

Immun fitness

Teil 1: Was bedeutet eigentlich Gesundheit?

In dieser vierteiligen Serie vermittelt Jens Freese die neuesten Erkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Immunsystem, Stressreaktion und einer richtig dosierten Bewegung, um u.a. die individuelle Trainings- und Ernährungsplanung zu erleichtern.

Die Weltgesundheitsorganisation WHO definiert Gesundheit als vollständiges körperliches, mentales und soziales Wohlbefinden. Gesundheit stellt somit mehr dar als die bloße Abwesenheit von Krankheit. Ist man folglich so lange gesund, wie man nicht krank ist oder ist man schon krank, obwohl man sich noch gesund fühlt?

Die Homöostase

Der häufig zitierte Spruch „Keep in balance“ berechtigt zur Umschreibung, dass der menschliche Organismus mit all seinen untrennbaren Systemen (z.B. Nervensystem, Hormonsystem, Immunsystem) physiologisch gesehen stets nach der so genannten Homöostase (Aufrechterhaltung eines konstanten Milieus bei gleichzeitiger Anpassung an veränderte Stoffwechselbedingungen) strebt. Interessanterweise braucht der Körper zur Gesunderhaltung immer ein leichtes Chaos, um über spezifische Regenerationsprozesse (z.B. Erholung nach einem Muskelaufbautraining) eine neue Homöostase herzustellen. Sind diese Reize (die das „Chaos“ produzieren) hoch genug, treten in der Erholungsphase anabole (aufbauende) Effekte in Kraft. Die Auswirkungen äußern sich in einem Dickenwachstum der Muskulatur, in der Erhöhung der Knochendichte und in der Steigerung der Mitochondrienzahl. Sind sie unterschwellig, gerät der Mensch in eine katabole Stoffwechsellage. Ein Abbau zeigt sich beispielsweise in der Abnahme von Hirnstrukturen bei Alzheimer oder Demenz, in der Atrophie von Muskel- oder Knochenmasse nach Verletzungen oder bei chronischer Inaktivität. In der Sportwissenschaft beschreiben wir dieses physiologische Phänomen mit dem Prinzip der Superkompensation. Je nach Dauer und Intensität der Reizsetzungen kommt es zu einem mehr oder weniger starken Regenerationsprozess. Ein Muskel wächst folglich in der Erholungsphase, nicht während eines Trainings. Nur: ohne Abbau durch Belastung kein Aufbau durch Regeneration!

Die richtige Erholung

Regeneration ist in der Regel gleichzusetzen mit Reparation. Und Reparation steht untrennbar in Verbindung mit einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Entzündungsreaktion. Entsprechend müssen wir auch einen Muskelkater als Entzündung einstufen. Auch wenn es uns manchmal schwer fällt: Die wirksamste Erholungsmaßnahme nach intensivem Training ist die vollständige Ruhe. Weder Entzündungshemmer noch Eispackungen, Bandagen oder Stretching tragen zur Erholung der gestörten Balance bei. Im Gegenteil: Es gilt als bewiesen, dass z.B. Stretching bei Muskelkater die Heilung eher stört als fördert. An solchen Homöostase-Prozessen immer beteiligt: das angeborene und erworbene Immunsystem.

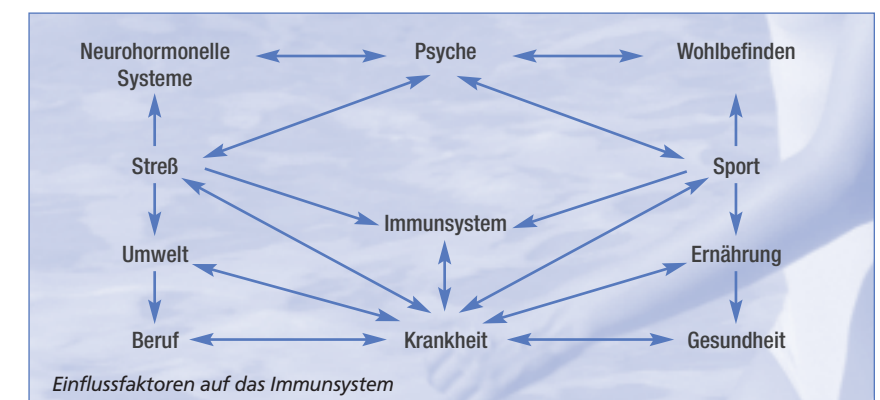
Was ist ein „gesundes“ Maß?

Die Frage, die wir uns als Trainer einmal stellen sollten: Ist regelmäßiges Fitnesstraining tatsächlich per se gesund? In unserem unerschütterlichen Glauben an die Sinnhaftigkeit unseres Berufes gehen wir einfach davon aus, dass dem so ist. Sind die viel zitierten Couch-potatoes eigentlich schon krank – sie wissen es nur noch nicht? Lebt Gesundheitssport von der angstgetriebenen Motivation jedes Einzelnen, nicht krank zu werden? Wie viel Aktivität steigert eigentlich die Abwehrkraft? Gibt es überhaupt gesund erhaltende Sportarten oder krank machende Belastungen? Wirken sich Wettkampfsituationen günstig auf die Leistung aus oder dämpfen bestimmte Stressfaktoren das menschliche Immunsystem? Wie kommt es, dass z.B. Tennisspieler Allergien entwickeln, wie kürzlich der deutsche Davis-Cup-Spieler Tommy Haas bei den German Open, dass Boxer wie Vitalij Klitschko aus heiterem Himmel einen Bandscheibenvorfall erleiden? Meine fachfremde Mutter würde hierzu sagen: „Die müsstest doch eigentlich topfit sein!“ Zu diesem Thema blieb mir ein Spruch meines früheren Sportmedizin-Dozenten,

Prof. Richard Rost, bis zum heutigen Tag in tiefer Erinnerung. Der damalige Leiter des Zentrums für Herz- und Kreislaufforschung an der Sporthochschule Köln wollte gleich in der ersten Vorlesung des neuen Semesters mit folgender Weisheit aufräumen: **„Wer fünf Kilometer am Tag läuft, lebt fünf Jahre länger, wer zehn Kilometer am Tag läuft, lebt zehn Jahre länger, und wer Marathon läuft, der stirbt gar nicht mehr!“**

Als Fitnesscoach, Personal Trainer oder Sporttherapeut werden Sie kaum ernsthaft bezweifeln, dass habituelles

lich Forschungsbedarf) zu beantworten oder, anders gesagt, um der Wahrheit ein Stück näher zu kommen, versucht diese Serie, Ihnen Erkenntnisse der Immunologie so darzustellen, dass Sie in Ihrem täglichen Gesundheitscoaching Anwendung finden bzw. Sie in Ihren Aussagen bekräftigen oder korrigieren. Denn was bringt Forschung, wenn wir sie nicht in die Tat umsetzen können? Ohne auf biochemische Details einzugehen, möchte ich Ihnen die Grundlagen über Aufbau und Struktur des menschlichen Immunsystems, natürliche Stressreaktionen und den aktuellen Wissensstand der sportimmunologischen Forschung in Auszügen näher bringen. Erkenntnisse aus diesem Gebiet erleichtern Ihnen nicht nur die Trainings- und Ernährungsplanung von neuen Mitgliedern und leistungsorientierten Kunden, sondern liefern



„Couching“, also gewohnheitsmäßiges, mit einer Tüte Chips, einer Cola und der Fernbedienung in der Hand bewaffnetes Liegen auf dem Sofa mit daraus resultierendem Übergewicht, ebenso Gesundheitsstörungen provoziert wie leistungsorientierte Marathon-, Sprint- oder Krafttrainingspläne, die die individuelle Regenerationsfähigkeit unberücksichtigt lassen. In beiden Fällen kommt es zur Beeinträchtigung der Belastbarkeit und damit zu einer erhöhten Anfälligkeit für Infektionen, Entzündungsreaktionen, Allergien oder ähnlichem. Symptome einer Erkrankung oder Verletzung sind somit lediglich Ausdruck eines aus der Balance geratenen Immunstatus.

Individuelle Belastbarkeit

Um diese Frage zumindest tendenziell (an vielen Stellen besteht noch reich-

Ihnen zudem einen Rahmen, in dem Sie Umfänge, Intensitäten und Regenerationszeiten unter gesundheitsorientierten Aspekten individuell steuern können.

Gesundheit – ist kompliziert

„Steigern Sie Ihre Vitalität“, „Schützen Sie sich vor freien Radikalen“, „Bringen Sie Ihre Abwehr auf Trab“ – mit solchen oder ähnlichen Werbeslogans operieren Pharmaindustrie, Supplementhersteller und Bewegungsanbieter, um Nahrungsergänzungsprodukte, Gewichtsreduktionskonzepte oder Bewegungsstrategien an den Mann oder die Frau zu bringen. Häufig werden oberflächlich pseudowissenschaftlich ermittelte Vorteile eines Produkts oder Konzepts aus dem gesamtgesundheitlichen Zusammenhang gerissen, ohne auf mögliche Gefahren, Überdosierung-



VORSCHAU

Teil 2: Wie schützt das Immunsystem vor Krankheit?

