

F. Mayer<sup>1</sup>, A. Gollhofer<sup>2</sup>, A. Berg<sup>1</sup>

## Krafttraining mit Älteren und chronisch Kranken

### *Strength training in elderly and chronic diseases*

1 Medizinische Klinik, Abteilung Rehabilitative und Präventive Sportmedizin, Universität Freiburg

2 Institut für Sport und Sportwissenschaft, Universität Freiburg

Positionspapier der Sektion „Rehabilitation und Behindertensport“ der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP); Sektionsvorsitzender Prof. Dr. A. Berg

unter Mitarbeit von:

H.-H. Dickhuth (Präsident der DGSP) und den Mitgliedern der Sektion „Rehabilitation und Behindertensport“ der DGSP: B. Blessmann, H. Franke, G. Glatthaar, J. Mönnich, P. Nowacki, F. Ritthaler, K. Steinbach, H. Zerbes

#### Zusammenfassung

Epidemiologische Daten zeigen eine deutliche Zunahme des Anteils älterer und minderbelastbarer Menschen an der Bevölkerung. Demnach ist neben der Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen auch der Erhalt oder die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit des aktiven Bewegungsapparates insbesondere für die Aufrechterhaltung der Selbstständigkeit und Unabhängigkeit im täglichen Leben von zentraler Bedeutung. Dennoch wird die als Voraussetzung hierzu notwendige Anwendung von Krafttraining kritisch beurteilt.

Ausschlaggebend für den Erfolg eines Krafttrainings bei Älteren und chronisch Kranken ist die zielgerichtete Indikation. Als vorrangige Ziele sind dabei die Stabilisation der Körpermasse während des Gewichtstransfers und der Fortbewegung, die Verbesserung der Alltagsaktivitäten sowie die Vermeidung von Stürzen zu formulieren.

Trotz einer altersabhängigen Sarkopenie lassen sich gerade bei Älteren erhebliche Effekte durch ein adressatengerechtes Krafttraining erzielen. Differenziert werden muss zwischen einem reinen Muskelquerschnitttraining und einem Training zur Optimierung neuromuskulärer Steuerungs- und Regulationsmechanismen. Da der Kraftverlust aufgrund einer erhöhten muskulären Stiffness im Alter bei exzentrischer Belastung eher gering ausgeprägt ist, werden derzeit Kräftigungsübungen unter Einbeziehung einer Längenzunahme der beanspruchten Muskulatur empfohlen.

Zusammenfassend kann ein zielgerichtetes und adressatengerechtes Krafttraining für ältere und chronisch kranke Personen als notwendig und empfehlenswert eingestuft werden. Eine Einschränkung der Anwendung bei kardiovaskulär vorbelasteten Patienten lässt sich unter Berücksichtigung einiger, weniger Kontraindikationen bei einer Belastbarkeit unter 2 MET nicht grundsätzlich formulieren. Die derzeit kritische und zurückhaltende Haltung gegenüber einem Krafttraining mit Älteren und chronisch Kranken scheint demnach nicht grundsätzlich haltbar.

**Schlüsselwörter:** Krafttraining, Ältere, Patienten, Belastbarkeit, Muskulatur

#### Summary

Epidemiological data show a marked increase in the proportion of elderly and incapacitated people in the general population. For this reason, along with the prevention of cardiovascular diseases, maintenance or recovery of performance capacity of the muscular system is of central importance, particularly with respect to self-reliance and independence in daily living. Yet the application of strength training necessary for this is viewed critically.

An aimed-to-target indication is decisive for the success of strength training in the elderly and patients with chronic diseases. Primary goals are stabilization of body weight during weight transfer and locomotion, improvement in activities of daily living (ADL), and avoidance or prevention of falls. Despite age-dependent sarcopenia, considerable effects can be attained in the elderly by individually-tailored strength training. Differentiation must be made between cross-sectional training and training to optimize neuromuscular control and regulation. Since loss of strength due to increased muscular stiffness at advanced age is rather slight after eccentric exercises, strength training including this type of exercise is currently under discussion.

