

Körperliche Aktivität und psychische Gesundheit

Um den gegenwärtigen Stand des Wissens zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und psychischer Gesundheit darzustellen, fokussiert die vorliegende narrative Übersicht primär auf aktuelle Metaanalysen im Sinne eines „Review of Reviews“. Die Forschung betrachtet hier einerseits den Einfluss körperlicher Aktivität auf emotionale Prozesse und andererseits auf kognitive Funktionen.

Im ersten Teil der Arbeit wird der Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und dem emotionalen Befinden erörtert. Zunächst werden Studien zur Auswirkung körperlicher Aktivität auf ängstliche und depressive Stimmungen beziehungsweise auf Angststörungen und affektive Störungen vorgestellt. Das dann folgende Kapitel fasst die Ergebnisse von Studien zusammen, die den Zusammenhang zwischen Selbstwirksamkeit beziehungsweise Selbstwertgefühl und körperlicher Aktivität untersuchen. Die Frage, ob sich übermäßiges Training (Overtraining) negativ auf die psychische Gesundheit auswirken kann, thematisieren wir in einem abschließenden Kapitel des ersten Teils.

Der zweite Abschnitt fasst die Befunde zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und kognitiven Funktionen zusammen. Dabei werden insbesondere auch die Studien zur Demenz berücksichtigt.

Die Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und emotionalen sowie kognitiven Funktionen sind auch bei Kindern und Jugendlichen untersucht worden. Diese Studien werden im dritten Teil des Beitrages separat zusammengefasst.

Inwieweit physiologische Reaktionen auf psychische Belastungen (Stressreaktivität) durch körperliche Aktivität beeinflusst werden, stellen wir im abschließenden Teil der vorliegenden Arbeit dar.

Emotionale Effekte körperlicher Aktivität

Sport und Depression

Depressive Erkrankungen bedeuten neben dem Leid für Betroffene und ihre Angehörigen auch eine erhebliche sozio-ökonomische Last. Die Behandlungskosten für depressive Erkrankungen liegen in Deutschland jährlich bei fast sechs Milliarden Euro [1]. Klassische Behandlungsmethoden für Menschen mit depressiven Erkrankungen umfassen den Einsatz von Antidepressiva einerseits und Psychotherapie andererseits. Aber auch körperliches Training kann als Antidepressivum wirken, Symptome lindern und das Wohlbefinden steigern. In der klinischen Praxis hat körperliches Training allerdings bis heute nur den Stellenwert einer zusätzlichen Hilfsmaßnahme. Sport wird als „Good Clinical Practice“ ergänzend zu den etablierten Behandlungsmethoden empfohlen.

Die Kritik an den methodischen Mängeln älterer Studien führte in den letzten Jahren zu einer deutlichen Verbesserung der Verfahren zur Analyse der Effekte sportlicher Aktivität auf depressive Symptome. Die Ergebnisse dieser neuen, methodisch robusteren Studien weisen darauf hin, dass dem depressionslindernden Potenzial sportlicher Aktivität im klinischen Alltag ein zu geringer Stellenwert

eingeräumt wird. Es wird immer deutlicher, dass dieses Potenzial hinsichtlich Therapieerfolg, Lebensqualität und Kosteneffektivität bei Weitem noch nicht ausgeschöpft ist.

Bei Menschen mit depressiven Verstimmungen verbessert körperliche Aktivität die Stimmung [2]. Diese stimmungsaufhellenden Effekte körperlicher Aktivität sind bei Patienten mit depressiven Erkrankungen stärker ausgeprägt als bei psychisch gesunden Menschen [3, 4]. Conn [2] führt diesen Unterschied auf einen Bodeneffekt zurück, das heißt, bei Gesunden ist das Verbesserungspotenzial geringer als bei psychisch Kranken. Eine Cochrane-Metaanalyse aus dem Jahr 2009 kommt zu dem Ergebnis, dass körperliche Aktivität bei depressiven Störungen als therapeutische Maßnahme grundsätzlich empfehlenswert ist. Aufgrund methodischer Mängel der vorliegenden Studien sei eine spezifischere Aussage zur Stärke des depressionslindernden Effekts allerdings nicht möglich [5].

Körperliches Training kann bei Depressionen in einem ähnlichen Maße wirksam sein wie eine medikamentöse Therapie

Zu diesem Ergebnis kommt eine amerikanische Studie, an der über 200 depressive Patienten teilnahmen [6, 7]. Die Probanden wurden nach dem Zufallsprinzip in vier Gruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe absolvierte ein beaufsichtigtes Ausdauertraining auf dem Laufband. Dabei liefen die Teilnehmer dreimal pro Woche mit 70 bis 85% der maximalen Herzfrequenz. Die zweite Gruppe trainierte genau wie die erste Grup-

pe, jedoch zu Hause und ohne Aufsicht. Die Probanden der dritten Gruppe erhielten ein Antidepressivum, die der vierten Gruppe ein Placebo.

Nach 16 Wochen zeigte sich, dass die depressive Symptomatik in der ersten Gruppe etwas stärker rückläufig war als in der Medikamentengruppe. Auch bei den Teilnehmern der zweiten Gruppe besserte sich die depressive Symptomatik, wenn auch nicht ganz so ausgeprägt wie in der Sportgruppe mit Anleitung. In der Placebogruppe reduzierte sich die depressive Symptomatik in einem geringeren Maße. Insgesamt befanden sich zum Studienende 46% aller Probanden in Remission. Eine katamnestische Untersuchung ein Jahr später zeigte einen weiteren Anstieg der Remissionsrate auf insgesamt 66%. Dieser Anstieg um 20% war unabhängig von der Gruppenzuordnung zu Beginn der Studie, das heißt, dass der Anteil der Patienten, die noch nach Studienende in Remission gingen, in allen Gruppen gleich war. Allerdings war zu beobachten, dass Patienten, die nach Studienende weiter Sport trieben, weniger depressive Symptome zeigten als die Patienten, die keinen sportlichen Aktivitäten mehr nachgingen.

Die Studie gibt einen ersten Hinweis darauf, dass körperliches Training ohne gleichzeitige Gabe von Medikamenten nach vier Monaten depressive Symptome in einem vergleichbaren Ausmaß reduziert wie eine psychopharmakologische Behandlung. Darüber hinaus hält die Besserung der depressiven Symptomatik länger an, wenn Erkrankte nach Beendigung einer Behandlung sportlich aktiv sind. Dies bestätigen auch frühere Studien, die ebenfalls nachweisen konnten, dass körperliches Training die Rezidivrate bei Depressionen senkt [8]. Da depressive Störungen sehr häufig rezidivieren, erhält diese Erkenntnis ein besonderes Gewicht.

Trotz depressiver Antriebslosigkeit sportlich aktiv? Das Konzept des Physical Activity Facilitator

Menschen mit Depression leiden oft an schweren Antriebsstörungen. Dies ist eine besondere Herausforderung, wenn körperliche Bewegung als Therapieelement in die Behandlung integriert werden soll. Während einer schweren Depression lie-

gen in der Regel ganz erhebliche Antriebsstörungen vor. Sport zu treiben ist in dieser Zeit für den Patienten meist nicht möglich. Es gilt dann, für den einzelnen Patienten in der jeweiligen Phase der Erkrankung das richtige Maß an körperlicher Aktivierung zu finden, ohne ihn zu überfordern.

Um depressiven Menschen bestmöglich zu helfen, körperlich aktiver zu werden, wurde in Großbritannien im Rahmen einer Studie das Konzept des Physical Activity Facilitator (PAF) entwickelt [9]. Die Unterstützung durch den PAF besteht in einer Beratung und Motivationsförderung zur Aufnahme und Beibehaltung einer für den Patienten geeigneten Sportart. Theoretische Grundlagen für die Intervention durch den PAF bilden psychologische Konzepte, die sich schon in anderen Bereichen der Gesundheitsförderung bewährt haben. Diese zielen vor allem darauf ab, die intrinsische Motivation für ein bestimmtes Gesundheitsverhalten zu stärken [10]. Denn je höher das Maß an intrinsischer Motivation für eine sportliche Tätigkeit ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Person diese sportliche Tätigkeit auch aufnimmt und längerfristig fortführt.

Welche neurobiologischen Mechanismen führen zur Stimmungsverbesserung? Von der Monoamin-Mangel-Hypothese zur Neuroplastizitätstheorie

Monoamin-Mangel-Hypothese. Die antidepressiven Mechanismen auf zellulärer und molekularer Ebene zu verstehen ist seit Jahren Gegenstand der modernen neurowissenschaftlichen Forschung. Bis Mitte der 1990er-Jahre war die Monoamin-Mangel-Hypothese das vorherrschende Modell zur Erklärung der Depressionsentstehung. Nach dieser Theorie besteht bei Depressionen ein Mangel an Neurotransmittern im synaptischen Spalt. Klassische pharmakologische Behandlungsmethoden mit Serotoninwiederaufnahme-Hemmern (SSRI), trizyklischen Antidepressiva oder MAO-Hemmern erhöhen die Konzentration bestimmter Botenstoffe im synaptischen Spalt und können die depressive Symptomatik bessern. Die stimmungsverbessernde Wirkung der

Antidepressiva tritt allerdings erst nach etwa drei Wochen ein.

