

## Der unvermeidbare Zusammenhang zwischen oxidativem Stress und Sport

Prof. Dr. Marcel Capt

*Sport macht nicht nur Spaß –regelmäßige, aber mäßige körperliche Betätigung spielt auch eine wichtige Rolle für eine gute körperliche Kondition und Gesundheit. Es ist allgemein bekannt, dass Sport vielen **Krankheiten wie Diabetes, Arthrose, Osteoporose und einigen Herz-Kreislauf-Erkrankungen entgegenwirkt**. Vasankari et al. konnte 2008 in einer Studie mit 104 bewegungsarmen Probanden zeigen, dass der Anteil an Low-Density-Lipoproteinen (LDL), die eine Atherosklerose begünstigen, nach einem zehnmonatigen Bewegungsprogramm mit mäßiger körperlicher Betätigung (z. B. Radfahren, Laufen, Gartenarbeit, Wandern oder sogar Tanzen) deutlich sinkt.*

Zahlreiche andere Studien konnten hingegen zweifelsfrei nachweisen, dass es bei intensiver körperlicher Betätigung oder Muskelbelastung zu beträchtlichem oxidativem Stress mit der Produktion von ROS oder Reaktiven Sauerstoff-Spezies mit toxischer Wirkung kommt. Dazu tragen verschiedene Mechanismen bei:

- gesteigerter Sauerstoffverbrauch bei sportlicher Betätigung
- Hyperthermie der Muskeln
- spontane Oxidation der Katecholamine
- spontane Oxidation der Milchsäure
- erhöhter Turnover von Ubichinon-10
- Auftreten lokaler Ischämien (Minderdurchblutung)
- Reperfusion (vor allem des Darms)
- Auftreten von Entzündungen aufgrund einer starken Aktivierung der weißen Blutkörperchen

**Vor allem bei Leistungs- und/oder Ausdauersportlern kann oxidativer Stress zahlreiche Folgen haben, u. a.:**

- verschiedene Muskelschäden
- erhöhte Müdigkeit
- Asthenie
- Krämpfe
- schlechte Erholungsphase

In Studien konnte gezeigt werden, dass oxidativer Stress durch intensive körperliche Betätigung wie einen Marathon oder einen Halbmarathon, ein Radrennen, langes Laufen auf dem Laufband, einen Triathlon, Skilanglauf, Langstreckenschwimmen, einen 5.000- oder 10.000-Meter-Lauf oder Mannschaftssportarten wie Fußball, Handball, Basketball oder Eishockey zu oxidativen Schäden führen kann an:

- Lipiden
- DNA
- Veränderungen der Plasmakonzentration an Antioxidantien

- Änderungen des Redox-Status, insbesondere des Glutathion-Redox-Status

Bei professionellen Basketballern, Fußballern und Hockeyspielern wurden im Jahr 2000 in einer Studie von Prof. Pincemail sehr hohe Antikörpertiter gegen oxidierte LDL nachgewiesen.

Intensive sportliche Betätigung führt oft zu einer Erhöhung antioxidativer Enzyme wie:

- Superoxiddismutase (SOD)
- Katalase
- Glutathionperoxidase (GPx)
- Hämoxygenase (HO-1)

So können beispielsweise zu Beginn einer intensiven körperlichen Betätigung bei manchen Sportlern (vor allem bei Radprofis) erhöhte Blutkonzentrationen an GPx und SOD beobachtet werden. Diese sind im Vergleich zu Probanden mit wenig Bewegung höher.

Es handelt sich dabei um eine Anpassung an den oxidativen Stress, die auf den ersten Blick zwar positiv erscheinen mag, die jedoch an den schützenden Reserven des Körpers zehrt. Diese Reserven müssen ständig erneuert werden, weshalb vor allem Leistungssportler ergänzend Antioxidantien sowie verschiedene Mineralstoffe, Mineralien und Vitamine einnehmen sollten.

