

Mikronährstoffe im Leistungssport



Die Idee des Menschen, seine körperliche Leistungsfähigkeit durch den Verzehr Leistungsfördernder Substanzen zu verbessern, ist so alt wie der Sport selber.

Schon in der Antike versuchten die griechischen Athleten ihre sportliche Leistung durch die Einnahme von bestimmten Kräutern, Pilzen oder tierischen Geschlechtsorganen wie zum Beispiel Stierhoden zu steigern. Heutzutage gibt es im Spitzensport kaum noch Athleten, die nicht regelmäßig ihren Stoffwechsel mit Nahrungsergänzungsmitteln zur Optimierung der körperlichen und mentalen Leistungsfähigkeit „tunen“. Erhöhte Trainingsintensitäten und -umfänge sowie verschärfte Dopingkontrollen (z.B. Trainingskontrollen) sind die Hauptgründe warum Nahrungsergänzungsmittel im Leistungssport in immer stärkerem Umfang eingesetzt werden.



Auch im Breitensport werden derartige Supplemente immer häufiger eingenommen. Aus präventivmedizinischer Sicht ist dies durchaus zu begrüßen. Denn auch Breitensportler zählen zu den Bevölkerungsgruppen, die ohnehin nicht immer eine optimale Versorgungslage mit Mikronährstoffen wie Selen, Eisen, Jod, B-Vitaminen und Vitamin E aufweisen. Eine unzureichende Versorgung mit Mikronährstoffen äußert sich beim sportlich Aktiven in einer geringeren Leistungs- und Regenerationsfähigkeit sowie einer erhöhten Infektanfälligkeit (Tab.1). Sportler verlieren durch den hohen Energieumsatz, die vermehrte Schweißsekretion und Ausscheidung über die Nieren zum Teil erhebliche Mengen an Elektrolyten (v.a. Natrium) und Spurenelementen. Bereits Breitensportliche Belastungen mit einer Schweißproduktion von etwa einem Liter pro Stunde führen zu merklichen Verlusten an Kupfer, Zink und Eisen. Nach intensivem Training oder nach Wettkämpfen kann es auch noch Tage später zu einer vermehrten Ausscheidung kommen. Körperliche Anstrengungen, Schweißverluste und oxidativer Stress können daher schnell in einem Mikronährstoffengpass münden.

Aufgrund ihres erhöhten Energieumsatzes weisen vor allem Leistungssportler einen gesteigerten Bedarf an Mikronährstoffen auf, der jedoch in der Regel nicht ausreichend

Sport: Mikronährstoffdefizite und Folgen

- Leistungsabfall
- Infektanfälligkeit
- Schmerzhafte Muskelkrämpfe
- Ausbleibende Trainingsfortschritte
- Verzögerte Regeneration
- Chronische Müdigkeit
- Erhöhtes Verletzungsrisiko
- Oxidativer Stress

