

Lamprecht M

Oxidativer Stress und Antioxidantien beim sportlichen Training

Journal für Ernährungsmedizin 2010; 12 (3), 6-12

Homepage:

www.aerzteverlagshaus.at

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

MIT NACHRICHTEN DER



For personal use only.

Not to be reproduced without permission of Verlagshaus der Ärzte GmbH.

Erschaffen Sie sich Ihre ertragreiche grüne Oase in Ihrem Zuhause oder in Ihrer Praxis

Mehr als nur eine Dekoration:

- Sie wollen das Besondere?
- Sie möchten Ihre eigenen Salate, Kräuter und auch Ihr Gemüse ernten?
- Frisch, reif, ungespritzt und voller Geschmack?
- Ohne Vorkenntnisse und ganz ohne grünen Daumen?

Dann sind Sie hier richtig



OXIDATIVER STRESS UND ANTIOXIDANTEN BEIM SPORTLICHEN TRAINING

Bei sportlicher Belastung kann es zu einer Überproduktion an reaktiven Sauerstoff- und Stickstoffspezies (RONS) kommen. Diese Überproduktion an RONS, mit einhergehender Schädigung molekularer Strukturen, wird als „Oxidativer Stress“ bezeichnet. Häufig wird daher, im Zusammenhang mit sportlichen Training und Wettkampf, die Verwendung von Antioxidantien-Supplementen empfohlen, um dem Auftreten von Oxidativem Stress vorzubeugen. Dieser Fachbericht widmet sich dem aktuellen wissenschaftlichen und praxisrelevanten Stand zum Thema.

Manfred Lamprecht

„RONS“, OXIDATIVER STRESS UND ANTIOXIDANTEN

Reaktive Sauerstoff- und Stickstoffspezies (RONS: reactive oxygen and nitrogen species) werden sowohl physiologisch als auch pathophysiologisch im aeroben Organismus produziert und sind an einer großen Anzahl biochemischer Reaktionen beteiligt wie z.B. an der Synthese von Prostaglandinen (Entzündungsprozesse, Gerinnung), an der Phagozytose (Neutrophile, Makrophagen) oder an Hydroxylierungsreaktionen bei Entgiftungsprozessen im endoplasmatischen Retikulum (1). Diesen endogenen RONS-Quellen sind noch die exogenen RONS-Quellen hinzuzufügen: Ozon, ionisierende Strahlung, Chlorkohlenwasserstoffe, Pestizide, Xenobiotika, Rauchen etc. Die meisten dieser als RONS bezeichneten reaktionsfreudigen Moleküle werden auch als „Freie Radikale“ bezeichnet. Eine Überproduktion an RONS in einem oder mehreren Kompartimenten des Organismus stört das prooxidative-antioxidative Gleichgewicht zu Gunsten der prooxidativen Prozesse (2). Dieses Ungleichgewicht führt zum sogenannten „Oxidativen Stress“, mit einhergehender Schädigung von Biomolekülen (3).

Den prooxidativen Prozessen wirken Antioxidantensysteme entgegen. Antioxidantien sind Moleküle, die biologische Systeme vor Oxidationen schützen. Auch hier kann man eine Unterscheidung zwischen exogenen und endogenen Antioxidantien treffen. Exogene Antioxidantien werden mit der Nahrung aufgenommen. Die wichtigsten Antioxidantien in Lebensmitteln sind die Vitamine E und C sowie die sekundären Pflanzenstoffe β -Karotin, Polyphenole, oligomere Proanthocyanidine (OPC), Phytoöstrogene, Glucosinolate, Monoterpene und Thiolverbindungen (Sulfide). Endogene Antioxidantien werden vom Organismus selbst synthetisiert. Den Hauptanteil dieser endogenen Antioxidantien bilden Enzymsysteme (Glutathionperoxidasen, Superoxiddismutasen, Katalase) sowie die Harnsäure im Plasma.

