

Stress und Leistungsfähigkeit

Dr. med. Jürg Kuoni, Dolderstrasse 94a, 8032 Zürich, juoni@healthcheck.ch

Key Words: Stress, Leistungsfähigkeit, Höhenmedizin

Akuter Stress ist ein atavistisches Überlebensprogramm, dessen Ziel ein kurzfristiger Leistungsexploit mit minimaler Latenz ist. Das gesamte energetische System wird maximal hochgefahren, alle nicht unmittelbar dem Überleben dienenden Funktionen gedrosselt. Stress ist notwendig, denn ohne Stress schwinden die Ressourcen, physisch als Atrophie, psychisch als Lethargie. Stress verlangt andererseits ausreichende Regeneration. Bei chronischem Stress ohne genügende Regeneration sinken die Ressourcen. Chronischer Stress wirkt damit leistungsvermindernd. Theoretisch ist es denkbar, dass dem chronischen Stress in grosser Höhe eine nicht unbedeutende Rolle zukommt.

Intuitiv ist es kaum verwunderlich, dass Stress, zumindest chronischer Stress, einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit hat. Recht gut dokumentiert ist der Einfluss von chronischem Stress auf Soldaten im Krieg, sowohl kognitive wie physische Performance leiden. Im Sport weiss jeder Trainer, dass chronischer Trainings-Stress ohne ausreichende Regeneration zu einem Leistungsabfall führt. Die Höhenphysiologie scheint sich für chronischen Stress kaum zu interessieren. Auf jeden Fall habe ich keine Arbeiten über mögliche Auswirkungen von chronischem Stress auf die Leistungsfähigkeit in der Höhe gefunden.

Begriffsklärung

«Stress» ist Alltag. Von Stress reden wir im Zusammenhang mit Deadlines oder Arbeitsbelastung, bei Anfragen des Steuerkommissärs oder allenfalls bei

Problemen mit Mitarbeitenden. Dabei ist Stress ein atavistisches Überlebensprogramm.

Begründer der Stressforschung: Selye und Cannon

Als «Vater» der Stressforschung gilt Hans Hugo Bruno Selye (1907 – 1982). Er hätte vor zwei Jahren seinen hundertsten Geburtstag gefeiert. Selye studierte in Prag und war mit 22 Jahren schon Doktor der Medizin und der Chemie. Mit einem Rockefeller-Stipendium kam er 1931 an die Johns Hopkins University in Baltimore, wo er seine Forschungstätigkeit als künftiger Endokrinologe mit ein paar Ratten und einem Ovarialextrakt begann. Er starb 1982 mit 42 Ehrendoktorhüten, in seinen letzten Jahren beschäftigte er 40 Assistenten und verfügte über 15'000 Labortiere.

Seine Aufgabe an der Johns Hopkins University bestand darin, die biologische Wirkung dieses Ovarialextrakts bei seinen Ratten heraus zu finden, von Oestrogenen und Gestagenen wusste man damals noch nichts. Er fand bei allen Versuchstieren dasselbe:

- Magengeschwüre
- Thymusatrophie
- Veränderungen der Nebennierenrinde.

Genau dieselben Veränderungen fand er jedoch auch bei den Kontrolltieren, denen er nur Natriumchlorid injiziert hatte. Die Veränderungen hatten also offenbar nichts mit der injizierten Substanz zu tun, sondern mit den Umständen, hier mit der Injektion. Selye «stresste» seine Labortiere nun auf unterschiedliche Arten: er injizierte verschiedene Noxen, setzte die Tiere der Kälte oder der Hitze aus, liess sie in übervollen Käfigen hungern usw. Das

Resultat war immer dasselbe: Offenbar gab es eine uniforme Antwort auf alle existenzielle Bedrohungen, Selye nannte sie «General Adaptation Syndrome». Das Ende war, nach einer Alarm- und einer Widerstandsphase, immer die biologische Erschöpfung mit den beschriebenen Organveränderungen.

Selye wusste offenbar nichts von Walter Bradford Cannon, der in Harvard lehrte und bereits 1915 den Begriff «Fight or Flight» (der fälschlicherweise immer Selye zugeschrieben wird) prägte und damit die biologische Wirkung von Angst, Schmerz, Hunger oder Wut meinte.

Unklar ist, wer den Begriff «Stress» als Erster gebraucht hat. Stress kommt aus der Festkörperphysik und beschreibt die Kraft pro Flächeneinheit, die in einer gedachten Schnittfläche durch einen Körper wirkt.

Akuter Stress

Stress ist ein seit Jahrtausenden genetisch fixiertes Überlebensprogramm, welches durch jede existenzielle Gefahr ausgelöst wird: akutes Hochfahren der Leistung von Gehirn (Fokussierung), Kreislauf (Sympathicus, Adrenalin, Noradrenalin) und Muskulatur (Tonus) für Kampf oder Flucht sowie Schutz vor Schmerz (Endorphine) und Blutung (Thrombozyten, Gerinnungsfaktoren) initial und parallel dazu Downregulation von allen nicht unmittelbaren Bedürfnissen wie Verdauung, Reproduktion, Immunität. Es ist offensichtlich, dass auf so einen Leistungsexploit eine Regeneration folgen muss.