Achtung: Auch einige Hobbysportler, mit einer angesichts der geringeren Trainingszeit im Vergleich zu Profisportlern teils exzessiven Belastung, sollten das Ungleichgewicht und den Mangel an Mineralstoffen, Mineralien und Vitaminen ausgleichen.

Wichtig ist jedoch, dass die Ergänzung keinesfalls auf gut Glück oder durch Selbstmedikation erfolgt. Die Dosierung muss unbedingt nach einem spektrophotometrischen Test zur Bestimmung der Zell- und nicht der Blutreserven erfolgen, die zu instabil und daher nicht repräsentativ sind.

An dieser Stelle möchte ich aus einem sehr interessanten Interview mit Prof. Dr. Ferret zitieren, dem Mannschaftsarzt der französischen Fußballnationalmannschaft und des Fußballvereins Olympique Lyon:

*"Die Nahrungsergänzung der Spieler erfolgt auf Grundlage von Tests und Analysen, die wir im Allgemeinen dreimal jährlich, also alle vier Monate, durchführen, um vor allem das Verhältnis zwischen freien Radikalen und Antioxidantien zu bestimmen."*

### **Defizite bei Profifußballern**

Bei der Europameisterschaft und internationalen Begegnungen im Zeitraum 2000-2001 wiesen über 50 Prozent aller Spieler korrekturbedürftige Defizite auf. Es gibt demnach große individuelle Unterschiede, auch wenn viele Spieler Mängel aufweisen. Laut Dr. Ferret reagieren einige Spieler besser als andere auf Oxidationsphänomene oder –und dieser Punkt muss unbedingt betont werden –ihre Ernährung ist besser, da abwechslungsreicher und reicher an Antioxidantien. Längst nicht alle haben die hohe Bedeutung der Ernährung zur Erhaltung einer guten Gesundheit und hohen Leistungsfähigkeit verstanden.

Bei Spielern mit gutem antioxidativem Schutz ist eine ergänzende Gabe von Antioxidantien, abgesehen von intensiven Vorbereitungsphasen, in denen ausnahmslos auf Antioxidantien zurückgegriffen werden sollte, nicht unbedingt erforderlich (wenngleich sie nicht schaden kann). Außerdem erhöht körperliche Betätigung vor allem in den Skelettmuskeln und im Herzen den Sauerstoffverbrauch des Organismus (VO<sub>2</sub>).

Selbst bei trainierten Skelettmuskeln kann lang andauernde intensive körperliche Betätigung das RSO-Antioxidationsystem außer Gefecht setzen und somit zu oxidativem Stress führen. RSO greifen für gewöhnlich die mehrfach ungesättigten Fettsäuren in der Zellmembran an und bewirken eine Lipidperoxidation. Die ergänzende Gabe von Antioxidantien wie Vitamin C und E, meist in Kombination mit Betakarotin, Selenium, Magnesium oder Glutathion, oder die ergänzende Gabe der Antioxidantien, für die spektrophotometrische Tests ein Defizit ergaben, kann die Lipidperoxidation vor und nach körperlicher Betätigung reduzieren.

### **Wie kann man oxidativen Stress messen?**

Noch bis vor zwei oder drei Jahren wurde oxidativer Stress durch indirekte Methoden gemessen. Am weitesten verbreitet war die Blutbestimmung.

Um die genaue Lipidoxidation zu messen, wurde die Plasmakonzentration an oxidierten Abbauprodukten wie MDA (Malondialdehyd), konjugierte Diene oder Isoprostane im Blut gemessen.

Zur Bestimmung der oxidierten Proteine wurden Plasma-Thiole, Carbonyle und Nitrotyrosin gemessen.

Für oxidierte DNA wurde 8-oxo dGp gemessen (8-oxo d-Guanosin).

Darüber hinaus konnte man die Konzentration an Kohlenwasserstoffen wie Ethan oder Pentan in der ausgeatmeten Luft bestimmen.

Zudem konnte unter anderem der Gehalt an oxidierten DNA-Basen gemessen oder nach Strangbrüchen oder Mutationen gesucht werden.