Tabelle 1

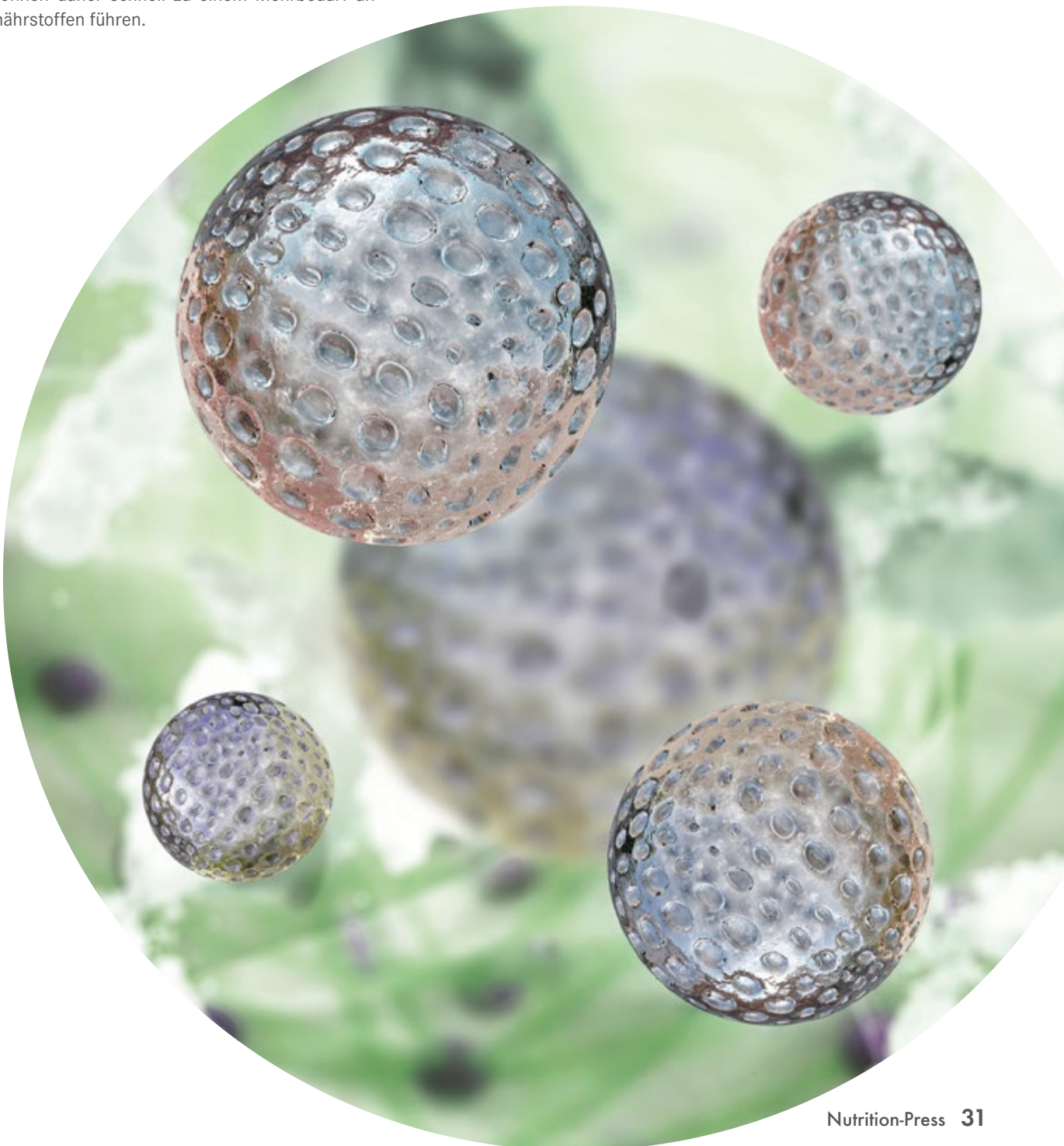
über die Ernährung abgedeckt wird. Eine unzureichende diätetische Zufuhr an Vitaminen und anderen Mikronährstoffen wird insbesondere bei Sportlern beobachtet, die dauerhaft ihre Energiezufuhr einschränken, zum Beispiel im Turnen oder beim Gewichtmachen in Sportdisziplinen mit Gewichtsklassen. Aber auch in anderen leistungsorientierten Sportarten wie Schwimmen, Leichtathletik und im Fußball ist eine mangelhafte Versorgung mit Mikronährstoffen häufig.

Sport und Mikronährstoffbedarf

Jede intensivere körperliche Aktivität, ob Breiten- oder Leistungssport, führt nicht nur zu einem erhöhten Bedarf an Energie liefernden Makronährstoffen (z.B. Kohlenhydrate), sondern auch an den Katalysatoren unseres Stoffwechsels den Mineralstoffen, Spurenelementen und Vitaminen. Mikronährstoffe spielen bei zahlreichen katabolen (z.B. Glucoseoxidation zur ATP-Gewinnung) und anabolen Stoffwechselprozessen (z.B. Muskelaufbau, Speicherung von Muskelglykogen) eine zentrale Rolle (Abb.1). Daneben sind sie an der Regulierung der Herzmuskelfunktion, der Muskelkontraktion, der Nervenreizleitung, der Koordination und des Säure-Basen-Gleichgewichtes beteiligt. Gerade bei sportlichen Aktivitäten verbraucht der Körper mehr Energie als normal. Körperliche Anstrengungen, Schweißverlust, Essstörungen sowie eine erhöhte oxidative Belastung können daher schnell zu einem Mehrbedarf an Mikronährstoffen führen.

Mikronährstoffverluste über den Schweiß, Urin und Stuhl

Mikronährstoffe, vor allem die Mineralien und Elektrolyte, werden je nach Art, Dauer und Intensität der körperlichen Belastung vermehrt über den Stuhl, den Urin und vor allem über den Schweiß ausgeschieden. Die mittleren Flüssigkeitsverluste bei Langzeitbelastungen in milden Umgebungsbedingungen liegen bei etwa 1 Liter pro Stunde. Die Schwankungsbreiten der Schweißraten bewegen sich hierbei unter vergleichbaren Bedingungen zwischen 0,5 und 1,7 Liter pro Stunde. Unter extremen Umständen (z.B. große Hitze, hohe Luftfeuchtigkeit) und bei sehr leistungsstarken Athleten können stündliche Schweißraten von bis zu 3 Litern und mehr auftreten. Die Flüssigkeitsverluste während eines Fußball- oder Hockeyspiels können bei hohen Temperaturen 4 bis 5 Liter erreichen.