In summary, appropriately the targeted and individualized strength training can be rated as necessary and to be recommended for elderly and persons with chronic diseases. Limitation of application in cardiovascular patients cannot be defined in principle taking few contraindications at exercise capacity below 2 MET into account. The current critical and reserved stance taken toward strength training in elderly and chronic disease thus does not appear to be tenable at present time.

**Key words:** strength training, elderly, patients, cardiovascular, muscle

## Einleitung

Aktuelle Daten epidemiologischer Untersuchungen und offizieller Bevölkerungsstatistiken verschiedener Länder zeigen, dass der Anteil älterer Menschen in der Bevölkerung weltweit zunimmt (1). Für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland wird angenommen, dass der Anteil der über 60 Jährigen im Jahre 2050 auf knapp 40% und der Anteil der über 80 Jährigen auf rund 12-15 % gestiegen sein wird (statistisches Bundesamt). Hochrechnungen zufolge wird in den USA der Anteil der über 60 Jährigen im Jahre 2030 die 70 Millionengrenze überschreiten, wobei die Altersgruppe der über 85 Jährigen die am schnellsten wachsende Altersgruppe ist (1). Bei dieser Veränderung der Altersstruktur ist gleichzeitig von einer steigenden Bedeutung altersabhängiger physiologischer und pathologischer Einflüsse auf die Lebensqualität auszugehen. Veränderungen des Lebensstils, der Ernährungsgewohnheiten und eine erhöhte Inzidenz insbesondere an kardiovaskulären Erkrankungen resultieren zudem häufig in einer reduzierten körperlichen Leistungsfähigkeit (55). Aus präventivmedizinischer Sicht ist somit die Verbesserung bzw. Aufrechterhaltung der Lebensqualität unter besonderer Berücksichtigung der körperlichen Leistungsfähigkeit in höherem Alter und bei kardiovaskulärer Minderbelastbarkeit als eine der zentralen Aufgaben zu formulieren. Allerdings ist derzeit trotz der Beweisführung einer positiven Wirkung präventiver Maßnahmen bereits im jüngeren Alter eine weitreichende Akzeptanz und Umsetzung der Prävention noch nicht erreicht. Zu berücksichtigen ist ferner, dass sich die Mehrzahl der präventivmedizinisch-wissenschaftlichen Untersuchungen in den vergangenen Jahren mit der Aufrechterhaltung der kardio-pulmonalen Leistungsfähigkeit befasste, wohingegen die Verbesserung der Leistungsfähigkeit des aktiven Bewegungsapparates eher wenig Bedeutung fand. Anders als für Fitness und aerobe Ausdauer, aus Epidemiologie und Intervention bekannt, wird zudem auf die Bedeutung der Kraft als Morbiditäts- und Mortalitätsprediktor nur selten verwiesen. Besonders kritisch wird der Einsatz eines Krafttrainings gerade bei kardial vorgeschädigten Patienten v.a. aus praktisch klinischer Sicht gesehen. Nicht selten wird eine Kräftigung älterer Menschen auch unter dem Aspekt einer erhöhten Verletzungsgefahr und deren Folgen negativ diskutiert. Besondere Kritik findet hierbei das Krafttraining an Geräten.

Die zunehmende Bedeutung eines Krafttrainings bei Älteren wird meist auf der Basis einer sukzessiven Abnahme der isometrischen Muskelkraft von rund 1-1,5%/Jahr ab dem 60sten Lebensjahr begründet (67). Insbesondere bei den über 80 Jährigen resultiert daraus nicht selten eine Reduktion der zu bewältigenden Aufgaben im Alltag mit folgender Immobilität und Verlust der Eigenständigkeit (10), weshalb die Bedeutung der Kraftleistungsfähigkeit als Einflussfaktor auf Lebensstil und Lebensqualität zu werten ist (1,12,17,28,32,61). Nach *Jette* sind ~40% der Frauen im Alter von 55-64 Jahren, etwa 45% im Alter zwischen 65 und 74 Jahren und rund 65% der über 75 Jährigen nicht in der

Lage eine Last von 4,5 kg anzuheben (35). Etwas differenzierter lässt sich der Einfluss der Kraftleistungsfähigkeit auf die Alltagsaktivitäten (Activities of Daily Living, ADL) für die Situation des Treppensteigens formulieren: Aus der Notwendigkeit, die Körpermasse in ihrer Bewegung zu stabilisieren, resultiert zunächst die Erfordernis des Einsatzes absoluter Kräfte, um das Körpergewicht zu überwinden oder abzubremesen. Andererseits erfordert die situative Bedingung der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts einen nicht zu vernachlässigenden Anteil an neuromuskulärer Steuerungs- und Stabilisationsfähigkeit.

