

Körperlich-sportliche Aktivität und erfolgreiches Altern

Was rückt den Zusammenhang zwischen Gesundheit, Sport und Alter immer mehr in das öffentliche Bewusstsein? Die institutionalisierte, etablierte Organisation von Gesundheit in unserer Gesellschaft stößt zunehmend an die Grenzen ihrer Finanzierbarkeit. Die Kostenexplosion im Gesundheitswesen hat ihre Ursachen in hier nicht weiter zu diskutierenden kulturellen, gesellschaftspolitischen und wirtschaftlichen Zusammenhängen. Einer ihrer Effekte ist allerdings, dass das über Jahre hinweg gemachte Versprechen eines nahezu ausschließlichen „Reparaturbetriebs“ Medizin in seinen Konsequenzen überdacht und der Präventionsgedanke in den Vordergrund gerückt werden muss. Dies geschieht ebenfalls aus Kostengründen, aber auch, weil auf der einen Seite mit Erfolgen, z. B. in der genetischen Forschung, nicht so schnell, wie bisweilen angenommen, gerechnet werden kann. Auf der anderen Seite sind die Belege für die positiven Effekte einer trainingsbezogenen Intervention auf die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit von Älteren zwischenzeitlich so überzeugend, dass sie nicht länger unberücksichtigt bleiben können. Der Veränderung des Verhaltens und des Lebensstils kommt unter dem Gesichtspunkt der Verlängerung der gesund und aktiv zu verbringenden Lebensspanne, d. h. gleichzeitig der Verkürzung des Zeitraumes altersbedingter Einschränkungen und Krankheiten, eine kaum zu überschätzende Bedeutung zu [1].

Zum biologisch-kulturellen Zusammenhang

Am Kreuzungspunkt dieser aktuellen Entwicklungen nähern sich offensichtlich

2 menschliche Urphänomene ihrer kritischen Beziehung an. Eventuell erreichen sie sogar mit der sich abzeichnenden Adipositasentwicklung und der bereits bestehenden Altersentwicklung ihre „kritische Masse“: Auf der einen Seite steht das Streben des Menschen, körperliche und geistige Anstrengungen unter Nutzung beschleunigter technologischer und technischer Entwicklung auf ein Minimum zu reduzieren – das Ökonomieprinzip. Auf der anderen Seite besteht die naturgegebene Abhängigkeit des Menschen von Bewegungs- und Umweltreizen sowie von Belastungen für eine günstige Entwicklung vom Kindesalter bis ins höchste Erwachsenenalter – das Adaptationsprinzip. Das von Baltes und Singer [2] postulierte Prinzip der biocultural co-construction kann auch auf diese Zusammenhänge übertragen werden.

Zu den Ursachen der soziodemographischen Entwicklung

Die relative Zunahme der höheren Altersgruppen und damit einhergehend die in den Industrienationen weltweit zu registrierende soziodemographische Veränderung ist seit Jahrzehnten prognostiziert [3, 4, 5]. Die für diese Veränderung verantwortlichen Ursachen und die damit einhergehenden Phänomene wie Geburtenrückgang, optimierte medizinische Versorgung, Anstieg der Lebenserwartung und insbesondere die Langlebigkeit haben neue Fragen im Zusammenhang mit der Gesundheitsentwicklung aufgeworfen.

Die Lebenserwartung in Deutschland liegt für Frauen bei 82,0 für Männer bei 74,6 Jahren [6]. Nach Erreichen des 60. Lebensjahres hat eine Frau eine Lebenserwar-

tung von weiteren 24, ein Mann von weiteren 21 Jahren. Betrug die Zahl der 100-Jährigen in Deutschland 1964 noch 265, waren diese 1994 bereits auf 4602 und 2000 auf 7200 angewachsen. Für 2025 werden 44.200 und für 2050 110.700 100-Jährige prognostiziert [5].

Die Fragen nach den Determinanten der Lebensspanne und der Lebenserwartung sowie nach den Ursachen der Alternprozesse beanspruchen zunehmend das wissenschaftliche Interesse. Dies führte dazu, dass auch in den Verhaltenswissenschaften die seit langem diskutierten biologischen Alternstheorien [7] verstärkt berücksichtigt wurden. Die Frage nach den Ursachen des Alterns führt zu den nach wie vor nicht eindeutig bestätigten Konzepten von Kontinuität (Altern als Konsequenz eines lebenslangen Prozesses) und Diskontinuität (eine dem Alter eigene Konstellation) der lebenslangen Entwicklung [8]. Während im Alter die kognitiven, emotionalen und psychosozialen Veränderungen – wie Wissen, Erfahrung, Sozialverhalten und Persönlichkeit – eher stabilisiert und z. T. sogar weiter differenziert werden, nimmt die Variabilität der biologisch-physiologischen Prozesse zu [9, 10]. Bei den biologisch-physiologischen Prozessen geht dies mit Funktionsverlusten und einer zunehmenden Vulnerabilität einher. Die Bedeutung der biologischen Alternsprozesse als limitierende Faktoren für verschiedene körperliche, psychische und sozialbezogene Leistungen ist seit langem bekannt [11]. Die in diesem Zusammenhang zu beantwortende Kernfrage stellt sich in 2 Richtungen: 1) Inwieweit beeinflussen die Alternsprozesse die körperliche Leistungsfähigkeit, und 2) wie kann eine durch körperliche Aktivität und Trai-

ning verbesserte bzw. erhaltene körperliche Leistungsfähigkeit biologisch-physiologische aber auch psychische und sozialbezogene Alternsprozesse beeinflussen?

► **Was oft als Alternsvorgang verstanden wird, ist in hohem Maße das Resultat von Inaktivität.**

Durch die herkömmliche Perspektive der motorischen Entwicklung werden Leistungsunterschiede in Querschnittsuntersuchungen oft fälschlicherweise als „alterungsbedingt“ gekennzeichnet (zur Kritik [12]). Was jedoch oft als Alternsvorgang verstanden wird, ist in hohem Maße das Resultat von Inaktivität und Kohorteneffekten [13]. Die gerontologische Psychologie bestätigt ebenfalls diese Zugangsweise, indem sie endogene und exogene Einflussvariablen sowie evolutionäre, ontogenetische und nicht normative Einflüsse [14] berücksichtigt und der körperlichen Funktionsfähigkeit einen entsprechenden Stellenwert zuweist.