BESONDERHEITEN BEIM SPORT

Beim sportlichen Training kann es zur deutlichen Überproduktion von RONS kommen und damit zum Oxidativen Stress (4). Als Konsequenzen von RONS-induzierten Schädigungen werden v. a. Gewebeentzündungen, erhöhte Infektanfälligkeit, erhöhte Verletzungsgefahr und verlängerte Regenerationszeiten beschrieben (5, 6, 7,

8, 9). Von besonderem Interesse sind daher die Zusammenhänge zwischen Oxidativem Stress, Leistungsoptimierung und antioxidantienreicher Ernährung bzw. der

„Bei ausreichend Gemüse und Obst ist im Breitensport i. A. keine antioxidative Supplementierung erforderlich.“

Supplementation mit antioxidativen Wirkstoffen. Sportliches Training ist als gesundheitsfördernde Intervention unbestritten. Andererseits belegen zahlreiche wissenschaftliche Publikationen, dass mit zunehmender Intensität und Dauer ein Oxidativer Stress auftreten kann (3, 4, 5, 7, 10).

EMPFEHLUNGEN BREITEN- UND GESUNDHEITSSPORT

Grundsätzlich ist bei gesunden Personen, welche sich im Breiten- und Gesundheitssport bewegen und sich ausgewogen ernähren, keine antioxidative Supplementati-

on notwendig. Zu achten ist vor allem auf den ausreichenden Konsum von Obst und Gemüse; jene Lebensmittel, die als Hauptträger antioxidativer Wirkstoffe betrachtet werden. Die WHO-Empfehlung von 400g/Tag kann als Minimum-Menge angesehen werden (11). „5 am Tag“ (3x Gemüse, 2x Obst, gleichmäßig über den Tag verteilt) ergibt ein Gewicht von ca. 400 bis 600g/Tag an Gemüse und Obst und wird auch als die ideale antioxidative Versorgung angesehen (12, 13, 14). Personen, die unter 400g/Tag an Gemüse und Obst verzehren, sollten versuchen, ihre Ernährung auf einen entsprechend höheren Konsum an Obst und Gemüse (inkl. Hülsenfrüchte) umzustellen. Kann oder will er/sie die Ernährung nicht auf einen erhöhten Konsum von Gemüse und Obst umstellen, könnte eine antioxidative Supplementierung induziert sein.

OXIDATIVER STRESS MARKER: ANALYSE NOTWENDIG?

Bei Personen mit chronisch-inflammatorischen Prozessen, welche jedoch trotzdem Sport betreiben müssen/sollen, ist eine biochemische Abklärung mittels valider Oxidativer Stress Marker sinnvoll: Lipid- und Protein-Oxidationsstatus (z.B. Malondialdehyd/MDA und »

Kriterien & Bewertung

OXIDATIVER STRESS UND ANTI-OXIDATIVE SUPPLEMENTATION: KRITERIEN UND MODELL ZUR BEWERTUNG BEIM SPORT?

Wie ist das nun mit dem Oxidativen Stress beim Sport? Soll man antioxidative Supplemente empfehlen? Für diese Entscheidung ist eine differenziertere Betrachtungsweise angebracht, die von einigen Faktoren und Determinanten abhängig ist.

1. Gesundheitszustand der Zielperson, z.B.: gesunde Person oder liegen chronisch-inflammatorische Prozesse vor?

2. Ernährungsverhalten der Zielperson, z.B.: adäquate qualitative, quantitative und im vernünftigen zeitlichen Abstand zugeführte, antioxidantienreiche Kost?

3. Redoxgleichgewicht bzw. biochemische Analytik, z.B.: braucht man Daten bzw. gibt es Daten von validen Oxidativen Stress Markern?

4. Trainingsverhalten und Trainingsplan, z.B.: moderate bis mittelintensive Trainingseinheiten oder lange und intensivere Trainingseinheiten oder gar Wettkämpfe?

5. Trainingszustand der Zielperson, z.B.: sehr guter Ausdauertrainingszustand oder untrainiert?

6. Sog. „Rahmenbedingungen“, z.B.: Raucher oder Training/ Wettkämpfe bei schlechter Luftqualität, Ozon, UV-Strahlung, Hitze etc.?

