

zungen verschiedener nationaler und internationaler Gremien betonen zu sehr die Bedeutung des Fettstoffwechsels beziehungsweise die Rolle der Lipidsenker (8). Die Auswirkungen körperlicher Aktivität auf Mortalität und Morbidität, auch im Alter, sind vergleichbar mit den Wirkungen teurer Medikamente (5).

Bei den Empfehlungen zu mehr Bewegung, körperlicher Aktivität und Sport ist nicht der ältere Leistungssportler der Adressat, sondern der Mensch, der auch mit 75 oder 85 Jahren in der Lage ist, sich selbst zu versorgen und selbstständig leben zu können. Sportorganisationen und Vereine haben hier die Aufgabe, gesundheitsorientierte Sportangebote älteren Menschen anzubieten.

Mit körperlicher Aktivität kann das Leben verlängert werden (3, 5). Wichtiger aber ist es, Selbstständigkeit und Lebensqualität im Alter durch Übung, Training und Bewegung zu erhalten. Täglich ein Spaziergang zwischen 30 und 60 Minuten wäre bereits ausreichend. Wer nicht weiß, wie er anfangen oder was er seinen Patienten raten soll, kann auf die Empfehlung der Sportärzte „Bewegung und Sport: Anfangen ja, aber wie“ zurückgreifen (1).

Manuskript eingereicht: 17. 11. 2003, revidierte Fassung angenommen: 18. 11. 2003

■ Zitierweise dieses Beitrags:
Dtsch Arztebl 2004; 101: A 788–789 [Heft 12]

Literatur

1. Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention e.V. www.dgsp.de
2. Dickhuth HH, Löllgen H: Trainingsberatung für Sporttreibende. Dtsch Arztebl 1996; 93A-1192–1198 [Heft 18].
3. Hollmann W, Hettlinger Th: Sportmedizin 4. Auflage, Stuttgart: Schattauer 2000.
4. Jeschke D, Zeilhofer: Altern und körperliche Aktivität. Dtsch Arztebl 2004; 101: A 789–798 [Heft 12].
5. Löllgen H: Primärprävention kardialer Erkrankungen. Dtsch Arztebl 2003; 100: A 987–996 [Heft 15].
6. Lubitz J, Cai L, Kramarow E, Lentzner H: Health, life expectancy, and health care spending among the elderly. N Engl J Med 2003; 349: 1048–1055.
7. McGuire DK, Levine BD, Williamson JW, Blomquist G, Saltin B: A 30-year follow-up of the Dallas bed-rest study: effect of age on cardiovascular adaptation to exercise training. Circulation 2001; 104: 1358–1366.
8. Naghavi M et al.: From vulnerable plaque to vulnerable patient. Circulation 2003; 108: 1772–1778.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. med. Herbert Löllgen
Sana-Klinikum Remscheid
Medizinische Klinik I
Burgerstraße 211, 42859 Remscheid
E-Mail: Herbert.Loellgen@gmx.de

Altern und körperliche Aktivität

Dieter Jeschke, Karlheinz Zeilberger

Zusammenfassung

Regelmäßige körperliche Aktivität im Sinne eines Trainings wurde in den letzten Jahrzehnten als ein wesentlicher Lebensstilfaktor erkannt, durch den „erfolgreiches Altern“ bei vermindertem Risiko an chronischen Erkrankungen erreicht werden kann. Regelmäßiges körperliches Training ist eine der kostengünstigsten Präventivmaßnahmen, von der circa 90 Prozent der über 50-Jährigen profitieren könnten. Die ärztliche Beratung ist beim Durchbrechen eines körperlich inaktiven Lebens entscheidend. Neben der Basisempfehlung, lokomotorische Alltagsaktivitäten bewusst zu steigern, sollte ein angeleitetes, komplexes Trainingsprogramm mehrmals pro Woche empfohlen werden. Einen Schwerpunkt sollte dabei die Verbesserung/Erhalt der neuromuskulären Funktion (Koordination, Kraft, Beweglichkeit) des gesamten Körpers bilden, um die motorischen Grundvoraussetzungen für die Gestaltung des alltäglichen Lebensspielraums ohne erhöhtes Sturzrisiko zu sichern. Ein weiterer Schwerpunkt sollte auf ausdauernde Beanspruchungen gelegt werden, um degenerativen kardiovaskulären Erkrankungen vorzubeugen.

Schlüsselwörter: Alterungsprozess, körperliche Aktivität, Prävention, Training, Sportmedizin

Summary

Effects of Physical Activity on the Process of Aging

In the last decades, regular physical activity, particularly physical exercise was recognized as a substantial lifestyle factor for successful, healthy aging. About 90 per cent of the German population older than 50 years would gain a benefit by this low expensive preventive measure. Medical consultation plays an important role in breaking through a inactive lifestyle in the elderly. Besides increased everyday activities a complex and guided physical exercise programme several times a week should be recommended. In untrained subjects, primary improvement/maintenance of neuromuscular functions (co-ordination, resistance, flexibility) of the whole body is necessary to cover basic conditions for self-confident formation of daily life without risk of fall. Secondary, endurance activities should optimize cardiovascular and metabolic functions in order to prevent cardiovascular diseases. A weekly energy consumption of > 60 kJ/kg body weight by muscular activity should be the target.

Key words: aging process, physical activity, prevention, physical exercise, sports medicine

Bevölkerungsstrukturen mit Überalterung haben in modernen Gesellschaftsformen zu einer wirtschafts-, sozial- und gesundheitspolitischen Problematik geführt (55), deren Lösung eigenverantwortliche finanzielle, besonders aber gesundheitliche Vorsorge erfordert. Epidemiologische Studien (5, 6, 7, 9, 11, 21, 37, 71, 73, 81, 83, 90, 92, 97) lehren, dass in den Lebensstilfaktoren Ernährung, Genussmittelkonsum und körperliche Aktivität ein ungenutztes Präventionspotenzial liegt, durch das sowohl das Morbiditätsrisiko an im Alter häufigen chronischen Krankheiten

gesenkt als auch „erfolgreiches Altern“ (38, 55), das heißt, eine hohe Lebenserwartung ohne wesentliche psychophysische Behinderung und Einbußen in der Lebensqualität, ermöglicht wird.

Regelmäßige und gezielte körperliche Aktivitäten in Form von Gymnastik galten schon zu Sokrates und Hippokrates Zeiten als wesentliche Maßnahmen, um ein hohes Alter bei psychophysischem Wohlbefinden zu erreichen (16). „Körperlich und geistig fit zu bleiben“, stellt laut demoskopischen Erhebungen (15) für circa 90 Prozent der über 55-Jährigen heute das wichtigste Lebensgut weit vor „lange zu leben“ und „ein hohes Alter zu erreichen“ dar. Seit Jahrzehnten informieren Medien über die gesundheitliche Wertigkeit von

Lehrstuhl und Poliklinik für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin (Direktor: Prof. Dr. med. Martin Halle) der Technischen Universität, München

regelmäßiger Bewegung, Fitnessstraining und Sport. Federführend vom Deutschen Sportbund wurde im letzten Jahrhundert der „Alterssport“ für gesunde, behinderte und chronisch kranke Senioren mit sachkompetenter Übungsanleitung flächendeckend organisiert. Dabei werden auch die wesentlichen emotionalen Beweggründe Älterer zum Sporttreiben, nämlich „Wohlbefinden zu erreichen“ und „Spaß/Freude zu haben“ (15, 18, 63, 82) erfüllt. Bei einem anzunehmenden hohen Informationsstand der Bevölkerung über den gesundheitsfördernden Wert körperlicher Aktivität und dem breit gefächerten Angebot sportlicher Möglichkeiten sollte man erwarten, dass die Mehrzahl älter werdender Bundesbürger einen körperlich aktiven Lebensstil führt.

