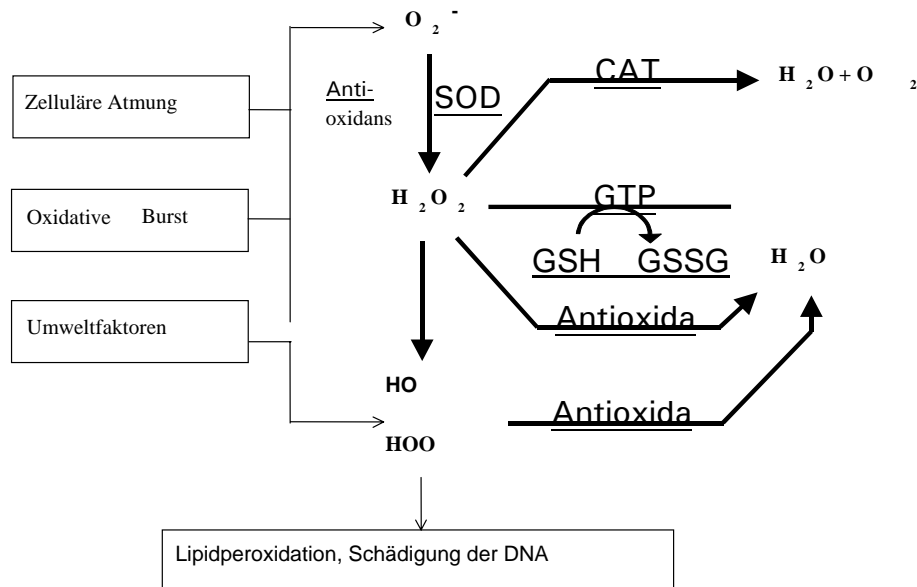


Abb. B: Vereinfachtes Schema zu Entstehung und Wirkung von ROS sowie enzymatische und nicht enzymatische Schutzmechanismen (Quelle: Kreuter MH, Lardos A (1999); Probleme aus Sicht eines Wirkstoffherstellers, Phytompharmaka V)

## Oxidativer Stress und körperliche Aktivität

Intensive körperliche Aktivität ist zweifellos mit vermehrtem oxidativem Stress verbunden. Wiederholte Belastungen, die unterhalb der Maximalbelastung liegen, erhöhen jedoch auch den enzymatischen Schutz der Gewebe vor dem Angriff durch freie Radikale. Es ist belegt, dass Organe mit hohem aeroben Stoffwechselumsatz (Muskel, Herz, Leber) über anpassungsfähige Schutzeinrichtungen verfügen. Diese können bei entsprechender Stressexposition aktiviert werden (Abb. B). Andererseits ist nicht zweifelsfrei gesichert, dass hoch belastete Organe wie die Skelettmuskulatur vollkommen gegen belastungsbedingtem oxidativen Stress geschützt sind. Entsprechend haben verschiedene Untersuchungen auch signifikante Anstiege von oxidativen Stressmarkern (Malondialdehydat, konjugierte Diene, Lipoperoxide etc.) nach intensiver körperlicher Belastung nachgewiesen. Es sind jedoch nicht alle Studien zu diesem Ergebnis gekommen. Zudem hängt das Verhalten oxidativer Stressmarker nach Belastung von Geschlecht, Lebensalter, Trainingsstatus und Intensität ab.

## Antioxidantien im Sport

Grundsätzlich wird Sportlern eine optimale Versorgung mit Antioxidantien empfohlen. Dies kann generell über die Lebensmittel- bzw. Getränkeauswahl sowie im Einzelfall auch über die mögliche Zufuhr von Nahrungssupplementen erreicht werden.