Zum Sportverständnis

In der deutschsprachigen Literatur wird auch in Verbindung mit Gesundheit und Alter der Sportbegriff bevorzugt [15], während in der englischsprachigen Literatur eindeutig die Begriffe physical activity oder exercise im Mittelpunkt stehen [16]. Körperliche Aktivität ist in dem hier betrachteten Zusammenhang nicht mit leistungs- oder wettkampforientiertem Alterssport gleichzusetzen. Sie bezieht sich auf jegliche, durch Muskelarbeit hervorgebrachte Bewegung wie moderates Sporttreiben oder andere Freizeittätigkeiten wie Wandern, aber auch auf Alltagsaktivitäten wie Gehen, Treppensteigen, Radfahren, Haus- oder Gartenarbeit. Wer sich systematisch körperlich aktiv betätigt und Belastungsreize setzt, löst positive gesundheitswirksame Anpassungsprozesse aus [17]. Für diese Interventionen werden dann die Fragen, die allgemein an ein Training gestellt werden, z. B. nach seiner Intensität und seinem Umfang im Hinblick auf ein zu definierendes Ziel, von Bedeutung sein. Training wird in allen Bereichen auch außerhalb der Sportwissenschaft als eine syste-

matische, geplante und sachorientierte Maßnahme zur Erhöhung bzw. zum Erhalt der Leistungsfähigkeit verstanden. Trainingsmaßnahmen in Verbindung mit körperlichen Aktivitäten im Alter, damit auch im Alterssport, zielen primär auf die Optimierung, d. h. Minimierung von schädigenden und Maximierung von leistungserhaltenden Einflüssen des körperlichen Allgemeinzustandes, nicht auf die Maximierung der Leistung. Der Sportbezug ist allerdings auch im Alter empfehlens- und wünschenswert, weil über ihn eine nahezu unermessliche Bewegungsvielfalt und damit ein Abwechslungsreichtum eingebracht werden kann, der sich allein mit körperlicher Aktivität nicht ausreichend ausdrücken lässt.

Wissenschaftlich betrachtet, sind Gesundheit, Sport und Alter jeweils multiperspektivisch und haben einen hohen Bedeutungsüberschuss. Eine Spezifizierung erscheint aus diesem Grund für die hier vorgenommene Betrachtung angezeigt. Eingeschränkt wird der Zusammenhang zwischen körperlich-sportlicher Aktivität und Altern betrachtet. Wirkungen auf die körperlichen Funktionen können primär durch die dem Sport aber auch anderen körperlichen Aktivitäten inhärenten Verhaltenskategorien des Übens und des Trainierens, d. h. durch regelmäßige Wiederholung und Belastung, erzielt werden. Dies gilt sowohl für präventiv als auch für therapeutisch ausgerichtete Trainingssituationen.

Die mit körperlicher Aktivität und insbesondere mit Sporttreiben einhergehenden Handlungs-, Leistungs- und Erlebnisqualitäten stellen den unverzichtbaren Zusammenhang zu psychischen und sozialen Effekten her. Die empirisch begründete Beschreibung dieser Zusammenhänge zwischen biogenetischen, medizinischen, psychologisch-pädagogisch, sozialen und technologischen Ansatzpunkten ist für Umsetzungsfragen unerlässlich. Sie erfordert zunehmend interdisziplinäres Denken und interdisziplinäre Forschung. Der Aspekt in der biologisch-physiologischen Dimension mit den vielfältigen Möglichkeiten der körperlichen Aktivität und dem Sport ist bereits gut belegt, wird allerdings als gesamtgesellschaftlich präventiver Ansatz noch nicht angemessen berücksichtigt.

Altern

Die veränderte Sichtweise, dass Altern nicht mehr nur auf „die irreversiblen Veränderungen der lebenden Substanz als Funktion der Zeit“ [18], sondern primär „auf jegliche positive oder negative“ Veränderungen in der adaptativen Kapazität eines Organismus [14] bezogen wird und mit dem Konstrukt der „Plastizität“ die funktionale Ausschöpfung vorhandener Strukturen anspricht, eröffnet auch für die körperliche Trainierbarkeit und motorische Lernfähigkeit im Alter neue Perspektiven. Aus der Sicht des biologisch-physiologischen Alterns wird davon ausgegangen, dass nicht der Körper oder der Mensch als Ganzes altert, sondern die höchst differenziert zu betrachtenden, ganzheitlich zu beobachtenden Alternsphänomene die Folge zeitlich und dynamisch unterschiedlich verlaufender Alternsvorgänge in den körperlichen Systemen darstellen. Altern ereignet sich somit auch in unterschiedlichem Umfang und unterschiedlicher Geschwindigkeit [19, 20]. Die charakteristischen Einschränkungen bzw. Verluste sind folgendermaßen zu charakterisieren: verringerte Funktionsreserve, abnehmende Vitalkapazität, abnehmende Muskelmasse und Verschlechterung der kapillaren Versorgung, biochemische Veränderungen und Zunahme des Bindegewebes, Reduzierung des Mineralgehaltes der Knochen, Bluthochdruck, Fettstoffwechselstörung, verminderte Glukosetoleranz sowie im sensorischen Bereich Eintrübung der Augenlinse und Verringerung der Anpassungsfähigkeit der Augenmuskulatur, Einschränkung des Hörvermögens bei hohen Frequenzen. Einschränkungen beim motorischen System [21] werden mit Neuronenverlusten zwischen 25 und 50% in unterschiedlichen Bereichen des ZNS beschrieben. Diese Verluste gehen eng einher mit den psychologischen Dimensionen, wie der Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung oder der Fähigkeit zur Lösung neuartiger kognitiver Probleme. Negative Einflüsse einzelner oder auch die Summation mehrerer dieser Phänomene werden im Allgemeinen erst mit Beginn des 30. Lebensjahres beobachtet [22]. Die sich aus kumulierten Einzeleffekten ergebenden Einschränkungen werden von der Gruppe um Fried [23, 24] als das biologische

Syndrom der Gebrechlichkeit (frailty) beschrieben, das kein Synonym für Behinderung oder Komorbidität, sondern allenfalls eine Vorstufe darstellt. Die Autoren belegen den systematischen Zusammenhang von frailty – bei noch vorhandener Funktionalität – als unabhängigem Prädiktor für die Risiken von Stürzen, Hospitalisierung, Behinderung und Tod. Diese Auffassung ist mit den klinischen Markern für Gebrechlichkeit konsistent, die in der Geriatrie und der Gerontologie verwendet werden.

Fried et al. beschreiben 2 Wege in die Gebrechlichkeit: 1) altersbedingte physiologische Veränderungen (z. B. Sarkopenie [25], Anorexie) und 2) schwere Erkrankungen und Komorbidität. Kennzeichen des ersten Weges sind Gewichtsverlust, Erschöpfungszustände, Kraftverlust, reduzierte Gehgeschwindigkeit und geringe körperliche Aktivität. Interventionsmaßnahmen mit körperlich-sportlichen Aktivitäten können wesentlich dazu beitragen, diese Entwicklungen zu verzögern.