Situation in Deutschland

Aus der repräsentativen Erhebung des Bundes-Gesundheitssurveys 1998 (76, 77) ergibt sich, dass um 50 Prozent der 50- bis 59-jährigen Frauen und um 30 Prozent der altersentsprechenden Männer nicht mehr in der Lage sind, drei Stockwerke zu ersteigen. Der Anteil erhöht sich bei 70- bis 79-Jährigen auf 60 Prozent bei Frauen und 50 Prozent bei Männern. Von den 30- bis 59-jährigen Männern und Frauen treiben circa 50 Prozent keinerlei Sport. Der Anteil nimmt im Alter zu und erhöht sich auf 75 Prozent bei 70- bis 79-Jährigen. Mehr als 2 Stunden Sport/Woche werden regelmäßig im Alter von 30 bis 59 Jahren nur von 20 Prozent der Männer und 15 Prozent der Frauen betrieben.

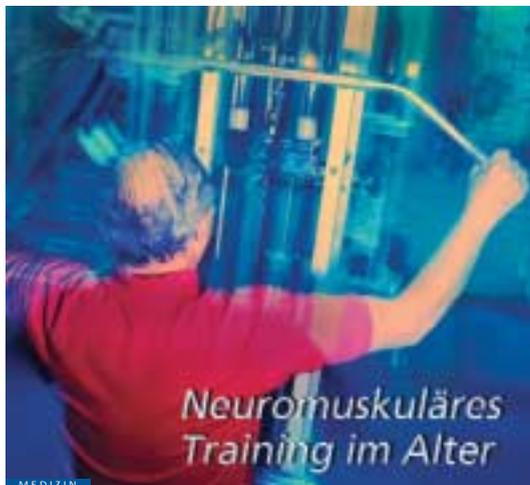
Der Anteil verringert sich mit steigendem Alter auf weniger als 10 Prozent bei 70- bis 79-jährigen Männern und 6 Prozent der altersgleichen Frauen.

Nicht nur sportliche Aktivitäten sondern auch regelmäßige muskuläre Beanspruchungen in Alltag, Beruf und Freizeit haben leistungs- und gesunderhaltende Effekte. Der Energieverbrauch/Woche insgesamt muss aber eine minimale Reizschwelle zumindest erreichen, besser deutlich

überschreiten. Auf der Basis von epidemiologischen Studien wurde diese Schwelle vom Center for Disease Control and Prevention und dem American College of Sports Medicine (84) definiert. Nach diesen Kriterien sind in der Bundesrepublik ab dem 40. Lebensjahr weniger als 15 Prozent der Männer und weniger als zehn Prozent der Frauen, ab dem 70. Lebensjahr nur noch um acht Prozent der Männer und um fünf Prozent der Frauen ausreichend körperlich aktiv.

Soziale und individuelle Barrieren

Die „Bonner Altersstudie“ (15, 82) und die „ILSE-Studie“ (63) deckten übereinstimmend auf, dass sportlich Inaktive „Wohlbefinden auch ohne Sport“, „ausfüllende Hobbys“, andere konkurrierende Freizeitinteressen und „familiäre Belastungen“ als Haupthinderungsgründe nannten, wobei häufig ein komplexes ablehnendes Motivationsprofil bestand (91). Weiterhin korrelier-



ten fehlende oder geringe Sportererfahrung in der Jugend wie im frühen Erwachsenenalter, geringe Schulbildung und ein geringer sozialer Status mit Sportabstinenz.

Die genetische Forschung weist darauf hin, dass auch Erbfaktoren maßgeblich sein können. Jüngste Analysen von Frederiksen und Christensen (26) bei älteren dänischen monozygoten und dizygoten Zwillingen (n = 4314) ergaben für das Merkmal „Sportliche Aktivität in der

Freizeit: ja oder nein“, dass bei monozygoten eine Konkordanz von 62 Prozent (95-Prozent-KI: 0,57–0,66; KI [Konfidenzintervall]), bei dizygoten von 43 Prozent (95-Prozent-KI: 0,38–0,47) vorlag.

Diese Erkenntnisse beleuchten nur wenige präventiv nutzbare Teilaspekte. Ausbildung und Bildung in der Jugend, auch im und mittels Sport, gehören zweifellos dazu. Die individuelle Barriere wird man mehr oder weniger erfolgreich nur durch Anamnese und Beratung durchbrechen können. Dem Arzt kommt dabei insofern eine wesentliche Rolle zu, als – wie in der „Bonner Altersstudie“ gezeigt (15, 82) – körperlich Inaktive eine medizinische Empfehlung als wichtigste Voraussetzung für Sporttreiben mit weitem Abstand vor anderen Vorbedingungen nannten.

„Erfolgreiches Altern“ durch körperliche Aktivität

„Erfolgreiches Altern“ wird als behinderungsfreie, krankheitsfreie, aktive Lebenserwartung oder diejenige, die der Mensch subjektiv in Gesundheit erlebt, definiert (38). Im Hinblick auf diese Endpunkte kamen prospektive Studien bei primär behinderungs- und krankheitsfreien Älteren (Tabelle 1) übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass eine positive Korrelation zwischen regelmäßiger körperlicher Aktivität und „erfolgreichem Altern“ bestand und regelmäßiges intensives Training sich als am wirksamsten erwies. Der letzte von psychophysischem Verfall und/oder Krankheit geprägte Lebensabschnitt blieb unbeeinflusst (23).

Ein spezielles, mit dem Alter zunehmendes Problem ist das Sturzrisiko, das einen polyätiologischen Hintergrund hat (42, 96). 30 Prozent der über 65-Jährigen, 50 Prozent der über 80-Jährigen stürzen ein- oder mehrmals pro Jahr mit der Folge von Verletzungen, unter denen die Schenkelhalsfraktur häufig ein solitäres Ereignis darstellt. Dadurch erzwungene Immobilisationen, teilweise mit internmedizinischen Komplikationen, stellen die weitere motorische Eigenständigkeit und Lebensqualität infrage.

Prospektive kontrollierte und randomisierte Studien (Tabelle 2) wie

auch eine Metaanalyse (28) belegen einerseits, dass das Risiko einer Schenkelhalsfraktur invers mit dem körperlichen Aktivitätsgrad pro Woche korreliert, und andererseits, dass das Sturzrisiko durch gezielte Interventionen mit Trainingsprogrammen, die die neuromuskuläre Funktion, insbesondere Kraft- und Gleichgewichtsfähigkeit verbessern, primär wie sekundär um circa 25 Prozent reduziert werden kann. Aber nur regelmäßiges, mehrmaliges angeleitetes Training in der Woche führt zum Erfolg (28).