Wie viele andere Anbieter verzichten wir aus folgenden Gründen auf derartige Blutuntersuchungen:

Die Methode weist aufgrund der zahlreichen analytischen Schwierigkeiten viele Unzulänglichkeiten und Nachteile auf, u. a.:

- Es bedarf komplexer Techniken zur Minimierung des Oxidationsrisikos.
- Sie erfordert die Zusammenarbeit mit einem erfahrenen Labor. Diese sind rar.
- Da es sich bei freien Radikalen um fragile Moleküle handelt, können sie nach der Entnahme und/oder bei der Verarbeitung der Probe äußerst leicht oxidieren.
- Die entnommenen Proben müssen innerhalb einer halben Stunde vom Labor verarbeitet werden.
- Die Zentrifugierung muss bei genau + 4°C erfolgen.

Diese Anforderungen müssen für zuverlässige Ergebnisse unbedingt erfüllt sein, was längst nicht immer der Fall ist.

### **EDEL-Methode**

Bis vor wenigen Jahren wurde zudem eine andere Methode eingesetzt, der heute wenig Bedeutung beigemessen wird. Es handelt sich dabei um die EDEL-Methode, für die Kapillarblut entnommen wurde und die zur Auswertung rund zehn Minuten brauchte. Das Ergebnis gab nur Auskunft über die antioxidative Abwehr. Sie ermöglichte lediglich Aussagen über den antioxidativen Schutz durch Ascorbinsäure (Vitamin C).

Das Ergebnis berücksichtigte keine anderen Antioxidantien und hing stark davon ab, ob die getestete Person ergänzend Vitamin C einnahm oder nicht. Dies verfälschte das Ergebnis. Über oxidativen Stress gab es keine Auskunft.

### **Ford-Test**

Es gibt außerdem ein italienisches Gerät, das Form Plus mit dem Ford-Test, der unter anderem Albumin, Trolox, die SH-Gruppe analysiert, und dem Fort-Test zur Messung der ROOH Hydroperoxide. Das Gerät wurde bereits vor einigen Jahren auf den Markt gebracht.

### **Nachteile der Methoden**

Die Nachteile: Beide Tests nehmen mit fast 30 Minuten viel Zeit in Anspruch und die verwendeten Reagenzien haben eine geringe Haltbarkeit.

Darüber hinaus ist der Test invasiv (Entnahme von Kapillarblut). Und er ist recht kostspielig. Aus diesem Grund konnte sich das Gerät nicht durchsetzen und wird nur selten eingesetzt.

### **Spektrophotometrische Methode – Zell-Check**

Aktuell gibt es nur eine Methode, mit der zuverlässig oxidativer Stress und die antioxidative Kapazität gemessen werden können. Es handelt sich dabei um eine spektro-

photometrische Methode mithilfe eines Biophotonik-Resonanzscanners – der Zell-Check. Das Spektrophotometer ist über das Internet mit einer medizinisch-wissenschaftlichen Zentrale in Frankreich verbunden und liefert die Messergebnisse innerhalb einer Minute.

Die Messung erfolgt am Muskelepithel der Handfläche. Das Ergebnis gibt exakt wieder, was sich im Gewebe auf Zellebene abspielt und nicht in den Körperflüssigkeiten, die wesentlich instabiler sind und somit weniger zuverlässige Ergebnisse liefern.

Die Hand ist ein stark vaskularisiertes Organ und spiegelt daher den gesamten Körper wider. Die Epithelzellen eignen sich hervorragend für spektrophotometrische Messungen, da sie für die Gesamtreserven des Organismus repräsentativ sind.

Im Gewebe können Mängel und Überschüsse schon Monate, bevor das Blut Auffälligkeiten aufweist, nachgewiesen werden.

Die spektrophotometrische Methode ist, wenngleich sie nicht neu ist (sie wurde sogar mit dem Nobelpreis ausgezeichnet), in dem Bereich, in dem wir sie einsetzen, revolutionär.