Bei diesen Alternsvorgängen muss im Hinblick auf mögliche Interventionen zwischen primärem Altern und sekundärem Altern unterschieden werden. Außerdem wird in der Gerontologie zwischen normalen Alternsprozessen, verstanden als Optimierung der Einflüsse des sekundären Alterns, und den pathologischen Begleiterscheinungen (Krankheiten/Unfall) des Alterns unterschieden ([26], S. 7). Primäres Altern kennzeichnet den genetisch festgelegten Anteil des Alternsvorgangs einer Gattung, d. h. die altersbedingten Veränderungen wie Pubertät oder Menopause. Es wird von Krankheiten sowie Umwelteinflüssen als weitgehend unabhängig betrachtet. Primäres Altern beschreibt den unabwendbaren „schicksalhaften“ Anteil des Alterns, der multigenetisch geprägt und deshalb genetisch nicht einfach zu beeinflussen ist ([27], S. 41). Sekundäres Altern berücksichtigt die Interaktion zwischen primären Alternsvorgängen und Einflüssen, die durch die Persönlichkeit, deren Lebensstil und Verhalten, die Gesellschaft, die Umwelt sowie durch Krankheiten und Unfälle bedingt sind. Interventionsmöglichkeiten zur Verlangsamung von primären Alternsprozessen bestehen nur in sehr eingeschränktem Umfang. Interventionsmaßnahmen zielen daher pri-

mär auf die Vorgänge des sekundären Alterns. Sie betreffen den medizinischen Fortschritt, die Reduktion von Umweltbelastungen sowie die Reduktion von Rauschmittel- und Drogenkonsum. Neben der Veränderung der genannten Lebensbedingungen ist sekundäres Altern durch Veränderungen im Lebensstil zu beeinflussen. Dies gilt für die Optimierung der Ernährung, die Erhöhung des allgemeinen zwischenmenschlichen und intellektuell kognitiven [28], aber insbesondere auch des körperlichen Aktivitätsniveaus durch Bewegung, Spiel und Sport [16, 29, 30]. Regelmäßige körperliche Aktivität zählt gemeinsam mit bewusster Ernährung und Lebensweise zu den stärksten Einflussfaktoren auf die Gesundheit in alternden Industriegesellschaften. Körperliche Aktivität, Bewegung, Tanz, Spiel und Sport leisten somit einen wichtigen Beitrag zum „erfolgreichen Altern“.

➤ Interventionsmaßnahmen zielen vor allem auf die Vorgänge des sekundären Alterns

Natürlich bedeutet Altern auch Verlustprozesse. Es ist allerdings darüber nicht hinlänglich zu beschreiben. Potenzielle Stärken bzw. Gewinne im Alternsverlauf werden mit den erfahrungs-, wissens- und fertigkeitsbasierten Leistungen, die Menschen auch im höheren Alter erbringen können, beschrieben [28]. Dies betrifft die psychische Bewältigung von Anforderungen und Belastungen in Alltags- und Berufssituationen und beinhaltet gleichzeitig die Kompetenz, altersbedingte Einbußen und Verluste zielgerichtet und situationsadäquat, z. B. wie im SOK-Modell (durch Selektion – Optimierung – Kompensation), zu kompensieren [26]. Biologisch-physiologische Verluste werden so durch kulturgebundene, erfahrungsbedingte Gewinne ausgeglichen. Baltes et al. [31, 32] beschreiben dies als Pragmatik und verbinden damit die kristalline Intelligenz und das prozedurale Wissen. Betrachtet man Intelligenz als ein Interaktionskonstrukt, das auf der Fähigkeit des Individuums beruht, spezifische Situationen zu erkennen und in ihnen zu entscheiden, so wie das prozedurale Wissen als eine wichtige Voraussetzung zur Bewältigung von Bewegungsaufgaben, muss man davon ausge-

Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2005 · 48:899–905
DOI 10.1007/s00103-005-1105-7
© Springer Medizin Verlag 2005

H. Mechling

Körperlich-sportliche Aktivität und erfolgreiches Altern

Zusammenfassung

Die Gründe für die zunehmende Bedeutung von körperlicher Aktivität und Sport im Alternsgang und im höheren Alter werden gesellschafts- und wirtschaftspolitisch verankert. Umfassend wird der bio-kulturelle Zusammenhang mit der soziodemographischen Entwicklung, dem Verständnis von Sport im Alter und dem erfolgreichen Altern behandelt. Im Mittelpunkt des Beitrages stehen der Zusammenhang zwischen und die Beitragsfähigkeit von körperlich-sportlicher Aktivität zur Lebenserwartung, zur körperlichen Gesundheit, zum Fitnessniveau sowie zur kognitiven und psychischen Gesundheit.

Schlüsselwörter

Alter · Körperliche Aktivität · Sport · Körperliche Gesundheit · Psychische Gesundheit

Physical activity, sport and successful aging

Abstract

The reasons for the increasing significance of physical activity and sports in the aging process and in higher ages are related to the socio-economic background. The bio-cultural context of the socio-demographic development, the understanding of sport for the elderly and successful aging is dealt with comprehensively. The main focus of the contribution is on the relationship between physical activity and life expectancy, physical fitness level, and cognitive and psychological health.

Keywords

Aging · Physical activity · Sports · Physical health · Psychological health

hen, dass insbesondere das Niveau der biologisch-physiologischen Voraussetzungen zur Bewältigung von körperlichen und geistigen Leistungen beiträgt. Plastizität im Sinne der organischen und der neuronalen Adaptation bildet eine wesentliche Voraussetzung zum Erhalt körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit sowie (bei Rehabilitationsmaßnahmen) von Selbstständigkeit und Autonomie. Dieser Erhalt körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit geht eng mit dem von Fries [1, 33] eingeführten Paradigma der Compression of Morbidity einher. Dieses Paradigma zielt auf das Hinausschieben des Zeitpunktes des Morbiditätsbeginns und auf die Kompression der Dauer zwischen diesem Beginn und dem Tod ab. Dieser Kompressionsvorgang hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten verstärkt und hält offensichtlich an ([1], S. 456). Auch wenn die Verkürzung dieser Zeitspanne multifaktoriell bedingt und keine allein verantwortliche Ursache zu finden ist, lassen sich in Längsschnittstudien einige Zusammenhänge identifizieren: So sind die Effekte eines gesunden Lebenswandels extrem hoch. Die kumulative Morbiditätsdauer war bei Rauchen, Übergewicht und körperlicher Inaktivität um den Faktor 4 höher als bei Personen, die schlank waren, trainierten und nicht rauchten ([1], S. 457). Dies bedeutet, dass die entscheidende zukünftige und auch ökonomisch relevante Frage die Frage nach der Gesundheit der alternden und älteren Bevölkerung ist. Hier Antworten und Lösungen zu finden, diese aber auch zu implementieren und so zu einem erfolgreichen Altern beizutragen, hat eine extrem hohe Dringlichkeitsstufe erreicht.