Risiko bei körperlicher Aktivität

Die langfristig durch körperliches Training erreichbaren positiven Effekte dürfen aber nicht darüber hinweg täuschen, dass jede akute körperliche Belastung nicht nur bei Inaktiven, sondern auch bei Trainierten mit zunehmendem Alter ein wachsendes Gesundheitsrisiko in sich birgt. Die Prävalenz atherosklerotischer Risikofaktoren, einer manifesten oder asymptomatischen nicht nur koronaren Herzerkrankung nimmt zu (33, 59, 60). Beim Sport steigt die Häufigkeit von Muskel-, Sehnen- und Bandverletzungen bereits ab dem vierten, die von Frakturen ab dem sechsten Lebensjahrzehnt (75).

In nur teilweise die kardiovaskuläre Problematik beleuchtenden retrospektiven, partiell kontrollierten Studien kamen Middleman et al. (78, 79) und Willich et al. (104) übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass nur intensive körperliche Belastungen mit einem Sauerstoffmehrerverbrauch über dem Sechsfachen des Ruheumsatzes (> 6 metabolische Äquivalente [MET]) (Tabelle 3), nicht aber eine moderate oder leichte körperliche Beanspruchung ein erhöhtes Risiko für das Auftreten eines akuten Myokardinfarktes darstellten. Das Risiko nahm mit zunehmender Trainingshäufigkeit/Woche ab. Chronologisches Alter, Geschlecht, koronare Risikofaktoren oder ein sich ereigneter Infarkt in der Anamnese beeinflussten dieses Ergebnis nicht. Untrainierte waren besonders gefährdet und hatten ein 100fach erhöhtes Risiko. Doch auch bei fünfmal pro Woche Trainierenden war bei intensiven

Belastungen das Risiko während der Beanspruchungsphase verdoppelt.

Im Hinblick auf diese Befunde ist es bemerkenswert, dass in den angeführten Interventionsstudien bei Personen mit einem Alter von weit über 60 Jahren keine ernsthaften kardiovaskulären Zwischenfälle beobachtet wurden. Auch wurden keine ernsthaften Verletzungen, selbst beim Krafttraining, festgestellt. Belastungsrisiken wurde aber insofern Sorge getragen, als nur sorgfältig voruntersuchte Probanden in die Studien eingeschlossen wurden.

Eine vorsorgende Belastbarkeitsdiagnostik auch bei beschwerdefreien inaktiven und trainierenden Älteren wird generell empfohlen, wobei lediglich über den Untersuchungsumfang zu diskutieren ist (32).

Sportmedizinische Vorsorgeuntersuchung

Von der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention e.V. werden ab dem 35. Lebensjahr (70), von der American Heart Association, dem American College of Cardiology und dem American College of Sports Medicine Männern ab dem 40. Lebensjahr, Frauen ab dem 50. (2, 30, 31) umfassende Vorsorgeuntersuchungen empfohlen. Sie beinhalten eine eingehende Anamnese, Ganzkörperuntersuchung, laborchemisches Screening, Ruhe-EKG, gegebenenfalls Echokardiographie und insbesondere eine ergometrische Belastbarkeits- und Leistungsdiagnostik.

Unabhängig von Alter und anamnestisch abschätzbarer motorischer Leistungsfähigkeit sind derartige Untersuchungen berechtigt, wenn kardiopulmonale Beschwerden bei alltäglichen oder sportlichen Beanspruchungen vorliegen, wenn eine akute Erkrankung durchgemacht wurde und wenn intensive körperliche Aktivitäten (> 6 MET) oder Krafttraining betrieben werden soll oder wird. Insbesondere kardiovaskuläre Belastbarkeitsgrenzen müssen erkannt werden.

Bei anamnestisch leistungsschwachen Älteren hingegen, denen nur leichte oder moderate Beanspruchungen eigenständig beziehungsweise an-

geleitetet zumutbar sind (Tabelle 3), gelten mit Ausnahme individueller Krankengymnastik folgende absolute Kontraindikationen: jede akute kardiovaskuläre, neurologische oder infektiöse Erkrankung, Herzinsuffizienz klassifiziert nach New York Heart Association (NYHA) III, instabile Angina pectoris, pulmonale Globalinsuffizienz, unkontrollierte/schwere Hypertonie (diastolisch > 110 mm Hg, systolisch > 200 mm Hg), unkontrollierter Diabetes mellitus, schwere zerebrale/neuromuskuläre Dysfunktionen und schwere orthopädische Behinderungen.

Diese Kontraindikationen sind durch Anamnese, klinische Untersuchung in Körperruhe unter Einschluss von EKG, gegebenenfalls Echokardiographie, zu diagnostizieren. Die motorische Funktionsfähigkeit lässt sich durch einfache Tests (zum Beispiel Aufstehen vom Stuhl, Gehen über eine definierte Strecke, Treppensteigen, Gleichgewichtstest beid-, einbeinig, mit offenen, geschlossenen Augen) beurteilen. Eine Ergometrie erbringt bei inaktiven, wenn auch im Alltag selbstständigen Hochbetagten, keine wesentlichen Informationen zur Risikobeurteilung und keine Konsequenzen für vorgesehene, angeleitete oder zu empfehlende Übungsprogramme (32). Zudem stößt sie bei asymptomatischen Älteren unter Umständen auf Unverständnis und stellt eine unnötige Barriere für die Aufnahme körperlicher Aktivitäten dar.

Beeinflussbarkeit motorischer Leistungskomponenten

Wie in zahlreichen Querschnitts-, seltener Längsschnittstudien bei Untrainierten (1, 10, 44, 49, 56, 88) und Leistungssportlern (13) gezeigt wurde, ist ab dem vierten Lebensjahrzehnt eine parabolische, weitgehend harmonische Abnahme der neuromuskulären Leistungskomponenten Koordination, Kraft, Schnelligkeit, Beweglichkeit wie auch der aeroben und anaeroben energetischen Leistungsfähigkeit feststellbar. Der biologische Alterungsprozess kann durch ein noch so umfangreiches Training nicht durchbrochen werden. Er ist wie die Trainierbarkeit genetisch determiniert (26). Im Rahmen dieses