Teil 3: Wie viel Stress ist gesund?

Teil 4: Halten Sport und Vitamine wirklich fit?

gen, fehlende Evidenz oder schlichtweg effektlose Geldverschwendung hinzuweisen. Deshalb sollten wir als Trainer oder Therapeut uns eine differenzierte und unbeeinflusste Betrachtungsweise gegenüber vermeintlichen Innovationen bewahren, die möglicherweise mehr schaden als nutzen. Kosten und Nutzen zeigen sich oftmals erst im praktischen Alltag. Manche Trainings- oder Ernährungskonzepte zeigen bei Kunde X einen positiven Einfluss auf die Verbesserung seiner Osteoporose, bei Kunde Y jedoch eine negative Wirkung auf seinen chronischen Rückenschmerz.

Komplex „Mensch“

Der Körper eines Individuums funktioniert nicht allein auf der physischen (Konditions-)Ebene, sondern steht in ständiger Wechselwirkung mit psychischen Prozessen. Er lässt sich auch nicht standardisiert bewegen, behandeln oder therapieren. Lösungsansätze, die Gesundheitsstörungen eines Menschen nur durch die Brille eines Ernährungsexperten, eines Sportwissenschaftlers oder eines Psychologen isoliert betrachten, müssen zwangsläufig scheitern. Übergewichtigen mit Diätkonzepten zu begegnen, führt zu noch mehr Übergewicht. Übergewichtigen mit Trainingsplänen zu versorgen führt mittelfristig zum Motivationsverlust. Übergewichtige brauchen von allem etwas. Deshalb verlangt eine qualifizierte Gesundheitsbetreuung in einem Fitnessclub oder im Personal Training weder Spezialisierung noch Generalisierung, sondern ein komplexes Wissensportfolio.

Die richtige Mischung macht's

Jede Störung im Körper ist erst einmal individuell. Gesundheit ist ein komplexes Gebilde aus psychischen, nervlichen und immunologischen Einflüssen. Und dies ist der Grund, warum

das deutsche Gesundheitswesen trotz oder gerade wegen der ständigen Reformen am eigenen Tropf hängt. Die verschiedenen medizinischen und therapeutischen Disziplinen spezialisieren sich in einer Ausprägung, dass kaum einer mehr die physiologischen Zusammenhänge z.B. einer Entzündung erkennt. Ernährungswissenschaftler empfehlen, Omega-3-Fettsäuren zu verwenden, Physiotherapeuten behandeln mit Querfraktion oder TENS, Sportwissenschaftler belasten die betroffene Struktur im schmerzfreien Bereich, Heilpraktiker setzen auf Globulis und Allgemeinmediziner vertrauen der pharmakologischen Schmerzhemmung. Überall finden wir möglicherweise richtige Ansätze und Überlegungen, aber nur die richtige, d.h. individuelle Mischung führt letztendlich zum Ziel.

Genetische Mutationen

Jeder Mensch ist eine einzigartige Sammlung von Chromosomen, die trotz 3 Milliarden verschiedener Individuen keinen einzigen Klon auf der ganzen Welt findet. Ein erster grober Unterschied lässt sich in den menschlichen Gruppierungen finden: Die Haut eines Afrikaners toleriert UV-Strahlung besser als die eines Nordeuropäers, der Darm eines Nordeuropäers akzeptiert Kuhmilch eher als der eines Afrikaners. All diese Unterschiede basieren auf Evolutionsprozessen. Polymorphismen, also genetische Mutationen, sorgen dafür, dass der Mensch

sich der Umwelt anpasst, um das Überleben der Spezies Mensch zu sichern. Dieser Prozess, der dazu führt, dass schwache Phänotypen, wie z.B. Mukoviszidose-Kinder (werden durchschnittlich nur 20 Jahre alt), durch Selektion ein natürliche Auslese erfahren, vollzieht sich über Generationen. Heutzutage passt der Mensch sich seiner Umwelt um ein Vielfaches schneller an, als die Evolution den Körper an die Umwelt anpassen könnte.

Die „moderne“, technisch und künstlich orientierte Lebensweise westlicher Zivilisationen überrumpelt die menschlicher Evolution mit einer Geschwindigkeit, auf die der Körper aufgrund fehlender genetischer Anpassung nur mit Überforderung reagieren kann. Innerhalb weniger Generationen sind wir vom Arbeitstier zum Geisteswissenschaftler mutiert. Das Ergebnis: eine rasante Zunahme von Diabetes-Typ II, Allergien und das Auftreten (noch) unheilbarer Krankheiten wie ALS (Amyotrophe Lateralsklerose) oder MS (Multiple Sklerose). Überspitzt könnte man formulieren: Die Evolution des Menschen hat es noch nicht geschafft, unseren Körper an McDonalds und Playstation adäquat anzupassen! Wenn man bedenkt, dass Anpassungen an veränderte Lebensumstände in Zyklen von etwa 100.000 Jahren ablaufen, dann sollten wir unseren Kunden erklären, wie wir uns in der heutigen Zeit ernähren, bewegen und gleichermaßen mental herausfordern, um das Immunsystem nicht vor unlösbare Aufgaben zu stellen.

Jens Freese | Dipl.-Sportwissenschaftler, Sporttherapeut DVGS sowie PNI-Therapeut.



Immunfitness

Teil 2: Wie schützt das Immunsystem vor Krankheit?

Nachdem Jens Freese im ersten Teil genauer auf den Begriff Gesundheit eingegangen ist, widmet er sich im folgenden Teil der Funktion des Immunsystems.

Unser Immunsystem ist ein komplexes System zur Abwehr fremder Substanzen (Antigene) und zur Vernichtung fehlerhafter Zellen, um Gefahren vom Körper abzuwenden. Solange wir es durch physische und psychische Stressfaktoren, Fehlernährung und Bewegungsdefizite bzw. Übertraining nicht dauerhaft schwächen, sollte wenig Misstrauen bestehen, das eigene Abwehrsystem könnte mit Bakterien, Viren, Entzündungen oder täglich auftretenden Tumorzellen nicht fertig werden. Um genauer zu verstehen, wie das Immunsystem uns vor der Umwelt schützt, wie Bewegung, Ernährung und Stress in das Immunsystem positiv oder negativ eingreifen, müssen wir zuerst einen kleinen Exkurs in die Immunologie unternehmen.

Die Immunologie

Neben einem **angeborenen Immunsystem**, das die unspezifische Abwehr gegen Fremdkörper bildet, existiert ein

erworbenes Immunsystem (auch adaptives Immunsystem genannt), das spezifische Abwehrmechanismen zur Verfügung stellt. Um z.B. entartete Zellen (Krebszellen) zu eliminieren, muss der Körper die Fähigkeit besitzen, zwischen „sich selbst“ und „nicht sich selbst“ zu unterscheiden. Auf diese Weise werden Krankheitserreger und Tumorzellen als fremd erkannt und nicht körpereigenes Gewebe wird vom Immunsystem angegriffen. Nach einer Identifizierung bekämpfen bestimmte Mechanismen die schädlichen Strukturen. Hierfür steht uns ein höchst effektives System zur Verfügung, an dem mehrere Zellarten und chemische Moleküle beteiligt sind.

Angeborenes und erworbenes Immunsystem

Zum Immunsystem werden folgende Organe oder Gewebeverbände gezählt:

1. Das Knochenmark ist nach dem dritten Lebensmonat der einzige Produzent der Abwehrzellen (Lymphozyten). Bis zu diesem Zeitpunkt findet die Blutbildung auch in der Leber und im Thymus statt.
2. Zum Lymphsystem gehören vor allem Lymphknoten und Lymphbahnen, die die Lymphknoten untereinander verbinden. Die meisten Ab-

wehrzellen zirkulieren zwischen dem Blutkreislauf und dem Lymphsystem.