Neuroplastizitätstheorie. Mit der Monoamin-Mangel-Hypothese allein ist diese Latenzzeit aber nicht zu erklären. Die Tatsache, dass der Organismus einen Zeitraum von ebenfalls etwa drei Wochen benötigt, um aus Vorläuferzellen neue funktionsfähige Neurone heranreifen zu lassen, führte zur Annahme, dass beide biologischen Vorgänge in einem kausalen Zusammenhang stehen könnten, was die Basis für die Neuroplastizitätstheorie bildete. Ein wichtiger Meilenstein für die Entwicklung der Neuroplastizitätstheorie war Ende der 1990er-Jahre die Entdeckung, dass sich Nervenzellen im menschlichen Gehirn ein Leben lang neu bilden können (Neuroneogenese) [11]. Bis zu diesem Zeitpunkt hatten führende Naturwissenschaftler die allgemeine Lehrmeinung vertreten, dass die Neurogenese nach der Embryonalentwicklung und frühen Kindheit nicht mehr möglich ist. Die Entdeckung, dass sich neue Nervenzellen auch im adulten Gehirn bilden können, wurde zunächst mit erheblicher Skepsis betrachtet [12]. Mittlerweile ist jedoch allgemein anerkannt und vielfach nachgewiesen, dass eine Neurogenese auch in Gehirnen erwachsener Säugetiere stattfindet.

Man geht heute davon aus, dass bei Depressionen eine gestörte neuronale Plastizität vorliegt. Die neuronale Plastizität beschreibt die Veränderungsfähigkeit von Synapsen, Nervenzellen oder auch ganzer Hirnareale. Voraussetzung hierfür ist wiederum die Fähigkeit des adulten Gehirns zur Neuroneogenese.

Der Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) im Fokus aktueller Forschung

Sowohl für neuronale Neubildungs- als auch Umbildungsprozesse sind Nervenzellwachstumsfaktoren, sogenannte Neurotrophine, von wesentlicher Bedeutung [13]. Ein Vertreter der Neurotrophine ist der Brain-derived neurotrophic factor (BDNF). Er scheint für die adulte Neurogenese und Neuroplastizität von zentraler Bedeutung zu sein. BDNF spielt nicht nur eine wichtige Rolle beim Heranreifen, bei der Differenzierung und beim Überleben von Nervenzellen, sondern auch bei der

aktivitätsabhängigen synaptischen Plastizität [14].

BDNF ist im Organismus ubiquitär vorhanden und sowohl im zentralen Nervensystem als auch in zahlreichen peripheren Organen (zum Beispiel Muskelgewebe, Nieren, Prostata) und im Blut nachweisbar. Dort scheint BDNF für Prozesse im Energiestoffwechsel wichtig zu sein [15].

In Gehirnen verstorbener depressiver Patienten fanden sich – im Vergleich zu Hirnen von Gesunden – im Hippocampus und Kortex verminderte Konzentrationen an BDNF [16]. Die bei Depression erniedrigten BDNF-Spiegel lassen sich durch die Einnahme antidepressiver Medikamente ausgleichen [17]. Sportliche Aktivität zeigt einen ähnlichen Effekt: Körperliches Training führt zu einem transienten Anstieg der BDNF-Konzentration im peripheren Blut [18]. Das dort messbare BDNF entstammt sowohl zentralen als auch peripheren Quellen; der überwiegende Teil wird aber höchstwahrscheinlich im zentralen Nervensystem gebildet und gelangt über die Blut-Hirn-Schranke ins periphere Blut [19]. Der Ursprung des übrigen aus der Peripherie stammenden BDNFs ist bis heute nicht eindeutig geklärt.

Neben den Neurotrophinen gibt es weitere Moleküle, die depressive Symptome über eine gesteigerte Neurogenese positiv beeinflussen können und deren Synthese durch sportliche Aktivität induziert werden kann. Ernst et al. [12] nennen in einer Übersichtsarbeit vier Schlüssel-moleküle, die bei Nervenzellneubildungen im Hippocampus eine besondere Rolle spielen. Dazu zählen BDNF, β -Endorphin, Vascular endothelial growth factor (VEGF) und Serotonin (5-HT). Es gibt zahlreiche Hinweise darauf, dass diese Moleküle neben vielfältigen weiteren bekannten Funktionen auch die Neurogenese beeinflussen (■ **Abb. 1**).

Pharmakotherapien der Depression führen also – entsprechend der Neuroplastizitätstheorie – zu neuroplastischen Veränderungen im menschlichen Gehirn. Diese Veränderungen werden über vielfältige molekulare Mechanismen gesteuert, die im hohen Maße auch durch körperliche Aktivität und die dadurch herbeigeführte Stimulation neuroplastischer Vorgänge beeinflusst werden.

Bundesgesundheitsbl 2012 · 55:55–65 DOI 10.1007/s00103-011-1387-x
© Springer-Verlag 2011

K.-H. Schulz · A. Meyer · N. Langguth

Körperliche Aktivität und psychische Gesundheit

Zusammenfassung

Die Forschung zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und psychischer Gesundheit betrachtet die Auswirkungen körperlicher Aktivität sowohl auf der emotionalen als auch auf der kognitiven Ebene. Körperliches Training kann bei Depressionen ähnlich wirksam sein wie eine medikamentöse Therapie. Im vorliegenden Beitrag werden in diesem Zusammenhang diskutierte neurobiologische Mechanismen, die der Stimmungsverbesserung zugrunde liegen, sowie psychologische Selbstkonzept- und Selbstwirksamkeitsmodelle dargestellt. Bei der gut belegten positiven Wirkung körperlicher Aktivität auf Angstzustände und Angststörungen können Desensitivierungsprozesse eine Rolle spielen. Das Phänomen des vor allem bei Leistungssportlern bekannten Übertrainings zeigt, dass körperliches Training nicht in jedem Fall das psychische Wohlbefinden ver-

bessert. Körperliche Aktivität kann dem kognitiven Abbau im Alter vorbeugen und die Entwicklung einer Demenz hinauszögern. Auch bei Kindern und Jugendlichen hat körperliche Aktivität einen positiven Effekt auf die psychische Gesundheit und auf kognitive Funktionen, insbesondere auf die sich in diesem Alter entwickelnden exekutiven Funktionen. Schließlich übt körperliche Aktivität auch einen positiven Einfluss auf die hormonellen Stressregulationssysteme aus: Bei Trainierten zeigen diese eine stärkere Reaktivität und eine schnellere Regenerationsfähigkeit.

Schlüsselwörter

Körperliche Aktivität · Depression · Angst · Selbstwirksamkeit · Kognitive Funktionen · Demenz · Kinder

Exercise and psychological well-being

Abstract

Research on the association between physical activity and mental health addresses the beneficial effects of physical activity on emotional and cognitive functioning. With regard to emotional functioning, most studies focus on the influence of physical activity on depressive symptoms or affective disorders. These studies show that the beneficial effects of aerobic exercise and pharmacotherapy on depressive symptoms seem to be comparable and discuss a variety of neurobiological mechanisms that improve symptoms. The positive effects of physical activity on anxious mood and anxiety disorders are also well documented. Desensitization to physiological changes, improved self-esteem, and self-efficacy seem to play an important part. However, aerobic exercise does not improve mental health in every case, as seen for instance

in over-trained athletes. Research on the relationship between physical activity and cognitive functioning reveals that physical activity can prevent the age-related cognitive decline and can delay the onset of dementia. Physical activity has beneficial effects not only on adults but also on children's and adolescents' mental health and cognitive performance, particularly on their executive functions that are still developing throughout adolescence. Finally, physical activity also affects the endocrine stress-regulation system: trained people reveal stronger reactivity and quicker regeneration when faced with stressful events.