Tabelle 1

Körperliche Aktivität und erfolgreiches Altern

Autoren	Probanden: Anzahl (n); Alter (J); Geschlecht (M / F)	Follow-up (Jahre)	Körperliche Aktivität	Effektstärke Relatives Risiko (RR), Odds Ratio (OR) 95%-Konfidenzintervall (KI)	
1. La Croix et al., 1993	6 981 > 65 J (35 % > 75 J) M / F	4	Hoch versus niedrig – Häufigkeit Gehen, Gartenarbeit, Training	RR 0,6 (0,4–0,7)	
2. Seeman et al., 1995	1 015 70–79 J M / F	2,5	Mittlere/starke versus niedrige in Häufig- keit und Intensität	OR 0,52 (0,34–0,79)	
3. La Croix et al., 1996	1 645 > 65 J (31 % > 75 J) M / F	4–5	Gehen > 4 h / Wo versus < 4 h / Wo	RR 0,69 (0,52–0,90)	
4. Ferrucci et al., 1999	8 604 65–85 J M / F	6	Häufigkeit, Intensität, Gehen, Gartenarbeit, Training	Männer – Nichtraucher	Frauen – Nichtraucherinnen
			Hoch	Ø 16,2 (KI 15,2–17,2) J	18,4 (17,6–19,5) J
			Mittel	Ø 14,4 (KI 13,6–15,2) J	16,2 (15,6–16,9) J
			Niedrig	Ø 11,1 (KI 10,3–12,0) J	12,7 (11,9–13,4) J
bezogen auf 65 Jahre					
5. Leveille et al., 1999	610; M, > 72 J 487; F, > 77 J	2–8	Hoch versus niedrig in Häufigkeit und Intensität	OR 1,86 (1,24–2,79)	
6. Burke et al., 2001	3 342 > 65 J M / F	6,5	Keine systematische Aktivität	OR 1,00	
			Niedrige	1,25 (1,03–1,52)	
			Mittlere	1,34 (1,09–1,64)	
			Hohe Intensität	1,42 (1,09–1,85)	

Fragestellungen (Endpunkte) der prospektiven Studien: 1. Verlust Mobilität: < Treppensteigen, < 0,8 km Gehen; 2. Reduktion definierter Leistungsfähigkeiten; 3. Hospitalisation wegen kardiovaskulärer Krankheiten; 4. aktive Lebenserwartung; 5. Wahrscheinlichkeit nicht behinderter Lebenserwartung; 6. verbleibende Jahre ohne kardiovaskuläre Krankheiten, Krebs, chronisch obstruktive Lungenerkrankung; J, Jahre; M, Männer; F, Frauen; Ø, durchschnittlich.

Potenzials kann ein inaktiver Älterer durch systematische körperliche Beanspruchungen seine Leistungsfähigkeit verbessern und ein Niveau wie in jüngeren Jahren als Untrainierter erreichen. Unter Umständen können dadurch 20 Jahre Funktionsverlust durch Inaktivität kompensiert werden (44).

Problematik der neuromuskulären Funktion

Das Kernproblem in der Motorik alter Menschen stellt die Einschränkung der neuromuskulären Funktion dar. Verlust von Neuronen im Gehirn, Dendriten- und Spines-Verarmung und Verlust von Alpha-Motoneuronen im Rückenmark beeinträchtigen intra- und intermuskuläre Koordination, Schnelligkeit, Fle-

xibilität und führen zur Atrophie/Verlust von Skelettmuskelfasern, und damit zum Kraftverlust (1, 3, 10, 44, 68, 75, 102). Haltungsverfall, Destabilisierung zentraler wie peripherer Gelenkketten, Verminderung von Aktions- und Reaktionsschnelligkeit, Einschränkung in der Gelenkbeweglichkeit und generell in lokomotorischen Fähigkeiten sind auch ohne gravierende organische Veränderungen am Stütz- und Bewegungsapparat dadurch zu erklären (72, 74). Ein ausgeprägter Muskelschwund (Sarkopenie), der gegenüber jungen Erwachsenen bei über 60-Jährigen in einer breit gefächerten Prävalenzrate von 25 bis 50 Prozent beobachtet wird (14, 50, 103), ist mit einer zwei- bis dreifach erhöhten Wahrscheinlichkeit einer motorischen Behinderung verbunden. Eine Verkleinerung des größten Stoff-

wechselorgans des Organismus hat zudem negative Folgen für die kardiovaskuläre und pulmonale Funktion sowie den Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel (65, 80).

Die bis vor wenigen Jahren vertretene Auffassung, dass das zentrale Nervensystem (ZNS) ein dominant statisches Organ mit bei Geburt weitgehend festgelegter Neuronenzahl ist, muss revidiert werden. Es kristallisiert sich zunehmend heraus, dass das ZNS zu den anpassungsfähigsten Organen gehört und über eine ungeahnte Plastizität auch im Alter verfügt (12, 19, 20, 45). Zu den Umweltbedingungen, die zum Ab- und Aufbau von Synapsen und Spines, nach tierexperimentellen Untersuchungen auch zu Neuronenneubildungen führen, zählen intensive, komplexe motorische Beanspruchungen des Gesamt-

organismus. Intensive wie langdauernde Muskelarbeit bewirkt Neurotransmitterfreisetzungen, die für die Befindlichkeit, zum Beispiel das Wohlbefinden, wie die Regulation des gesamten Organismus über das autonome Nervensystem und via Hypothalamus/Hypophyse durch Hormone von grundlegender Bedeutung sind (44, 45).

Nach Hollmann (45) beherrschen zwar Geist und Willen den Körper und formen ihn gleichzeitig durch die Qualität und Quantität seiner Beanspruchung, erfahren jedoch ihrerseits durch den Körper vielfache strukturelle und funktionelle Modifizierungen. Dies gilt zeitlebens.

Vor diesen neuen Erkenntnissen stellen sich auch die Veränderungen der Skelettmuskulatur und deren Adaptationsfähigkeit im Alter in einem anderen Licht dar. Aus den zahlreichen funktionellen wie bioptischen Untersuchungen an inaktiven und trainierenden Hochbetagten der letzten zwei Jahrzehnte stellte sich als dominanter Faktor des Muskelschwunds eine langfristige körperliche Inaktivität und speziell das Fehlen von intensiven Kraftbeanspruchungen heraus. Durch systematische Kraftreize hypertrophieren, so noch vorhanden, Typ-2- wie Typ-1-Fasern je nach Innervationsmuster (25, 64, 68). Nach tierexperimentellen Un-

tersuchungen (41) wird durch intensive biomechanische Beanspruchungen der Muskulatur lokal eine Isoform des „insulin like growth-factor I“ (IGF I) freigesetzt, der als mechanischer Wachstumsfaktor nicht nur die intrazelluläre Proteinsynthese sondern auch die Proliferation der Satellitenzellen stimuliert. Als myogene Stammzellen sind sie sowohl für Wachstums- wie Reparaturmechanismen jeder Art von Muskelfaser verantwortlich (17, 41, 43, 99). Offenbar nimmt die proliferative Kapazität der Satellitenzellen selbst im höchsten Lebensalter (80-Jährige) im Vergleich zum mittleren nicht wesentlich ab.

Wie kontrollierte und randomisierte Studien bei über 60-jährigen Männern und Frauen demonstrieren (Tabelle 4), sind bei dreimaligem Krafttraining/Woche mit intensivem und progressivem Training innerhalb von drei Monaten teilweise erhebliche Kraftzunahmen zu beobachten, die sich positiv auch auf Alltagsbelastungen wie Treppensteigen und Gehgeschwindigkeit auswirken. Unklar ist, welcher Trainingszeitraum benötigt wird, um einen Maximaleffekt zu erreichen. Der innerhalb von drei Monaten durch dreimaliges Training/Woche erreichte Erfolg kann durch einmaliges Training/Woche durchaus für ein weiteres halbes Jahr erhalten werden (68).