7. Sofern eine antioxidative Supplementation angebracht ist: Qualität, Art des Supplements sowie Dosierung (Menge und zeitliche Abstimmung zur Nahrungsaufnahme und zum Training).

Das Gesamtbild, dass die Punkte 1 bis 6 ergeben, ist entscheidend für die etwaige Anwendung einer antioxidativen Supplementation (Punkt 7).

Carbonylgruppen an Protein/CP aus dem Serum) als auch DNA-Schädigungsmarker (z.B. 8-hydroxy-2'-desoxyGuanosin/8-hdG aus Harn und Serum) werden von einigen Speziallabors in Österreich durchgeführt. Weiters sind Konzentrations- oder Aktivitätsbestimmungen antioxidativer Enzyme (z.B. Glutathionperoxidase/GPx aus

„Für eine valide Aussage über Oxidativen Stress sind Messwerte aus Serum, Blut und Harn erforderlich.“

Plasma und Erythrozyten, Superoxiddismutase/SOD und Katalase aus Erythrozyten) sinnvoll, um die Qualität der wichtigsten antioxidativen Enzymsysteme abzuklären (8, 10, 15). Diese Untersuchungen sind zwar methodisch aufwendiger und teuer, geben aber einen besseren Aufschluss darüber, ob eine antioxidative Supplementation induziert ist. Wiederholungsmessungen bzw. ein „Oxidatives Stress Monitoring“, um die Dosierung einer antioxidativen Supplementation exakt einzustellen, sind sinnvoll. Häufig werden Gerätschaften zur Bestimmung des sog. „Oxidativen Stress Status (OSS)“ bzw. zur Bestimmung einer

„Radikalbelastung“ angeboten. Die Ergebnisse sollen dann als Basis für die Anwendung oder Nicht-Anwendung einer Antioxidantien-Supplementation dienen. Die Bestimmung z.B. einer „totalen antioxidativen Kapazität (TAOC)“ oder der „oxygen radical absorbance capacity (ORAC)“ des Plasmas sind jedoch nicht geeignet um als Basis für eine Supplementation-Entscheidung zu dienen. Den Hauptanteil der antioxidativen Kapazität des Plasmas macht die Harnsäurekonzentration aus, welche eher bei antioxidantienarmer Ernährungsweise erhöht ist (purinreiche und fleischreiche Kost, geringer Konsum pflanzlicher Lebensmittel) (16, 17, 18). Ausgezeichnete TAOC- oder ORAC-Werte sind v. a. auf hohe Harnsäurekonzentrationen zurückzuführen und geben daher z.B. keine Auskunft über eine adäquate Versorgung mit exogenen Antioxidantien. Andererseits weisen schlechte TAOC- und ORAC-Werte nicht zwangsweise auf die Notwendigkeit einer Antioxidantien-Supplementation hin, da in diesen Fällen meistens die Konzentration der Harnsäure im Plasma niedrig ist. Folglich ist es nicht korrekt, bei schlechten ORAC- oder TAOC-Werten von einem Oxidativen Stress zu sprechen. Oxidativer Stress geht mit einer Schädigung von Biomolekülen einher. Um eine valide Aussage über Oxidativen Stress tätigen zu können, müsste also ein spezifisches Konsortium der oben erwähnten oxidierten Lipide, Proteine und/oder DNA-Basen aus

Serum, Blut und Harn herangezogen werden (18, 19, 20). In der Regel braucht man dem gesunden Normalverbraucher/Breiten- und Gesundheitssportler die Analyse von Oxidativen Stress Markern nicht zu empfehlen. Die Redoxsysteme der Körperflüssigkeiten/-kompartimente sind dazu da, um moderate, kurzfristige Ungleichgewichte auszugleichen. Bei niedrigen Plasmakonzentrationen an z.B. Se, Cu, Zn, Fe oder Vitamin C ist die Bestimmung antioxidativer Enzymaktivitäten und/oder Enzymkonzentrationen jedoch empfehlenswert. Ein z.B. genetisch bedingter Selektionsnachteil bei antioxidativen Enzymen könnte einen lebenslangen Ausgleich mit einer moderaten antioxidativen Supplementation – auch bei vermeintlich gesunden Menschen – notwendig machen.