Keywords

Exercise · Depression · Anxiety · Self-efficacy · Cognitive function · Dementia · Children

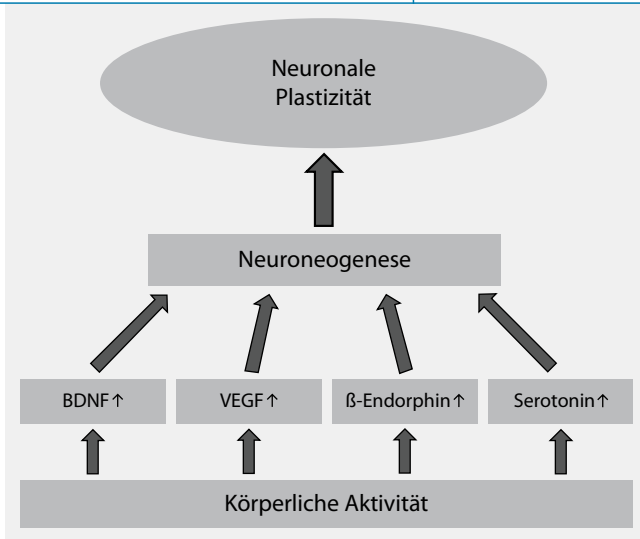


Abb. 1 ◀ Körperliche Aktivität induziert über die Bildung von BDNF, VEGF, β-Endorphin und Serotonin die Neurogenese im Hippocampus (nach [12]). BDNF Brain-derived neurotrophic factor, VEGF Vascular endothelial growth factor

Entzündungshypothese der Depression

Die Entzündungs-Serotonin-Hypothese ist ein weiterer Ansatzpunkt, um die positiven Effekte körperlicher Aktivität bei Depressionen zu erklären. Diese Theorie stützt sich unter anderem auf die Beobachtung, dass bei depressiven Störungen eine Dysbalance zwischen verschiedenen Immunparametern im Sinne eines Überwiegens der Typ-1-Immunreaktion vorliegt. Eine veränderte Immunreaktion wirkt sich wiederum auf die monoaminen Neurotransmitter-Systeme aus. Über verschiedene Mechanismen kommt es dann zu einer neuronalen Schädigung. Moderate körperliche Aktivität wirkt entsprechend der Entzündungshypothese der Depression antiinflammatorisch, indem sie die mit Depressionen assoziierten Dysbalancen der Immunantwort reguliert [20].

Transiente Hypofrontalitätstheorie

Die sogenannte „Transiente Hypofrontalitätstheorie“ ist eine neuere Theorie zur Erklärung der positiven psychischen Effekte von körperlicher Aktivität [21, 22]. Sportliche Aktivität erhöht die neuronale Aktivität des motorischen und sensorischen Kortex sowie der Hirnregionen für die autonome Regulation. In den neuronalen Strukturen, die für höhere kognitive Aufgaben (Planung, Problemlösen, Arbeitsgedächtnis, sogenannte exekutive Funktionen) und für die emotionale Informationsverarbeitung zuständig sind (präfrontaler Kortex) vermindert sich die Aktivität hingegen. Gerade diese Area-

le sind aber bei Depressiven hyperaktiv (Grübeln, Selbstgespräche, negative Emotionen). Durch sportliche Aktivität sinkt die Aktivität in diesen Arealen nicht nur akut, sondern auch langfristig.

Angst

In einer Metaanalyse zur Überprüfung der Effektstärke bewegungstherapeutischer Interventionen auf die Reduktion des Ausmaßes von Ängstlichkeit fassen Wipfli et al. 49 randomisierte kontrollierte Studien zusammen, die bis Januar 2006 publiziert wurden [23]. In 46 dieser Studien wurde ein aerobes Ausdauertraining verwendet. Die Effektstärke über alle Studien mit insgesamt 3566 Teilnehmern im Vergleich zu unbehandelten Kontrollgruppen liegt bei $d = -0,48$ (95%-KI $-0,63$ bis $-0,33$), im Vergleich zu Gruppen mit anderen anxiolytischen Therapieformen (Entspannungsverfahren, Stressmanagementedukation, Yoga, Gruppentherapie und andere) noch bei $-0,19$ (28 Studien, 1924 Teilnehmer), das heißt, dass die Angstreduktion durch körperliche Aktivität zwar gering ausfällt, jedoch signifikant stärker ist als bei anderen Behandlungsmethoden. Wipfli et al. [23] schließen aus diesen Ergebnissen, dass bewegungstherapeutische Interventionen zur Linderung von Angstzuständen empfohlen werden können, da ein hoher Grad an empirischer Evidenz vorhanden ist. Zukünftige Studien sollten an klinischen Populationen durchgeführt werden und Fragen nach der optimalen Dosierung (Frequenz, Dauer, In-

tensität) sowie den Wirkmechanismen nachgehen.

Herring et al. [24] fassen in ihrer Metaanalyse 40 Studien zusammen, in denen bei klinischen Stichproben (Patienten mit Tumorerkrankungen, kardiovaskulären Erkrankungen, mit COPD, Multipler Sklerose und mit psychiatrischen oder orthopädischen Erkrankungen) bewegungstherapeutische Interventionen zur Linderung von Angstzuständen durchgeführt wurden. Die mittlere Effektstärke beträgt $d = 0,29$ (95%-KI $0,23-0,36$). Dabei erzielten Trainingsprogramme mit einer Dauer von bis zu 12 Wochen bessere Effekte als längere Programme. Die Autoren führen dies auf die bessere Adhärenz bei den kürzeren Interventionen zurück. Weiterhin wurden stärkere Effekte erzielt, wenn die Dauer der einzelnen Trainingseinheiten mindestens 30 min (am häufigsten dreimal pro Woche) umfasste und in den eingesetzten Verfahren zur Messung der Ängstlichkeit ein Zeitfenster von mehr als einer Woche abgefragt wurde. Auf Grundlage dieser Studienergebnisse können bewegungstherapeutische Interventionen mit minimalem Risiko für widrige Ereignisse zur Reduktion von Angstzuständen empfohlen werden, insbesondere für Patienten, die nicht-pharmakologische Therapien präferieren. Bei intensiverer körperlicher Aktivität machen die Betroffenen wiederholt die Erfahrung, dass körperliche Symptome wie Schwitzen, Hyperventilation und Herzrasen ohne begleitende emotionale Störungen auftreten. Dadurch könnte ein Desensitivierungsprozess bei den körperlichen Begleitsymptomen von Angstzuständen einsetzen.

Bisher in diesem Forschungsbereich vernachlässigte Interventionsformen wie Krafttraining sollten in zukünftige Studien einbezogen und die Trainingsintensität und Dauer verändert werden, um der Frage der optimalen Art und Dosierung körperlicher Aktivität nachzugehen.

Zu weiteren psychischen Störungen wie Abhängigkeitserkrankungen [25] oder somatoformen Störungen [26] gibt es einzelne empirische Untersuchungen, die noch keinen Schluss über die Effekte von körperlicher Aktivität zulassen. Zum Einsatz körperlicher Aktivität bei der Raucherentwöhnung wurde ein Cochrane-Review [27] vorgelegt, das aber nur

wenige Studien (n = 13) zusammenfasst. In drei dieser Studien konnte ein positiver Effekt körperlichen Trainings bei der Raucherentwöhnung festgestellt werden, in einer Studie auch nach einem 12-monatigen Follow-up. Die Autoren führen dies auf die geringe methodische Qualität, insbesondere auf geringe Stichprobengrößen und Interventionen von zu geringer Intensität und Dauer zurück.

Auch zum Einsatz körperlicher Aktivität zur Behandlung schizophrener Psychosen gibt es ein Cochrane-Review [28], das aber ebenfalls nur wenige randomisierte kontrollierte Studien (n = 3) zusammenfasst. Die Ergebnisse zeigen, dass Interventionsstudien mit körperlichem Training auch bei dieser Patientenpopulation durchführbar sind und sich positiv sowohl auf das psychische als auch auf das körperliche Wohlbefinden auswirken. Darüber hinaus demonstriert eine neuere deutsche Studie [29] eindrucksvoll, dass ein dreimonatiges aerobes Ausdauertraining sowohl in einer Gruppe von Patienten mit chronischer Schizophrenie (n = 8) als auch in einer gesunden Kontrollgruppe (n = 8) zu einem Anstieg des Hippocampusvolumens und zu verbesserten kognitiven Leistungen führt.

Körperliche Aktivität und positive Eigenwahrnehmung

Dass ein Zusammenhang zwischen sportlicher Aktivität und positiver Eigenwahrnehmung besteht, ist eine weit verbreitete Annahme. Kausale Aussagen zu formulieren, die den Zusammenhang zwischen Sport und Wahrnehmung und Bewertung der eigenen Person betreffen, ist jedoch weitaus schwieriger. Es geht dabei um die Beantwortung folgender Kernfragen: „Führt körperliche Aktivität zu einer positiveren Eigenwahrnehmung und erklärt dies den Zusammenhang zwischen Sport und einem verbesserten Selbstwertgefühl oder führt umgekehrt ein positives Selbstwertgefühl zu vermehrter körperlicher Aktivität? Gibt es nur eine Wirkungsrichtung oder treffen eventuell beide Hypothesen im Sinne einer wechselseitigen Selbstverstärkung zu? Welche weiteren Faktoren beeinflussen den Zusammenhang zwischen Sport und Selbstwertgefühl?“

Die Richtung der Einflussnahme und Effekte von körperlicher Bewegung auf die Eigenwahrnehmung und das Selbstwertgefühl zu untersuchen ist Ziel sportpsychologischer Forschung [30]. Wichtige psychologische Konstrukte in diesem Zusammenhang sind das Konzept des globalen Selbstwertgefühls, das Konzept der Selbstwirksamkeit und das Modell des physischen Selbstkonzepts. Auf diese soll im Folgenden näher eingegangen werden.