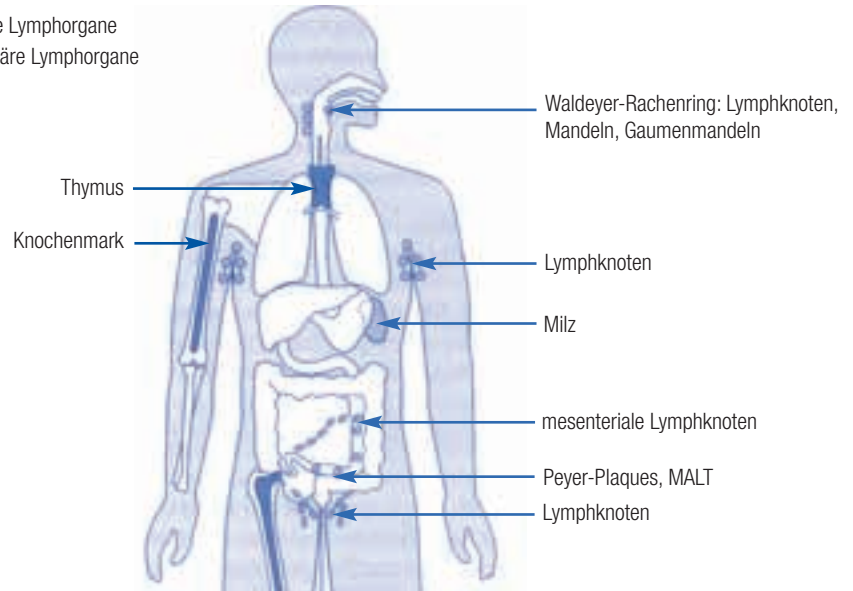
3. Die Milz gehört beim Erwachsenen zu den sekundären Immunorganen. In der Milz werden alte und fehlerhafte Blutzellen abgebaut.
4. Gaumen- und Rachenmandeln gehören zu den lymphatischen Geweben. Ihre Funktion ist vor allem die Abwehr von Krankheitserregern, die über Mund und Nase aufgenommen werden.
5. Der Thymus (Bries) spielt bei Säuglingen und Kleinkindern eine wichtige Rolle in der Reifung der T-Lymphozyten. Mit zunehmendem Lebensalter verkümmert der Thymus. Bei Erwachsenen enthält er nur noch wenige Reste Lymphgewebe.
6. Sesshafte Immunzellen kommen in jedem Organ vor. Hierzu gehören z.B. die "Kupffer'schen Sternzellen" der Leber.
7. Das Schleimhaut assoziierte Lymphgewebe (MALT) ist eine Ansammlung von Lymphgeweben im Bereich des Dünndarmes, wo sich der Körper täglich Fremdstoffen widersetzt.
8. Das Blut mit seinen Abwehrzellen (Leukozyten, Granulozyten), Antikörpern und dem Komplementsystem zählt insgesamt zu den Organen des Immunsystems.

Das **angeborene** Immunsystem bekämpft Infektionserreger, ohne dass der Organismus vorher mit dem Erreger Kontakt hatte. Zirka 90 Prozent aller Infektionen werden durch das angeborene Immunsystem erkannt. Die Aufgaben des angeborenen Immunsystems nehmen verschiedene Zellen wahr. Hierzu gehören:

- ▶ neutrophile Granulozyten,
- ▶ Monozyten/Makrophagen und
- ▶ dendritische Zellen.

Neutrophile Granulozyten, aktiviert durch Botenstoffe (Zytokine), wandern aus den Blutgefäßen in das betroffene Gewebe ein. Dort vernichten sie Krankheitserreger durch Phagozytose. Ma-

- Primäre Lymphorgane
- Sekundäre Lymphorgane



Lymphorgane und -systeme

krophagen (Riesenfresszellen) halten sich im Gewebe auf. Sie erkennen und fressen (phagozytieren) in das Gewebe eingedrungene Erreger. Darüber hinaus spielen Makrophagen bei der Beseitigung schädlicher Abfallprodukte eine entscheidende Rolle, wie z.B. in der akuten Entzündungsphase einer akuten Sportverletzung. Natürliche Killerzellen (NK-Zellen) können im Gegensatz zu T-Zellen ohne vorherige Aktivierung unmittelbar reagieren.

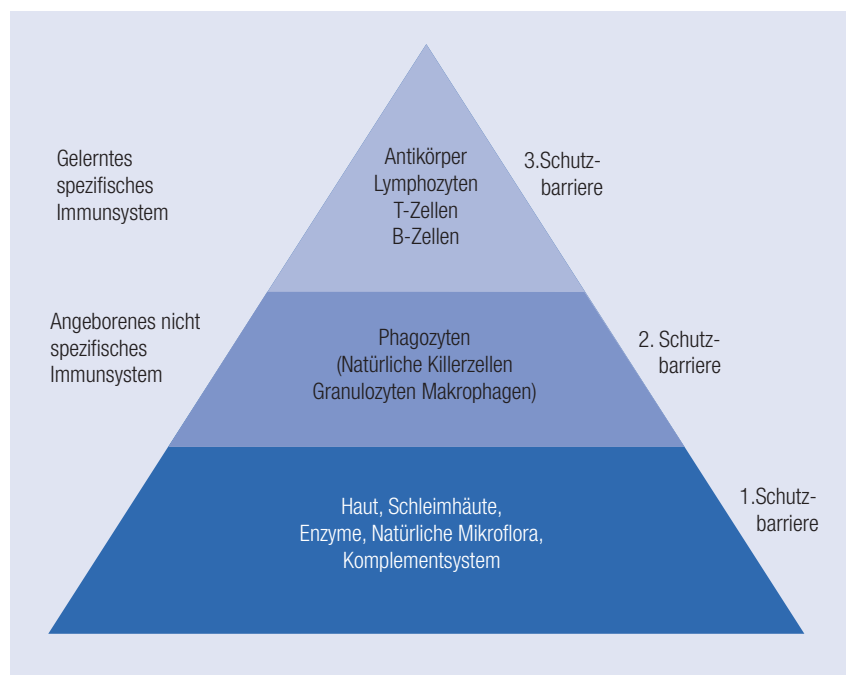
„First line of defense“

Mechanische Barrieren sorgen dafür, dass die Fremdstoffe erst gar nicht in den Körper eindringen oder ihn möglichst schnell wieder verlassen. Die Gesamtheit aller folgenden Barrieren wird als die „First line of defense“ bezeichnet. Bei genauerer Betrachtung der Liste wird deutlich, warum wir auf eine funktionsfähige Darmflora achten sollten. 80 Prozent der „ersten Abwehrlinie“ befinden sich im Darm, der Rest in

1. der Haut: äußere Schicht als Barriere; Hauttalg, Schweiß und Normalflora als Wachstumsbremsen für körperfremde Mikroorganismen
2. der Schleimhaut: Bindefunktion des Schleims

3. der Nase: Abfangfunktion des Nasenschleims; Abtransportfunktion der Flimmerhärchen
4. den Augen: Abtransportfunktion der Tränen
5. den Atemwegen: Bindefunktion des Schleims; Abtransportfunktion der Flimmerhärchen
6. der Mundhöhle: antimikrobielle Speichelenzyme bekämpfen Mikroorganismen
7. dem Magen: Salzsäure des Magens und Eiweiß abbauende Enzyme zerstören Bakterien und Mikroorganismen
8. dem Darm: Infektabwehr durch lymphatisches Gewebe und Bakterien; Abtransportfunktion durch Entleerung (Stuhlgang)
9. dem Harntrakt: Abtransportfunktion durch Harnausspülung

Über das angeborene Immunsystem hinaus besitzt die Abwehr höher entwickelter Organismen ein **anpassungs- und erinnerungsfähiges Teilsystem**, das vor allem gegen Viren hocheffektiv ist. T- und B-Zellen gehören beide zu den Lymphozyten, einer Untergruppe der Leukozyten (weiße Blutkörperchen). Beide Zelltypen entwickeln sich im Knochenmark.



Aufbau des Immunsystems

Erkennungsmechanismus

Das **adaptive Immunsystem** zeichnet sich durch die Anpassungsfähigkeit seiner Waffen gegenüber dem Angreifer aus. Im Rahmen dieser Anpassung sind die Zellen des adaptiven Immunsystems (T- und B-Zellen) in der Lage, spezifische Strukturen der Angreifer zu erkennen und gezielt zelluläre Abwehrmechanismen und molekulare Antikörper zu bilden. Nach der Infektion bleiben diese spezifischen Antikörper und die sog. Gedächtniszellen erhalten, um künftig den gleichen Angreifer mit kürzerer Reaktionszeit unschädlich zu machen. Damit das adaptive Immunsystem vom Angreifer überhaupt Kenntnis erlangt, bedient es sich Antigen-präsentierender Zellen. Hierzu zählen z.B. Makrophagen und dendritische Zellen. Diese Zelltypen gehören zum angeborenen Immunsystem. Sie sind in der Lage, auf ihrer Oberfläche Muster der Erreger zu präsentieren. Damit besteht eine Verbindung zwischen dem angeborenen und dem adaptiven Immunsystem.

Schwachstellen des Immunsystems

Wie in allen biologischen Systemen, so können sich auch im Immunsystem Fehler einschleichen:

- Das Immunsystem kann die Fähigkeit verlieren, auf bestimmte frem-

de Stoffe angemessen zu reagieren. Dabei kommt es zu Überreaktionen wie Allergien.