Erfolgreiches Altern

Der Begriff des erfolgreichen Alterns geht auf Havighurst [34, 35] zurück. Er versteht darunter den inneren Zustand der Zufriedenheit und des Glücks, sowohl rückblickend als auch aktuell. Soziale Kontakte, Gesundheit und positive Verarbeitung von Lebensereignissen stellen wichtige Einflussfaktoren dar. Das Gefühl des Gebrauchtwerdens spielt eine wesentliche Rolle. Der Indikator für diese Auffassung des erfolgreichen Alterns ist die Lebenszufriedenheit. Baltes [14] ergänzt die subjektive Lebenszufriedenheit durch die Funk-

tionsfähigkeit als Indikator erfolgreichen Alterns, zu dem der objektive Gesundheitszustand sowie auch der Zustand des sich Gesundfühlers gehört. Vor dem Hintergrund der Langlebigkeitsprognose erhält die Ergänzung durch Filipp und Ferring [36] eine besondere Bedeutung: Erfolgreiches Altern bedeutet hier nicht nur, möglichst lange weitestgehend psychisch und physisch gesund zu bleiben, sondern auch die Selbstständigkeit ohne intensive Pflege bis ins hohe Alter erhalten zu können. Für erfolgreiches Altern sind demnach die Aspekte Gesundheit, Bildung, soziale Partizipation und für den biologisch-physiologischen Bereich Lebensstiländerungen und dabei vor allem körperliche Aktivität und Sport zu berücksichtigen.

Zum Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität, Sport und erfolgreichem Altern

Exemplarisch wird im Folgenden der Zusammenhang zwischen körperlich-sportlicher Aktivität und Lebenserwartung, Gesundheit, Fitness sowie kognitiven und psychischen Effekten dargestellt.

Körperliche Aktivität und Lebenserwartung

Eine große Evidenz spricht dafür, dass wohl dosierter Sport zu einer Erhöhung der Lebenserwartung, wenn auch nicht zur Verlängerung der Lebensspanne, beitragen kann. Ergebnisse aus epidemiologischen Untersuchungen von Paffenbarger et al. [37, 38, 39] belegen eindeutig, dass die Mortalitätsrate in Abhängigkeit von dem mit körperlicher Aktivität verbundenen Kilokalorienverbrauch pro Woche gerade in den Altersgruppen 60–69 und 70–84 Jahre sinkt. Ein Verbrauch von unter 500 kcal/Woche wird als Bezugsgröße festgelegt.

🕒 Wohl dosierter Sport im Alter kann zu einer Erhöhung der Lebenserwartung beitragen

Eine körperliche Aktivität, die einen zusätzlichen Energieverbrauch von 500–1999 kcal/Woche erreicht, führt bereits zu einem Absinken des Mortalitätsrisikos um 28% (60- bis 69-Jährige) bzw. um 37% (70- bis 84-Jährige). Körperliche Aktivi-

tät, die über einen Energieverbrauch von 2000 kcal/Woche hinausgeht, trägt zu einer weiteren Senkung der Mortalitätsrate bei. Bei hoher Trainingsintensität und hohem Trainingsumfang von über 3500 kcal/Woche ([37], S. 41) scheint eine Effekturnkehr aufzutreten. Durch die erfolgreiche Reduktion des Einflusses von Risikofaktoren wirken körperliche Aktivität und Sport als Moderatoren, erhöhen aber nicht direkt die Lebenserwartung. Sogar kleine Verbesserungen der körperlichen Fitness gehen mit einer signifikanten Senkung des Mortalitätsrisikos einher ([39], S. 759).

Körperliche Aktivität und Gesundheit

Für den Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Gesundheit werden im Folgenden einige aktuelle Ergebnisse vorgestellt. Die Ergebnisse aus einer Vielzahl von Interventionsstudien der letzten Jahrzehnte belegen, dass regelmäßige körperliche Aktivität dazu beiträgt, die meisten Risikofaktoren positiv zu beeinflussen [40]. So senkt bereits ein zusätzlicher Kalorienverbrauch von 150–300 kcal/Tag durch zusätzliche körperliche Aktivität das Infarktrisiko um ca. 20–50% [17, 41]. Dies entspricht einem schnelleren Gehen über ca. 2–4 km oder einem Treppensteigen über ca. 4 Stockwerke. Unterschiedliche Formen des Trainings (Joggen, Rudern, schnelle Spaziergänge) vermindern das Risiko der Verkalkung der Herzkranzgefäße signifikant [42]. In einer Untersuchung an über 70.000 Frauen (Women's Health Initiative) konnte gezeigt werden, dass ein mittleres Gehtempo von ca. 4 km/h (insgesamt 2,5 Stunden/Woche) das Risiko einer Herz-Kreislauf-Erkrankung signifikant senkt [43]. Auch für das Rehabilitationstraining nach einem Herzinfarkt ist nachgewiesen, dass im Vergleich zu Patienten ohne Training die Sterblichkeitsrate um 25–30% sinkt [44].

Vor dem Hintergrund der Diskussion um frailty und compression of morbidity (s. oben) erlangt ein gezieltes Krafttraining unter Gesundheitsgesichtspunkten zunehmend an Bedeutung [45, 46]. Der Verlust der Muskelmasse ist eines der Hauptprobleme im Altersverlauf mit zunehmender Brisanz bei ansteigender Lebenserwartung. Die Abnahme der Muskelfunktionsfähigkeit führt zu Einbußen bei der Haltingsregulation und beim Gleichgewicht [47],

d. h. zu einem erhöhten Sturz- und Frakturrisiko. Die durch Muskelverlust verringerte mechanische Aktivität hat auch Auswirkungen auf das Osteoporoserisiko [25, 48]. Eine weniger offensichtliche Funktion der Muskulatur ist die des metabolischen Speichers. Zudem zeigt Krafttraining, wie in eigenen Untersuchungen festgestellt, Effekte in der Schmerztherapie [49, 50]. Auch in Verbindung mit kardiovaskulären Effekten wird über den positiven Nutzen von Krafttraining berichtet [51].