Grundsätzlich stellt sich somit die Frage der Formulierung von spezifischen, adressatengerechten Zielen für eine Kräftigungstherapie älterer und minderbelastbarer Personen (1,50). Die Notwendigkeit der Anpassung der Trainingsumgebung und Trainingsdosierung an spezifische Gegebenheiten des alltäglichen Lebens kann zudem als logische Folge formuliert werden.

## Körperkomposition und Muskelmasse im Altersgang

Eine wesentliche Voraussetzung für die mit dem Alter einhergehende, zunehmende Suszeptibilität gegenüber Störfaktoren ist die sich ändernde Körperkomposition. Diese ist wie andere anthropometrische Körpermerkmale zwar genetisch determiniert, wird aber über den individuellen Ernährungs- und Aktivitätsstatus entscheidend geprägt (15,16). Mit zunehmendem Lebensalter nimmt der Flüssigkeitsgehalt des Körpers wie auch sein Anteil an aktiver Zellmasse deutlich ab; dabei wird der Verlust an aktiver Körpermasse durch Fetteinlagerungen kompensiert (8). Beides hat erhebliche Nachteile für die Funktionskapazität der verschiedenen biologischen Systeme (33) und verändert zudem das physiologische Gleichgewicht von pro- und antiatherogenen sowie entzündungsfördernden und entzündungshemmenden Faktoren (29,38,59). Dieser Prozess ist mit den die Muskelmasse regulierenden stoffwechselanabolen und -katabolen Faktoren eng verknüpft und stellt eine entscheidende Schnittstelle im zellulären bioenergetischen System dar. Störungen im bioenergetischen System und alters- und inaktivitätsinduzierte Sarkopenie bedingen sich gegenseitig und können als ätiologische Basis für eine Vielzahl von chronisch degenerativen Erkrankungen gesehen werden (25,26).

Wenn von einer Steuerung der Sensibilität der Gewebe, z.B. Knochen, Skelettmuskulatur, Myokard, für anabole und katabole Stimuli ausgegangen werden kann (34,37,58), erscheint es mit steigendem Lebensalter um so wichtiger, über Faktoren wie eine regelmäßige körperliche Aktivität im Kraft- und Ausdauerbereich in Verbindung mit einer gezielten Ernährung den Anteil der Körpermasse zu Gunsten der Muskulatur und zu Lasten des Fettanteils günstig zu beeinflussen (36,69). Dies hat entscheidende Konsequenzen nicht nur für die motorische Kompetenz und Lebensqualität im Alltag, sondern auch für die Inzidenz und den Manifestationszeitpunkt von Dyslipoproteinämien wie auch der heute

bekanntesten metabolischen Risikofaktoren: Periphere Insulinresistenz, Hyperinsulinismus, verminderte periphere Ansprechbarkeit auf Katecholamine und Androgene, erhöhter Anteil an atherogenen Low Density Lipoprotein Partikeln, vermehrte Lipidperoxidation (7,21,31,38,53,58). Für die Progression vieler chronischer Erkrankungen spielen freie Sauerstoffradikale eine mit auslösende Rolle, indem sie Strukturen zellulärer und membranöser Systeme so verändern, dass über physikochemische und immunologische Folgereaktionen die Ausbildung von degenerativen Schäden begünstigt werden (4,21,22,29,30). Über Trainingsanpassung und Ernährungsumstellung können auch die antioxidative Regulation und Endothelfunktion günstig beeinflusst werden (58). Dies wird neben bekannten und herkömmlichen Faktoren in der Bewertung körperlicher Aktivität als Schutz- und Therapiekonzept bei atherosklerotischen und degenerativen Erkrankungen bisher noch nicht ausreichend beachtet (58).