- Antikörper bildende Immunzellen können unter bestimmten Bedingungen auf den eigenen Körper ansprechen und damit eine Autoimmunreaktion hervorrufen. Die Folge: Autoimmunerkrankungen wie Polyarthrit, Psoriasis, Morbus Crohn etc.
- Hüllen Viren sich in eine Schicht ein, die der Körper nicht als fremd erkennt, so sind sie nicht erkennbar. Einem Nichterkennungs-Mechanismus liegt die Krebsentstehung zugrunde.

Ein gesundes Immunsystem hilft dem Menschen dabei, diverse Krankheitserreger, insbesondere solche, die sich an den Menschen angepasst haben, zu bekämpfen und damit einen Krankheitsausbruch zu verhindern oder Krankheitssymptome zu mildern beziehungsweise den Krankheitsverlauf zu verkürzen. Maßnahmen wie Ernährung inklusive aller für den Organismus notwendigen Mikronährstoffe wie Mineralien (besonders Eisen, Zink und Selen), Vitamine sowie ausreichend Schlaf, Heilfasten, stressfreier Tagesablauf, regelmäßige Bewegung und regelmäßige Abhärtung (z.B. Sauna) dienen der Stärkung des eigenen Immunsystems und da-

mit der Vorbeugung von Infektionserkrankungen.

Auch Sonnenlicht stärkt das Immunsystem. So stellten Forscher fest, dass Sonnenlicht den Körper im Kampf gegen bakterielle Infektionen unterstützt. Bestimmte Immunzellen besitzen auf ihrer Oberfläche einen spezifischen Rezeptor. Dieser Rezeptor wird bei einer Bakterieninfektion durch Bestandteile dieser Erreger aktiviert und veranlasst die Immunzelle, eine Vorstufe von Vitamin D (25-Hydroxyvitamin D) zu produzieren. Parallel dazu bildet die gleiche Zelle einen weiteren Rezeptortyp aus, der auf die Erkennung von Vitamin D spezialisiert ist. Sonnenlicht wird somit dafür benötigt, dass die Immunzelle die Vorstufe des Vitamin D in das aktive Vitamin umwandeln kann.

Sonne puscht Immunsystem


Aus diesem Grunde war vor mehr als 100 Jahren das tägliche Sonnenbad ein fester Bestandteil der Tuberkulosetherapie. Sonnenlicht ist somit essentiell für die Vitamin-D-Produktion. Die Frage ist nur: wie viel? Amerikanische Vitamin-D-Forscher fanden heraus, dass das Optimum bei dunklen Hauttypen bei maximal 15, bei hellen Hauttypen bei höchstens 10 Minuten ungeschütztem Sonnenbaden liegt. Empfehlenswert ist daher: die ersten 10 Minuten ungeschützt der Sonne aussetzen, anschließend Schutzfaktor auftragen und nach einer gewissen Einwirkungszeit sich auf die Liege zurück begeben. Insbesondere Nordeuropäer, die lediglich drei bis vier Monate pro Jahr ausreichend Sonnenlicht erhalten, sollten sich im Winter einen Urlaub im Süden gönnen, gelegentlich geeignete Solarien aufsuchen, die nackte Haut an die wenigen intensiven Sonnenstrahlen halten oder Vitamin-D-Präparate einnehmen. So bleiben die Immunzellen über das ganze Jahr aktiv und der Vitamin-D-Status konstant.

Jens Freese | Dipl.-Sportwissenschaftler, Sporttherapeut
DVGS sowie PNI-Therapeut.



Immunfitness

Teil 3: Wie viel Stress ist gesund?



Nachdem Jens Freese in den beiden ersten Teilen dieser Serie die Grundlagen von Gesundheit und Immunologie in aller Kürze dargestellt hat, widmet er sich nun im vorliegenden dritten Teil der Stressforschung und seiner Schnittstelle zum Immunsystem.

Bin gerade im Dauerstress, „mein Magen schmerzt seit Tagen“, „meine Migräne meldet sich“ – solche und ähnliche Sprüche begegnen mir täglich im Coaching von Unternehmern, Managern und Führungskräften. Einige sind Dauergäste in Arztpraxen oder Apotheken. Diese ständige Konfrontation mit dem Begriff Stress veranlasste mich vor geraumer Zeit, dieses Phänomen etwas genauer unter die Lupe zu nehmen.

Was ist eigentlich Stress?

Ist Stress grundsätzlich negativ? Wie wirkt sich psychischer Stress körperlich aus? Warum wird der Mensch nach längeren Stressphasen häufig krank? Bestehen Zusammenhänge zwischen Stress und der Schwächung des Immunsystems und wie lassen sich sportliche Belastungen in diesem Kontext einordnen? Die spannende Frage lautet: Welches Maß und welche Form von Belastungen im Beruf, im Privatleben und im Sport fördern oder hemmen die Gesundheit? Schon Paracelsus war der Ansicht, dass die Dosis die Wirkung bestimmt!

Wenn wir als Trainer die Auswirkungen von Stress auf die Gesundheit besser verstehen lernen, dann fällt es uns leichter, auf der Trainingsfläche die Gespräche und die Trainingsge-



Abb. 1.:
Psychosoziale Stressoren. Ergebnisse einer Befragung von über 1.000 Bundesbürgern zu den Faktoren, die bei ihnen Stress auslösen.

staltung so auf die Stimmung des Kunden abzustimmen, dass er sich nach einem Workout in jedem Fall besser fühlt. Ein Beispiel: Würden wir das Thema Stretching wissenschaftlich untersuchen, müssten wir Dehnung als reine Zeitverschwendung einordnen. Die nachweisbaren physiologischen Effekte gehen bei 2–3 Trainingseinheiten pro Woche praktisch gegen Null. Dagegen sprechen allerdings die Aussagen unserer Kunden. Fühlen sie sich nach einer ausgedehnten Stretching-Session besser, dann haben wir unser Ziel trotz wissenschaftlicher Fragwürdigkeit erreicht – vielleicht nicht gerade auf der physiologischen, aber zumindest auf der psychischen Ebene.

Die Evolution

Betrachten wir Stress erst einmal aus Sicht der Evolution: In Stress zu geraten ist überlebenswichtig. Denn droht uns Gefahr, reagieren wir automatisch mit einer Mobilmachung, die uns auf Kampf oder Flucht vorbereitet: Der Puls beschleunigt sich, der Blutdruck schnellte nach oben, die Muskeln steigern die Spannung. Der Körper schüttet in diesem Moment Stresshormone aus und stellt in Sekundenbruchteilen zusätzliche Energie zur Verfügung. In Zeiten, in denen wir natürlichen Fein-

den noch davonlaufen mussten, entwickelte der Mensch diese physiologische Kaskade als sinnvolle Überlebensstrategie. Die natürlichen Feinde sind verschwunden, die körpereigenen Reaktionen auf Gefahr und Bedrohung jedoch bis heute geblieben. Nur heißen die Gefahren im 21. Jahrhundert nicht mehr Mammut oder Tiger, sondern Terminstress, Existenzdruck oder Überforderung am Arbeitsplatz. Eine repräsentative Umfrage der DAK aus dem Jahre 1997 (siehe Abb. 1) ergab, dass neben dem Verlust naher Angehöriger stressproduzierende Faktoren am Arbeitsplatz den größten Stress verursachen.

Individuelles Stressempfinden

Stress kann für den Menschen aus zweierlei Gründen zu einem ernsthaften Problem werden: Zum einen entscheidet die individuelle Stresstoleranz darüber, wie ein Mensch Stress verarbeitet. Entscheidend für das Stressempfinden ist, wie ein Mensch eine bestimmte Situation bewertet: als Herausforderung oder Überforderung. Aber auch eine anfänglich positiv-motivierende Herausforderung kann schnell zur Überforderung werden. Wie wir vom Prinzip der Superkompensation aus der Trainingslehre wissen, sorgt eine leichte Zerstörung des dy-

namischen Gleichgewichts (Homöostase) für eine Anpassung; ein zu hoher Trainingsreiz führt jedoch zur Verletzung (Trauma). Ähnlich verhält es sich mit Stress auch: Kurzzeitiger Stress wirkt leistungsfördernd, lang anhaltender Stress verhindert die Regeneration. Zum anderen können wir – im Vergleich zu unseren Vorfahren – einer Stresssituation am heutigen Arbeitsplatz, im Familienleben oder im Sport nicht mehr so einfach davonlaufen – zumindest nicht ohne negative Konsequenzen. Ungelöst stauen sich Stressreize auf; die Stressreaktion findet keinen Hebel zum Abschalten. Dadurch laufen anaerobe Prozesse auf lokaler Gewebeebene (z.B. Achillessehne) zu lange ab, Zellen werden chronisch unterversorgt (Hypoxie) und plötzlich, „aus heiterem Himmel“, ereilt uns der Bandscheibenvorfall in der Halswirbelsäule. Zufall?