Die Wirkungen von körperlicher Aktivität und Sport sind darüber hinaus auch im Hinblick auf die Herzinsuffizienz [52], periphere arterielle Verschlusskrankheiten [53], die Lungenfunktion, die Körperzusammensetzung (Muskelmasse und Adipositas), den Verlust von Knochenmasse, die Stimulation des Immunsystems, aber auch bei degenerativen Gelenkerkrankungen belegt [40, 54].

Körperliche Aktivität und Fitness

Neueste Ergebnisse weisen darauf hin, dass nicht nur regelmäßige körperliche Aktivität und ein gutes Fitnessniveau, sondern auch die tatsächliche maximale Leistungsfähigkeit, d. h. die Höhe des Fitnessniveaus, für das Mortalitätsrisiko ausschlaggebend ist [55]. Die Trainierbarkeit und Plastizität einzelner Fitnessfaktoren bis ins hohe Alter ist durch viele Studien belegt [56]. Die Trainierbarkeit der Kraft konnte von Fiatarone et al. [57] bei über 90-jährigen Versuchspersonen eines Seniorenheims bestätigt werden: Sie zeigten nach einem 6-wöchigen Training Steigerungsraten bis zu 180% und eine erhebliche Verbesserung der ADLs (activity of daily living). Eine Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme bei 60- bis 70-Jährigen ist bereits von Hollmann [58, 59] nachgewiesen worden. Der Beitrag eines fitnessorientierten Trainings zur Verbesserung der Haltungsstabilität und des Gleichgewichts ist bei 65- bis 90-Jährigen belegt [60].

Ein enger Zusammenhang besteht offensichtlich auch zwischen dem Fitnessniveau und Stürzen im Alter. Die Zahl der Stürze nimmt mit dem Alter signifikant zu. Bei einer Gesamtzahl von 7302 tödlichen Stürzen im Jahr 1999 in Deutschland [61] entfielen 6243 Stürze auf die Altersgruppe der über 60-Jährigen. In einem internatio-

nen Forschungsüberblick kommt Meusel ([62], S. 112) zu dem Ergebnis, dass „die mit dem Alter zunehmenden funktionellen Einschränkungen und Erkrankungen maßgeblich am Sturzgeschehen beteiligt sind“. Die funktionellen Verbesserungen und die damit einhergehende Reduktion des Sturzrisikos sind in mehreren kontrollierten Studien belegt [63, 64, 65, 66, 67]. Auch wenn es nicht ausreicht, nur durch Bewegungstraining zur Vermeidung von Stürzen beizutragen, sondern auch medikamentöse Maßnahmen und die passive Sicherheit berücksichtigt werden müssen, könnte ein großer Anteil der Stürze im Alter und der damit verbundenen Folgen durch vielseitige motorische Förderung und Fitnessstraining verhindert werden.

Körperliche Aktivität und kognitive Effekte

„... cognitive decline is associated with a decline in physical performance“, so kennzeichnet Morley ([68], S. 24) den Zusammenhang zwischen körperlicher und kognitiver Leistungsfähigkeit. Viele Untersuchungen an älteren Menschen verdeutlichen, dass das Nachlassen der kognitiven Funktionen eng mit dem Nachlassen der körperlichen Leistungsfähigkeit einhergeht [69]. Auf der anderen Seite kann zunehmend besser belegt werden, dass bereits eine geringe Erhöhung des aeroben Fitnessniveaus zur Verbesserung kognitiver Funktionen von älteren Menschen führt [70, 71]. Colcombe und Kramer [72] konnten nachweisen, dass aerobes Training den Verlust an Gehirngewebe reduziert.

Das Nachlassen kognitiver Funktionen geht eng mit dem Nachlassen der körperlichen Leistungsfähigkeit einher

Bei dem Versuch, die wichtige Frage nach dem Zusammenhang zwischen Fitness und kognitiven Funktionen zu beantworten, gibt es allerdings immer noch eine Reihe widersprüchlicher Ergebnisse. Indizien aus der tierexperimentellen Forschung deuten darauf hin, dass die mit einem Training in Verbindung stehenden zellulären und molekularen Vorgänge auch zu Verbesserungen der Wahrnehmung, der kognitiven Funktionen und der motorischen Prozesse beim

Menschen führen könnten [73]. In einer Metaanalyse unterschieden Kramer et al. ([73], S. 214) zwischen Aufgaben, die primär von unteren Ebenen des Zentralnervensystems erfüllt werden, und solchen, die eher strategisches Handeln und somit höhere Ebenen des Zentralnervensystems beanspruchen. Unterschiedliche Trainingsinhalte wie kardiovaskuläres Training oder die Kombination von kardiovaskulärem und Krafttraining zeigten die stärksten Effekte auf die zentrale Planungs- und Entscheidungskontrolle. Für die Aufgaben, die auf unteren Ebenen reguliert werden, gilt dies nicht. Hervorzuheben ist, dass Trainingsprogramme, die Ausdauer-, Kraft- und Flexibilitätsanteile kombinieren, einen signifikant stärkeren Effekt aufwiesen als ausschließlich aerobes Training. Die Wirksamkeit der Trainingseinheiten zeigte sich erst dann, wenn sie mehr als 30 Minuten beanspruchten. Kramer et al. ([73], S. 214) kommen aufgrund dieser Ergebnisse zu der Schlussfolgerung, „... dass altersbedingte Gehirnveränderungen und kognitive Einschränkungen durch Fitnessstraining modifizierbar sind“. Bei der Überprüfung dieser Annahme auf der Verhaltenzebene konnten bei Senioren im Alter von 62–83 Jahren bei einem Vergleich zwischen Langzeit-Tennisspielern und Langzeit-Ausdauertrainierenden hinsichtlich der Antizipation ähnliche Effekte nachgewiesen werden. Die Tennisspieler wichen 350 ms und die Ausdauersportler 500 ms von der Koinzidenz ab. Dies bedeutet einen signifikanten Unterschied für die absolute Abweichung. Bei der differenziellen Betrachtung unterschiedlicher Altersgruppen konnte keine kontinuierliche Verschlechterung der Antizipationsleistungen mit zunehmendem Alter nachgewiesen werden. Der Umfang der sportlichen Aktivität pro Woche zeigte erst bei einer sportlichen Aktivität von mehr als 2 Stunden bessere Ergebnisse [74, 75]. Die grundlegende Struktur der Antizipationsaufgabe, die in vielen Sport- und Alltagssituationen auftritt, lässt sich auf unterschiedliche Situationen übertragen, in denen räumlich-zeitliche Zusammenhänge in Handlungsentscheidungen überführt werden müssen.