Aufgrund seines hohen antioxidativen Potentials sollte auch die Wirkung des grünen Tees im Sport vermehrt untersucht werden. Untersuchungen an Nichtsportlern haben gezeigt, dass der Konsum von Grüntee die Entstehung freier Radikale vermindert und dadurch mit einer Reduktion von oxidativen Schäden einher geht. Verschiedene Studien an Bevölkerungsgruppen belegen, dass der Konsum von Grüntee das Risiko für Herz-Kreislauf-Krankheiten vermindert (4, 5). In einer kürzlich publizierten epidemiologischen Studie wurden die Auswirkungen des Konsums von grünem Tee bei Rauchern und Nichtrauchern untersucht, wobei Messungen an Biomarkern von oxidativem Stress durchgeführt wurden. Es zeigte sich, dass der Konsum von Tee in beiden Gruppen zu einem Rückgang an oxidativen Schäden der DNA, an Lipidperoxidation und der Entstehung freier Radikale führte (6). Es wurde auch eine Korrelation zwischen Verminderung der oxidativen Schäden und verminderter Menge an freien Radikalen festgestellt. In einem Liposomensystem wurde nachgewiesen, dass eine Reduktion der freien Radikale direkt durch die „freie Radikal-Fänger“-Eigenschaft der Polyphenole aus Tee zustande kommt (3). Dies wurde durch ein Experiment bestätigt, bei dem Catechine und Superoxid Dismutase um  $\cdot\text{O}_2^-$  ergänzt wurden (7). Weitere Forschungsgruppen zeigten, dass Tee neben der eigenen „freie Radikal-Fänger“-Aktivität auch eine Stimulation der körpereigenen antioxidativen Abwehrmechanismen bewirkt und somit die antioxidative Wirkung vermutlich noch einmal beträchtlich steigert. Dies ließ sich sowohl am Tiermodell (8) als auch am Menschen (9) demonstrieren. Aufgrund der hohen Übergangsrate von Polyphenolen in Aufgüsse von grünem Tee und der guten Bioverfügbarkeit, ist man schnell verleitet, die präventiven und kurativen Wirkungen von Grüntee allein durch die Polyphenolaktivitäten zu erklären. Verschiedene wissenschaftliche Arbeiten haben jedoch gezeigt, dass die Wirkungen des Vielstoffgemisches Grüntee denjenigen einzelner Grünteemonosubstanzen überlegen sind, was höchstwahrscheinlich an synergistischen und/oder komplementären Effekten liegt.

### Empfehlungen und Ausblick

Die heutigen Kenntnisse zur Entstehung und Regulation des oxidativen Stresses lassen die Frage zum Vorteil von Polyphenolen aus Grüntee als komplexes Antioxidanz im Sport aus wissenschaftlicher und praktischer Sicht als sehr interessant erscheinen. Es ist sinnvoll, Untersuchungen zur Fragestellung durchzuführen, ob mit dem Konsum von Grüntee und der damit verbundenen Optimierung des pro/antioxidativen Gleichgewichts ein Gesundheitsvorteil speziell für Sporttreibende anzunehmen ist.

### Literatur

- 1) Ho CT (1994) Food Phytochemicals for Cancer Prevention II, ACS Symposium Series 547. American Chemical Society, Washington DC
- 2) Bertram B, Scholz E (1995) *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze, Der Teestrauch. Zeitschrift für Phytotherapie 17: 235-250
- 3) Kondo K, et al. (1999) Mechanistic Studies of Catechins as Antioxidants against Radical Oxidation. Arch Biochem Biophys 362: 79-86
- 4) Kono S, et al. (1992) Green tea consumption and serum lipid profiles: a cross-sectional study in northern Kyushu, Japan. Jpn Prev Med 21: 526-531
- 5) Imai K, et al. (1995) Cross sectional study of effects of drinking tea on cardiovascular and liver diseases. Brit Med J 310: 693-696
- 6) Klaunig JE, et al. (1999) The effect of tea consumption on oxidative stress in smokers and nonsmokers. Proc Soc Exp Biol Med 220: 249-254
- 7) Kostyuk VA, et al. (2000) Protective effects of green tea catechins against Asbestos-induced cell injury. Planta Med 66: 762-764
- 8) Khang SG, et al. (1992) Enhancement of antioxidant and phase II enzymes by oral feeding of green tea polyphenols in drinking water to SKH-1 hairless mice: possible role in cancer chemoprevention. Canc Res 52: 4050-4052
- 9) Benzie IFF, et al. (1999) Consumption of green tea causes rapid increase in plasma antioxidant power in humans. Nutr Canc 34(1): 83-87

### Weiterführende Literaturhinweise beim Verfasser