ZIELGRUPPE LEISTUNGSSPORTLER/INNEN

Forschungsergebnisse zeigen, dass LeistungssportlerInnen höhere Konzentrationen und Aktivitäten endogener Antioxidantien aufweisen können (15, 21). Folglich bewirkt adäquates, sportliches Training eine systematische Anpassung der Antioxidantien-Systeme des Organismus (22). Dadurch liegt bei trainierten Personen eine verbesserte Schutzkapazität vor Oxidativem Stress vor. Die Theorien der RONS-induzierten Trainingsadaptation postulieren, dass ein „limitierter, durch Training induzierter, Oxidativer Stress“ notwendig ist, um viele trainingsadaptive Mechanismen – v. a. via RONS-induzierter Signaltransduktion – einzuleiten (22, 23, 24): mitochondriale Anpassung, vaskuläre Adaptation, Stimulus auf die Expression antioxidativer Enzymproteine etc. Wird jedoch eine bis dato noch nicht klar definierte Schwelle der RONS-Belastung überschritten, treten gesundheitsmindernde Folgen auf. Grundsätzlich gelten bei Leistungs- und HochleistungssportlerInnen die gleichen Kriterien einer gesunden Basisernährung wie für alle Menschen. Allerdings werden die Bedarfsmengen an bioverfügbaren und bioaktiven exogenen Antioxidantien aus Lebensmitteln mit dem zunehmenden „Bewegungsaufkommen“ größer. Klare, auf wissenschaftlicher Evidenz basierende Empfehlungen, z.B. zur Versorgung mit Antioxidantien von HochleistungssportlerInnen durch den Verzehr von Gemüse und Obst, liegen zur Zeit noch nicht vor. Nordamerikanische Ernährungsgesellschaften empfehlen jedoch bis zu 13 Portionen an Obst und Gemüse pro Tag für intensiv und umfangreich Sport treibende Menschen (25). Das würde bedeu-

ten, dass LeistungssportlerInnen pro Tag mehr als ein Kilogramm an Obst und Gemüse verzehren sollten. Diese Empfehlung ist mit dem Trainingskalendarium in der Regel nicht vereinbar. Mehrere Stunden Training pro Tag limitieren die Anzahl der Mahlzeiten, zu denen vermehrt Gemüse, Obst, Hülsenfrüchte und Vollkorn verzehrt werden können. Durch den häufigen Konsum der in diesen Lebensmitteln enthaltenen Ballaststoffe steigt v. a. die Volumenbelastung im Verdauungstrakt, was das Wohlbefinden beim Training senkt. Außerdem wird die adäquate Abdeckung mit verschiedenen Kohlenhydraten und Proteinen (Glykogen- und Proteinsynthese) beeinträchtigt, was nachfolgend den Prozess der Leistungsoptimierung behindert (26). Bei praxisrelevanten Projekten mit an das Leistungstraining (auch zeitlich) angepassten Diätplänen geht aus Verzehranalysen hervor, dass in der täglichen Ernährung von LeistungssportlerInnen kaum mehr als 500 g Gemüse, Obst und Hülsenfrüchte verzehrt werden können (26, 27). Höhere Mengen führen zu Verdauungsbeschwerden, v. a. wenn zu viel davon in der letzten Mahlzeit vor der Trainingseinheit zugeführt wird. Verzehrmengen von 500 g reichen jedoch in hochintensiven Trainings- und Wettkampfperioden nicht aus, um genügend Antioxidantien über die Nahrung zu liefern um letztendlich eine überschießende RONS-Belastung zu verhindern. Signifikant erhöhte Proteinoxidationswerte