Dauerhafter Alarmzustand

Im Alltagstrott fehlt häufig das Ventil, um aus dem inneren „Dampfkessel“ Druck entweichen zu lassen. Das Resultat: Wer Situationen häufig als bedrohlich empfindet und die angehäufte Energie nicht gezielt abbaut, gerät in einen dauerhaften Alarmzustand (chronischer Stress). Schätzungen gehen davon aus, dass jeder Dritte in Deutschland permanent an Stresssymptomen leidet. Stress hat sich, laut einer Studie der UNO, zu einer Epidemie dieses Jahrhunderts entwickelt.

Körperliche Auswirkungen von Stress. Eigentlich versteht man unter Stress die Auswirkungen (Symptome) der auslösenden Faktoren (Stressoren). Sie können z.B. physikalischer (Kälte, Hitze, Lärm, Sonneneinstrahlung etc., siehe Abb. 2) oder toxischer Natur sein (z.B. Zigarettenrauch). Auch bestimmte innere Einstellungen, Erwartungshaltungen und Befürchtungen können auf emotionaler Ebene Stressoren sein. Stress stellt somit die Anpassung des Körpers an diese Stressoren dar.



Auswirkungen von Stress

Physiologisch löst ein hoher Stressreiz eine Alarmsituation aus, die sich in den Organen und Geweben des Körpers wie folgt bemerkbar macht:

Lunge: Die Bronchien weiten sich, die Atemfrequenz steigt. Die Lungen nehmen mehr Sauerstoff auf, den die Zellen für die Mehrarbeit brauchen.

Herz: Puls und Blutdruck steigen. Das Herz pumpt schneller und stärker, um Sauerstoff und Nährstoffe ebenfalls schneller zu den Zellen zu transportieren.

Gehirn: Das Gehirn stuft eine bestimmte Situation als Bedrohung ein. Der Hypothalamus im Zwischenhirn löst akuten Stressalarm aus.

Nebennieren: Die sich auf den Nieren befindenden Drüsen schütten verstärkt die Stresshormone Adrenalin und Cortisol aus.

Leber: Gespeicherter Zucker wird als zusätzlicher „Treibstoff“ für die Muskeln ins Blut abgegeben.

Sympathisches Nervensystem: Es setzt vermehrt das Hormon Noradrenalin frei.

Darm: Bei Gefahr drosselt der Darm die Verdauungsleistung. Die eingesparte Energie steht den Muskeln zur Verfügung.

„The stress response of the body is somewhat like an airplane readying for take-off“, beschreibt ein amerikanischer Forscher das Phänomen Stressalarm. Bei Stress, wie schwerer körperlicher Arbeit, Lärm, Leistungssport, psychischen und mentalen Belastungssituationen oder schweren Krankheiten, setzt der Organismus die Stresshormone Adrenalin, Noradrenalin und Dopamin frei, die über einen bestimmten Signalweg die Synthese und Ausschüttung des Cortisols aus der Nebennierenrinde stimulieren. Cortisol kennen

wir in Form von Kortison in der Behandlung von Entzündungszuständen. Cortisol dämpft einen Alarmzustand wie eine akute Entzündung. Daneben führt jedoch Stress in jeder Form auch zur Aktivierung des Sympathikus, der wiederum den Signalweg zur Ausschüttung von Cortisol aufrechterhält. Auf diese Weise entwickelt sich eine chronische Stressreaktion, die häufig in einer Erschöpfung der Nebenniere endet. Krankheitsbilder wie ein chronisches Müdigkeitssyndrom oder verschiedene Formen von Depressionen sind die logische Konsequenz. Untersuchungen belegen, dass Frauen intensiver und länger auf Stresssituationen reagieren und grundsätzlich stressempfindlicher sind als Männer. Das hängt damit zusammen, dass Frauen vor Stress geschützt werden müssen. Auch dies ist ein Überbleibsel der Evolution: Frauen sind für die Erhaltung der Art zuständig. Stresshormone behindern jedoch die Fortpflanzung.

Stresshormone

Als Stresshormon wird ein Botenstoff bezeichnet, der Anpassungsreaktionen des Körpers bei besonderen Belastungen bewirkt. Die ursprüngliche Funktion der Stresshormone ist das Freisetzen der Energiereserven des Körpers als Vorbereitung auf eine bevorstehende Flucht oder einen Kampf – beides unmittelbare Reaktionen auf eine Stresssituation.

In Stresssituationen wird ein bestimmtes Protein in den Zellen aktiv, welches Entzündungen auslöst und Abbauprozesse in Gang hält. Stress ist demnach katabol. Auf einen kurzzeitigen Stress muss daher eine Regenerationsphase folgen, damit das Immunsystem nicht hyperaktiv wird. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass anhaltender Stress die Länge der Chromosomenenden (Telomere) negativ beeinflusst, was wiederum zu einer beschleunigten Alterung von Körperzellen führt. Dies könnte eine Ursache dafür sein, warum Menschen mit Stress anfälliger sind für Erkrankungen z.B. des

Herz-Kreislauf-Systems oder auch des Immunsystems.

Die Stressreaktion wird in drei Phasen unterteilt:

1. Schockphase

Die erste Phase heißt Schockphase und folgt auf die akute Einwirkung des Stressors. An körperlichen Veränderungen machen sich arterieller Blutdruck (Hypotonus), Körpertemperaturabsenkung, Unterzuckerung des Blutes (Hypoglykämie), verminderte Harnabsonderung, Verringerung der Elektrolyte Chlorid, Natrium und Kalium im Blut sowie eine Vermehrung der Lymphozyten bemerkbar. Die Lymphozyten stellen an dieser Stelle den ersten Kontakt zwischen der hormonvermittelten (endokrinen) Stressreaktion und dem Immunsystem her.

2. Widerstandsphase

In der Widerstandsphase folgt, vermittelt durch das sympathische Nervensystem, eine rasche Ausschüttung des Hormons Adrenalin. Adrenalin setzt Glucose und freie Fettsäuren aus den Energiespeichern der Leber, der Muskulatur und des Fettgewebes frei. Es kommt zu einer Stimulation der Herzaktivität und der Atmung. Der Blutdruck erhöht sich. Zudem werden andere stressabhängige Hormone wie Cortisol und Wachstumshormone freigesetzt. Sie bewirken eine Stabilisierung der stressinduzierten Stoffwechselvorgänge, insbesondere bei chronischem Stress.

3. Erschöpfungsphase

Wirken die Stressoren unvermindert stark ein, kommt es zur Erschöpfungsphase. Die Bildungskapazität der Nebenniere nimmt unvermindert ab. Damit sinkt auf der einen Seite der hemmende Einfluss von Cortisol auf Entzündungen im Körper. Auf der anderen Seite fallen die Spiegel von

TRAINER FÜR IMMUNFITNESS

In dieser eintägigen Trainerausbildung erfahren Sie mit welchen Maßnahmen Sie Ihre Fresszellen (Makrophagen) und natürliche Killerzellen (natural killer cells) auf Trab bringen, wie die Stresshormone Adrenalin und Cortisol das Immunsystem im Gleichgewicht halten, welche Mikronährstoffe und Nahrungsergänzungen positiven Einfluss haben und welche Trainingsintensität förderlich und welche das so genannte Open Window-Phänomen produziert. Am Ende dieses Kurstages wissen Sie, wie Sie die Fitness Ihres Immunsystems oder das Ihrer Kunden positiv beeinflussen und somit aktiv zur Krankheitsprävention beitragen.

Termin Herbst/Winter 2007: 21. Januar 2007 in Bergheim bei Köln. Infos: www.trainer-akademie.com

Adrenalin und Noradrenalin, wodurch es zur Antriebsschwäche mit leichten Depressionen, im schlimmsten Fall mit Tod enden kann, wie z.B. bei starken Verbrennungen.