Es ist nahe liegend anzunehmen, dass die gesundheitlich günstige Körperkomposition und der niedrigere Fettanteil bei körperlich Aktiven im höheren Lebensalter sowohl auf einen regelmäßigen muskulären, anabolen Stimulus mit Erhalt der Muskelmasse als auch auf einen ebenso regelmäßigen metabolischen, anti-katabolen Stimulus mit erhöhter Fettoxidation während regelmäßiger Trainingseinheiten zurückzuführen ist (6). Dabei muss betont werden, dass eine gute Fitness oder genetisch determinierte gute körperliche Leistungsfähigkeit nicht automatisch mit einem erhöhten Energie- und Fettsäureumsatz korreliert ist (41). Ausschlaggebend für den Erhalt der motorischen Kompetenz und der metabolischen Fitness ist somit nicht die muskuläre Leistungsfähigkeit per se, sondern die regelmäßige muskuläre Beanspruchung und Nutzung der aeroben und anaeroben Energiebereitstellung während des Zeitraums der körperlichen Belastung (39,70). Während allerdings die Trainierbarkeit der oxidativen wie auch glykolytischen metabolischen Kapazität, ebenso wie die Anpassung auf struktureller und neuromuskulärer Ebene für den Muskel des älteren Menschen heute als bewiesen erscheint (36,68,69), erregen aktuell zunehmend experimentelle Ergebnisse zur Pathophysiologie der altersbedingten Sarkopenie Aufsehen, die auf die positive Beeinflussung von katabolen Regulationsfaktoren durch körperliche Aktivität, hier als Training zur Verbesserung der Kraftausdauer, hinweisen (27). Diese Ergebnisse stehen in gutem Einklang zu epidemiologischen Befunden, dass regelmäßige Freizeitaktivität auch die Entzündungsreaktion reduziert – ein Prozess, der als signifikanter unabhängiger Risikofaktor in der Entwicklung der Atherosklerose gesehen werden muss (24).

## Ziele des Krafttrainings mit Älteren und chronisch Kranken

Soll die Umsetzung und Akzeptanz des Einsatzes eines Krafttrainings bei und für ältere und minderbelastbare Menschen valide und auf breiter Basis erfolgen, hat die Begründung der Ziele evidenzbasiert auf der Grundlage aktueller wissen-

schaftlicher Untersuchungen zu erfolgen. Vorrangig ist demnach zuerst die wissenschaftliche Begründung möglicher Aufgaben des Krafttrainings, die sich an der Notwendigkeit der Gegebenheiten in bezug auf Aktivitäten des täglichen Lebens bei Älteren orientieren.

Bei nahezu allen Bewegungen des täglichen Lebens ist die Stabilisation der Stellung der Extremitätengelenke unter Belastung des Körpergewichtes von Bedeutung (42). Grundsätzlich unterscheiden sich die Anforderungen dabei zwischen jüngeren und älteren Menschen nicht, wobei mit zunehmendem Alter eine Abnahme der physiologischen Belastbarkeit berücksichtigt werden muss (1,20,48,49). Meist wird als Ausdruck einer minder leistungsfähigen Muskulatur die so genannte Sarkopenie entsprechend einem Verlust an Muskelquerschnitt und Muskelfaserdichte angegeben (40). Betroffen hiervon sind sowohl Typ I als auch Typ II Fasern, wobei eine Betonung der Atrophie der schnellen Typ II Fasern mit hoher Reizschwelle beschrieben wird, weshalb in der Regel eine Reduktion der maximalen Muskelkraft beobachtet wird (40,50). Die Muskulatur der oberen Extremität ist dabei weniger als die der unteren Extremität betroffen (67). Parallel zu der beschriebenen morphologisch-strukturellen Veränderung der Skelettmuskulatur wurde zudem über eine Abnahme der Anzahl an großen alpha-Motoneuronen im Rückenmark als Zeichen einer neuronalen Beteiligung berichtet (18). So fand Tomlinson eine durchschnittliche Abnahme der lumbosacralen Motoneurone um rund 25% (65). Elektromyographische Untersuchungen konnten außerdem eine altersabhängige Reduktion sowohl der Amplitude als auch der Dauer der Aktionspotentiale motorischer Einheiten belegen (52,67). Grundsätzlich wird von einer nicht linearen Abnahme der Muskelkraft in der sechsten (-15%) bis zur achten Lebensdekade um ca. 30 % ausgegangen (40). Besonders deutlich wird die Kraftminderung bei konzentrischen und isometrischen Belastungen, wohingegen interessanterweise bei exzentrischer Belastung älterer Menschen aufgrund einer höheren Stiffness der Muskulatur eine geringere Abnahme der Kraft festgestellt werden konnte (67). Als Folge dessen wird aktuell Trainingsmethoden, die mit einer Längenzunahme der belasteten Muskulatur einhergehen, eine zunehmende Bedeutung beigemessen (67). Allerdings stellt sich die Frage, in wieweit die Abnahme der Kraftleistungsfähigkeit auch tatsächlich als Ursache für eine Minderung der Funktionalität unter Kraftbelastungen im Alltag Älterer verantwortlich gemacht werden darf. Aktuelle Arbeiten deuten in diesem Zusammenhang darauf hin, dass neben der Kraftreduktion eine Abnahme allgemeiner, sowie intra- und intermuskulär koordinativer Fähigkeiten auch die bereits angesprochene Reduktion der Elastizität der Skelettmuskulatur berücksichtigt werden sollte (20).