Körperliche Aktivität und psychische Effekte

Bei fast allen Studien führt die körperlich-sportliche Aktivität zu einer positiven Ver-

änderung der Befindlichkeit unmittelbar nach dem Sporttreiben. Darüber hinaus zeigt sich ein Trend zur Verbesserung des Selbstkonzepts und der habituellen Befindlichkeit sowie auch eine Verminderung von Angst und Depression. Mit zunehmendem Alter nimmt der Anteil an depressiven Krankheitsstörungen zu. Die depressive Symptomatik wird darüber hinaus in enger Verbindung mit der Entwicklung einer Alzheimer-Erkrankung gesehen [76, 77]. Hollmann und Strüder [78] konnten zeigen, dass aerobes Training die Aktivität des zentralen Neurotransmittersystems verbessert und das Depressionsrisiko signifikant senkt. Auch Paffenbarger et al. [79] belegen mit Längsschnittdaten an großen Stichproben, dass sportlich Aktive weniger zu Depressionen neigen als Inaktive. Regelmäßige körperlich-sportliche Aktivitäten von nur einer Stunde pro Tag senken bereits das Risiko, an einer Depression zu erkranken, um 8%.

► **In fast allen Studien führt die körperlich-sportliche Aktivität zu einer positiven Veränderung der psychischen Befindlichkeit**

Diese Ergebnisse untermauern die anhaltende Forderung, ein gesundheitsunterstützendes Maß an Training und einen gesunden Lebensstil frühzeitig zu berücksichtigen und bis ins hohe Lebensalter aufrechtzuerhalten. Repräsentative Befragungen von über 60-jährigen zur Lebenszufriedenheit, Freizeitzufriedenheit und Gesundheitszufriedenheit in Abhängigkeit von der Häufigkeit körperlich-sportlicher Betätigung zeigt einen eindeutigen Trend: Die Zufriedenheit in allen 3 Bereichen nimmt mit zunehmender Häufigkeit der sportlichen Betätigung zu [80, 81].

Trainingswirkungen – Häufigkeit, Dauer und Intensität

Auf der Basis trainingswissenschaftlicher und epidemiologischer Untersuchungen der letzten Jahre ist es gerade die regelmäßige sportlich-körperliche Aktivität, die Trainings- und Gesundheitseffekte erzielt. Eine lebenslange regelmäßige, moderate Bewegungsaktivität zeigt eine größere gesundheitsgerichtete Wirkung als kurzzeitige hochintensive Belastungen. Die optima-

le Häufigkeiten pro Woche und die Dauer sowie Intensität der einzelnen Einheiten einer moderaten Belastung werden von dem American College of Sports Medicine [82] folgendermaßen beschrieben: Pro Woche sollten 3–5 Trainingseinheiten mit einer Dauer von 20–30 Minuten absolviert werden. Der Energieverbrauch soll bei 5 kcal/min liegen. Bei regelmäßiger Betätigung sind dies zwischen 700–1000 kcal/Woche. Dieser Wert wird z. B. bei einer Belastung von 60–70% der maximalen Ausdauerleistungsfähigkeit erreicht und entspricht einer Geh- bzw. Laufgeschwindigkeit von 4,5–6,5 km/h. Zur Verbesserung des Blutfettprofils und der Umstellung der Stoffwechselregulation wird ein Energieumsatz von ca. 1000–2000 kcal/Woche empfohlen. Oberhalb von 3000 kcal/Woche werden keine wesentlichen, gesundheitsstabilisierenden Effekte mehr erzielt. Der moderaten Bewegungsaktivität wird eine Reihe weiterer positiver Wirkungen zugeschrieben, z. B. die Stabilisierung des Immunsystems oder auch der Gesamtbefindlichkeit. Diese Angaben können für den Umfang und die Intensität auch auf das Krafttraining übertragen werden. Schnelligkeit wird in einem gesundheitsorientierten Training für Ältere kaum isoliert trainiert. Sie wird primär über das Krafttraining angesprochen oder im Rahmen komplexer koordinativer Anforderungen wie in Spiel- und Reaktionsformen geschult. Für das umfassende Training von Älteren hat sich ein Vielseitigkeitsmodell bewährt [83].

Schlussfolgerungen

Die dargestellten Ergebnisse liefern eine hohe Evidenz dafür, dass wohl dosierte körperliche Aktivität zur körperlichen und geistigen Gesundheit sowie zu einer erhöhten Lebenserwartung beiträgt. Damit wird nicht die Verzögerung von Alternsprozessen belegt, sondern eher die Reduktion von Risikofaktoren bzw. die Stärkung von Ressourcen. Die Gültigkeit dieser Ergebnisse ist bisher umfassend für das dritte Alter belegt. Für das vierte Alter ab 80 Jahren – in der die Hälfte der Geburtskohorte nicht mehr lebt – liegen zwar Ergebnisse zur Trainierbarkeit bis in das höchste Alter vor (s. oben), die unbedachte Übertragung der Plastizitätsbelege vorangegangener Altersgruppen stößt

hier aber an ihre Grenzen. Das Ausmaß der interindividuellen Variabilität sowie die möglichen vielfältigen Wechselwirkungen bei körperlichen und kognitiven Einschränkungen machen hochspezifische Untersuchungen notwendig. Umfassende empirische Untersuchungen zur Hochaltigkeit, auch zur Beantwortung der Frage nach der Bedeutung von Bewegung und körperlicher Aktivität in Pflegesituationen, liegen derzeit nicht vor. Zur Klärung dieser Fragen muss die verhaltensbezogene Altersforschung zu Bewegung, körperlicher Aktivität und Sport mit der psychisch-kognitiven und der biomedizinischen Altersforschung einen gemeinsamen interdisziplinären Schwerpunkt entwickeln. Neben diesen gesundheitsorientierten und leistungserhaltenden Gesichtspunkten steht aus der Sicht des Sports allerdings das Leitbild eines lebenslang geistig und körperlich aktiven Menschen im Mittelpunkt, der bei guter Gesundheit, hoher Kompetenz und stabilem Selbstwertgefühl sein Wohlbefinden und seine Autonomie unter anderem dadurch sichert, dass er durch körperliche Aktivität, Bewegung, Tanz, Spiel und Sport sinnvolles Tun erlebt.