Akuter Stress erhöht die maximale Leistungsfähigkeit für eine begrenzte Zeit massiv. Damit der Jamaikaner Usain Bolt (dreifacher Olympiasieger in Peeking) beim Startschuss seine ganze

Kraft einsetzen kann, laufen seine Systeme schon in den Startpflocken auf Hochtouren: das Hirn ist völlig fokussiert, das kardiorespiratorische System bereits hochgefahren, der Muskeltonus hoch und der Nachschub an Energie gewährleistet.

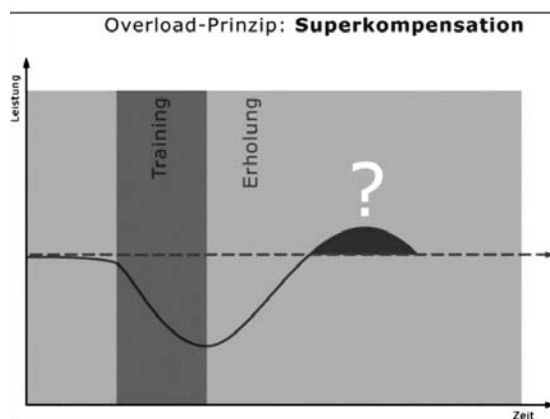


Abb. 1: die klassische Trainingskurve

Training ist Stress

Die klassische Trainingskurve (Abb. 1) kennt sicher jeder. Ein initialer Leistungsexploit ist für ein Training nicht notwendig. Training ist für den Körper jedoch Stress. Nach der Leistungsabgabe ist das Leistungsniveau tiefer als vor dem Training, Regeneration ist unabdingbar, und zwar solange, bis die ursprüngliche Leistungsfähigkeit wieder erreicht ist. Diese bleibt jedoch, wenn der Trainingsreiz genügend intensiv war, nicht auf dem Ausgangsniveau stehen, sondern steigt während einer definierten Zeiteinheit über diese hinaus, teleologisch gedacht, um für die nächste Herausforderung besser gerüstet zu sein. Während dieser kurzen Phase der Superkompensation ist die Leistungsfähigkeit erhöht. Idealerweise erfolgt das nächste Training in dieser Phase.

Chronischer Stress

Seit der Jahrhundertwende ist bekannt, dass mit zunehmendem Stress die Leistungsfähigkeit, psychisch und physisch, sinkt. Die beiden Psychologen Robert Yerkes und John Dodson publizierten 1908 das sogenannte Yerkes-Dodson-Gesetz (Abb. 2). Nach diesem Gesetz nimmt die Performance mit zunehmendem Stress zu, jedoch nur bis zu einem «optimalen» Level, bei mehr Stress sinkt die Leistungsfähigkeit wieder. Ein Leben ohne Herausforderungen ist wenig stimulierend. Auf psychischer Ebene ist das Resultat Interesselosigkeit und letztlich Lethargie. Körperliche Inaktivität ist für Muskulatur und kardiovaskuläres System katastrophal. Das optimale Mass der Herausforderung nennen wir heute «guten» oder auch «Eustress», auf dem absteigenden Schenkel sprechen wir zuerst von «tolerablem» und dann von «toxischem» Stress.

Die Auswirkungen von chronischem Stress auf die Performance sind vor allem in den Militärwissenschaften beschrieben. Längere Aufenthalte in Kriegs- oder auch nur Krisengebieten haben einen negativen Impact auf die Performance.

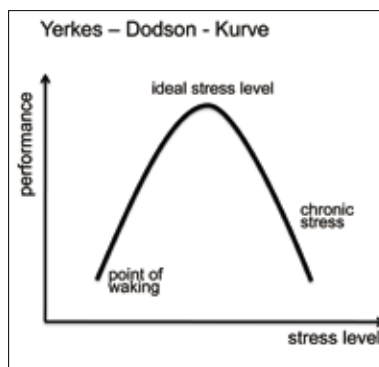


Abb. 2: die Kurve gemäss dem «Yerkes-Dodson-Gesetz»

Chronischer Trainings-Stress

Folgen sich die einzelnen Trainingseinheiten in zu kurzen Abständen, ist eine volle Regeneration nicht möglich. Leistungsmässig wird das Ausgangsniveau jeweils nicht mehr erreicht. Die Herausforderung bleibt konstant, jedes neue Training erfolgt auf einer tieferen Leistungsstufe, die Ressourcen schwinden. Von Superkompensation ist also keine Rede, ganz im Gegenteil, die Leistungsabgabe erfolgt jedesmal auf tieferem Niveau und die Leistungsfähigkeit nimmt ab (Abb. 3). Im Sport reden wir von Übertraining.