Analysen von anatomischen, nicht jedoch physiologischen Muskelquerschnitten in einigen dieser Studien zeigen (25, 40, 102) eine Zunahme von nur drei bis zehn Prozent. Die teilweise erheblichen, bis 100 Prozent betragenden Kraftzuwächse erklären sich deshalb bei den zuvor inaktiven alten Menschen in erster Linie durch eine verbesserte intra- und intermuskuläre Koordination (44, 55). Der neuronale Adaptationsmechanismus spielt bei relativ kurzen Trainingsphasen eine weitaus größere Rolle als die Muskelfaserhypertrophie.

Krafttraining im Alter verbessert nach neueren Untersuchungen auch den aeroben Energiestoffwechsel der Muskulatur. Hepple et al. (43) stellten bei 68-Jährigen fest, dass Krafttraining wie Ausdauertraining zu einer gleich großen Zunahme der relativen maximalen Sauerstoffaufnahme führte. In der trainierten Beinmuskulatur nahm das Verhältnis von Kapillar- zur Muskelfaseroberfläche gleich stark zu. Ausdauertraining bewirkte aber eine größere Kapillardichte. Jubrias et al. (52) beobachteten bei 69-Jährigen mithilfe von Magnetresonanztomographie und Muskelbiopsie, dass bei Krafttrainierten die oxidative muskuläre Kapazität deutlicher anstieg als bei Ausdauertrainierten (57 Prozent versus 31 Prozent) und nur bei Krafttrainierten

Tabelle 2

Körperliche Aktivität/Training-Prävalenz von Schenkelhalsfrakturen, Sturzrisiko

Autoren	Probanden: Anzahl (n); Alter (J); Geschlecht (M / F)	Intervention Follow-up	Körperliche Aktivität Intervention	Effekte, Effektstärke
1. Cummings et al., 1995; P	9 516; > 65 J F	6,5 J	Walking: ja / nein	Häufigkeit Schenkelhalsfraktur RR 0,70 (0,50–0,90)
2. Feskanich et al., 2002; P	61 200; 40–77 J postmenopausale Frauen	12 J	Korrelation mit Energiemehrverbrauch (MET / Wo) durch Walking, Freizeitaktivitäten	RR Schenkelhalsfraktur verminderte sich um 6 % (4–9 %), p < 0,001, mit jeweiliger Erhöhung um 3 MET × h / Wo
3. Tinetti et al., 1994; KR	301; > 70 J M / F	12 Wo	Häusliche Intervention: Geh-Training, Balance- Übungen, Krafttraining versus soziale Visiten (Kontrollgruppe)	Reduktion des Sturzrisikos um 31 % (p < 0,001)
4. Wolf et al., 1996; KR	136; > 70 J M / F	15 Wo	Tai Chi versus Beratung	Reduktion der Furcht vor Sturz und des Auf- tretens häufigen Fallens um 48 % (p < 0,01)
5. Hauer et al., 2001; KR	57; 75–90 J, Ø, 82 J M / F	12 Wo	Kraft-, Balancetraining 3 × / Wo versus Dehnübungen, Gymnastik, kleine Spiele, Gedächtnisaufgaben	Sekundärprävention Stürze, Reduktion 25 % RR 0,75 (0,45–1,25)

P, prospektive Studien; KR, kontrollierte, randomisierte Studien; J, Jahre; Wo, Wochen; M, Männer; F, Frauen; J, Ø, durchschnittlich; Met, metabolisches Äquivalent; RR, relatives Risiko

ein Anstieg der mitochondrialen Volumendichte erfolgte. Die höhere oxidative Leistungsfähigkeit der Ausdauertrainierten erklärte er durch eine verbesserte Funktion der Mitochondrien. Offenbar unterscheidet sich nach diesen Untersuchungen das adaptative Verhalten der Muskulatur im Alter von dem in der Jugend.

Krafttraining, erst recht in Verbindung mit Stretching (22, 34, 47), verbessert bei Älteren erwiesenermaßen die Beweglichkeit und vermindert das muskuläre Verletzungsrisiko (48). Die intensivierete Osteoporoseforschung zeigte nicht nur theoretisch (27), sondern auch in zahlreichen Querschnittsstudien, dass Muskelkraft und Muskelmasse zeitlebens als ein dominanter Faktor die Knochendichte (BMD) bestimmen (87). Nach Metaanalysen (54, 106) wirkt sich Krafttraining positiv auf die BMD der Lendenwirbelsäule, des Femurs und des Radius bei prä- und postmenopausalen Frauen aus.

Problematik der kardiovaskulären Funktion

Typische strukturelle und hämodynamische Alterungsphänomene des Herzens bei Gesunden sind zunehmende linksventrikuläre Wanddicken, abnehmende frühdiastolische linksventrikuläre Füllungsraten, maximale Ejektionsfraktionen und Herzfrequenzreserven mit Verminderungen des maximalen Herzzeitvolumens. Die Herzfrequenzvariabilität sinkt ab. Die Häufigkeit von supraventrikulären und ventrikulären Rhythmusstörungen in Ruhe und bei Belastungen nimmt zu (44, 60, 88). Die Arterien weisen zunehmende Intimaverdickungen, Elastizitätsverlust und endotheliale Dysfunktionen auf (46, 59, 88). Klinisch nimmt die Prävalenzrate an arterieller Hypertonie (systolisch/diastolisch, isoliert systolisch) mit dem Alter kontinuierlich und eine linksventrikuläre Hypertrophie in Abhängigkeit vom Blutdruckverhalten zu. Eine Herzinsuffizienz wird markant häufiger ab dem 60. Lebensjahr und Vorhofflimmern ab dem 70. Lebensjahr beobachtet (59, 60).

In epidemiologischen Studien der letzten Jahrzehnte wurde gesichert,

dass zwischen körperlicher aerober Leistungsfähigkeit, gemessen mittels Laufbandergometrie, und Mortalität an kardiovaskulären Krankheiten (6, 7, 9, 61, 62, 71), wie zur Morbidität an koronarer Herzkrankheit, Hypertonie und Apoplex inverse Beziehungen bestehen. Überwiegend handelt es sich um prospektive Studien bei Männern und Frauen, die zu Studienbeginn zwischen 40 und 70 Jahre alt waren. Hervorzuheben ist deshalb die prospektive Studie von Hakim et al. (39) an 71 bis 93 Jahre

dien bei Älteren belegen, dass durch Ausdauertraining die linksventrikuläre diastolische Dysfunktion eliminierbar ist (29, 98) und das maximale Schlagvolumen erhöht werden kann. Ruheherzfrequenz und submaximale bei vergleichbaren Beanspruchungen werden wie in der Jugend gesenkt (69, 86). Die Herzfrequenzvariabilität in Ruhe erhöht sich (67). Nach den Untersuchungen von Giada et al. (29) passen linksventrikuläre Wanddicken, enddiastolische Diameter und Volumina wie die