Leistungssteigerung der Muskeln und Hemmung der Ruheorgane. Kurz anhaltender Stress, wie er z.B. vor einem wichtigen Fußballspiel, im Volksmund auch Lampenfieber genannt, ist für die Erbringung von Höchstleistungen eine unbedingte Voraussetzung. Eine solche Konfrontation interpretiert unser Hirn immer noch als Alarmphase. Und in einer Bedrohungssituation werden die Skelettmuskeln vermehrt mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt, die für die Bereitstellung von Energie in Form von ATP durch die Oxidation von Glukose und Fett benötigt werden. Eine Steigerung der Durchblutung der Muskeln erfolgt durch Erhöhung des Blutdrucks, der Umlaufgeschwindigkeit des Blutes und durch Erweiterung der Blutgefäße der Muskeln. Die Steigerung des Blutdrucks erfolgt durch Erhöhung der Schlagfrequenz und des Schlagvolumens des Herzens sowie durch eine Verengung der herznahen Blutgefäße. Der vermehrte Sauerstoffbedarf wird durch die Verstärkung der Atmung (Ventilation) und durch die gesteigerte Synthese roter Blutkörperchen aus den blutbildenden Geweben gedeckt. Der erhöhte Nährstoffbedarf wird durch Freisetzung von Fettsäuren aus dem Fettgewebe und von Glukose aus dem Glykogenvorrat der Muskeln und der Leber bedient. Die Darmmuskulatur entspannt sich, wodurch die Verdauung gehemmt wird. Lymphatische Organe wie Thymusdrüse, Milz und Lymphknoten vermindern die Antikörperproduktion, damit steigt die Infektgefahr. Cortisol hemmt Entzündungen in den Geweben und durch den Einfluss von Endorphinen nimmt der Körper Schmerzen in Belastungssituationen kaum wahr. Die allgemeine Erhöhung des Grundumsatzes führt zu einer Steigerung der Körperkerntemperatur. Dadurch laufen die biochemischen Reaktionen schneller ab.

Schwaches Immunsystem

Diese autonomen ablaufenden Prozesse sollten wir im Hinterkopf behalten, wenn wir mit stressgeplagten Kunden im Club oder beim Personal Training arbeiten. So macht es z.B. wenig Sinn,

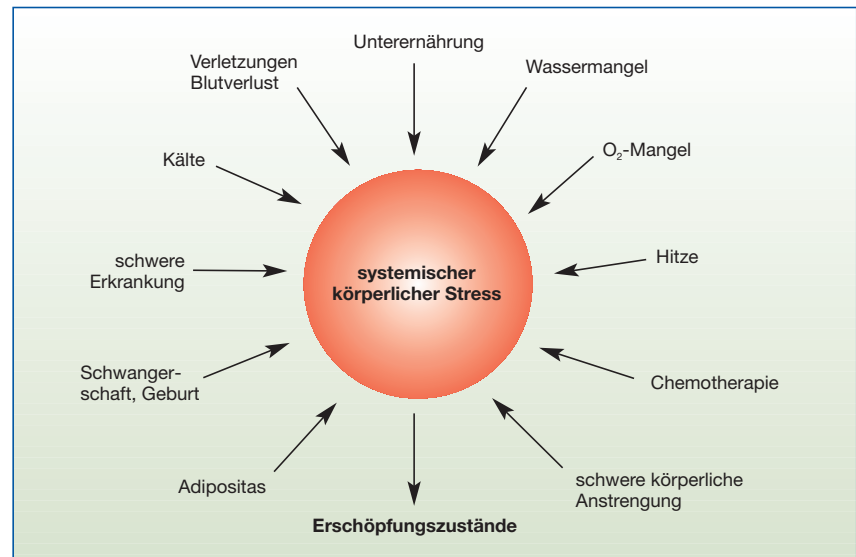


Abb. 2: Stress auslösende Faktoren

krampfhaft an Trainingszielen, wie z.B. der Stärkung der Rückenmuskulatur, festzuhalten, wenn es den gestressten Kunden eher nach Entspannung düstert. Auf der anderen Seite kann auch ein spielerisches Krafttraining in Form von Fitness-Boxen, einer Body-Pump-Stunde oder einer Runde Badminton die Stressreaktion abschalten. Ausdauerorientierte Bewegungsformen werden zwar bevorzugt, obwohl auch ein kurzes, knackiges Krafttraining die Stressreaktion bei dem ein oder anderen abschalten kann. Wichtig ist: es muss Spaß machen!

Steuerung der Stressreaktion

Über die Sinnesorgane gelangen Informationen über Stressoren in das Großhirn und ins limbische System. Hier findet die Bewertung der Situation als Stresssituation statt. Wurden Stressreize, wie z.B. Zeitdruck, schon früher als Stress gedeutet, wird ein ähnlicher Reiz den gleichen Prozess initiieren. Biochemisch gesprochen, aktivieren solche Signale den Hypothalamus. Der Hypothalamus (Steuerzentrum des vegetativen Nervensystems im Zwischenhirn) aktiviert einerseits den Sympathikus, andererseits ist er Ausgangspunkt einer Kaskade von Hormonen, die die Stressreaktion verstärken und erweitern. Diese Hormone wirken wiederum auf andere Hormondrüsen (z.B. Nebenniere oder Schilddrüse), die ihrerseits Hormone ausschütten. Diese Hormone wirken auf ihre Zielorgane ein. Auf diese Weise gewährleistet der Organismus,

dass sich eine kurzfristige Stressreaktion bei fehlenden Stressoren im Normalfall wieder abschaltet. Die Frage ist: Welche evolutionär neuen Stressoren wie Leistungsdruck, Mobbing, Existenzangst, Handystrahlung, Fluglärm, Autoabgase o.Ä. interpretiert unser Hirn als physiologische Reize? Wo hört die physiologische Toleranz (Gesundheit) auf und wo beginnt das pathologische Geschehen (Krankheit)?

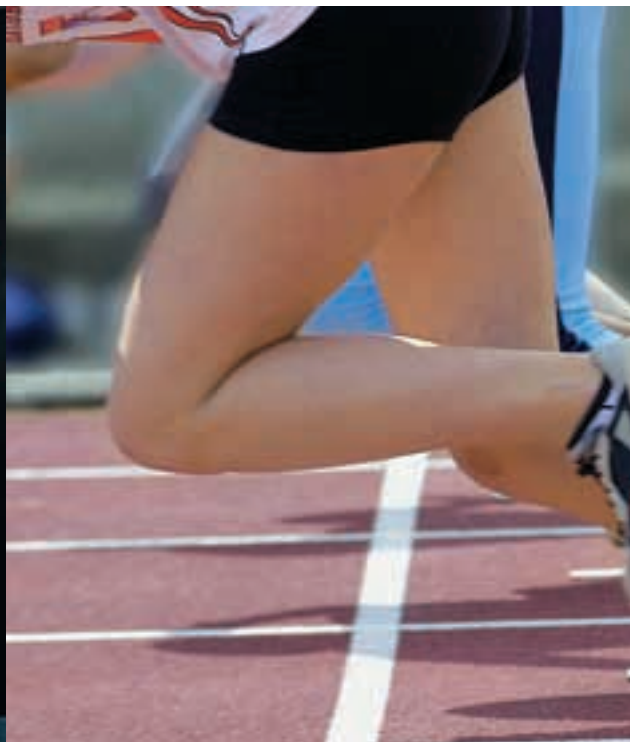
VORSCHAU

Im vierten und letzten Teil der Serie wird die Frage „Stärkt Sport das Immunsystem?“ ausführlich erörtert.

Weder können wir den Lauf der Zeit aufhalten noch unseren Kunden empfehlen, ihren Job an den Nagel zu hängen. In Anbetracht der wachsenden Zahl stressbedingter Erkrankungen dürfte der optimalen Dosis an Bewegung allerdings eine Schlüsselrolle beim Abschalten der Stressreaktion auf den ganz normalen täglichen Wahnsinn zukommen. Deshalb können wir mit einem kompetenten Coaching entscheidend dazu beitragen, dass unsere Kunden den richtigen Hebel zum Abschalten finden.

Jens Freese | Dipl.-Sportwissenschaftler, Sporttherapeut DVGS sowie PNI-Therapeut.





Immunfitness

Teil 4: Stärkt Bewegung das Immunsystem?

Wie viel Bewegung ist gut für den Körper und ab wann schadet sie ihm? Jens Freese klärt euch im Folgenden über die genauen Abläufe im Körper nach einer harten Trainingseinheit auf und weist darauf hin, dass genügend Regeneration unerlässlich ist.

Die drei härtesten Trainings- und Wettkampfwochen meiner Laufbahn in den Beinen, stieg ich 1994 auf einer Trainingsreise bei 40 Grad Celsius in Jakarta (Indonesien) in einen Flieger, um acht Stunden später in vier Grad kühlen Melbourne wieder auszustiegen. Noch sieben Tage bis zum nächsten Turnier. Zeit genug für ausreichende Akklimatisierung und körperliche Umstellung von Sommer auf Winter – wie ich dachte!

Was kann man dem Körper zumuten?