Elektrolyt- und Spurenelementverluste über den Schweiß (Durchschnittswerte)

| Mineralstoff | Konzentration im Schweiß (mg/l) | Absorptionsrate (%) |
|--------------|---------------------------------|---------------------|
| Natrium | 700 – 2000 | 100 |
| Kalium | 200 – 480 | 90-95 |
| Magnesium | 20 – 50 | 30-50 |
| Calcium | 0 – 70 | 20-40 |
| Jod | 0,03-0,05 | 90-100 |
| Zink | 0,5- 1,0 | 15-30 |
| Kupfer | 0,5-0,9 | 30-40 |
| Eisen | 0,3-0,7 | 10-15 |

Tabelle 2

Pro Liter Schweiß verliert der Körper um die 1000 mg Natrium sowie kleinere Mengen an Kalium, Calcium, Magnesium, Zink, Iod (30-50 µg/l), Eisen und Kupfer (siehe Tab. 2). Davon können auch die wasserlösliche Vitamine (z.B. Vitamin B1) und einige Aminosäuren betroffen sein. Eine genaue Kalkulation der Mineralstoff- und Spurenelementverluste über den Schweiß ist jedoch schwierig, da diese durch individuelle Adaptationsphänomene als auch die Intensität und Art der Belastung beeinflusst werden.

Elektrolyte und Mineralstoffe im Sport (Auswahl)

Die Elektrolyte Natrium, Kalium, Magnesium und Chlorid sind von elementarer Bedeutung für die Muskelarbeit, den Energiestoffwechsel, die Wärmeregulation und den Flüssigkeitshaushalt. Je nach Umgebungstemperatur, Art und Intensität der Belastung – vor allem im Ausdauerbereich – können Wasserverluste von bis zu 3 Litern pro Stunde und mehr auftreten. Bei schweißtreibender sportlicher Aktivität ist eine leistungsgerechte Elektrolytversorgung deshalb besonders wichtig.

Natrium

Im Sport verliert der Körper mit dem Schweiß größere Mengen an Natrium (durchschnittlich etwa 2,5 g NaCl/Liter), das er für die Muskelkontraktion und die Regulation des Wasserhaushaltes unbedingt braucht. Der Natriumverlust unterliegt allerdings selbst bei vergleichbaren äußeren Bedingungen großen interindividuellen Schwankungen. Hitzeungewohnte Personen können bis zu 4,5 g NaCl pro Liter Schweiß (= 1,8 g Natrium/l) und mehr verlieren. Bei Extremausdauerbelastungen können über den Schweiß bei einem Wettkampf bis zu 10g Natrium ausgeschieden werden. Die Natriumkonzentration im Blut beträgt 135 bis 145 mmol/l. Ein Abfall des Natriumblutspiegels unter 135 mmol/l wird als Hyponatriämie bezeichnet. Eine Hyponatriämie (<135 mmol/l) ist eine häufige und ernstzunehmende Komplikation bei ultralangen Belastungen. So wird bei Finishern des Neuseeland-Marathons und des Hawaii-Ironman-Triathlons die Häufigkeit einer belastungsbedingten Hyponatriämie mit 23 bzw. 29 % an-

gegeben. Zu den unspezifischen Symptomen einer leichten Hyponatriämie (130-134mmol/l) zählen: Erschöpfung, Muskelkrämpfe, -schwäche, Unwohlsein, Erbrechen, Kopfschmerzen, Müdigkeit

Kalium

Sportler haben gegenüber nicht Sport treibenden Menschen einen erhöhten Kaliumbedarf, da mit dem Schweiß nennenswerte Mengen an Kalium (um die 300 mg pro Liter) verloren gehen. Unter der körperlichen Belastung kommt es zu einer Verschiebung der Kaliumionen von intrazellulär nach extrazellulär, d.h. die Kaliumkonzentration im Blut steigt an. Zusätzlich wird reichlich Kalium beim Abbau von Glykogen in der Muskulatur freigesetzt. In der Belastungs- und Nachbelastungsphase verliert der Sportler dadurch vermehrt Kalium über die Niere. Ein Magnesiummangel führt ebenfalls zu erhöhten Kaliumverlusten im Urin. Eine Unterversorgung mit Kalium kann sich beim Sportler durch eine verminderte körperliche Belastbarkeit, Schwächegefühle, schlechte Ausdauerleistung und verzögerte Regeneration äußern.