Sport und globales Selbstwertgefühl

Das globale Selbstwertgefühl lässt sich definieren als der allgemeine subjektiv empfundene Wert, den wir uns selbst als Person beimessen. Spence et al. [31] stellten sich in einer Metaanalyse (113 kontrollierte Studien) die Frage, wie stark sich sportliche Aktivität auf das globale Selbstwertgefühl bei Erwachsenen auswirkt. Die Analyse ergab, dass Sport bei Erwachsenen insgesamt zu einer „leichten aber signifikanten“ Verbesserung des globalen Selbstwertgefühls führt (mittlere Effektstärke $d = 0,23$; 95%-KI $0,18-0,28$). Als wichtige Moderatorvariablen für diese Verbesserung konnten die Veränderung des körperlichen Fitnesszustands sowie die Art der Sportaktivität identifiziert werden. So zeigten vor allem diejenigen Probanden ein verbessertes Selbstwertgefühl, die durch das Sportprogramm auch körperlich fitter wurden. „Life-Style-Programme“ (bei denen das Sportprogramm mit Entspannungsverfahren oder Ernährungsprogrammen kombiniert wurde) waren dabei einem Training überlegen, bei dem es allein um die Verbesserung technischer Fertigkeiten in einzelnen Sportdisziplinen ging.

Sport und Selbstwirksamkeit

Der Begriff der Selbstwirksamkeit (self-efficacy) geht auf den amerikanischen Psychologen Albert Bandura zurück. Bandura versteht unter Selbstwirksamkeitserwartungen (self efficacy beliefs) den Glauben und die Zuversicht, mit den eigenen zur Verfügung stehenden Fähigkeiten einen Handlungsverlauf so zu organisieren und durchzuführen, dass ein gegebenes Ziel verfolgt werden kann [32]. Im Kontext sportlicher Aktivität bedeuten Selbstwirksamkeitserwartungen die

persönlich wahrgenommene Kontrolle und Zuversicht, zum Beispiel an einem bestimmten Bewegungsprogramm teilnehmen zu können. Selbstwirksamkeitserwartungen dürfen dabei allerdings nicht mit Ergebniserwartungen – eine gewünschte Gewichtsabnahme beispielsweise – verwechselt werden.

Dass die Selbstwirksamkeitserwartung ein wesentlicher bestimmender Faktor im Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und allgemeinem psychischem Wohlbefinden ist, konnten Netz et al. [33] in einer Metaanalyse (36 kontrollierte Studien) mit gesunden älteren Erwachsenen nachweisen. Hier zeigte sich, dass eine Steigerung des allgemeinen psychischen Wohlbefindens durch körperliche Aktivität vor allem über eine Stärkung der Selbstwirksamkeitserwartung ($d = 0,38$; 95%-KI $0,24-0,52$) zustande kommt.

Sport und physisches Selbstkonzept

Ein zentraler Begriff im Kontext von Sport und positiver Eigenwahrnehmung ist der des physischen Selbstkonzepts. Dieser Teilbereich des globalen Selbstkonzepts fasst alle selbstbezogenen Informationen über den eigenen Körper zusammen. Es enthält Informationen über körperliche Fähigkeiten (Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit, Beweglichkeit, Koordination) sowie Aspekte der körperlichen Attraktivität [34]. Mehrere Studien konnten nachweisen, dass Sport zu einer Verbesserung des physischen Selbstkonzepts führt [35].

Übertrainingssyndrom und sportliches Burnout

Körperliches Training verbessert nicht in jedem Fall das psychische Wohlbefinden. Das Phänomen des Übertrainings (overtraining) und des sportlichen Burnouts ist vor allem bei Leistungssportlern bekannt. Aber auch Freizeitsportler können betroffen sein.

Übertrainingssyndrom. Das Übertrainingssyndrom (ÜTS) ist ein komplexes multifaktorielles Geschehen und umfasst sowohl körperliche als auch psychische Aspekte. Es kommt zunächst zu einer Leistungsstagnation und schließlich zu einem Abfall der sportartspezifischen

Leistungsfähigkeit trotz weitergeführtem oder sogar intensiviertem Training. Auch nach einer verlängerten Regenerationsphase von zwei bis drei Wochen ist der Abfall der Leistungsfähigkeit noch nachweisbar. Bei einer kürzeren Dauer spricht man eher von einem Überlastungszustand (overreaching oder overloading) [36].

Neben dem Leistungsabfall findet sich bei Sportlern mit ÜTS typischerweise eine allgemeine physische und psychische Erschöpfung. Oftmals sind depressive Symptome wie Niedergeschlagenheit, Stimmungsinstabilität, Gleichgültigkeit, Reizbarkeit, verringertes Selbstvertrauen, Ruhelosigkeit, Schlafstörungen, Appetitlosigkeit, Gewichtsverlust, Konzentrationsstörungen und Ängstlichkeit vorhanden. Weitere Kennzeichen sind Infektanfälligkeit, ein erhöhter Ruhepuls, Schwere der Arbeitsmuskulatur, Myalgien, gastrointestinale Störungen und erhöhte Verletzungsanfälligkeit.

Sportliches Burnout. Das sportliche Burnout zeichnet sich im Vergleich zum ÜTS durch einen zusätzlichen Antriebs- und Motivationsverlust aus. Während Sportler mit ÜTS oftmals noch ein ausreichendes Maß an Motivation zeigen, weitere Trainingseinheiten zu absolvieren, kann ein Sportler mit Burnout das Training in der Regel nicht mehr fortführen. Es kommt zu einer starken Trainingsabneigung und einer negativen Bewertung der ausgeübten Sportart.

Die am häufigsten diskutierten Ursachen für ein ÜTS und sportliches Burnout sind eine für den Trainingszustand zu hohe Trainingsintensität, ein zu hoher Trainingsumfang und/oder zu häufige Wettkämpfe ohne ausreichende Erholungsphasen. Allerdings müssen noch weitere Faktoren vorliegen, die dazu führen, dass ein Athlet ein ÜTS oder sportliches Burnout entwickelt. Dafür spricht allein schon, dass viele Sportler, obwohl sie hart trainieren, kein ÜTS entwickeln. Neben einer Dysbalance zwischen Trainingsbelastung und Erholung spielen daher vermutlich weitere Bedingungen, wie etwa psychosoziale Stressfaktoren (Beziehungsprobleme, Einschränkungen der Autonomie, hoher Erwartungsdruck) oder die Entwicklung eines depressiven Syndroms eine Rolle [37, 38].

Eine in der internationalen Literatur allgemeingültige und abgrenzende Definition der Begriffe „Overreaching“, „Übertraining“ und „Burnout“ gibt es nicht. Winsley und Matos [39] stellen Overreaching, Übertraining und sportliches Burnout auf einer Achse als Kontinuum dar. Ein Ende dieses Kontinuums zeigt den Zustand des regenerierten Sportlers an, das entgegengesetzte Ende markiert den Zustand des sportlichen Burnouts. Overreaching und Overtraining sind Zwischenstadien, die fließend ineinander übergehen.

Im Gegensatz dazu argumentieren Richardson et al. [38] dafür, das sportliche Burnout nicht als Endstadium des Übertrainings zu sehen. Sie betonen, dass das ÜTS in erster Linie ein Zustand physischer Überanstrengung ist, der auf einer zu hohen Trainingsbelastung bei unzureichender Regeneration beruht. Sportliches Burnout ist dagegen ein Erschöpfungszustand, der primär auf emotionale Stressoren zurückzuführen ist und deshalb nicht als Folge eines ÜTS angesehen werden kann.

Kellmann [40] betont die Wichtigkeit einer optimalen Regeneration zur Prävention eines ÜTS. Ein Leistungssportler kann nur dann Steigerungen im Trainingsumfang verkraften, wenn entsprechende Regenerationsressourcen zur Verfügung stehen. Da die körperlichen, psychologischen und sozialen Aspekte der Regeneration bei jedem Sportler unterschiedlich gewichtet sind, sollten Regenerationsmaßnahmen genau auf die jeweiligen Bedürfnisse des einzelnen Athleten abgestimmt sein.

Auch die körperlichen und psychischen Belastbarkeitsgrenzen, die bei einer Überschreitung zum Übertraining und zum sportlichen Burnout führen können, sind bei Leistungssportlern inter- und intraindividuell höchst unterschiedlich. Sportler und deren Betreuer sollten diese möglichst frühzeitig erkennen. Dabei können psychometrische Verfahren wie das Profile of Mood States (POMS, [41]) oder der Recovery Stress Questionnaire for Athletes (RESTQ-Sport, [42]) hilfreich sein. Mithilfe dieser Fragebögen können Stimmungsumschwünge und mögliche Dysbalancen zwischen Stress und Erholung frühzeitig identifiziert und eventuel-

le Veränderungen im Trainings- und Regenerationsplan eingeleitet werden.

Kognitive Effekte körperlicher Aktivität

Die Forschung zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der Verbesserung kognitiver Funktionen ist vor dem Hintergrund der Altersstrukturentwicklung der Bevölkerung besonders bedeutsam. Die Frage, ob körperliche Aktivität dem kognitiven Abbau im Alter vorbeugen oder diesen verzögern und darüber hinaus sogar die Entwicklung einer Demenz beeinflussen kann, ist deshalb gesellschaftspolitisch von hoher Relevanz.