Korrespondierender Autor

Prof. Dr. H. Mechling

Institut für Sportwissenschaft und Sport (ISWS), Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Nachtigallenweg 86, 53127 Bonn
E-Mail: mechling@uni-bonn.de

Literatur

1. Fries JF (2003) Measuring and monitoring success in compressing morbidity. *Ann Intern Med* 5:455–459
2. Baltes PB, Singer T (2001) Plasticity and the aging mind: an exemplar of the biocultural orchestration of brain and behavior. *Eur Rev: Interdisciplinary J Academia Europaea* 9:59–76
3. Statistisches Bundesamt (2004) Statistisches Jahrbuch. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
4. Vaupel JB (2001) Demographic insights into longevity. *Population* 13:245–260
5. United Nations (2001) UN World Population Aging: 1950–2050. Department of Economic and Social Affairs – Population. Division (ST/ESA/SER.A/207). UN, New York
6. Statistisches Bundesamt (2003) Statistisches Jahrbuch. Metzler-Poeschel, Stuttgart
7. Okonek C (2003) Biologische Alternstheorien. In: Denk H, Pache D, Schaller HJ (Hrsg) *Handbuch Alterssport*. Hofmann, Schorndorf, S 97–109
8. Maas I, Staudinger UM (1996) Lebenslauf und Altern: Kontinuität und Diskontinuität der gesellschaftlichen Beteiligung. In: Mayer KU, Baltes PB (Hrsg) *Die Berliner Altersstudie*. Akademie Verlag, Berlin, S 543–572
9. Mayer KU, Baltes PB (1999) *Die Berliner Altersstudie*, 2. Aufl. Akademie Verlag, Berlin