Für den Bereich der Prävention und Rehabilitation ist folglich insbesondere die situationsangepasste Stabilisierung der Gelenkposition als ein zentrales Ziel zu formulieren (1,2,42,43). Differenziert werden muss hierbei zwischen der Stabilisationsfähigkeit der Gelenkposition durch die umgebende Muskulatur, die üblicherweise durch einen hohen Anteil an Co-Kontraktionen erreicht wird, und einem zielge-

richteten, aufgabenspezifischen Einsatz der Muskulatur. Bezüglich der Intervertebralgelenke der Wirbelsäule beispielsweise wird durch ein hohes Ausmaß an Co-Kontraktionen Stabilität erreicht, weshalb dies für die Stabilisation des Rumpfes während der Fortbewegung bei Älteren durchaus wünschenswert ist (19). Neben der isolierten oder gelenkübergreifenden Stabilisationsfähigkeit spielt zudem der koordinierte Einsatz der Rumpfstabilisatoren eine nicht zu vernachlässigende Rolle. In verschiedenen Arbeiten wird davon ausgegangen, dass neben der isolierten Stabilisierung durch den Einsatz einzelner Muskelgruppen der koordinativ-funktionelle Einsatz der rumpfübergreifenden Muskulatur entsprechend der jeweiligen situativen Bedingungen verfolgt werden soll (1,19). Gerade bei älteren und minderbelastbaren Personen scheint ein gezielter Einsatz der Rumpfmuskulatur über ein Widerstandstraining unter Belastung des Körpergewichts als zentrale Therapie- und Präventionsmaßnahme demnach erforderlich. Dagegen kann ein hoher Anteil an Co-Kontraktionen bei Bewegungen der Extremitätengelenke möglicherweise auch als Hinweis auf eine bestehende Unsicherheit mit globaler Fixierung der Gelenke gedeutet werden. Im Falle des Optimums eines zielgerichteten Einsatzes der verschiedenen Glieder einer kinematischen Kette werden unterschiedliche Muskelgruppen idealerweise unbewusst neuromuskulär so koordiniert eingesetzt, dass die Rate an Co-Kontraktionen möglichst gering gehalten wird.