Tabelle 3		
Klassifikation körperlicher Aktivität		
Grad	Energieumsatz	Art
Leicht	< 3 MET < 15 kJ/min	Körperhygiene, Haus-, Alltagsaktivität, Haushalt, leichte Gartenarbeit; Spazierengehen < 4 km/h, Stretching, Standfahrrad 25 W, Schwimmen < 15 m/min, Hockergymnastik, Billard, Kegeln, Angeln
Moderat	3–6 MET 15–30 kJ/min	Gehen mit Last (Einkaufen), Treppensteigen (25–50 min) mittelschwere Gartenarbeit; Gehen 5–7 km/h in der Ebene, Wandern, Bergwandern, Skiwandern, Ski alpin-Piste, Standfahrrad 50–100 W, Ganzkörpergymnastik, Aquarobic, Golf, Badminton, Tischtennis, Tanzen (Foxtrott, langsamer Walzer)
Schwer	> 6 MET > 30 kJ/min	Treppensteigen mit Last, schwere Gartenarbeit, Schneeschippen; Radfahren > 20 km/h in der Ebene, Joggen, Skitouren, Tennis, Mannschaftssportarten, Mountainbiking etc., Leistungssport

Modifiziert nach Center for Disease Control and Prevention, American College of Sports Medicine 1995 (84); 1 MET \triangleq 3,5 mL \times kg⁻¹ \times min⁻¹; 1 MET \triangleq 5 kJ \times min⁻¹ bei 70 kg schwerer Person; MET, metabolisches Äquivalent; kJ, Kilojoule

alten Männern (n = 2 678), die den Effekt täglichen Gehens auf das Risiko einer akuten koronaren Herzkrankheit untersuchten. Männer, die weniger als 400 m täglich gingen, hatten ein doppelt so hohes Risiko wie diejenigen, die mehr als 2 500 m täglich bewältigten (5,1 Prozent versus 2,5 Prozent, p < 0,001). Koronare Risikofaktoren zeigten keine Veränderungen. Als Nebenergebnis wurde festgestellt, dass sich die Leistungsfähigkeit im Alltag, gemessen mit einer Testbatterie, mit zunehmender Gehstrecke verbesserte.

Der präventive Schwerpunkt von ausdauernden Beanspruchungen (aerobes dynamisches Ausdauertraining) liegt in der Vorbeugung der genannten alterungsbedingten Veränderungen des kardiovaskulären Systems und atherosklerotischer Risikofaktoren. Querschnittsanalysen und Interventionsstu-

linksventrikuläre Muskelmasse sich wie bei jungen Menschen an. Die Wandelastizität und Endothelfunktion der Arterien ist bei trainierenden Älteren deutlich besser (59, 97, 101). In der durch Ausdauertraining optimierten autonomen und vegetativen Regulation des kardiovaskulären Systems ist wahrscheinlich die Erklärung für das bei Trainierten reduzierte Morbiditäts-/Mortalitätsrisiko eines akuten kardiovaskulären Ereignisses (93) zu suchen. Optimierungen des Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels, der Rheologie des Blutes, gesteigerte fibrinolytische Aktivitäten und unspezifische immunologische Effekte komplettieren zumindest im mittleren bis höheren, fraglich im höchsten, Lebensalter das große Spektrum an Ausdaueradaptation (44, 69).

Nach einer Metaanalyse von 29 Ausdauertrainingsstudien (36) ist davon

auszugehen, dass bei 60- bis 78-jährigen Männern durch ein dreimaliges regelmäßiges Ausdauertraining/Woche in Form von Walking, Jogging, Radfahren, auf Fahrradergometern oder Treppesteigeräten über 30 min in Zeiträumen von 25 Wochen eine Erhöhung der maximalen Sauerstoffaufnahme um durchschnittlich 23 Prozent ($p < 0,0001$) erreicht werden kann. Erwartungsgemäß korrelierten Länge der Trainingsperiode, Dauer einer Trainingseinheit, aber auch die aerobe Leistungsfähigkeit vor Training positiv mit dem Zuwachs. Mit steigendem Alter nahm die Trainingseffektivität ab. Die interessierende Belastungsintensität wurde nicht analysiert, da Vorgaben der Trainingsherzfrequenzen uneinheitlich erfolgten.

Nach Einzelstudien und den umfangreichen Erfahrungen mit Ausdauertraining im Alter (4, 44, 49, 69, 88) ist davon auszugehen, dass die sinnvollste Belastungsintensität bei 45 bis 60 Prozent der individuellen maximalen Sauerstoffaufnahme im aeroben Schwellenbe-

reich (um 2,0 mmol/L Lactat) und Herzfrequenzen um „170 Schläge/Minute minus Lebensalter“ anzusiedeln ist.

Auch wenn das derzeitige Wissen noch Lücken aufweist, zeichnet sich dennoch eindeutig ab, dass nicht Alltagsaktivitäten, auch nicht eine einzige Sportart, sondern nur ein komplexes Trainingsprogramm die Chancen für „erfolgreiches Altern“ erhöht.

Empfehlungen zur Verbesserung der motorischen Funktionalität

Aus Immobilisations- sowie Trainingsexperimenten (44) und epidemiologischen Studien (8, 9, 84, 85, 95) ergibt sich, dass ein gesunder, nicht trainierter Erwachsener mit Involutionen seiner körperlichen Leistungsfähigkeit und einem erhöhten Krankheitsrisiko rechnen muss, wenn muskuläre Beanspruchungen chronisch folgende Grenzwerte unterschreiten: 30 Prozent der Maxi-

malkraft jedes Skelettmuskels ($< \text{einmal/Tag}$), 50 Prozent der maximalen Herzkreislaufleistungsfähigkeit ($< 5 \text{ min/Tag}$), energetische muskuläre Mehrbeanspruchung/Woche $< 4\,000 \text{ kJ}$ ($< 60 \text{ kJ/kg}$ Körpergewicht). Für jeden Erwachsenen sollte es selbstverständlich sein, regelmäßig und ganzjährig wenigstens diese Grenzbereiche zu überschreiten. Mit optimalen gesundheitlichen Bedingungen ist erst zu rechnen, wenn der gesamte muskuläre Energiemehrverbrauch/Woche $8\,000 \text{ kJ}$ (120 kJ/kg Körpergewicht) übersteigt.