Nur zwei Tage nach meiner Ankunft lag ich mit 40° Fieber und einer grippalen Erkältung im Bett. Was war geschehen? Mein durch hartes Training ohnehin geschwächtes Immunsystem wurde mit Temperatursprung von über 35 Grad total überfordert. Das Fass war sozusagen übergelaufen. Mein Organismus quittierte dieses Fehlverhalten mit einer Auszeit, die er sich offenbar nehmen musste, weil mein

übertriebener Ehrgeiz keinen Platz für Regeneration zuließ. Dabei predigte schon meine Mutter in der Jugendzeit immer wieder: „Sport ist Mord.“ Jahre später fügte ein Professor der Deutschen Sporthochschule hinzu: „... und Leistungssport ist Massenmord!“ Im Abschlussteil dieser Serie sind wir nun bei der spannenden Frage angekommen: Welche Dosis bringt Körper und Geist in ein stabiles Gleichgewicht?

Die Homöostase

Leistungssport ist, verbunden mit täglichen Trainingseinheiten über mehrere Stunden, medizinisch gesehen gleichzusetzen mit einem fortwährenden Angriff auf das Immunsystem. Kommt während intensiver Trainingsphasen ein zusätzlicher Stressfaktor (in diesem Fall die Kälte von Melbourne) hinzu, schaltet der Körper sein auf Leistung getunttes Programm ab. Und holt sich exakt die Regenerationszeit, die er zur Wiederherstellung der so genannten Homöostase benötigt.

Jens Freese | Dipl.-Sportwissenschaftler, Sporttherapeut DVGS sowie PNI-Therapeut.





Der Begriff Homöostase (Gleichgewicht) beschreibt die Selbstregulation des Körpers in verschiedenen Systemen, wie z.B. dem Nervensystem. Das bedeutet: Nach einer akuten Stressperiode mit Überaktivität des sympathischen (aktivierenden) Nervensystems muss eine Phase der Regulierung durch das parasympathische (beruhigende) Nervensystem folgen. Eine dauerhafte Überreizung des Sympathikus über mehrere Wochen führt zwangsläufig zu einer Aktivierung von Immunzellen, die nun versuchen, die Homöostase wiederherzustellen.

Regeneration ist das A und O. Mit anderen Worten: Der Organismus „holt“ sich genau die Verletzung oder Krankheit (Regeneration), wenn ein übertriebener Ehrgeiz die Signale (Müdigkeit, Antriebslosigkeit etc.) missachtet. Deshalb: Je höher Umfang und Intensität, desto wichtiger die Regeneration. Dies gilt für alle Systeme des Körpers; nicht nur für das Nervensystem, sondern gleichermaßen für das Im-

munsystem (Abwehr vor Erregern), das Hormonsystem (Vermittlung von Informationsprozessen) und das Reproduktionssystem (Arterhaltung).

Sportdosierung & Infektanfälligkeit

Das Erholungsbedürfnis des Körpers steigt, je stärker der physiologische Gleichgewichtszustand des Stoffwechsels beeinträchtigt wurde. Hierfür sind zahlreiche untereinander verknüpfte Prozesse verantwortlich. Exemplarisch seien nachfolgend einige genauer beschrieben:

1. Brennstoffverlust. Katabole (abbauende) und anabole (aufbauende) Reaktionen laufen in der Zelle nie gleichzeitig ab. Im katabolen Stoffwechsel (Glykogenabbau, Lipolyse und Phosphorylierung) sind spezifische Enzyme aktiv, während Enzyme des anabolen Stoffwechselweges (Glykogen- oder Fettsynthese) in dieser Phase inaktiv bleiben. Durch die Wirkung so genannter Phosphatasen schaltet der Stoffwechsel von katabol auf anabol (Glykogensynthese) um. Glykogen (tierische Stärke) ist ein verzweigtes Polysaccharid (Vielfachzucker). Stärke ist die Speicherform der Kohlenhydrate in Mensch und Tier. Es dient der kurz- bis mittelfristigen Speicherung und Bereitstellung des Energieträgers Glucose. In der Leber und in der Muskulatur wird bei einem Überangebot von Kohlenhydraten Glykogen aufgebaut. Bei vermehrtem Energiebedarf des Körpers

wird es in der Leber wieder zu Glucose aufgespalten und dem Gesamtorganismus bereitgestellt. Muskelzellen bauen Glykogen ausschließlich zur Deckung ihres eigenen Energiebedarfs ab. Dieser Vorgang wird als Glykogenolyse bezeichnet. Der Muskel nutzt seinen Glykogenvorrat ausschließlich selbst, die Leber dient als Glykogenspeicher und stellt es hauptsächlich anderen Zellen zur Verfügung. Dies ist vor allem im Schlafzustand als Energieversorgung für die Gehirnzellen, die Zellen des Nebennierenmarks und die Erythrozyten (rote Blutkörperchen) wichtig, da diese Zellen ausschließlich auf Glucose als Energielieferant angewiesen sind.

2. Mineralstoffverlust. Der Mensch benötigt Magnesium für das Zusammenspiel von Muskeln und Nerven und somit für die Muskelkontraktion. Ein Magnesiummangel löst beim Menschen Ruhelosigkeit, Nervosität, Reizbarkeit, Kopfschmerzen, Konzentrationsmangel, Müdigkeit, allgemeines Schwächegefühl, Herzrhythmusstörungen und Muskelkrämpfe aus. Im Wechselspiel von Psyche und Stoffwechsel wird vermutet, dass auch Depressionen und schizophrene Psychosen durch einen Magnesiummangel verstärkt werden. Ein Magnesiumdefizit kann auch zum Herzinfarkt führen. Unser Körper enthält ungefähr 20 g Magnesium. Die erforderliche Tagesdosis von ca. 300 mg wird in der Regel durch eine ausgewogene Ernährung mit Vollkornbrot, Nüssen und Gemüse

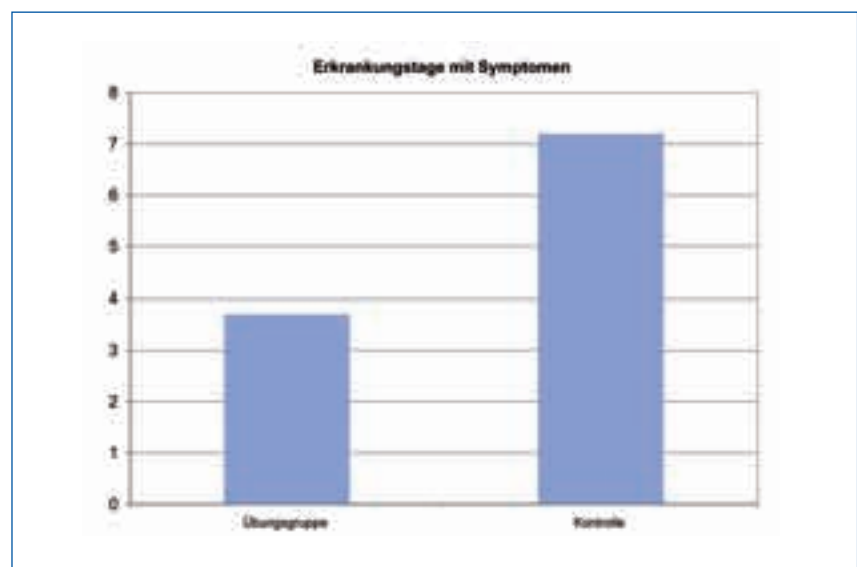


Abb. 1: Signifikant niedrigere Dauer und Schwere von Erkältungskrankheiten bei moderat sportlich Aktiven (aus Liesen et al.: Sportimmunologie)

(z.B. Blattspinat, Kohlrabi) erreicht. Ein erhöhter Bedarf (z.B. bei Leistungssport, Krankheit, psychischem Stress, in der Schwangerschaft) kann über Nahrungsergänzungsmittel gedeckt werden.

3. Sauerstofftransport: Sauerstofftransport und -aufnahme sind, ebenso wie der mitochondriale Elektronentransport in der Atmungskette und somit letztlich der gesamte Energiestoffwechsel, von einem ausreichenden Eisenangebot abhängig. Ein Eisenmangel entsteht jedoch häufig trotz ausreichender Zufuhr. In diesem Fall fehlt das Speichereiweiß Ferritin. Eisenmangel, fehlende mitochondriale Kapazität oder fortwährender anaer-

steuert. Es verbessert die Koordination zwischen den einzelnen Muskeln (intermuskuläre Koordination) und den einzelnen Muskelfasern eines Muskels (intramuskuläre Koordination). Hieraus resultiert eine Anpassung des Herz-Kreislauf-Systems, um die Muskulatur besser mit Blut und damit Nährstoffen versorgen zu können. Hierdurch verändert sich der Stoffwechsel, der größere Reservekapazitäten aufbauen muss, um die Versorgung der Muskulatur trotz erhöhten Verbrauchs zu garantieren. In den Muskeln selbst erhöht sich die Zahl der Mitochondrien (Zellkraftwerke), der Muskelquerschnitt sowie die Frequenz und Rekrutierung der neuralen

eine Hyperkompensation, die wir in der Trainingslehre unter dem Begriff Superkompensation kennen. Die Wiederherstellungssysteme des menschlichen Organismus sorgen dafür, dass der Organismus der ansteigenden Beanspruchung gewachsen ist.