„Antioxidative Supplementation im Leistungssport hängt von verschiedenen Umständen ab.“

korrelieren z.B. mit Infekt- und Entzündungsanfälligkeit bei LeistungssportlerInnen (8). Ähnliche Befunde existieren auch bei untrainierten Personen (28), welche sich nur von Zeit zu Zeit intensiv sportlich beanspruchen („weekend warriors“, siehe unten). Bei LeistungssportlerInnen ist deshalb in Phasen hoher Trainingsintensitäten und Trainingsumfänge das Auftreten einer vorübergehenden Unterversorgung mit Antioxidantien wahrscheinlich. Folglich ist während intensiver und umfangreicher Trainingsperioden oder Wettkampfphasen eine Ergänzung mit adäquaten Antioxidantien empfehlenswert. Die Dosierung muss jedoch mit dem Trainings- und Ernährungsverhalten/-einheiten auch zeitlich abgestimmt werden. Eine Abrechnung

nur in 24-Stunden-Tagesbilanzen könnte gar keinen oder sogar nachteilige Effekte haben.

Liegt das Ziel der Trainingseinheit in der Leistungsoptimierung, sollte die Antioxidantien-Supplementation eher mit der Basisernährung erfolgen. Eine Supplementation nach dem Training ist in diesem Fall nicht angebracht, da die trainingsadaptiven Mechanismen nicht negativ beeinflusst werden sollen. Werden die durch die Trainingsbelastung generierten RONS sofort wieder durch Antioxidantien vernichtet, kommt es zu einer Einschränkung des Trainingsstimulus (siehe oben). Bei mehreren, hintereinander folgenden, intensiven Belastungen/Wettkämpfen (z.B. Etappenbewerben) steht nicht der Trainingsstimulus im Mittelpunkt sondern z.B. die Stabilisierung des Immunsystems oder Vorbeugung von Entzündungsprozessen. Die Gefahr der RONS-induzierten Infektanfälligkeit und Gewebeschädigung ist in diesen Beanspruchungsphasen erhöht (9). Dies kann auch auf Gewichtsreduktionsperioden in Kombination mit intensiverem und umfangreichem Training umgelegt werden. In diesen Phasen fallen LeistungssportlerInnen leicht in eine Unterversorgung mit Mikronährstoffen. Daher sollte bei diesen Rahmenbedingungen die Supplementation sowohl in der Basisernährung als auch zusätzlich am Ende der Belastung appliziert werden, um eine Stabilisierung des Immunsystems und ein Abschwächen von Entzündungsprozessen zu erwirken. Bei Outdoor-Sportarten können zusätzlich auch noch schlechte Witterungs- und klimatische Bedingungen wie Kälte, Hitze, UV-Strahlung, Ozon etc. hinzukommen und das Risiko eines überbelastenden RONS-Aufkommens erhöhen. Auch hier ist eine antioxidative Supplementation in der Basisernährung so wie unmittelbar nach Belastungsende induziert.

„WEEKEND WARRIORS“

Personen, welche sich – trotz des Widerspruchs zu trainingswissenschaftlichen Kriterien – in unregelmäßigen Abständen sehr/zu anstrengenden Beanspruchungen aussetzen möchten, sind eine besonders anfällige Zielgruppe für RONS-induzierte Schädigungen/Folgen. Durch den fehlenden Trainingszustand ist das endogene antioxidative System unzureichend adaptiert. Die hohen Beanspruchungen bei Sport können somit leichter einen Oxidativen Stress erzeugen, vor allem dann, wenn das Ernährungsverhalten auch unzureichend ist und/oder nachteilige klimatische Bedingungen hinzukommen. Fallen diese falschen Verhaltensmuster zusammen, ist eine antioxidative Supplementation anzuraten, um die Gefahr der Infektanfälligkeit und nachfolgender Entzündungsereignisse zu reduzieren. »



Foto: © istockphoto (1)

Wo findet man
Lactobacillus casei
Shirota (Lcs)?