## Krafttraining zur Sturzprophylaxe

Eine der Haupteinschränkungen der Aktivität im täglichen Leben bei älteren und weniger belastbaren Menschen stellt die Angst vor Stürzen mit ihren teils fatalen Folgen dar (1,60,63,64). Gerade mit steigendem Lebensalter nimmt der Anteil an unkoordinierten Bewegungen bei gleichzeitiger Abnahme der Gleichgewichtsfähigkeit zu, weshalb u.a. die Häufigkeit an Stürzen steigt (1,20). Unter Berücksichtigung epidemiologischer Untersuchungen lässt sich zudem nachweisen, dass die Folgen solcher Sturzereignisse (insbesondere durch die Immobilisation) im Gegensatz zu Jüngeren länger währende Einschränkungen nach sich ziehen und bei einem nicht zu vernachlässigenden Anteil letal enden können (1). Deshalb weisen aktuelle Arbeiten auf die Notwendigkeit von Balance-Training, Widerstandstraining und den Einsatz von Lauf- und Gehbelastungen unter Gewichtstransfer hin (1,60,64). Erste Untersuchungen konnten zeigen, dass bereits die Teilnahme an einem Training mit niederen Intensitäten im Kontrollgruppenvergleich die Anzahl der Stürze reduziert (63,64).

Auf der Basis dieser wissenschaftlichen Untersuchungen lässt sich festhalten, dass im Rahmen der Kräftigung älterer und minderbelastbarer Menschen vorrangige Ziele und Aufgaben im Sinne eines situativen Einsatzes der Skelettmuskulatur verfolgt werden können (Tab.1). Für die Planung und Durchführung einer Zieldefinition der Kräftigungstherapie im Längsschnitt und innerhalb einzelner Therapieabschnitte scheint es zudem sinnvoll zwischen übergeordneten und speziellen Aufgaben zu unterscheiden (Tab.1).

## Konzepte zum Krafttraining mit Älteren

Entgegen vergangener Annahmen konnten verschiedene Untersuchungen zeigen, dass im Alter von einer guten Trainierbarkeit der Kraft auszugehen ist (12,58). Betrachtet man den Zuwachs der Kraft lässt sich bei älteren Menschen offensichtlich ein höherer Trainingsgewinn nachweisen, verglichen mit Jüngeren (12). Bedeutsam scheint zudem ein Zusammenhang zwischen dem trainingsinduzierten Kraftzuwachs und der funktionalen Kapazität Älterer, wie beispielsweise der Gehgeschwindigkeit. Aufgrund der beschriebenen Minderung der maximalen Kraft, des maximalen Kraftanstieges und auch der geringeren Effizienz bei Belastungen im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus resultiert eine geringere funktionale Kraftentfaltung z.B. der Plantarflexoren, woraus eine Änderung des Gangbildes resultiert (13). In einer Reihe von Trainingsstudien konnte zudem belegt werden, dass ein zielgerichtetes Training unter Einbeziehung exzentrischer Trainingsformen der beschriebenen Zunahme der Muskelstiffness bei Älteren eher gerecht wird (51,67).

Tabelle 1: Ziele und Aufgaben einer Kräftigungstherapie bzw. eines Krafttrainings bei älteren und minderbelastbaren Personen	
<p>Übergeordnete Aufgaben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilisation des Körpergewichtes während des Gewichtstransfers und der Fortbewegung und Erhalt der Muskelmasse unter standardisierten und situativen Bedingungen</li> <li>• Verbesserung / Optimierung des Activities of Daily Living (ADL)</li> <li>• Vermeidung von Stürzen</li> </ul>	
<p>Spezielle Aufgaben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb bzw. Mobilisation einer Kraftleistungsfähigkeit zur Überwindung des Körpergewichtes</li> <li>• Stabilisation des Rumpfes</li> <li>• Optimierung neuromuskulärer Steuerungs- und Regulationsmechanismen zur koordinativ optimierten Stabilisierung peripherer Gelenke</li> <li>• Zeitlich optimierter des Krafteinsatz im Ablauf der kinematischen Kette der Extremitäten</li> </ul>	

Lässt sich mit zunehmendem Alter aufgrund der beschriebenen Sarkopenie ein Mangel an absoluter Kraftleistungsfähigkeit erfassen, ist die Methode des Hypertrophietrainings gut geeignet, um der Reduktion der Muskelmasse entgegenzuwirken (28). Allerdings wird mehrfach darauf hingewiesen, dass die Zunahme des Muskelquerschnitts von rund 5-10% als moderat zu beschreiben ist (67). Üblicherweise empfiehlt sich dabei eine Trainingsdosierung im so genannten submaximalen Intensitätsbereich bei entsprechend mittlerer bis längerer Belastung der einzelnen Muskelgruppen (2). Aus Trainingsstudien ist ferner bekannt, dass ein Trainingsumfang von mindestens 2 Belastungen pro Muskelgruppe und Woche empfohlen werden muss (2). Schließlich darf nicht vernachlässigt werden, dass mit dem Ziel einer fassbaren Muskelhypertrophie von einer Trainingszeit von mehreren Wochen bis Monaten auszugehen ist (56,57).