Kalium wird zusammen mit Glykogen in die Muskulatur eingelagert (pro g Glykogen etwa 19,5mg Kalium) und deshalb vor allem in der Regenerationsphase zur Glykogenspeicherung benötigt. Der Kaliumanteil in Sportgetränken sollte bei etwa 100 bis 250 mg pro Liter Getränk liegen (50). Auch Apfelsaftschorle ist relativ kaliumreich. Da während der Belastung der Kaliumspiegel im Blut ansteigt, sollte in dieser Phase nicht zu viel Kalium (>300mg/l Sportgetränk) ergänzt werden. Ein zu hoher Kaliumspiegel (Hyperkaliämie) beeinträchtigt die körperliche Leistungsfähigkeit und ist mit einem erhöhten Risiko für Herzrhythmusstörungen verbunden. Nach der Belastung sollten kaliumreiche Lebensmittel wie Kartoffeln, Gemüse und Reis verzehrt werden.

Magnesium

Die Häufigkeit eines Magnesiummangels bei Sportlern wird nach den Ergebnissen verschiedener Studien auf bis zu 65 % geschätzt. Vorzeitige Ermüdung, Muskelschwäche,

geringe Belastbarkeit, Neigung zu schmerzhaften Muskel- und Wadenkrämpfen, Muskelverhärtungen, Lidzucken, verschlechterte Regeneration und Trainingsanpassung sind typische Symptome eines Magnesiummangels. Ist es erst einmal zu einem Magnesiummangelsyndrom gekommen, kann es längere Zeit in Anspruch nehmen, bis der zelluläre Magnesiumstatus wieder ausgeglichen ist. Für Leistungssportler kann das im Extremfall das Ende der Wettkampfsaison bedeuten. Die hohen physischen und psychischen Belastungen, denen Sportler unterliegen, fördern die Entwicklung eines Magnesiummangels. Zu den Hauptursachen für einen unzureichenden Magnesiumstatus beim Sportler zählen vor allem ein erhöhter Bedarf, eine zu geringe Magnesiumaufnahme mit der Nahrung sowie ein gesteigerter Magnesiumverlust über den Schweiß und den Urin. Die hohe Stoffwechselaktivität im Sport ist mit einem erhöhten Magnesiumbedarf verbunden, da Anpassungsreaktionen des Körpers auf die erhöhte Belastung sowie Reparatur- und Regenerationsprozesse den Magnesiumhaushalt stark beanspruchen. An Magnesium sollte vor allem bei Ausdauer- und Schnellkraftausdauersportarten, wie Schwimmen, Rudern, Radfahren oder Triathlon gedacht werden. Ohne Magnesium ist eine gute Ausdauerleistung und Fitness überhaupt nicht möglich. Magnesiummangel führt zu Übererregbarkeitszuständen, die sich klinisch als Muskelkrämpfe äußern können. Viele Athleten, die zu Muskelkrämpfen neigen profitieren von der zusätzlichen Einnahme von Magnesium.

Beim Sport wird die Magnesiumfreisetzung aus dem Gewebe zudem durch Stressreaktionen verstärkt. Denn körperlicher und psychischer Stress in Belastungssituationen bewirken eine vermehrte Ausschüttung von Stresshormonen, die den ATP-Verbrauch und damit die Freisetzung des intrazellulären Magnesiums verstärken. Auch eine Laktatazidose, die bei intensiver Belastung im Grenzbereich der körperlichen Leistungsfähigkeit unter Beteiligung des anaeroben Stoffwechsels entsteht, fordert intrazelluläre Magnesiumverluste und damit auch die vermehrte Ausscheidung des Mineralstoffs über den Urin. Wie tierexperimentelle Untersuchungen gezeigt haben, können durch die Gabe von Orotsäure zelluläre Stoffwechselprozesse gefördert, der Energiestoffwechsel verbessert und der ATP-Gehalt gesteigert werden. Dadurch wird auch die Voraussetzung für eine intrazelluläre Magnesium-Fixierung geschaffen und Magnesiumverlusten entgegen gewirkt. In der *Giessener Triathlonstudie* konnte der Einfluss von Magnesiumorotat auf die Leistungsfähigkeit eindrucksvoll belegt werden: 23 Triathleten erhielten in der doppelblinden, randomisierten Untersuchung über einen Zeitraum von einem Monat entweder Magnesiumorotat oder Placebo. Die mit Magnesiumorotat behandelten Sportler konnten ihre Leistungsfähigkeit im Schwimmen (500 Meter), auf dem Fahrrad (20 Kilometer) und beim Laufen (5000 Meter) im Mittel um 12 % steigern. Der Energiestoffwechsel wurde positiv beeinflusst und die Stressreaktionen des Körpers reduziert. „Die Ergebnisse deuten darauf

hin, dass die Gabe von Magnesiumorotat bei den Triathleten zu einer Adaptation des Energiestoffwechsels an eine verbesserte Energieausbeute führt“, schlussfolgerte der Studienleiter Dr. Sighard Golf von der Justus-Liebig-Universität Giessen. Nach Magnesiumorotat-Gabe wurde die Glucose besser verwertet und dadurch weniger Insulin benötigt, mit der Konsequenz, dass für die aufzubringende Leistung weniger Sauerstoff benötigt wurde