10. Baltes PB (2003) Das hohe Alter – mehr Würde als Bürde. *Max Planck Forschung* 2:515–19
11. Baltes PB (1998) Das Doppelgesicht des Alterns. In: Max-Planck-Gesellschaft (Hrsg) *Jahrbuch 1989*. Vandenhoeck & Ruprecht, München, S 41–60
12. Mechling H, Effenberg AO (2005) Motorische Entwicklung. In: Strauss B, Tietjens M (Hrsg) *Handbuch Sportpsychologie*. Hofmann, Schorndorf (im Druck)
13. Okonek CC (2000) Längsschnittanalysen und Kausalmodelle zur sportlichen Leistungsentwicklung im Erwachsenenalter (Habilitation). Universität Bonn, Bonn
14. Baltes PB (1990) *Entwicklungspsychologie der Lebensspanne: Theoretische Ansätze*. *Psychol Rundschau* 41:1–24
15. Bös K, Brehm W (1998) *Gesundheitssport – Ein Handbuch*. Hofmann, Schorndorf
16. Spirduso WW (1995) *Physical dimensions of aging*. Human Kinetics, Champaign, IL
17. Lee IM, Paffenbarger RS (2000) Association of light, moderate and vigorous intensity physical activity with longevity. The Harvard Alumni Health Study. *Am J Epidemiol* 151:293–299
18. Bürger M (1960) Altern und Krankheit als Problem der Biomorphose. Thieme, Leipzig
19. Hayflick L (1994) *How and why we age*. Ballantine, New York
20. Prinzinger R (1996) *Das Geheimnis des Alterns: Die programmierte Lebenszeit bei Mensch Tier und Pflanze*. Campus, Frankfurt/Main
21. Joseph JA (Ed) (1988) *Central determinants of age-related declines in motor function*. New York Academy of Sciences, New York
22. Weicker H (1996) Biochemische, metabolische und muskuläre Adaptation durch regelmäßige körperliche Aktivität im höheren Alter. *Dtsch Z Sportmed* 47:240–248
23. Fried LP, Walston J (1998) Frailty and failure to thrive. In: Hazzard WR, Blass JP, Ettinger WH et al. (eds) *Principles of geriatric medicine and gerontology*, 4th edn. McGraw Hill, New York, pp 1387–1402
24. Fried LP, Tangen CM, Walston J et al. (2001) Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol* 56: M146–156
25. Goldspink G (2004) Age-related loss of skeletal muscle function; impairment of gene expression. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 4:143–147
26. Baltes PB, Baltes MM (1990) Psychological perspectives on successful aging: the model of selective optimization with compensation. In: Baltes PB, Baltes MM (eds) *Successful aging – perspectives from the behavioral sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 1–34
27. Höhn H (2002) Genetische Aspekte von Langlebigkeit und Altern. In: Max-Planck-Gesellschaft (Hrsg) *Biomolecular aspects of aging – the social and ethical implications*. Max-Planck-Forum 4. M-P-G, München, S 21–44
28. Lee DJ, Markides KS (1990) Activity and mortality among aged persons over an eight-year period. *J Gerontol* 45B:5839–5842
29. Denk H, Pache D (1996) Die Einstellung Älterer zu Bewegungs- und Sportaktivitäten. Ergebnisse der Bonner Alterssport-Studie (BAS). In: Denk H (Hrsg) *Alterssport. Aktuelle Forschungsergebnisse*. Hofmann, Schorndorf, S 41–62
30. Mechling H (1998) Training im Alterssport – Sportliche Leistungsfähigkeit und Fitness im Alternsprozess. Hofmann, Schorndorf
31. Baltes PB, Lindenberger U, Staudinger UM (1995) Die zwei Gesichter der Intelligenz im Alter. *Spektrum Wissenschaft* 10:52–61
32. Staudinger UM, Baltes PB (1994) The psychology of wisdom. In: Sternberg RJ (Hrsg) *Encyclopedia of human intelligence*. Macmillan, New York, pp 1143–1152
33. Fries JF (1980) Aging, natural death, and the compression of morbidity. *N Engl J Med* 303:130–135
34. Havighurst RJ (1963) Ansichten über ein erfolgreiches Altern. In: Thomae H, Lehr U (Hrsg) *Altern. Probleme und Tatsachen*. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/Main, S 567–571
35. Lehr U (2000) *Psychologie des Alterns*, 9. Aufl. Quelle und Meyer, Wiebelsheim
36. Phillip SH, Ferring D (1989) Zur Alters- und Bereichsspezifität. *Z Entwicklungspsychol Päd Psychol* 21:279–293
37. Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing AL (1990) Physical activity and physical fitness as determinants of health and longevity. In: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T et al. (eds) *Exercise, fitness and health: a consensus of current knowledge*. Human Kinetics, Champaign, IL, pp 33–48
38. Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing AL et al. (1993) The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 328:538–545
39. Eriksen G, Liestol K, Bjornholt J et al. (1998) Changes in physical fitness and changes in mortality. *Lancet* 352:759–762
40. Weisser B (2003) Altersbedingte Einschränkungen der Organfunktion und körperliche Aktivität. In: Denk H, Pache D, Schaller HJ (Hrsg) *Handbuch Alterssport*. Hofmann, Schorndorf, S 113–145
41. Blair SN, Kohl HW, Barlow CE et al. (1995) Changes in physical fitness and all-cause mortality. *JAMA* 273:1093–1098
42. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB et al. (2002) Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. *JAMA* 288:1994–2000
43. Manson JE, Greenland P, Lacroix AZ et al. (2002) Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med* 347:716–725
44. Jolliffe JA, Rees K, Taylor RS et al. (2003) Exercise-based rehabilitation for coronary heart disease. Update Software, Oxford
45. Berg A (2003) *Krafttraining auch bei Kranken und Alten*. *Dtsch Z Sportmed* 54:69
46. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS (2004) Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol* 59:M48–61
47. Rantanen T, Guralnik JM, Ferrucci L et al. (1999) Coimpaired: strength and balance as predictors of severe walking disability. *J Gerontol* 54: M172–M176
48. Goldspink G, Harridge SD (2004) Growth factors and muscle ageing. *Exp Gerontol* 39:1433–1438
49. Felder J (2005) Effekte eines Krafttrainings auf die Symptome des Fibromyalgiesyndroms (Magisterarbeit, unveröffentlicht). Universität Bonn, Bonn
50. Hakkinen K, Pakarinen A, Hannonen P et al. (2002) Effects of strength training on muscle strength, cross-sectional area, maximal electromyographic activity, and serum hormones in premenopausal women with fibromyalgia. *J Rheumatol* 29:1287–1295
51. Hurley BF, Roth SM (2000) Strength training in the elderly: effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med* 30:249–268
52. Oka RK, De Marco T, Haskell WL et al. (2000) Impact of a home-based walking and resistance training program on quality of life in patients with heart failure. *Am J Cardiol* 85:365–369
53. Tan KH, Cotterrell D, Sykes K et al. (2000) Exercise training for claudicants: changes in blood flow, cardiorespiratory status, metabolic functions, blood rheology and lipid profile. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 20:72–78
54. Weisser B, Mechling H (2002) Sportmedizinische Aspekte des Alterssports. *Motorik* 25:93–102
55. Myers J, Prakash M, Froelicher V et al. (2002) Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med* 346:793–801
56. Conzelmann A (1997) *Entwicklung konditioneller Fähigkeiten im Erwachsenenalter*. Hofmann, Schorndorf
57. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND et al. (1990) High-intensity strength training in nongenerians. Effects on skeletal muscle. *JAMA* 262:3029–3034
58. Hollmann W (1961) Zur Frage der Dauerleistungsfähigkeit. *Fortschritte Medizin* 79:439
59. Hollmann W (1973) Der Einfluss von Ausdauertraining auf kardio-pulmonale und metabolische Parameter im Alter. In: Grupe O (Hrsg) *Sport in unserer Welt – Chancen und Probleme*. Springer, Berlin Heidelberg, S 238–245
60. Hu MH, Woollacott MH (1994) Multisensory training of standing balance in older adults: II. Kinematic and electromyographic postural responses. *J Gerontol* 49A: M62–M71
61. Statistisches Bundesamt (1999) *Statistisches Jahrbuch*. Metzler-Poeschel, Stuttgart
62. Meusel H (2002) *Bewegungsaktivitäten als Sturzprophylaxe*. *Motorik* 25:103–114
63. Becker C, Kron M, Lindemann U et al. (2003) Effectiveness of a multifaceted intervention on falls in nursing home residents. *J Am Geriatr Soc* 51:306–313
64. Bloem BR, Gussekloo J, Lagaay AM et al. (2000) Idiopathic senile gait disorders are signs of subclinical disease. *J Am Geriatr Soc* 48:1098–1101
65. Hauer K, Rost B, Rutschke K et al. (2001) Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls. *J Am Geriatr Soc* 49:10–20
66. Shaw FE, Bond J, Richardson DA et al. (2003) Multifactorial intervention after a fall in older people with cognitive impairment and dementia presenting to the accident and emergency department: randomised controlled trial. *BMJ* 326:73–80
67. Verghese J, Lipton RB, Hall CB et al. (2002) Abnormality of gait as a predictor of non-Alzheimer's dementia. *N Engl J Med* 347:1761–1768
68. Morley JE (2004) The top 10 hot topics in aging. *J Gerontol* 59A:M24–M33
69. Tabbarah M, Crimmins EM, Seeman TE (2002) The relationship between cognitive and physical performance: MacArthur studies of successful aging. *J Gerontol* 57A:M228–M235
70. Kramer AF, Hahn S, Cohen NJ et al. (1999) Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature* 400:418–419
71. Hollmann W, Strüder HK (2004) The biological basis of physical performance and trainability of the different motor demands in the elderly. *EURAPA* 1:35–48
72. Colcombe S, Kramer AF (2003) Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci* 14:125–130
73. Kramer AF, Colcombe SJ, McAuley E et al. (2003) Enhancing brain and cognitive function of older adults through fitness training. *J Mol Neurosci* 20:213–221
74. Mechling H (2004) Sicherheit durch Fitness-Training dank der Verbesserung von Gehirnfunktionen und kognitiven Funktionen. In: Brügger UR (Hrsg) *Sport – Mit Sicherheit mehr Spaß*. bfu, Bern, S 68–72
75. Strouken A (2004) *Antizipations- und Reaktionsfähigkeit im Seniorenalter – Eine vergleichende Untersuchung an Senioren-Tennispielern und ausdauertrainierten Alterssportlern* (Magisterarbeit). Universität Bonn, Bonn
76. Backmand H, Kaprio J, Kujala U, Sarna S (2003) Influence of physical activity on depression and anxiety of former elite athletes. *Int J Sports Med* 24:609–619
77. Green RC, Cupples LA, Kurz A et al. (2003) Depression as a risk factor for Alzheimer disease: the MIRAGE Study. *Arch Neurol* 60:23–33
78. Hollmann W, Strüder HK (1998) Zur Biochemie des Gehirns bei muskulärer Arbeit. *Nervenheilkunde* 17:30–35
79. Paffenbarger RS Jr, Lee IM, Leung R (1994) Physical activity and personal characteristics associated with depression and suicide in American college men. *Acta Psychiatr Scand Suppl* 377:16–22
80. Biddle SJH, Fox KR, Boutcher SH (2000) *Physical activity and psychological well-being*. Routledge, London
81. DIW (1993) *Das Sozio-ökonomische Panel (SOEP)*, Benutzerhandbuch Version 7. Berlin
82. American College of Sports Medicine (1990) *American College of Sports Medicine position stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults*. *Med Sci Sports Exerc* 22:265–274
83. Schmidt D, Ehlen J, Perner E (1998) Das „Vielseitigkeitsmodell“ als zukunftsweisende Perspektive für den Seniorensport. In: Mechling H (Hrsg) *Training im Alterssport – Sportliche Leistungsfähigkeit und Fitness im Alternsprozess*. Hofmann, Schorndorf, S 161–174