PRÄPARATEVIELFALT- UND AUSWAHL: QUALITÄT UND BIOAKTIVITÄT

Im Handel wird eine unübersichtliche Anzahl von Antioxidantienpräparaten angeboten. Die Palette reicht von Monopräparaten wie reine Ascorbinsäure oder Vitamin E über Multivitamin-Mineralstoff-Kombipräparaten in unterschiedlichen Konzentrationen und Zusammensetzungen bis hin zu den unterschiedlichen Pflanzenextrakten. Die Herstellungskriterien und die Wirksamkeit vieler dieser Produkte bzw. die vorgeschlagenen Tagesmengen, die zugeführt werden sollen, sind allerdings zu hinterfragen.

- Die **Herstellungsverfahren** sind für den Marktpreis der Produkte maßgeblich mitentscheidend. Je niedriger die Qualität der Bezugsquelle für die Antioxidantien im Präparat, desto billiger kann das Produkt auf den Markt gebracht werden. Rein synthetische Produkte können meist billiger angeboten werden als naturbelassene Pflanzenextrakte. Der Nachteil in den synthetischen Produkten liegt darin, dass die Antioxidantien des Präparates sich völlig von einer naturbelassenen Matrix in einer Pflanze unterscheiden und deshalb die Möglichkeit einer unerwünschten Bioaktivität (verringert, überschneidend, unerwünscht modifiziert etc.) größer ist. Oft sind jedoch auch die teureren, naturbelassenen Pflanzenextrakte mit Vitaminen und/oder Mineralstoffen „fortifiziert“ und somit nicht mehr gänzlich naturbelassen.
- Egal ob nun rein synthetische Antioxidantien, naturbelassene Antioxidantien oder eine Mischform: die **Bioaktivität** dieser Produkte sollte auf alle Fälle durch wissenschaftlich fundierte Studienergebnisse belegt sein. Entscheidend für die Validität der Argumente des Anbieters sind Studien mit Ergebnissen vom „testing on the product“. Das bedeutet, dass wirklich mit dem feilgebotenen Produkt experimentiert wurde und nicht nur mit einzelnen Inhaltsstoffen oder Kombinationen oder gar nur mit einem artverwandtem Produkt. Am besten vergewissert man sich durch einen Check in den anerkannten Literaturdatenbanken wie PubMed oder Medline. Berichte aus nicht peer-reviewten Quellen liefern nicht genug Evidenz.

Geeignete Tagesmengen für einige Antioxidantien ⁽³¹⁾

Vitamin E 15mg – 60mg
Epigallocatechingallat 30mg
β-Karotin 3mg – 12mg
Vitamin C 200mg – 500mg
Selen 50µg – 100µg
Quercetin 250mg

- Hinsichtlich positiver wissenschaftlicher Ergebnisse zur Bioaktivität von Antioxidantien zeichnet sich zur Zeit ein **Trend zu vorwiegend naturbelassenen Präparaten** auf pflanzlicher Basis ab. RCTs mit Gemüse- und Obstkonzentrat, Tee-Extrakten, Beeren- und Tauenextrakten können teilweise schon vernünftige, wissenschaftlich evidente Daten aufweisen (29). Eindeutig ist auch die Tendenz zur Verwendung niedrigerer Konzentrationen an Antioxidantien.
- Zu hohe Mengen** an Antioxidantien können keine oder gar nachteilige Effekte erwirken. Eine Übersupplementierung mit Antioxidantien ist also auch möglich. Beispielsweise können zu hohe Mengen an Vitamin E, β-Karotin oder CoEnzym Q10 prooxidativ wirken (15) und somit – bei langfristiger Applikation – alle RONS-assoziierten Erkrankungsbilder fördern (Atherosklerose, Thrombosen, chronisch-entzündliche Prozesse, ev. einzelne Krebsarten etc.). Weiters deuten Untersuchungen darauf hin, dass eine zu hohe Zufuhr der Vitamine E und β-Karotin die Apoptose verhindern, ein wichtiger Verteidigungsmechanismus, der die Tumorentwicklung hemmt, indem mutierte Zellen eliminiert werden (26). Folglich ist es auch hinsichtlich Mengenanwendung ratsam, sich nach Studienergebnissen zu richten, in denen vor allem ein entsprechendes „testing on the product“, mit adäquater Dosierung und Zielgruppe, durchgeführt wurde.
- Mengenangaben** zur antioxidativen Supplementierung sind von der Beschaffenheit des Präparates – also vom „Orchester“ der Antioxidantien im Präparat – abhängig und können deshalb nicht definiert werden. Man kann jedoch für einige Antioxidantien Tagesmengen angeben, die – sofern eine Supplementierung überhaupt induziert ist – einen Schutz vor RONS liefern und die angeführten Mengen keine nachteiligen Effekte in Humanstudien gezeigt haben (31).