Während einige Reviewarbeiten [43, 44] den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und der Verbesserung kognitiver Funktionen als nicht erwiesen darstellen, kommen andere, insbesondere neuere Metaanalysen [45, 46, 47] zu gegenteiligen Schlüssen. Unterschiede können in den Kriterien für die Auswahl der Studien (Querschnitt-, Längsschnitt-, experimentelle Studien) begründet sein, in der Wahl und Kategorisierung der Outcome-Parameter und in den jeweils untersuchten Stichproben (Gesunde versus Kranke, Ältere versus Jüngere).

In einem Cochrane-Review [45] von randomisierten kontrollierten Studien mit über 55-jährigen Probanden ohne neurokognitive Beeinträchtigung wurden elf Studien zusammengefasst. Der Anstieg der kardiorespiratorischen Fitness ging mit Verbesserungen in einigen kognitiven Funktionen (motorisches Lernen, Aufmerksamkeit, Verarbeitungsgeschwindigkeit) einher, in anderen (zum Beispiel Gedächtnis, exekutive Funktionen) zeigten sich allerdings keine Verbesserungen. Die Autoren werfen die Frage auf, weshalb sich einige kognitive Funktionen durch körperliches Training verbessern lassen, andere jedoch nicht. Smith et al. [47] kommen in einer neueren Metaanalyse von 29 Studien mit über 18-jährigen Teilnehmern (N = 2049; 234 Effektmaße) zu dem Ergebnis, dass körperliches Training die Aufmerksamkeit, die Verarbeitungsgeschwindigkeit und die exekutiven sowie Gedächtnisfunktionen – allerdings nicht des Arbeitsgedächtnisses – verbessert. Sie finden also auch Verän-

derungen in kognitiven Funktionen, die im Cochrane-Review als durch körperliche Aktivität nicht veränderbar eingestuft wurden. Erickson und Kramer [46] betonen, dass gerade exekutive Funktionen (Planung, Koordination, Arbeitsgedächtnis, Flexibilität) einer Verbesserung durch körperliche Aktivität zugänglich sind, und führen querschnittliche MRI-Studien an, die belegen, dass dementsprechend präfrontale, parietale und temporale Hirnregionen bei fitteren Personen stärker ausgeprägt sind.

Sofi et al. [48] führten eine Metaanalyse prospektiver Studien durch, die den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und dem Risiko für eine abfallende kognitive Leistungsfähigkeit (cognitive decline) bei nicht dementen Personen im Alter untersuchten. Sie konnten 15 prospektive Studien über 12 Kohorten mit insgesamt 33.186 Teilnehmern in die Analyse einschließen. Der Beobachtungszeitraum umfasste zwischen einem und 12 Jahren. Bei 3210 Teilnehmern ging die kognitive Leistungsfähigkeit zurück. Körperlich aktive Teilnehmer wiesen insgesamt ein um bis zu 38% geringeres Risiko auf, kognitive Beeinträchtigungen zu entwickeln als körperlich Inaktive.

Demenz

Heyn et al. [49] führten eine Metaanalyse von 30 randomisierten kontrollierten Studien mit an Demenz erkrankten Patienten zu Effekten körperlichen Trainings (mittlere Dauer 23 Wochen, 3,6 Trainings pro Woche à 45 min) durch. Die Teilnehmer setzten sich aus Patienten mit unterschiedlichen Formen einer Demenz zusammen („Alzheimer’s disease, dementia, mixed dementia, cognitive disorders, organic brain disease, mentally impaired older adults, cognitively impaired nursing home residents, or geriatric mental patients“; [49]. In 22 Studien wurde die kognitive Beeinträchtigung mittels der Mini Mental State Examination (MMSE) quantifiziert: In neun Studien wiesen die Teilnehmer geringe, in neun mittlere und in vier schwere kognitive Beeinträchtigungen auf. Von den 30 eingeschlossenen Studien (N=2020; mittleres Alter $80 \pm 6,1$ Jahre; Range 66 bis 91 Jahre) untersuchten 12 (N=820) auch den Ef-

fekt körperlichen Trainings (Walking, aerobic exercise, Krafttraining) auf kognitive Funktionen. Die mittlere Effektstärke lag hier bei $d=0,57$ (95%-KI 0,38–0,75). Hinsichtlich der Intensität oder Dauer des Trainings war kein Unterschied festzustellen. Die am schwersten beeinträchtigten Patienten profitierten am meisten. Andere therapeutische Interventionen bei Demenzpatienten weisen vergleichbare Effektstärken auf: Nicht-pharmakologische Therapien wie kognitives Training zeigen je nach Art, Dauer und Setting Effektstärken von 0,31 bis 0,59 [50]. Dieser Effekt ist wiederum vergleichbar mit dem von pharmakologischen Therapien zum Beispiel mit Cholinesteraseinhibitoren [51], Memantin (NMDA-Rezeptor-Antagonist: KI 0,32–0,49) [52] oder Ginkgo biloba ($d=0,58$) [53]. Die Effektstärken variieren je nach Krankheitsstadium und den eingesetzten Messverfahren [54].

In einem neueren Cochrane-Review [55] zur Frage der Wirksamkeit von körperlichen Aktivierungsprogrammen bei Patienten mit Demenz (alle Formen und Schweregrade) konnten aufgrund restriktiver methodischer Einschlusskriterien nur vier Studien berücksichtigt werden, von denen schließlich nur zwei in die Metaanalyse einbezogen wurden. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die vorliegende empirische Evidenz bisher nicht ausreicht, um die Effizienz körperlicher Aktivierungsprogramme bei Demenzpatienten zu beurteilen. Sie führen dies Ergebnis auf die zum Teil kleinen Stichproben ($n=11$), die Art, Intensität und Dauer der Intervention und die schlechte Adhärenz der Patienten in den Studien zurück.

Hamer und Chida [56] untersuchten in einer Metaanalyse prospektiver Studien, inwieweit körperliche Aktivität die Entwicklung neurodegenerativer Störungen beeinflusst. Sie fassen 16 Studien mit 163.797 Teilnehmern zusammen, von denen im Beobachtungszeitraum (4,7 bis 30 Jahre) 3219 erkrankten. Das Risiko, an einer Demenz zu erkranken, war für körperlich Aktive um 28% geringer, an Morbus Alzheimer zu erkranken sogar um 45%. Aussagen über die optimale Dosierung (Dauer, Intensität) der körperlichen Aktivität konnten die Autoren anhand der vorliegenden Studien nicht treffen. Ob

sich körperliche Aktivität ebenfalls präventiv auf die Entwicklung einer vaskulären Demenz auswirkt, untersuchten Aarsland et al. [57] in einer Metaanalyse prospektiver epidemiologischer Studien (Follow-up vier bis sieben Jahre, 10.108 Teilnehmer, 374 Fälle). Sie stellten ein um 38% geringeres Risiko für körperlich aktive Personen fest.

Körperliche Aktivität, psychische Gesundheit und kognitive Funktionen bei Kindern und Jugendlichen

Die meisten Jugendlichen in Deutschland bewegen sich zu wenig: Zu diesem Schluss kommt der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey des Robert Koch-Instituts [58]. Denn nur 8% der Jungen und 5% der Mädchen im Alter zwischen 14 und 17 Jahren bewegen sich mindestens 60 Minuten pro Tag mit moderater bis sehr hoher Intensität. Damit erfüllt weniger als ein Zehntel der Jugendlichen in Deutschland die Bewegungsrichtlinien der WHO für diesen Altersbereich. Ein Mangel an körperlicher Aktivität beeinträchtigt jedoch nicht nur die körperliche, sondern auch die psychische Gesundheit und schränkt die kognitive Leistungsfähigkeit der betroffenen Kinder und Jugendlichen ein.

Körperliche Aktivität und psychische Gesundheit bei Kindern und Jugendlichen

In einer Metaanalyse von Larun et al. [59], in die ausschließlich randomisierte kontrollierte Studien einbezogen wurden, wurde die Wirkung von Interventionen zur körperlichen Aktivitätssteigerung (Ausdauertraining) auf Angst- und depressive Symptome bei Kindern und Jugendlichen untersucht. Die Autoren fassen 16 Studien mit 1191 Teilnehmern im Alter von elf bis 19 Jahren zusammen. Fünf (Depressivität) beziehungsweise sechs Studien (Angst) zeigten, dass körperliche Aktivität bei gesunden Kindern und Jugendlichen negative Stimmungen reduziert ($d=-0,48$; 95%-KI $-0,97-0,01$).

In einer Metaanalyse zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und psychischer Gesundheit bei klinisch un-

auffälligen Kindern und Jugendlichen (Alter: drei bis 18 Jahre) fassten Ahn und Feweda [60] 73 Studien (30 randomisierte kontrollierte Studien, 24 nicht randomisierte kontrollierte Studien, 19 korrelative Studien) zusammen. Die Ergebnisse der RCT-Studien zeigten, dass Bewegungsinterventionen Depressivität, Angst und psychologischen Distress beziehungsweise posttraumatische Belastungsstörungen am wirksamsten reduzieren (quantifiziert als durchschnittliche Effektstärken). Darüber hinaus wurde durch Bewegungsinterventionen auch das Selbstwertgefühl der Kinder und Jugendlichen verbessert.