Eisen

Eisenmangel ist einer der häufigsten diagnostizierten Mineralstoffmangel in der sportmedizinischen Praxis. Aufgrund erhöhter Eisenverluste über den Magen-Darm-Trakt (intestinale Mikrohämorrhagien), mit dem Schweiß und Urin haben Sportler einen erhöhten Eisenbedarf, der nicht immer durch eine ausgewogene fleischhaltige Ernährung gedeckt wird. Neben vegetarisch sich ernährenden Sportlern haben insbesondere Ausdauersportlerinnen sowie jugendliche Sportler/innen menstruations- und wachstumsbedingt ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines Eisenmangels. Mit der Menstruation gehen etwa 25 bis 60ml Blut verloren, wodurch 12,5 bis 30 mg Eisen im Monat ausgeschieden werden. Eine Unterversorgung mit Eisen beeinträchtigt die Funktion einer Reihe von energieliefernden Enzymen und schränkt darüber hinaus die Sauerstofftransportkapazität und Sauerstoffverwertung ein. Dadurch sinken vor allem die Trainingsanpassung und die Ausdauerleistungsfähigkeit. Das Spurenelement Kupfer ist durch seine Bedeutung für die oxidative Phosphorylierung und die Bildung neuer Blutkörperchen (Erythropoese) sehr eng mit dem Eisenstoffwechsel verbunden.



Bei Langstreckenläufern treten Eisenverluste vor allem über den Schweiß und belastungsbedingte Blutverluste im Gastrointestinaltrakt auf. 1 ml Blut enthält etwa 0,5 mg Eisen, so dass Blutverluste zu ausgeprägtem Eisenmangel führen. Der gastrointestinale Blutverlust wird durch die oft praktizierte Einnahme von Schmerzmitteln wie nichtsteroidalen Antirheumatika gefördert. Nach intensiven Ausdauerbelastungen sind auf diesem Weg Eisenverluste von bis zu 2 mg pro Tag möglich. Ferner

verlieren Sportler Eisen mit dem Schweiß. Auch die nach hochintensiven Dauerlaufen beobachtete mechanische Zerstörung roter Blutkörperchen unter der Fußsohle kann zum Eisenverlust beitragen. Eisenmangel führt beim Sportler zu vorzeitiger Erschöpfung, Blutarmut (Anämie), verstärkter Atmung unter Belastung, beeinträchtigter aerober Kapazität, erhöhtem Puls, chronischer Müdigkeit, erhöhten Laktatwerten, schlechter Ausdauerleistung und Infektanfälligkeit (z.B. häufige Infekte der oberen Atemwege). Die gezielte individuelle Supplementierung von Eisen nach Laboranalytik (Ferritin, Zielwert: 70-140 µg/l) kann bei Sportlern mit unzureichendem Eisenstatus die Ausdauerkapazität deutlich verbessern.

Vitamine

Der Vitaminbedarf ist im Sport aufgrund des gesteigerten Energieumsatzes erhöht. Das betrifft vor allem die für die Energieproduktion aus Kohlenhydraten so wichtigen B-Vitamine. Das bestätigen auch Untersuchungen an Sportlern, bei denen eine unzureichende Versorgung anhand von Blutparametern, insbesondere bei Thiamin und Vitamin B6, festgestellt wurde. Infolge der geringen Speicherfähigkeit des Körpers für die wasserlöslichen

Vitamine können bereits nach kurzer Zeit erste Mangelerscheinungen auftreten. Eine Unterversorgung mit Vitaminen äußert sich beim Sportler rasch durch unspezifische Symptome wie eingeschränkte Leistungsfähigkeit, verlängerten Regenerationszeiten, leichte Ermüdbarkeit, erhöhte Infektanfälligkeit, schlechte Trainingsanpassung. Erhöhte Homocysteinspiegel im Plasma sind beim Sportler mit einer schlechteren Regeneration und geringeren Stressresistenz assoziiert.

Neben Vitamin B1, Vitamin B2, Niacin, Vitamin B6, Folsäure und Vitamin B12 bestehen häufig Probleme in der Versorgung mit Vitamin D und E, insbesondere bei Sportlern mit niedrig-kalorischen Diäten (z.B. Ballett, Turnen). Kraftsportler sind oft nur unzureichend mit Vitamin B6 (Mehrbedarf durch höhere Proteinzufuhr) und Ausdauersportler mit Vitamin B1 (Verlust über den Schweiß) versorgt. Aufgrund des gesteigerten aeroben Stoffwechsels und der hohen Sauerstoffbelastung ist auch der Bedarf an antioxidativ wirksamen Vitaminen (z.B. Vitamin A, Vitamin C, Tocopherole und Tocotrienole) und Carotinoiden erhöht.