Wird nun in der Phase des Leistungsaufbaus erneut ein hoher Trainingsimpuls gesetzt, so tritt wieder der gleiche Zyklus von Degeneration, Regeneration und Hyperkompensation ein. Auf diese Art und Weise steigert der Körper progressiv seine Leistungsfähigkeit. Allerdings stößt das System der Leistungssteigerung auf individuelle genetische Grenzen. Mit fortschreitendem Trainingsstatus müssen immer größere Trainingsreize gesetzt werden, um vergleichbare Leistungsgewinne zu erzielen. Hier kommt auch das Thema Doping ins Spiel. Doping verkürzt den beschriebenen Zyklus von Überlastung, Kompensation und Hyperkompensation durch Steigerung der Proteinbiosynthese. Mit anderen Worten: Verbrauchte Struktureinweiße werden schneller ersetzt. Allerdings findet dieser Prozess auf Kosten der autonom geschützten Energiereserven statt. Auf Dauer führt ein solcher Missbrauch eigener Leistungsreserven zum totalen Zusammenbruch aller regenerativen Systeme. Am Ende einer chronischen Überforderung der systemischen und zellulären Reparatursysteme steht Verletzung oder Krankheit. Leistungssport sowie extreme berufliche oder private Stresssituationen ohne entsprechende Erholung fördern somit die Degeneration von Körpergewebe. In den meisten Fällen äußert sich dies glücklicherweise nur auf lokaler Ebene, wie z.B. durch eine Achillessehnenreizung aufgrund zu vieler Sprünge in der Leichtathletik oder eine Migräne aufgrund von dauerhaftem Termintress. Im weiteren Verlauf kann eine lokale Entzündung jedoch systemisch auf den ganzen Körper übergreifen und über spezifische Reaktionen des Immunsystems letztendlich zu Allergien, Asthma oder im schlimmsten Fall zu Autoimmunerkrankungen oder Krebs führen.

Überlastungssyndrome erkennen

Wie man weiß, wachsen Muskeln nicht während des Trainings, sondern während der Regenerationsphasen. Trai-



Abb. 2: Steigende Infektrate nach einem 56-km-Lauf in Abhängigkeit von der Wettkampfzeit (aus Liesen et al.: Sportimmunologie)

rober Stoffwechsel sorgt für eine verstärkte Bildung von Metaboliten (Stoffwechselendprodukten). Laktat als Metabolit des anaeroben Stoffwechsels muss vom Ort der Bildung abtransportiert und vollständig abgebaut und ausgeschieden werden. Geschieht dies nicht, kommt es zur Beeinträchtigung der Leistungserbringung (Lähmung der Sauerstoffaufnahme-fähigkeit des Blutes, Verschiebung von Säuren ins Bindegewebe) und zu erheblichem Leistungsrückgang.

Adaptationen

Trainingsanpassungen erfolgen (ausgehend vom Zustand eines Untrainierten) in folgender Reihenfolge: Das Zentralnervensystem adaptiert, indem es die Muskulatur ökonomischer an-

Ansteuerung von Muskelfasern. Die Anzahl der Muskelfasern vergrößert sich hingegen nicht.

Superkompensation

Wird ein Muskel oder eine Muskelgruppe über einen gewissen Schwellenwert belastet, so werden Energiereserven angegriffen. Dies bezeichnet man als Trainingsimpuls. Der Körper reagiert auf diesen Impuls, indem er entstandene Schäden beseitigt. Er regeneriert die in Mitleidenschaft gezogenen Energiespeicher und Muskeln, deren Leistung durch die Inanspruchnahme vorübergehend sinkt. Dieser Prozess ist als Vorsorgemaßnahme zu verstehen. Als Reaktion auf über das gewöhnliche Maß hinausgehende Belastungen betreibt der Organismus



Abb. 3: Das Modell der Superkompensation

ning setzt zwar den unentbehrlichen Hypertrophiereiz, Wachstum selbst vollzieht sich jedoch außerhalb des Trainings. Die Pause zwischen zwei Trainingseinheiten hängt von der Intensität des ausgeübten Trainings und der Belastung auf das Zentralnervensystem ab. Als Faustregel gilt: Je höher Last- und Geschwindigkeitsintensität, desto länger die Regenerationsphase. Unsere Kunden können also ein aerobes Ausdauertraining auf dem Laufband oder Ergometer praktisch jeden Tag durchführen, während hochintensive Bewegungen in einem Body-Pump-Kurs Regenerationszeiten von bis zu 72 Stunden nach sich ziehen.

Bei dauerhafter Missachtung der Superkompensationszeiten verweigert der Körper trotz eines ausgeprägten Trainingszustandes weitere Leistungen, um eine Selbstschädigung zu verhindern. Es kommt zu einem Überlastungssyndrom, im Sport auch Übertraining genannt. Die zu erbringende Leistung wird vom Trainierenden als schwerer und ermüdender empfunden, die Leistungsfähigkeit nimmt kontinuierlich ab. Je nach Ausprägung steigt dadurch die Verletzungsgefahr, das Immunsystem wird dauerhaft aktiviert und die mentale Verfassung verschlechtert sich.

Übertrainingssyndrome

Ursache des Übertrainingszustandes im Sport ist eine für den Trainingszustand zu hohe Trainingsintensität und/oder ein zu hoher Trainingsum-

fang, sodass eine ausreichende Regeneration zwischen den Trainingseinheiten nicht mehr gewährleistet ist. Die typischen Hinweise auf ein sympathikotones Übertrainingssyndrom sind ein erhöhter Ruhepuls (= morgendliche Herzfrequenz unmittelbar nach dem Erwachen) und ein verzögerter Rückgang der Herzfrequenz nach Belastung. Auch der systolische Ruheblutdruck kann erhöht sein und analog zur Herzfrequenz die Normalisierung des Blutdrucks nach Belastung verzögert ablaufen lassen – Symptome, die wir teilweise auch bei untrainierten Fitnesssteigern feststellen. In beiden Fällen, bei Überlastung und Unterforderung, müssen wir deshalb von einem vergleichbaren physiologischen Zustand ausgehen. Dies betrifft sowohl die somatische (körperliche) wie auch die psychische Seite. Denn ein kurz vor dem Burnout stehender Manager zeigt ähnliche Körperreaktionen wie erhöhter Blutdruck und Ruhepuls.

Neben der verminderten Leistungsfähigkeit als Hauptsymptom treten beim Überlastungssyndrom häufig eine Kreislaufdysregulation (plötzliches Schwarzwerden vor den Augen, Übelkeit, Schwindel bis hin zum Kollaps), eine erhöhte Infektanfälligkeit, Gewichtsverlust, Zyklusstörungen bis hin zum Ausbleiben der Regelblutung, Schlafstörungen, depressive Verstimmungen, Appetitmangel, allgemeine Antriebslosigkeit, gesteigertes Trinkbedürfnis in der Nacht, Libidomangel sowie Muskel- und Gelenkschmerzen

auf. Im Blutserum lässt sich oft ein erhöhter Creatinkinase- und Harnstoffwert nachweisen. Auch die Plasmaspiegel bestimmter Hormone (Adrenalin, Noradrenalin, Testosteron, Cortisol) zeigen Veränderungen.

Warnsignale des Körpers

Die aufgelisteten Erschöpfungssymptome sollte jeder Trainer als Warnsignal verstehen, um rechtzeitig mit Veränderungen in der Trainings- und Ernährungsplanung oder mit entsprechender psychologischer Beratung bezüglich der allgemeinen Lebensführung reagieren zu können. Vor den negativen Auswirkungen mangelnder Regeneration sind allerdings nicht nur unsere Kunden oder Klienten gefeit; durch den wachsenden Konkurrenz- und Existenzdruck sehen sich auch viele freiberufliche Kurs-, Fitness- und Personal Trainer in den letzten Jahren immer stärker gezwungen, die eigene Regeneration zu vernachlässigen. Aufgrund der Tatsache, dass viele Bewegungsprogramme im Kursbereich ganz und gar nicht „aerob“, sondern zumindest phasenweise „anaerob“ sind, sollten auch Kurstrainer mit der eigenen Leistungsfähigkeit haushalten und der aktiven Regeneration durch moderates Ausdauertraining einen hohen Stellenwert einräumen. Ansonsten drohen im Anfangsstadium chronische Gewebeerregungen oder häufige Atemwegsinfekte, die Schlimmeres nach sich ziehen können. Regeneration bedeutet Reparation!