Motl et al. [61] untersuchten in einer groß angelegten prospektiven Längsschnittstudie mit 4594 Jugendlichen den Zusammenhang zwischen natürlichen Veränderungen der körperlichen Aktivität und der Häufigkeit depressiver Symptome über einen Zeitraum von zwei Jahren (vom Beginn der 7. bis zum Ende der 8. Klasse). Die Autoren konnten für diesen Zeitraum zeigen, dass häufigere körperliche Aktivität mit einer Verminderung depressiver Symptome einherging. Jerstad et al. [62] führten über die Dauer von sechs Jahren eine prospektive Längsschnittstudie zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Depressivität bei 496 weiblichen Jugendlichen (Alter zu t1: elf bis 15 Jahre) durch (ein Messzeitpunkt pro Jahr). Eine geringere Anzahl von Aktivitäten während der letzten 12 Monate sagte ein erhöhtes Risiko für depressive Symptome sowie für den Beginn einer Depression vorher. Umgekehrt reduzierte aber das Vorhandensein depressiver Symptome auch die körperliche Aktivität der Jugendlichen.

Körperliche Aktivität und kognitive Funktionen bei Kindern und Jugendlichen

Die Datenlage zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und kognitiver Leistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen ist bisher noch wenig zufriedenstellend. Häufig sind die Ergebnisse uneinheitlich, was unter anderem darauf zurückzuführen ist, dass in den Studien unterschiedliche Aspekte kognitiver Funktionen untersucht wurden und sich die verwendeten Testverfahren, die

durchgeführten Bewegungsinterventionen, die Durchführungsbedingungen (zum Beispiel individuelle oder Gruppenintervention) sowie die Stichproben voneinander unterscheiden (zum Beispiel im Alter, kognitiven Entwicklungsstand, Körpergewicht).

Ein aktueller Review-Artikel [63] kommt trotz der oben beschriebenen methodischen Defizite zu dem Schluss, dass sich bei Kindern und Jugendlichen sowohl einmalige als auch kontinuierliche Einheiten körperlicher Aktivität positiv auf exekutive Funktionen auswirken. Als exekutive Funktionen werden kognitive Prozesse bezeichnet, die für die Planung, Ausführung und Kontrolle zielgerichteten Verhaltens verantwortlich sind. Sie werden von Strukturen im präfrontalen Kortex gesteuert. Dieser Teil des Gehirns befindet sich bei Kindern und Jugendlichen noch in der Entwicklung und ist daher in diesem Lebensabschnitt besonders vulnerabel beziehungsweise empfänglich für positive Einflüsse [64, 65]. Kognitiv anspruchsvollere körperliche Aktivitäten scheinen dabei eine stärkere positive Wirkung auf exekutive Funktionen auszuüben als kognitiv weniger fordernde Aktivitäten.

In einem Review-Artikel, der sich auf die Wirkung kontinuierlicher körperlicher Aktivität auf globale intellektuelle Fähigkeiten, kognitive Funktionen (zum Beispiel Wahrnehmungs-, Aufmerksamkeits-, Gedächtnisprozesse) und auf schulische Leistungen bei Kindern bezieht, fassten Tomporowski et al. [66] 16 korrelative, prospektive und randomisierte kontrollierte Studien zusammen. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass körperliche Aktivität die Entwicklung insbesondere von exekutiven Funktionen bei Kindern und Jugendlichen begünstigt. Sie betonen, dass bisher aber noch nicht hinreichend geklärt werden konnte, ob diese positiven Effekte vorwiegend von der Art der körperlichen Aktivität, von ihrer Dauer oder von ihrer Intensität beeinflusst werden.

Davis et al. [67] überprüften die Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und exekutiven Funktionen. Sie untersuchten die Wirkung eines aeroben Ausdauertrainings auf die kognitiven Funktionen (exekutive Funktionen, Aufmerksamkeit/Unablenkbar-

keit, räumliches und logisches Denken, Arbeitsgedächtnis) und auf die schulischen Leistungen (Lese- und Rechenaufgaben) bei 171 übergewichtigen Kindern (Alter: sieben bis elf Jahre), die entweder einer von zwei Interventionsgruppen (Dauer der Intervention entweder 20 Minuten/Tag oder 40 Minuten/Tag über elf bis 15 Wochen) oder der Kontrollgruppe (kein Training) zugeordnet wurden. Zusätzlich wurden mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) die Hirnaktivitäten bei elf Kindern aus der Interventionsgruppe und bei neun Kindern aus der Kontrollgruppe während der Aufgabenbearbeitung untersucht. Verglichen mit Kindern aus der Kontrollgruppe zeigten Kinder aus beiden Interventionsgruppen bessere exekutive Funktionen und mathematische Leistungen. Bei Kindern aus beiden Interventionsgruppen fand sich zudem – anders als bei Kindern aus der Kontrollgruppe – eine gesteigerte Aktivität im präfrontalen Kortex und eine geringere Aktivität im posterioren parietalen Kortex. Diese Unterschiede deuten auf eine Verbesserung exekutiver Funktionen als Folge des aeroben Ausdauertrainings hin.

In einer Metaanalyse überprüften Sibley und Etnier [68] die Effekte von körperlicher Aktivität (zum Beispiel Training motorischer Fertigkeiten, aerobes Ausdauertraining) auf die kognitiven Funktionen (beispielsweise intellektuelle Fähigkeiten, Leistungen bei Lese- und Rechenaufgaben, Gedächtnisleistung) und fassten 44 Studien mit Kindern und Jugendlichen (Alter: vier bis 18 Jahre) zusammen. Die einbezogenen Studien, die sich in ihrer methodischen Qualität stark voneinander unterschieden, deuten mit einer durchschnittlichen Effektstärke von 0,32 auf einen positiven Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und kognitiven Funktionen hin. Jedoch unterschieden sich die einzelnen Effektstärken je nach untersuchter kognitiver Funktion, nicht aber nach der Art der körperlichen Aktivität.

Stressreaktivität

Phylogenetisch betrachtet dient die Stressreaktion zur Mobilisierung von Energie in Antizipation körperlicher Aktivität für die

Fight-or-Flight-Reaktion [69]. Auf die Lipid- und Glukosemobilisierung durch die neuroendokrine Stressreaktion folgt im Falle psychischer Stressoren in aller Regel keine motorische Nutzung der bereitgestellten Energieressourcen. Statt verfügbare Energien zu metabolisieren, werden diese in Fettdepots gespeichert. Insulinresistenz, viszerale Fettspeicherung, Bluthochdruck und Hypertriglyceridämie, das sogenannte metabolische Syndrom, können als Folge der Persistenz von Stressreaktionen mit konsekutivem Cortisol- und Katecholaminexzess und einer Hemmung der Ausschüttung von Geschlechtshormonen, des Wachstumshormons und der Schilddrüsenachse angesehen werden. Die in der heutigen westlichen Zivilisation ubiquitären Stressreaktionen und die körperliche Inaktivität potenzieren die Akkumulation von Energiebereitstellung und -speicherung. Dies führt zu einer endemischen Ausbreitung von Diabetes, Adipositas und Herzerkrankungen. Körperliche Aktivität verstoffwechselt diese Energie durch konsekutive mitochondriale Proliferation, die damit verbundene Verstärkung der oxidativen Kapazität der Muskulatur und Erhöhung der Insulinsensitivität [70].

Abgesehen von diesen direkten Wirkungen körperlicher Aktivität auf langfristige Konsequenzen hyperaktiver Stresshormonachsen wird auch die hormonelle und physiologische Stressantwort selbst durch körperliche Aktivität beeinflusst. Die sogenannte „Cross-Stressor-Adaptationshypothese“ [71] geht der Frage nach: „... ob sich sportbedingte Stressadaptationsvorgänge auch auf sportfremde, insbesondere psychosoziale Stressreize verallgemeinern lassen“ ([72], S. 170). Das Stresshormonsystem Trainierter zeichnet sich dadurch aus, dass bei submaximaler Belastung die Schwelle für den Anstieg der Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin im Plasma höher und die ACTH- und Cortisolsekretion geringer ist. In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, dass eine Hyperaktivität der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HHNA) mit psychischen Erkrankungen, insbesondere mit der Depression in einem engen Zusammenhang steht [73, 74]. Die geringere Cortisolsekretion bei Trainierten

könnte – zusätzlich zu den bereits oben dargestellten Mechanismen – die positive Wirkung körperlicher Aktivität auf depressive Störungen erklären.