Ob physische oder «nur» psychische Herausforderung, der chronische Stress bedeutet eine Dysbalance zwischen Herausforderung und Ressourcen zu Ungunsten der Ressourcen. Letztlich zwischen Sympathicus und Parasympathicus.

In der Höhe fordert die Hypoxie resp. die Hypoxämie unsere homöostatische Regulation aufs Äusserste. Auf die akute Stressphase der Akklimatisation folgt eine Phase von chronischem Stress: die Umwelt ist lebensfeindlich, nicht nur die Temperaturen. Physische und psychische Belastung führen oft an persönliche Grenzen, eine volle Regeneration ist kaum mehr möglich. Genügender Schlaf ist ein Problem, für eine den Bedingungen angepasste optimale Ernährung fehlen Appetit und vor allem die Infrastruktur.

Diese Bedingungen verunmöglichen eine stabile Homöostase. Der Adrenalin-Spiegel pendelt sich nach der akuten Erhöhung auf einem gegenüber Meereshöhe leicht erhöhten Niveau ein (parallel dazu die Adrenalin- Ausscheidung). Noradrenalin-Spiegel und Ausscheidung bleiben auf relativ hohem Niveau

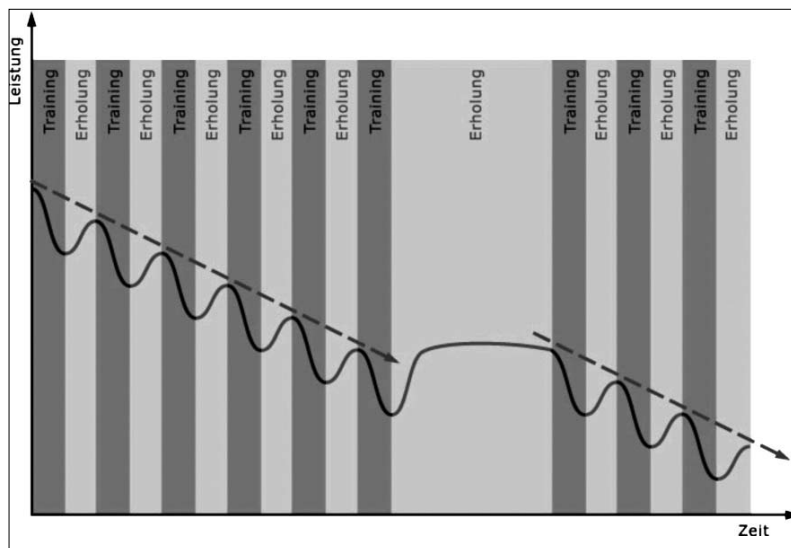


Abb. 3: Beim chronischen Trainings-Stress nimmt die Leistungsfähigkeit ab.

stabil. Der Cortisol-Spiegel pendelt sich, nach einem transitorischen Anstieg während der Akklimatisation, wieder auf physiologischem Niveau ein.

Ein guter Parameter zur Beurteilung des Stress-Niveaus ist die Herzfrequenzvariabilität. Mittels Spektralanalyse lassen sich die Anteile in den verschiedenen Frequenzbändern festlegen. Das Frequenzspektrum im hochfrequenten Bereich wird dem Parasympathicus zugeordnet, das der niedrigen Frequenzen der sympathischen Aktivität, während die mittleren Frequenzen beiden Systemen zugeordnet werden. Die adaptive Antwort des kardiovaskulären Systems scheint aufgrund solcher Messungen vor allem durch einen erhöhten Sympathicotonus erklärt.

Hormonelle und neurale Parameter sind Zeichen fehlender Homöostase, einer autonomen Dysbalance, die man kaum anders als durch chronischen Stress erklären kann.

Chronischer Stress führt zu einer verminderten Leistungsfähigkeit, kognitiv und physisch. Wäre es also denkbar, dass die bekannte Leistungsminderung in der Höhe nebst der Hypoxämie auch mit chronischem Stress zusammenhängt?

Mots-clés: stress, performance, médecine des hauteurs

Le stress aigu est un programme de survie atavique dont l'objectif consiste à réaliser une performance à court terme avec une latence minimale. L'ensemble du système énergétique est poussé à son maximum et toutes les fonctions ne servant pas à la survie immédiate sont mises au ralenti. Le stress est nécessaire, car, sans lui, les ressources disparaissent, sous forme d'atrophie sur le plan physique et de léthargie sur le plan psychique. Le stress exige d'autre part suffisamment de régénération. En cas de stress chronique sans régénération suffisante, les ressources chutent. Le stress chronique influe donc négativement sur les

performances. Théoriquement, il est imaginable que le stress chronique ne joue pas un rôle insignifiant en haute altitude.