Unter der Annahme durchaus vorhandener Muskelmasse bei jedoch ineffizienter Nutzung stellt sich die Aufgabe der Mobilisation der bereits vorhandenen Ressourcen. Betrachtet



man die Grundzüge der langfristigen Trainingsadaptation an Krafttraining zeigt sich ein wesentlich schnellerer Kraftgewinn aufgrund einer neuralen Adaptation (14,56). Gerade bei Älteren ist in diesem Zusammenhang eine hohe Effizienz auf entsprechend neuromuskulär begründete Trainingsreize festzustellen. Wissenschaftliche Untersuchungen konnten zeigen, dass die Gelenkstabilisation bzw. die Stabilisation von Gelenkbewegungen komplexe Interaktionen unterschiedlicher Muskelgruppen erfordert (56). Der Einsatz exzentrischer Belastungen wird aktuell als ein geeigneter Weg angesehen, dem erforderlichen neuromuskulären Stimulus bei verminderter Elastizität der Muskulatur gerecht zu werden (67). Darüber hinaus wurde nachgewiesen, dass die so genannten high impact Belastungsformen über eine rezidivierende reversible Störung der Muskelstrukturen und entsprechenden Reparaturvorgängen zu einer deutlichen Zunahme der Muskelkraft führen (67). Zudem ist davon auszugehen, dass einem aufgaben- und situationsspezifischen Beitrag unterschiedlicher Muskelgruppen Bedeutung beizumessen ist (62). Als ein Erklärungsansatz hierfür gilt eine zentralnervöse Stimulation spezifischer, an einer Bewegung beteiligter Arbeitsgruppen (44). Somit empfiehlt sich bei Älteren ein situatives Krafttraining in Anlehnung an die im Rahmen der Alltagsaktivitäten häufig vorkommenden Belastungsformen. Selbstverständlich bedeutet dies nicht, dass insbesondere im Rahmen der Rehabilitation nach Beschwerden und Verletzungen eine isolierte Arthrontherapie bei entsprechenden Defiziten vernachlässigt werden darf.

Diese Form des Krafttrainings wird häufig unter dem Begriff des sensomotorischen Trainings bzw. auch des propriozeptiven Trainings subsummiert. Streng begrifflich ist hier allerdings der Begriff der Sensomotorik zu bevorzugen, da darunter sowohl das Training afferenter Impulse als auch der efferenten Reizantwort über die Muskulatur verstanden wird (11). Über eine Inanspruchnahme des sensorischen Systems kann dabei eine trainingsinduzierte Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit durch einen spezifischen, situativen Einsatz der Skelettmuskulatur und damit der Kraft erreicht werden.

Gerade bei älteren Menschen liegt oft ein niedriges koordinatives Trainingsniveau vor, hohe Trainingsgewinne können aber durchaus erzielt werden (12). Als wichtig erachtet wird die Berücksichtigung trainingsmethodischer Grundsätze. Aktuelle Empfehlungen gehen auch bei dieser Form des Trainings von einer zwei- bis dreimaligen Belastung pro Woche mit mindestens 8-10 Einzelreizen pro Übung aus (2). Zusätzlich ist eine trainingsbegleitende Verbesserung oder Aufrechterhaltung der Flexibilität durch ein Beweglichkeitstraining unabdingbar, da Hemmmechanismen bei verminderter Beweglichkeit zu einer Einschränkung des Trainingseffektes führen können (42). Aus wissenschaftlicher Sicht einschränkend festzustellen ist allerdings, dass derzeit nur wenige kontrollierte, prospektive Untersuchungen zur Umsetzung rehabilitativer Inhalte in alltägliche Bewegungen wie Treppensteigen oder Aufstehen vom Stuhl an Populationen höheren Alters publiziert wurden.