Jackson und Dishman [75] fassten in einem Review 73 Studien zur Reaktivität physiologischer Stressindikatoren bei Trainierten und Untrainierten nach akuter psychischer Laborbelastung zusammen. Sie kommen zu dem Schluss, dass Trainierte schneller und stärker mit einer Stresshormonausschüttung reagieren, aber auch schneller zur entsprechenden Baseline zurückkehren, das heißt sich schneller erholen. Hamer et al. [76] kommen in ihrer Übersicht von Studien, die nach einer akuten körperlichen Trainingseinheit die Reaktivität auf psychische Stressoren untersuchen, zu dem Ergebnis, dass die Reaktion des Blutdrucks auf psychische Stressoren nach sportlicher Tätigkeit geringer ausfällt. Insgesamt kann zwar nicht von einer höheren Stressresistenz bei Trainierten gesprochen werden, doch zeigen sie eine verbesserte Stressregeneration, was präventivmedizinisch von Bedeutung sein könnte, das heißt, sportliche Aktivität könnte der Hyperaktivität der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse bei depressiven Störungen entgegenwirken.

Fazit

Körperliche Aktivität wirkt sich sowohl bei psychisch Erkrankten als auch bei Gesunden günstig auf die emotionale und geistige Gesundheit aus. Menschen aller Altersklassen profitieren von den positiven Effekten. Die vorliegenden Ergebnisse weisen darauf hin, dass körperliche Aktivität ein enormes Potenzial sowohl als präventive als auch als therapeutische Maßnahme bei psychischen Störungen besitzt. In den Neurowissenschaften und in der Psychologie konnten in den vergangenen Jahren beachtliche Fortschritte bei der Entschlüsselung der Mechanismen erzielt werden, die der Wirkung körperlicher Aktivität auf die psychische Gesundheit zugrunde liegen. Das bessere Verständnis dieser neurobiologischen Zusammenhänge ist ein erster Schritt, um körperliche Aktivität als Komponente in

der Behandlung psychischer Störungen zu etablieren.

Herauszufinden, wie eine sporttherapeutische Intervention gestaltet sein muss, um für psychisch erkrankte Erwachsene sowie Kinder und Jugendliche auch umsetzbar zu sein, ist eine der wesentlichen Aufgaben in diesem Forschungsfeld. Zum Beispiel sind auf Basis der bisherigen Literatur bislang keine fundierten Aussagen zur Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen körperlicher Aktivität und emotionalen beziehungsweise kognitiven Effekten möglich. Es sind pragmatische Ansätze gefordert, die speziell auf die Bedürfnisse psychisch Erkrankter eingehen und insbesondere auch die möglichen Hinderungsgründe für körperliche Aktivität aufgreifen. Für die entsprechende Adhärenz bestimmter Patientengruppen könnten beispielsweise die sozialen Rahmenbedingungen von Bedeutung sein. Diese müssten im Rahmen klinischer Studien für einzelne Patienten- und Altersgruppen ermittelt und dann als fester Bestandteil in sporttherapeutische Interventionen integriert werden.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Dr. K.-H. Schulz
Ambulanzzentrum,
Fachbereich Sport- und Bewegungsmedizin,
Institut für Medizinische Psychologie,
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Martinistr. 52, W26, 20241 Hamburg
khschulz@uke.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. König HH, Lupp M, Riedel-Heller S (2010) Die Kosten der Depression und die Wirtschaftlichkeit ihrer Behandlung. *Psychiatr Prax* 37:213–215
2. Conn VS (2010) Depressive symptom outcomes of physical activity interventions: meta-analysis findings. *Ann Behav Med* 39:128–138
3. Stathopoulou G, Powers MB, Berry AC et al (2006) Exercise interventions for mental health: a quantitative and qualitative review. *Clin Psychol Sci Pract* 13:179–193
4. Rethorst CD, Wipfli BM, Landers DM (2009) The antidepressive effects of exercise. A meta-analysis of randomized trials. *Sports Med* 39:491–511
5. Mead GE, Morley W, Campbell P et al (2009) Exercise for depression. *Cochrane Database Syst Rev* 8:CD004366

6. Hoffmann BM, Babyak MA, Graighead WE (2011) Exercise and pharmacotherapy in patients with major depression: one-year follow-up of the SMILE Study. *Psychosom Med* 73:127–133
7. Blumenthal JA, Babyak MA, Doraiswamy PM et al (2007) Exercise and pharmacotherapy in the treatment of major depressive disorder. *Psychosom Med* 69:587–596
8. Babyak MA, Blumenthal JA, Herman S et al (2000) Exercise treatment for major depression: maintenance of therapeutic benefit at 10 months. *Psychosom Med* 62:633–638
9. Haase AM, Taylor A, Fox KR et al (2010) Rationale and development of the physical activity counseling intervention for a pragmatic Trial of Exercise and Depression in the UK (TREAD-UK). *Ment Health Phys Act* 3:85–91
10. Glanz K, Bishop DB (2010) The role of behavioral science theory in development and implementation of public health interventions. *Ann Rev Public Health* 31:399–418
11. Eriksson PS, Perfilieva E, Björk-Eriksson T (1998) Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nat Med* 4:1313–1317
12. Ernst C, Olson AK, Pined J et al (2006) Antidepressant effects of exercise: evidence for an adult-neurogenesis hypothesis? *J Psychiatry Neurosci* 31:84–92
13. Hennigan A, O'Callaghan RM, Kelly AM (2007) Neurotrophins and their receptors: roles in plasticity, neurodegeneration and neuroprotection. *Biochem Soc Trans* 35:424–427
14. Laske C, Eschweiler G (2006) Brain-derived neurotrophic factor. Vom Nervenwachstumsfaktor zum Plastizitätsmodulator bei kognitiven Prozessen und psychischen Erkrankungen. *Nervenarzt* 77:523–537
15. Pedersen BK, Pedersen M, Krabbe KS et al (2009) Role of exercise-induced brain-derived neurotrophic factor production in the regulation of energy homeostasis in mammals. *Exp Physiol* 94:1153–1160
16. Dwivedi Y, Rizavi HS, Conley RR et al (2003) Altered gene expression of brain-derived neurotrophic factor and receptor tyrosine kinase B in postmortem brain of suicide subjects. *Arch Gen Psychiatry* 60:804–815
17. Shimizu E, Hashimoto K, Okamura N et al (2003) Alterations of serum levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in depressed patients with or without antidepressants. *Biol Psychiatry* 54:70–75
18. Knaepen K, Goekint M, Heyman EM, Meeusen R (2010) Neuroplasticity – exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor. *Sports Med* 40:765–801
19. Rasmussen P, Brassard P, Adser H et al (2009) Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Exp Physiol* 94:1062–1069
20. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ et al (2011) Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev* 17:6–63
21. Dietrich A (2006) Transient hypofrontality as a mechanism for the psychological effects of exercise. *Psychiatry Res* 145:79–83
22. Dietrich A, Audiffren M (2011) The reticular-activating hypofrontality (RAH) model of acute exercise. *Neurosci Biobehav Rev* 35:1305–1325
23. Wipfli BM, Rethorst CD, Landers DM (2008) The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials and dose-response analysis. *J Sport Exerc Psychol* 30:392–410
24. Herring MP, O'Connor PJ, Dishman RK (2010) The effect of exercise training on anxiety symptoms among patients: a systematic review. *Arch Intern Med* 170:321–331
25. Euskirchen J, Kleiner J, Walschek R (2009) Sport- und Bewegungstherapie im Drogenentzug – Auswirkungen auf die Befindlichkeit. *Bewegungsther Gesundheitsport* 25:248–253
26. Schwarz D, Gießing J, Heider J et al (2009) Sporttherapie in der Behandlung somatoformer Beschwerden: ein Literaturüberblick. *Z Sportpsychol* 16:117–130
27. Ussher MH, Taylor A, Faulkner G (2008) Exercise interventions for smoking cessation. *Cochrane Database Syst Rev* 8(4):CD002295
28. Gorkzynski P, Faulkner G (2010) Exercise therapy for schizophrenia. *Cochrane Database Syst Rev* 12(5):CD004412
29. Pajonk FG, Wobrock T, Gruber O et al (2010) Hippocampal plasticity in response to exercise in schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry* 67:133–143
30. Alfermann D, Stoll O (2000) Effects of physical exercise on self-concept and well-being. *Int J Sport Psychol* 30:47–65
31. Spence JC, McGannon KR, Poon P (2005) The effect of exercise on global self-esteem: a quantitative review. *J Sport Exerc Psychol* 27:311–334
32. Bandura A (1986) Social foundations of thought and action: a social cognitive theory. Prentice Hall, Englewood Cliffs
33. Netz Y, Wu MJ, Becker BJ, Tenenbaum G (2005) Physical activity and psychological well-being in advanced age: a meta-analysis of intervention studies. *Psychol Aging* 20:272–284
34. Fox KR (2000) The effects of exercise on self-perceptions and self-esteem. In: Biddle SJH, Fox KR, Boutcher SH (Hrsg) Physical activity and psychological well-being. Routledge, London, S 88–117
35. Taylor AH, Fox KR (2005) Effectiveness of a primary care exercise referral intervention for changing physical self-perceptions over 9 months. *Health Psychol* 24:11–21
36. Urhausen A, Kindermann W (2002) Übertraining. *Dtsch Z Sportmed* 53:121–122
37. Coakley J (1992) Burnout among adolescent athletes – a personal failure or social problem? *Sociol Sport J* 9:271–285
38. Richardson SO, Andersen MB, Morris T (2008) Overtraining athletes: personal journeys in sport. Human Kinetics, Champaign
39. Winsley R, Matos N (2011) Overtraining and elite young athletes. *Med Sport Sci* 56:97–105
40. Kellmann M (2010) Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scand J Med Sci Sports* 20:95–102
41. McNair D, Lorr M, Droppelmann LF (1971/1992) Profile of mood states manual. Educational and Industrial Testing Service, San Diego
42. Kellmann M, Kallus KW (2001) The Recovery-Stress Questionnaire for Athletes: user manual. Human Kinetics, Champaign
43. Etner JL, Nowell PM, Landers DM, Sibley BA (2006) A meta-regression analysis to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Res Rev* 30:119–130
44. Uffelen JGZ van, Chin AP, Marijke JM et al (2008) The effects of exercise on cognition in older adults with and without cognitive decline: a systematic review. *Clin J Sport Med* 18:486–500
45. Angevaren M, Aufdemkampe G, Verhaar HJJ et al (2008) Physical activity and enhanced fitness to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev* 16(3):CD005381
46. Erickson KI, Kramer AF (2009) Aerobic exercise effects on cognitive and neural plasticity in older adults. *Br J Sports Med* 43:22–24
47. Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM et al (2010) Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom Med* 72:239–252
48. Sofi F, Valecchi D, Bacci D et al (2011) Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. *J Intern Med* 269:107–117
49. Heyn P, Abreu BC, Ottenbacher KJ (2004) The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 85:1694–1704
50. Olazarán J, Reisberg B, Clare L et al (2010) Non-pharmacological therapies in Alzheimer's disease: a systematic review of efficacy. *Dement Geriatr Cogn Disord* 30:161–178
51. Luijpen MW, Scherder EJA, Van Someren EJW et al (2003) Non-pharmacological interventions in cognitively impaired and demented patients: a comparison with cholinesterase inhibitors. *Rev Neurosci* 14:343–368
52. Smith M, Wells J, Borrie M (2006) Treatment effect size of memantine therapy in Alzheimer disease and vascular dementia. *Alzheimer Dis Assoc Disord* 20:133–137
53. Weinmann S, Roll S, Schwarzbach C et al (2010) Effects of Ginkgo biloba in dementia: systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr* 10:14
54. Riepe MW, Janetzky W, Lemming OM (2011) Measuring therapeutic efficacy in patients with Alzheimer's disease: role of instruments. *Dement Geriatr Cogn Disord* 31:233–238
55. Forbes D, Forbes S, Morgan DG et al (2008) Physical activity programs for persons with dementia. *Cochrane Database Syst Rev* 16(3):CD006489
56. Hamer M, Chida Y (2009) Physical activity and risk of neurodegenerative disease: a systematic review of prospective evidence. *Psychol Med* 39:3–11
57. Aarsland D, Sardaheae FS, Anderssen S et al (2010) Is physical activity a potential preventive factor for vascular dementia? A systematic review. *Aging Ment Health* 14:386–395
58. Bös K, Worth A, Opper E et al (2009) Motorik-Modul: Eine Studie zur motorischen Leistungsfähigkeit und körperlich-sportlichen Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Forschungsreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, Bd. 5. Nomos, Baden-Baden
59. Larun L, Nordheim LV, Ekeland E et al (2006) Exercise in prevention and treatment of anxiety and depression among children and young people. *Cochrane Database Syst Rev* 19(3):CD004691
60. Ahn S, Fedewa AL (2011) A meta-analysis of the relationship between children's physical activity and mental health. *J Pediatr Psychol* 36:385–397
61. Motl RW, Birnbaum AS, Kubik MY, Dishman RK (2004) Naturally occurring changes in physical activity are inversely related to depressive symptoms during early adolescence. *Psychosom Med* 66:336–342
62. Jerstad SJ, Boutelle KN, Ness KK, Stice E (2011) Prospective reciprocal relations between physical activity and depression in female adolescents. *J Consult Clin Psychol* 78:268–272
63. Best JR (2010) Effects of physical activity on children's executive function. Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Dev Rev* 30:331–351
64. Best JR, Miller PH (2010) A developmental perspective on executive function. *Child Dev* 81:1641–1660