Das Sonnenhormon Vitamin D

Die Leistungsfähigkeit eines Sportlers korreliert direkt mit seinem 25(OH)D-Status. Die optimale Funktion sportasoziierten biologischer Prozesse wird dann erreicht, wenn der 25(OH)D-Status dem entspricht was heute noch in der Natur lebende Völker (z.B. Masai), die eine ganzjährig natürliche Sonnenlicht-Exposition haben aufweisen. Der 25(OH)D-Spiegel für eine optimale sportliche Leistungsfähigkeit dürfte bei Athleten zwischen 48 und 52 ng/ml liegen. 1,25(OH)2D supprimiert die Expression von Myostatin, welches das Muskelwachstum hemmt und reguliert über VDR myogene Transkriptionsfaktoren, die eine zentrale Rolle bei der Proliferation und Differenzierung der Skelettmuskulatur spielen. Darüber hinaus reduziert die Einnahme von Vitamin D bei Nicht-Sportlern und Sportlern das Risiko für Atemwegsinfektionen, wie die Ergebnisse aus zwei Meta-Analysen belegen. Als Sportler sollte man seinen 25(OH)D-Status beim Arzt labormedizinisch kontrollieren lassen und durch die tägliche Einnahme von wenigstens 50 IE Vitamin D pro kg Körpergewicht in Form eines Vitamin D-haltigen Öls (z.B. 1000 IE VD pro Tropfen), welches mit einer Hauptmahlzeit eingenommen wird entsprechend kompensieren. Der 25(OH)D-Zielwert im Sport liegt bei etwa 50 ng/ml oder 125 nmol/l.

Mikronährstoffe im Profi-Fußball

Um den richtigen Bedarf an Mikronährstoffen von Fußballspielern unter Trainings- und Punktspielbedingungen zu ermitteln und gesundheitliche Schäden wie Muskelverkrampfungen, Zerrungen und körperliche Leistungseinbußen vorzubeugen, wurde bei 19 Fußballspielern einer Bundesliga-Mannschaft (HSV) die individuelle Mikronährstoffversorgung labordiagnostisch erfasst. Durch die Laboranalyse vor Saisonbeginn (im Juli) und eine Kontrolle im 1. und 2. Drittel der Bundesligasaison sollten die Vitamin-, Mineralstoff- und Spurenelement-Supplementierung individuell reguliert werden.

Alle Spieler waren dem gleichen Trainingsplan unterworfen und wurden mit der gleichen Kost ernährt. Die für Leistungssportler übliche hochkalorische Kost (ca. 4000kcal) bestand hauptsächlich aus Rindfleisch als Proteinlieferant sowie aus einer ausgewogenen Menge an Kohlenhydraten, Fetten und Ballaststoffen. Als flüssige Nahrung wurde hauptsächlich Mineralwasser und nach jedem Training ein

Weitere und ausführliche Informationen zu Mikronährstoffen im Sport finden Sie in dem Fachbuch: Gröber, U, *Metabolic Tuning statt Doping. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage Mikronährstoffe im Sport.* Hirzel Verlag, Stuttgart, 2018.



Mineralgetränk zum Ausgleich der Schweißverluste getrunken. Es fand sonst keine Supplementierung statt. Zur Erfassung des Mikronährstoff-Status wurden die Vitamine (Abb. 2) im Vollblut sowie die Mineralstoffen und Spurenelementen (Abb. 3) im Serum, Erythrozyten und Urin bestimmt.

Die erste Laboruntersuchung vor dem Saison-Beginn zeigte vor allem bei den 19 Fußballspielern eine Unterversorgung an

- Vitaminen: A, B1, B12, Niacin und Vitamin E,
- Mineralstoffen: Natrium, Calcium und Magnesium,
- Spurenelementen: Kupfer, Selen und Zink.

Bei den Mineralstoffen war auffällig, dass die Unterversorgung vor allem in den Zellen (rote Blutkörperchen) auftrat. Auf der Basis der Laborergebnisse erhielt jeder Fußballer zielgerichtet gemäß seinen aus den Laboruntersuchungen ermittelten Defiziten eine individuelle Supplementierung der unterversorgten Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente (Tab. 3). Die individuell verordneten Mikronährstoffe wurden mit Ausnahme von Natrium zur Erleichterung der oralen Zufuhr und somit Erzielung einer besseren Compliance von einer Apotheke verkapselt. Die erste Kontrolluntersuchung (1. KM) nach 3 Monaten Spielzeit ergab, dass die Supplementierung bei vielen Spielern eine Verbesserung des Mikronährstoff-Status erbrachte. Bei den Vitaminen B1, B12, sowie bei Kupfer und Calcium war dagegen die verordnete tägliche Dosis offensichtlich nicht ausreichend. Die Konsequenz war, dass bei den betroffenen Spielern die Tagesdosis an Vitamin B1 von 50 auf 100mg, an Vitamin B3 von 200 auf 500mg und an Kupfergluconat von 2 auf 4 mg gemäß den Laborergebnissen erhöht wurde. Die Tatsache, dass selbst nach der regelmäßigen individuellen Ergänzung von Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen immer noch ein Teil der Spieler bei der zweiten Kontroll-Untersuchung nach sechs Monaten an einigen Mikronährstoffen unterversorgt war, zeigt den deutlichen Mehrbedarf unter der starken körperlichen und psychischen Belastung im Leistungssport.