Im Zeitalter von Automatisierung und Informationstechnologie werden durch motorisches Handeln in Alltag, Beruf und nichtsportlicher Freizeit die Bedingungen zur Erhaltung der körperlichen Leistungsfähigkeit selten erfüllt. Der Organismus wird in eng umschriebenen, stereotypen Bewegungsmustern überwiegend nur leicht (*Tabelle 3*) mit einem Energiemehrverbrauch von 400 bis maximal $4\,000 \text{ kJ/Woche}$ beansprucht. Nur dadurch, dass tagtäglich Automaten zur Fortbewegung (Aufzü-

Tabelle 4

Effekte neuromuskulären Trainings (Koordination, Kraft, Flexibilität)

Autoren	Probanden: Anzahl (n); Alter (J); Geschlecht (M / F)	Interventions- dauer Häufigkeit/Wo	Training	Effekte (statistisch signifikant)
Fiatarone et al., 1994	100; > 72, Ø 87 J M / F	10 Wo 3 × /Wo	Progressives, intensives (80 % RM) Krafttraining, Hüftgelenks-, Kniestrecker, 3 × 8 WH versus regeneratives Training	Kraft: + 113 % Treppesteigleistung + 25 % Gehgeschwindigkeit + 12 %
Judge et al., 1994	82; > 75 J M / F	12 Wo 3 × /Wo	Intensives, dynamisches Krafttraining (3 × 8–10 WH) mit / ohne Gleichgewichtstraining versus soziale Betreuung	Kraft untere Extremität: + 8–45 %, Ø 32 %
Jette et al., 1999	215; > 60 J, Ø 75 J M / F	24 Wo 3 × /Wo	Progressives Krafttraining zu Hause nach Videos mit Gummibändern, 11 Übungen mit jeweils 10 WH; initiale physiotherapeutische Anleitung versus Warteliste	Kraft untere Extremität: + 6–12 % Tandemgang: + 20 %
Hauer et al., 2001	57; 75–90 J, Ø 82 J M Sekundärprävention nach Stürzen	12 Wo 3 × /Wo	Progressives, intensives (70–90 % RM) Krafttraining; Hüftgelenks-, Kniestrecker, Hüftab-, adduktion, Plantarflexion 2–3 × 10 WH, Gleichgewichtstraining versus Gymnastik, kleine Spiele, Gedächtnistraining	Kraft untere Extremität: + 32–75 % Steighöhe – Treppe: + 33 % Gehgeschwindigkeit: + 37 % Gleichgewicht: + 14 %
Fatouros et al., 2002	31; 65–78 J M	16 Wo 3 × /Wo	Progressives, intensives dynamisches Krafttraining Ganzkörper 50–80 % RM, 2–3 × 12–8 WH, versus Ausdauertraining (50–80 % Hfmax); versus Ausdauertraining + Krafttraining; versus Kontrollen	In Krafttrainingsgruppen: Isokinetische Kraft: + 10–18 % Konzentrische Kraft: + 75–115 %

Kontrollierte, randomisierte Studien: RM, Maximallast, die nur einmal dynamisch bewältigt werden kann; WH, Wiederholungen; Ø, durchschnittlich; J, Jahre, M, Männer; F, Frauen; Hfmax, maximale Herzfrequenz; RM, Maximallast, die nur einmal dynamisch bewältigt werden kann

Tabelle 5

Ratschläge zur regelmäßigen körperlichen Aktivität

Zielgruppe	Aktivität	Organisation
Jedermann	Basisprogramm Zweckorientierte Alltagsaktivitäten solange wie möglich eigenständig. Keine Delegation, keine Überprotektion Entlastende Automaten zur Lokomotion soweit wie möglich meiden. (Treppensteigen, kein Lift; Einkäufe / Besuche zu Fuß / Fahrrad) Motorische Freizeitaktivitäten (z. B. Gartenarbeit) so lang wie möglich beibehalten, neu übernehmen (z. B. Hund halten)	Selbstständig
Inaktive ohne manifeste Krankheiten – Nach ärztlicher Gesundheitsdiagnostik	Trainingsprogramm Beginn: Koordinations-, Flexibilitäts-, Krafterhaltungstraining Häufigkeit: 1 → 3 × / Wo Dauer / TE: 30 min → 60 min Beispiele: Hockergymnastik, Ganzkörpergymnastik, Aerobic (Senioren), Aquarobic (Senioren), Tai Chi, Tanzen	Fachkompetent angeleitetes Übungs-, Trainingsprogramm in Gruppen, Sportvereinen, VHS, Kommunen, Rotes Kreuz, professionelle Anbieter, Tanzkirkel
	Fortsetzung / Ergänzung: aerobes Ausdauertraining Häufigkeit: 3 × / Wo → täglich Intensität: um aerobe Schwellenleistung (um 2 mmol/L Lactat) (moderat) 45–65 % VO ₂ max; 15–30 kJ/min Herzfrequenz: um 170 minus Lebensalter Dauer / TE: 15 min → 60 min → Stunden Energienmehrverbrauch: ≥ 4 000 kJ / Wo (60 kJ / kg KG × Wo) Beispiele: Spaziergänge, Walking, Nordic Walking, Wandern, Bergwandern, Skiwandern, Golf, Standfahrradtraining, Radfahren in der Ebene, Schwimmen	Fachkompetente Anleitung in Gruppen anzuraten bzw. notwendig bis Technik beherrscht wird. (z. B. Walking, Nordic Walking, Golf, Skiwandern) Selbstständig (Partner suchen)
	– Nach sportmedizinischer Vordiagnostik Fortsetzung: Krafttraining (kon-, exzentrisch, dynamisch, gezielt statisch) Häufigkeit: 1 → 3 × / Wo. Intensität / Wiederholungen: 65 % RM, 8–12 × / Muskelgruppe → 75–85 % RM, 8–6 × / Muskelgruppe statisch: maximal, bis 3 Sekunden Haltedauer 3–5 × / Muskelgruppe Hilfsmittel: körpereigenschwere, kleine Hanteln, elastische Bänder unterschiedlicher Härte, Krafttrainingsgeräte Immer nach aufwärmender und mit abwärmender Gymnastik / Dehnungsübungen, Pausen beachten	Fachkompetente Anleitung individuell, in Gruppen, Sportvereinen, Fitness-Studios, Physiotherapie, Praxen
Sportlich Aktive – Sportmedizinische Gesundheits-, Belastbarkeitsdiagnostik	Komplexes, jahreszeitlich wechselndes Trainings- / Sportprogramm wählen Häufigkeit: > 3 × / Wo Dauer: > 1 Stunde / TE Energienmehrverbrauch: > 8 000 kJ / Wo (120 kJ / kg KG × Wo) Ausdauersportler: auf Erhaltung/Verbesserung von Koordination, Flexibilität und Kraft achten Spielsportler: auf aerobe Ausdauer und Krafterhaltung des gesamten Körpers achten	Bei Ausgleichstraining fachkompetente Anleitung individuell, in Gruppen
Behinderte, Immobilisierte, chronisch Kranke – Nach ärztlicher Grund- bzw. Belastbarkeitsdiagnostik	Bewegungstherapie Koordinations-, Flexibilitäts-, Krafterhaltungs-, Kraftverbesserungstraining, Verbesserung der lokalen, allgemeinen aeroben Ausdauer Häufigkeit stationär: täglich teilstationär: 3–4 × / Wo Gruppe: 1–2 × / Wo Zusätzlich 3–4 × / Wo eigenständiges Üben – insbesondere Ausdauer – in vorgegebenem Intensitätsbereich 30 min → 60 min	Fachkompetente, zunächst individuelle, dann in Gruppen erfolgende Bewegungstherapie. u. U. unter ärztlicher Kontrolle stationäre, teilstationäre individuelle Krankengymnastik, Ergotherapie Herzgruppen, Diabetikergruppen, Rheumagruppen, Asthmatikergruppen etc.