Konklusion

Die Frage nach der antioxidativen Supplementierung beim Sport mit einem generellen Ja oder Nein zu beantworten, ist unmöglich. Vor allem bei Leistungs- und HochleistungssportlerInnen muss die Entscheidung pro oder contra auf die individuellen Trainingsgegebenheiten, Trainingszustand, Ernährungsverhalten, Produktqualität und –bioaktivität individuell entschieden und abgestimmt werden. Die Forschung steht auf diesem Gebiet noch vielen Herausforderungen gegenüber. Eine Vielzahl von Studien wird noch notwendig sein, um mehr klaren Antworten als offenen Fragen gegenüber zu stehen.

Trotz allem ist noch dezidiert darauf hinzuweisen, dass selbst ein Präparat, welches gute wissenschaftliche Evidenz zur Bioverfügbarkeit und Bioaktivität liefert, wirkungslos oder kontraproduktiv sein kann, wenn z.B.

- eine andere Menge als bei den publizierten Studien zum Produkt verwendet wird oder
- die Zeitdauer der Anwendung von den publizierten Untersuchungen abweicht oder
- der Zeitpunkt der empfohlenen Anwendung missachtet wird (siehe oben: vor und/oder nach dem Training, zur Basisernährung) oder
- andere Zielgruppen als in den Studien zum Produkt getestet wurden das Supplement verwenden (trainiert, untrainiert, Männer, Frauen, SeniorInnen, Sportart etc.) oder
- unterschiedliche/andere Trainingsbeanspruchungen und Rahmenbedingungen, als bei den Studien zum Produkt angewandt, einwirken.

Priv.-Doz. Mag. DDr. Manfred Lamprecht
Zentrum für Physiologische Medizin
Medizinische Universität Graz
Harrachgasse 21/II
A-8010 Graz, Austria
manfred.lamprecht@medunigraz.at