Das genaue Prinzip: Es handelt sich um eine Methode zur quantitativen Analyse, bei der die Absorbanz oder die optische Dichte einer chemischen Substanz gemessen werden.

Jede chemische Komponente absorbiert, emittiert oder reflektiert Licht in einem bestimmten Wellenlängenbereich. Je konzentrierter die Probe, desto mehr Licht absorbiert sie nach dem Lambert-Beer'schen Gesetz zur Proportionalität.

**Es handelt sich also um einen innovativen, schnellen und schmerzfreien (da nicht invasiven) Test, der zudem kostengünstig ist.**

Wichtig: Spektrophotometrische Tests für Leistungs- und/oder Ausdauersportler und für Sportler von Profimannschaften (Fußball, Eishockey, Basketball, Rugby, Handball, Radsport, Skilanglauf usw.) müssen während der Saison alle drei Monate wiederholt werden.

Dies gewährleistet aussagekräftige Ergebnisse, die unentbehrlich sind.

Im Allgemeinen verschlechtern sich die Parameter, die auf oxidativen Stress hinweisen, im Verlauf der Saison, wenn die Sportler bei Turnieren maximale Leistung erbringen und sich ihr Bedarf um ein Vielfaches steigert. Dies ist nicht weiter verwunderlich.

Diese unausweichliche Erhöhung des oxidativen Stressniveaus kann jedoch, wie bereits eingangs erwähnt, von Sportler zu Sportler variieren.

Es ist jedoch wichtig, sich darüber im Klaren zu sein, dass durch Tests im Laufe der Saison gemessene Werte für Mineralstoffe und Mineralien deutlich geringer ausfallen, als noch in Tests zu Beginn der Saison.

Dies gilt für die meisten gemessenen Werte, aber insbesondere für Antioxidantien wie Magnesium und Selenium. Die Werte für Kalium, Eisen und Jod gehen ebenfalls zurück, genau wie viele andere Werte.

Dies ist angesichts der hohen körperlichen Belastung durch wiederholte, intensive Anstrengung, die die Reserven der Organismen aufbraucht, nur logisch.

Außerdem ist zu berücksichtigen, dass durch den Versuch, den Anteil toxischer Schwermetalle (zu verringern, der heutzutage in 99 Prozent der Fälle (aufgrund der verschiedenen Formen der Verschmutzung) zu hoch ist, bei jedem Sportler beim ersten spektrophotometrischen Test festgestellt werden kann, dass die Eliminierung der Schwermetalle (durch Chelation) mit einem Rückgang mehrerer Mineralien und Mineralstoffe einhergeht. Die überschüssigen Metalle stellen ein Gesundheitsrisiko dar und beeinträchtigen die sportlichen Leistungen.

Wichtige Mineralien und Mineralstoffe werden zusammen mit den Schwermetallen aus dem Körper ausgeschieden. Dies steigert den normalen und naheliegenden Verlust durch die intensive körperliche Betätigung bei Turnieren zusätzlich.

#### Resümee

Jeder Sportler, vor allem jeder Trainer oder Coach und natürlich jeder Sportmediziner sollte über oxidativen Stress und seine schädlichen Auswirkungen auf die sportliche Leistungsfähigkeit, aber auch auf die Regeneration nach einer Anstrengung informiert sein. Leider ist dies noch viel zu selten der Fall.



Über den Autor:

Prof. Dr. Marcel Capt, früher als Chirurg tätig, hat sich bereits vor 15 Jahren mit den Effekten des oxidativen Stresses befasst. Seitdem hat er sich in der orthomolekularen und Anti-Aging Medizin spezialisiert. Er führt seit drei Jahren ein Zentrum für präventive und Anti-Aging Medizin in der Clinik Lémanic in Lausanne (Schweiz). Er schreibt als Mitglied der Internationalen Wissenschaftlichen Presse für mehrere medizinische Zeitschriften und gibt Referate auf zahlreichen Kongressen, wie dem AWMC in Monaco.