Autor

Uwe Gröber

Akademie für
Mikronährstoffmedizin, Essen
www.vitaminspur.de

Nach Labordiagnostik supplementierte Mikronährstoffe

| bei Unterversorgung an | Mikronährstoffe, supplementierte Tagesdosis (p.o.) |
|------------------------|--|
| Vitamin A | 7.500 I.E. |
| Vitamin E | 400 mg |
| Vitamin B1 | 50 - 100 mg |
| Vitamin B2 | 10 mg |
| Vitamin B6 | 40 mg |
| Vitamin B12 | 300 mg (z.Z. i.m.) |
| Niacin | 200 - 500 mg |
| Folsäure | 5 mg |
| Pantothensäure | 50 - 100 mg |
| Natrium | Diätempfehlung: mehr salzen |
| Kalium | 1 g KCl |
| Calcium | 250 - 1.000 mg und /oder Empf: 1 l Milch u. Milchprodukte |
| Magnesium | 60 - 200 mg Mg als Mg-Aspartat |
| Phosphor | 200 - 300 mg Mg- bzw. Ca-HPO4 |
| Eisen | 2 x je 100 mg Fe-Fumarat/Wo. |
| Zink | 10 mg Zn-Orotat |
| Kupfer | 2 - 4 mg Cu-Gluconat |
| Selen | 100 mg Se-Hefe-Konzentrat |

Tabelle 3

Im Vergleich zu den Bundesligasaisons aus den Jahren davor (1983/84, 1984/85, 1985/86) traten in der aktuellen Saison unter der individuellen Supplementierung von Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen 85 % weniger Oberschenkelhalszerrungen, 75% weniger grippale Infekte und 50 % weniger Bänderrisse (z.B. Kreuzband) auf! Außerdem waren die Regenerationsphasen der Spieler auffällig kurz und die mentale Verfassung in der Mannschaft stabil und ausgeglichen.

Kommentar:

In Anbetracht der wissenschaftlich belegten Tatsache, dass die gezielte individualisierte Supplementierung von Mikronährstoffen bei Sportlern das Immunsystem stabilisiert, die Regenerationsfähigkeit fördert, das Verletzungsrisiko reduziert und die mentale Leistungsfähigkeit verbessert, sollte im hoch bezahlten Spitzensport (z.B. Fußball, Tennis) bei den Athleten 2-4x im Jahr der Mikronährstoff-Haushalt kontrolliert und entsprechend kompensiert werden. Wer heute noch als Sportler an Apfelsaft-Schorle und vollwertige Brötchen mit Banane glaubt, der muss sich nicht wundern, wenn er dem sportlichen Erfolg immer hinter her läuft! «

Literatur:

Gröber, U, *Metabolic Tuning statt Doping. Mikronährstoffe im Leistungssport. 2., überarbeitet und erweiterte Auflage.* Hirzel Verlag, Stuttgart, 2018.

Fotos: Franz – Fotolia (S. 30),
fotolixrender – Fotolia (S. 31),
photocrew – Fotolia (S. 33),
ExQuisine – Fotolia (S. 34)

4. Verkürzung der Telomeren

Jede Zelle enthält einen Chromosomensatz, in dem ein Großteil der Erbinformation in Form von DNA gespeichert ist. Diese Information muss geschützt werden, damit die ordnungsgemäße Funktion der Zelle erhalten bleibt. Dabei übernehmen die Enden der Chromosomen, die Telomere, eine wichtige Rolle. Sie schützen die chromosomale DNA. Mit jeder Zellteilung kommt es aufgrund der semikonservativen DNA-Replikation zu einer Verkürzung der Telomere. Wenn die Telomere schließlich soweit verkürzt sind, dass sie die Chromosomen nicht mehr schützen können, dann senden die ungeschützten Chromosomenenden Signale aus, die dafür sorgen, dass sich die Zelle nicht mehr teilt. Dieser Zustand wird als „Seneszenz“ bezeichnet. Mit fortschreitendem Alter gibt es immer mehr seneszente Zellen, die zu einem Verlust von Gewebe- und Organ- Funktionen führen. (Henning 2010). Mit Hilfe der Telomerlänge lässt sich das biologische Alter eines Menschen abschätzen. Es gibt einige wenige Laboratorien, die die Telomeren-Längen bestimmen können. Eines dieser Labors hat unlängst bei mehreren 50 bis 60 jährigen Menschen, die über Jahre NADH eingenommen haben, nachgewiesen, dass ihre Telomeren Länge der von dreißig jährigen Menschen entspricht. Dies ist ein Nachweis für die anti-Ageing Wirkung von NADH. In der Zwischenzeit ist wissenschaftlich nachgewiesen worden, Menschen mit längeren Telomeren leben nicht nur länger, sondern bleiben auch länger gesund.