65. Blakemore SJ (2008) The social brain in adolescence. *Nat Rev Neurosci* 9:267–277
66. Tomporowski PD, Davis CL, Miller PH, Naglieri JA (2008) Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Educ Psychol Rev* 20:111–131
67. Davis CL, Tomporowski PD, McDowell JE et al (2011) Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health Psychol* 30:91–98
68. Sibley BA, Etnier JL (2003) The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatr Exerc Sci* 15:243–256
69. Chrousos GP, Gold W (1992) The concepts of stress and stress system disorders. Overview of physical and behavioral homeostasis. *JAMA* 267:1244–1252
70. Tsatsoulis A, Fountoulakis S (2006) The protective role of exercise on stress system dysregulation and comorbidities. *Ann NY Acad Sci* 1083:196–213
71. Sothmann MS (2006) The cross-stressor adaptation hypothesis and exercise training. In: Acevedo EO, Ekkekakis P (Hrsg) *Psychobiology of physical activity*. Human Kinetics, Champaign, S 149–160
72. Gerber M, Pühse U (2008) Sportliche Aktivität und Stressreaktivität: Ein Review. *Dtsch Z Sportmed* 59:168–174
73. Chrousos GP (2009) Stress and disorders of the stress system. *Nat Rev Endocrinol* 5:374–381
74. Krishnan V, Nestler EJ (2010) Linking molecules to mood: new insight into the biology of depression. *Am J Psychiatry* 167:1305–1320
75. Jackson WM, Dishman RK (2006) Cardiorespiratory fitness and laboratory stress: a meta-regression analysis. *Psychophysiology* 43:57–72
76. Hamer M, Taylor A, Steptoe A (2006) The effect of acute aerobic exercise on stress related blood pressure responses: a systematic review and meta-analysis. *Biol Psychol* 71:183–190

**Ausschreibung
des 31. Forschungspreises
zur Förderung methodischer
Arbeiten mit dem Ziel
der Einschränkung und
des Ersatzes von Tierversuchen**
Bundesministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Die rechtlichen Anforderungen zum Schutze der Gesundheit des Verbrauchers erfordern nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft noch immer Tierversuche bei der Entwicklung, Prüfung und Kontrolle von chemischen und pflanzlichen Stoffen, insbesondere im Bereich der Arzneimittel, Lebensmittelzusatzstoffe und Bedarfsgegenstände. Um die Forschung anzuregen, nach Möglichkeiten zur Einschränkung oder zum Ersatz dieser Tierversuche zu suchen, schreibt das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz einen Forschungspreis aus. Der Preis ist mit bis zu 15.000 € dotiert.

Der Preis wird für wissenschaftliche Arbeiten ausgeschrieben, die einen Beitrag insbesondere zur Weiterentwicklung pharmakologisch-toxikologischer Untersuchungsverfahren leisten, wie z. B. zur Bestimmung der akuten, subchronischen und chronischen Toxizität, der erbgutverändernden, tumorerzeugenden, fruchtbarkeits- und fruchtschädigenden Eigenschaften sowie der nutzbringenden Wirkungen. In den Arbeiten soll auch auf den biologischen Aussagewert der Ergebnisse für den Menschen eingegangen werden.

Die Bewerber werden gebeten, nur zur Publikation akzeptierte Arbeiten oder veröffentlichte wissenschaftliche Arbeiten oder wissenschaftliche Publikationen, deren Veröffentlichung nicht länger als zwei Jahre zurückliegt, bis zum 31. März 2012 an das

**Bundesministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- Referat 331 -
Rochusstraße 1
53123 Bonn**

in achtfacher Ausfertigung (einschließlich der Anlagen) einzureichen.

Später eingehende Bewerbungen werden nicht berücksichtigt. Poster und Zusammenfassungen werden nicht akzeptiert. Die Arbeit muss in deutscher oder englischer Sprache abgefasst sein. Bei umfangreicheren Unterlagen wird um eine Zusammenfassung des Inhaltes gebeten. Eine Begründung der Relevanz für den Tierschutz ist beizufügen. Dabei soll u. a. angegeben werden, welcher Tierversuch konkret ersetzt bzw. reduziert werden soll. Auch um Skizzierung des möglichen Umfangs der dadurch einzusparenden Zahl der Versuchstiere wird gebeten. Eine Rücksendung der eingereichten Unterlagen erfolgt nicht.

Die Vergabe des Preises erfolgt auf Vorschlag eines unabhängigen Preiskuratoriums. Eine Aufteilung des Preises auf mehrere Preisträger bleibt vorbehalten. Ein Anspruch auf Preisverleihung besteht nicht. Bereits mit einem Tierschutzpreis ausgezeichnete oder zu diesem Zweck eingereichte Unterlagen sind kenntlich zu machen.

Quelle:

*Bundesministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz,
Bonn,
www.bmelv.de*