TE, Trainingseinheit; VO₂, Sauerstoffaufnahme; kJ, Kilojoule; RM, Maximallast, die nur einmal dynamisch bewältigt werden kann

ge, Autos, öffentliche Verkehrsmittel) soweit wie möglich gemieden, motorische Hobbys (zum Beispiel Gartenarbeit) konsequent betrieben oder motorische Pflichten (zum Beispiel Anschaffung eines Hundes) übernommen werden, besteht die Möglichkeit, Bewegungsmangelsymptome zu verhindern. Derartige Empfehlungen sind immer als Basis sinnvoll (*Tabelle 5*).

Sportliche Aktivitäten, die Freude, Lust an Bewegung und Gestaltung von nicht alltäglichen Bewegungsmustern, mit eigenständigen Erlebnissen in einer nicht alltäglichen Umwelt und in wechselndem sozialen Umfeld vermitteln, bieten eine größere Chance, Bewegungsdefizite zu kompensieren. Zu den sportlichen Aktivitäten gehört im höheren Lebensalter durchaus Spazierengehen, am besten mit dem Partner.

Unter dem Aspekt möglichst viele inaktive Erwachsene ohne logistischen Aufwand an ein eigenständiges motorisches Handeln heranzuführen, wurde 1995 vom Center for Disease Control and Prevention und dem American College of Sports Medicine jedem erwachsenen Amerikaner empfohlen, sich täglich moderat mit 4 bis 6 MET (*Tabelle 3*) für > 30 min zu betätigen, wobei sich diese Dauer auf Alltags-, Freizeit-, vor allen Dingen aber sportliche Aktivitäten beziehen sollte. Die Dauer der jeweiligen Beanspruchung sollte 10 min nicht unterschreiten (84). Ähnliche Empfehlungen finden sich im jüngsten Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie, Herz- und Kreislauferforschung (35).

Für Erwachsene im mittleren Lebensalter und rüstige Ältere haben derartige auf eine Verbesserung der Ausdauer abzielende Ratschläge durchaus ihre Berechtigung. Sie übersehen aber, dass bei jahrzehntelanger Inaktivität die eingeschränkte neuromuskuläre Funktion zur vordergründigen Problematik der motorischen Leistungsfähigkeit wird. Sie bedarf primär der Verbesserung durch fachkompetent angeleitete Trainingsprogramme mit den Schwerpunkten Ganzkörpergymnastik und Kraftaufbau der gesamten Skelettmuskulatur. Den besonderen Stellenwert des Krafttrainings selbst für chronisch Herzkrankte hat unlängst die Sek-

tion „Rehabilitation und Behindertensport“ der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention e.V. (74) hervorgehoben. Erst bei suffizienter neuromuskulärer Funktion sind ausdauernde Belastungen moderater Art über längere Dauer und ohne Risiko durchführbar. Aber auch hierfür empfiehlt es sich, Informationen und Eigen Erfahrungen zunächst in angeleiteten Sportgruppen zu sammeln.

Sportlich Aktive sollten sich bewusst sein, dass nicht jede Sportart den gleichen leistungs- und gesundheitsverbessernden Wert hat, sondern dass defizitäre Leistungskomponenten durch spezifische Trainingsmaßnahmen, am besten unter Anleitung, kompensiert werden müssen (*Tabelle 5*).

Für Ältere mit Behinderungen bereits im Alltag, für Patienten mit chronischen Krankheiten und solche nach längerfristiger krankheits-, verletzungsbedingter Immobilisation lehren die umfangreichen Erfahrungen in Kliniken, Rehabilitationskliniken und gerontologischen Zentren, dass beginnend mit einer individuellen systematischen krankengymnastischen Übungsbehandlung sowie Ergotherapie, danach fortgesetzt in angeleiteten Bewegungstherapiegruppen nicht nur die motorischen Voraussetzungen für eine eigenständige Bewältigung des Alltags, sondern auch für eigenverantwortliches Realisieren von Bewegungsprogrammen geschaffen werden können (89).

Resümee

Regelmäßige körperliche Aktivität im Alltag, in der Freizeit, vor allem aber im Rahmen sportlichen Trainings kristallisierte sich in den letzten Jahrzehnten als ein wesentlicher Lebensstilfaktor heraus, durch den „erfolgreiches Altern“ bei vermindertem Risiko an chronischen Erkrankungen des kardiovaskulären, metabolischen Systems und des Stütz- und Bewegungsapparates erreicht werden kann. Sie ist eine der kostengünstigsten primären und sekundären Präventivmaßnahmen, die circa 90 Prozent der über 50-Jährigen dringend zu empfehlen ist.

Der ärztlichen Beratung kommt beim Durchbrechen eines körperlich inakti-

ven Lebensstils eine wesentliche Bedeutung zu. Neben der Basisempfehlung, lokomotorische Alltagsaktivitäten bewusst zu steigern und motorisch beanspruchende Hobbys in der Freizeit konsequent beizubehalten beziehungsweise zu nutzen, sollte Untrainierten zu einem fachkompetent angeleiteten, komplexen Trainingsprogramm geraten werden. Dabei sollte ein Schwerpunkt auf der Verbesserung der neuromuskulären Funktion des gesamten Körpers (Koordination, Kraft, Beweglichkeit) liegen, um die motorischen Gesamtvoraussetzungen für die eigenständige Gestaltung des alltäglichen Lebensspielraums ohne erhöhtes Sturzrisiko so lang wie möglich zu gewährleisten. Der zweite Schwerpunkt sollte ausdauernde Beanspruchungen umfassen, um insbesondere degenerative kardiovaskulären Krankheiten vorzubeugen. Ziel sollte sein, durch regelmäßige, ganzjährige Alltags- und gezielte Sportaktivitäten einen Gesamtenergiemehrverbrauch pro Woche zu erreichen, der deutlich über 60 kJ/kg Körpergewicht liegt. Bereits sportlich Aktive sollten defizitäre Leistungskomponenten durch kompensierende Trainingsmaßnahmen ausgleichen.

Sämtliche Empfehlungen müssen die individuelle Belastbarkeit im Hinblick auf Art, Intensität und Umfang der Beanspruchungen berücksichtigen. Eine ärztliche Voruntersuchung wie auch Kontrollen sind notwendig.

Die Autoren widmen diesen Beitrag Prof. Dr. Dr. h. c. Hans Erhard Bock zu seinem 100. Geburtstag.

Manuskript eingereicht: 20. 8. 2003, revidierte Fassung angenommen: 18. 12. 2003

■ Zitierweise dieses Beitrags:
Dtsch Arztebl 2004; 101: A 789–798 [Heft 12]



Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis, das beim Verfasser erhältlich oder im Internet unter www.aerzteblatt.de/lit1204 abrufbar ist.

Anschrift für die Verfasser:
Prof. Dr. med. Dieter Jeschke
Lehrstuhl und Poliklinik für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin der Technischen Universität München
Connollystraße 32
80809 München