Die Aktivierung von Sirtuin-Enzyme ist ebenfalls ein Mechanismus zur Verlängerung der Lebensdauer von Zellen. Sirtuine sind konservierte Histon/Protein-Deacetylasen, die lebensverlängernd und stressabwehrend wirken. Die Aktivität der Sirtuine wird durch das Verhältnis von oxidiertem zu reduziertem NAD (NAD^+/NADH) reguliert. Da die Verfügbarkeit von NAD^+ vom zellulären Metabolismus und dem Energiestatus abhängt, wird die Aktivität der Sirtuine durch das Verhältnis von oxidiertem zu reduziertem NAD (NAD^+/NADH) reguliert. Das NAD^+/NADH -Verhältnis ist in ruhenden Zellen, die ihre Energie vorwiegend aus dem oxidativen Metabolismus gewinnen, relativ hoch. Die sich stark teilenden Zellen schalten dagegen auf eine anaerobe Energiegewinnung um, und der NAD^+/NADH -Quotient fällt ab ^[5]. Die enge Verknüpfung der Sirtuinfunktion mit dem zellulären Metabolismus spielt eine zentrale Rolle



Autor

Prof. Dr.
Jörg George Birkmayer

A 1090 Wien, Österreich
info@birkmayer-nadh.com
www.birkmayer-nadh.com

bei der Regulierung der Lebensdauer. Sirtuine sind zum Beispiel für den lebensverlängernden Effekt der Kalorien Restriktion verantwortlich. Eine verminderte Kalorienzufuhr bewirkt bei allen bislang untersuchten Tieren inklusive Säugern eine Steigerung der allgemeinen Fitness und Verlängerung der Lebensspanne.

NADH hat wie dargestellt durch seine vielfältigen Wirkungen einen wissenschaftlich nachgewiesenen Anti-Ageing Effekt. Ein gesunder Lebensstil und eine sinnvolle, vorwiegend vegetarische haben ebenso eine lebensverlängernde – also eine Anti-Ageing Wirkung. «

Literatur:

1. Pelzmann B, Hallström S, Schaffer P, Lang P, Nadlinger K, Birkmayer GD, Vrecko C, Reibnegger G and Koidl B. (2003) "NADH-supplementation Decreased pinacidil-primed I K(ATP) in ventricular cardiomyocytes by Increasing intracellular ATP" Brit. J. Pharm. 139, 749-754.
2. Birkmayer G.D, Nadlinger K. (2002); Stabilized NADH improves the physical and mental performance in highly conditioned athletes. J.Tumor Marker Onc. 16; 51- 55.
3. Misner B. (1999) Nicotinamide Adenine Dinucleotide (NADH) as a biological ergogenic factor in short-term and prolonged exercise Sport Nutrition, 16; 1-4.
4. Zhang JR, Vrecko K, Nadlinger K, Storga D, Birkmayer GD, Reibnegger (1998) "The Reduced Coenzyme Nicotinamide Adenine Dinucleotide (NADH). Repairs DNA damage of PC12 cells induced by doxorubicin" J.Tumor Marker Oncol. 13, 5-17.
5. Fa-Quan L, Zhang JR (2003) X-ray induced LO2 cells damage rescued bnew Antioxidant NADH ", World J. Gastroenterol. 9(8): 1781
6. Busheri N, Taylor J, Lieberman S, Mirdamadi-Zonosi N, Birkmayer G, Preuss HG (1998) Oral NADH effects blood pressure, lipid peroxidation and Lipid profile in spontaneously hypertensive rats." Geriat. Nephrol.Urol.; 18(2) 95-100.
7. Henning Tim, H. Brümmendorf: 3-2010 Replikative Seneszenz: Telomere und Telomerase in Zellalterung und Karzinogenese; BIOSpektrum 16; S.271-273.
8. G. Blander, L. Guarente (2004) The Sir2 family of protein deacetylases. Annual Review of Biochemistry 73, 417-435.

Fotos: Irochka – Fotolia (S. 44) molekool.be – Fotolia (S. 45),
M. Schuppich – Fotolia (S. 46)