LITERATUR

- Lamprecht M: Ernährung, oxidativer Stress und Sport. Ernährung und Medizin 3, 2005, 140-2.
- Sies H: Oxidative stress: Introductory remarks. In: H. Sies (ed.) „Oxidative Stress“. Academic Press Inc, New York, 1985, 1-8.
- Moller P, Wallin H, Knudsen LE: Oxidative stress associated with exercise, psychological stress and life-style factors. Chem Biol Interact 102, 1996, 17-36.
- Alessio HM: Exercise-induced oxidative stress. Med Sci Sports Exerc 25, 1993, 218-24.
- Saxton JM, Donnelly AE, Roper HP: Indices of free radical-mediated damage following maximum voluntary eccentric and concentric muscular work. Eur J Appl Physiol 68, 1994, 189-93.
- Fischer CP, Hiscock NJ, Penkowa M et al: Supplementation with vitamins C and E inhibits the release of interleukin-6 from contracting human skeletal muscle. J Physiol 558, 2004, 633-45.
- Kuipers H: Exercise-induced muscle damage. Int J Sports Med 15, 1994, 132-5.
- Lamprecht M, Oetl K, Schwaberg G et al: Several indicators of oxidative stress, immunity, and illness improved in trained men consuming an encapsulated juice powder concentrate for 28 weeks. J Nutr 137, 2007, 2737-41.
- Peters EM, Goetzche JM, Grobbelaar B, Nokes TD: Vitamin C supplementation reduces the incidence of post-race symptoms of upper respiratory tract infection in ultradistance runners. Am J Clin Nutr 57, 1993, 170-4.
- Lamprecht M, Greilberger JF, Schwaberg G et al: Single bouts of exercise affect albumin redox state and carbonyl groups on plasma protein o trained men in a workload-dependent manner. J Appl Physiol 104, 2008, 1611-7.
- WHO, FAO: Diet, nutrition and prevention of chronic disease. WHO Technical Report Series 916, Geneva, 2003.
- Elmadfa I, Freisling H, König J et al: Österreichischer Ernährungsbericht 2003. 1. Auflage, Wien, 2003.
- Eichholzer M, Camenzind-Frey E, Matzke A et al: Fünfter Schweizerischer Ernährungsbericht. Bundesamt für Gesundheit, Bern, 2005.
- Nationale Verzehrsstudie II (NVS II): Ergebnisbericht Teil 2. Herausgeber: Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe, Deutschland 2008.
- Lamprecht M, Hofmann P, Greilberger JF, Schwaberg G: Increased lipid peroxidation in trained men after 2 weeks of antioxidant supplementation. Int J Sport Nutr Exerc Metab 19, 2009, 385-99.
- Wayner DDM, Burton GW, Ingold KU et al: The relative contributions of vitamin E, urate, ascorbate and proteins to the total peroxyl radical-trapping antioxidant activity of human blood plasma. Biochim Biophys Acta 924, 1987, 408-19.
- Finaud J, Lac G, Filaire E: Oxidative Stress: Relationship with exercise and training. Sports Med 36, 2006, 327-358.
- Cutler RG: Oxidative Stress Profiling: Part I. Its potential importance in the optimization of human health: Ann NY Acad Sci 1055, 2005, 93-135.
- Dalle-Donne I, Rossi R, Colombo R et al: Biomarkers of oxidative damage in human disease. Clin Chem 52, 2006, 601-23.
- Lamprecht M, Greilberger J, Oetl K: Analytical aspects of oxidatively modified substances in sports and exercise. Nutrition 20, 2004, 728-30.
- Rush JW, Sandiford SD: Plasma glutathione peroxidase in healthy young adults: Influence of gender and physical activity. Clin Biochem 36, 2003, 345-51.
- Radak Z, Taylor AW, Ohno H, Goto S: Adaptation to exercise-induced oxidative stress: from muscle to brain. Exerc Immun Rev 7, 2001, 90-107.
- Gomez-Cabrera MC, Domenech E, Vina J: Moderate exercise is an antioxidant: Upregulation of antioxidant genes by training. Free Radic Biol Med 44, 2008, 126-31.
- Spangenberg EE: Suppressor of cytokine signaling, skeletal muscle, and chronic health conditions: The potential interactions. Exerc Sport Sci Rev 35, 2007, 156-62.
- USDA [homepage on the Internet]. Dietary guidelines for Americans 2005. Chapter 5, food groups to encourage [cited 2010, 9th July]. Available from: <http://www.health.gov/dietary-guidelines/dga2005/document/html/chapter5.htm>.
- Jeukendrup A, Gleeson M (eds): „Sport Nutrition: An introduction to energy production and performance“, Human Kinetics Publishers Inc., Leeds, UK, 2004.
- Lamprecht M, Oetl K, Schwaberg G et al: Protein modification responds to exercise intensity and antioxidant supplementation. Med Sci Sports Exerc 41, 2009, 155-63.
- Nantz MP, Rowe CA, Nieves C, Percival S. Immunity and antioxidant capacity in humans is enhanced by consumption of a dried, encapsulated fruit and vegetable juice concentrate. J Nutr 136, 2006, 2606-10.
- Lamprecht M, Prock P: Obst- und Gemüsekonzentrate zur Nahrungs-ergänzung. Schweizer Zeitschr. f. Ernährungsmed. 5, 2008, 47-52.
- Lamprecht M: Sport und Ernährung. In: Pokan, Förster, Hofmann, Hörtnagl, Ledl-Kurkowski, Wonisch (Hrsg.) „Kompendium der Sportmedizin: Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie“. Springer, Wien - New York, 2004, 179-225.

Nur in...