## Zielgruppe Herzpatienten

Epidemiologische Untersuchungen zeigen bei zunehmendem Alter eine Koinzidenz insbesondere mit kardiozirkulatorischen Erkrankungen. In der Vergangenheit wurde nicht zuletzt deshalb ein Krafttraining bei Älteren sehr zurückhaltend propagiert. Entscheidend scheint allerdings die Ausführung und die im Krafttraining verwendete Methode. Gerade unter Berücksichtigung neuromuskulärer Aspekte können hier exzentrische Trainingsformen bzw. ein situatives Training unter Einsatz reaktiver Belastungsformen von Vorteil sein. Entsprechend den vorformulierten Zielen einer Verbesserung der neuromuskulären Stabilisationsfähigkeit der Gelenkpositionen und einer Optimierung des Gewichtstransfers bietet sich hierbei eine exzellente Möglichkeit der Verbindung eines situativen Krafttrainings mit Belastungssituationen des täglichen Lebens. Verschiedene evidenzbasierte Untersuchungen konnten in diesem Zusammenhang zeigen, dass bei exzentrischer Belastung von einer höheren Kraftentfaltung bei geringerer Ermüdung, verglichen mit konzentrischen und isometrischen Belastungen auszugehen ist. Verantwortlich hierfür scheint ein hoher Anteil an additiven, passiven Kräften durch vorübergehende Aufnahme elastischer Energie des Muskel-Sehnen-Apparates (42). Weiterhin kann belegt werden, dass sowohl der Herzfrequenzanstieg und der Anstieg des arteriellen Mitteldruckes, als auch die metabolische Belastung bei exzentrischer Belastung geringer ist (45). Verschwiegen werden sollte allerdings nicht, dass diese Form der Belastung in aller Regel am Anfang einer Trainingsserie Muskelkater (DOMS, Delayed Onset Muscle Soreness) auslösen kann. Die von Patienten und Gesunden häufig als negativ beurteilte Belastungsreaktion muss deshalb bei der Planung und Dosierung des Krafttrainings Berücksichtigung finden. In seiner Beurteilung offen ist derzeit der Einsatz exzentrischer bzw. reaktiver Belastungen im Training kardiopulmonal nur eingeschränkt belastbarer Patienten. Aus theoretischer Sicht scheint aber auch da ein Erfolg versprechender Einsatz unter Berücksichtigung der Trainingsplanung sinnvoll. Auch hier ist die ursprüngliche, ablehnende Grundhaltung nicht mehr haltbar. Der Beleg für eine therapeutisch günstige Beeinflussung der Primärerkrankung ist allerdings aus wissenschaftlicher Sicht aktuell noch nicht abschließend geführt.

Aktuelle Empfehlungen zum Krafttraining bei Herzpatienten sind demnach in den Grundsätzen heute denen für gleichaltrige gesunde Erwachsene ähnlich (3,23,46,47,66). Sie unterscheiden sich primär in einer reduzierten Intensität der Übungen, einer verlangsamten Erhöhung der Trainingsumfänge und einem intensivierten Monitoring von Patienten und Trainingsprogramm (47,66). Bei Empfehlung zu leichtem Gewichtseinsatz und niedrigen bis moderaten Ermüdungs- bzw. Belastungsgraden werden auch für Herzpatienten 10-15 Wiederholungen pro Übung vorgesehen; erst bei hoch belastbaren Herzpatienten (MET-Belastbarkeit >7) erscheinen auch erschöpfende Kraftübungen gegen einen hohen Widerstand vertretbar (5,9). Da auch beim Krafttraining das Ausmaß der kardialen Belastung durch den jewei-

ligen Einsatz der Muskelmasse vorgegeben wird, ist bei gering belastbaren Patienten (z.B. Herzinsuffizienzpatienten) auf den Einsatz segmentaler, d.h. kleiner Muskelanteile (z.B. einarmige Übungen) zu achten; ebenso sollte für niedrig belastbare Patienten u.U. ein verlängertes Belastungs-Erholungs-Verhältnis eingehalten werden (70). Für Patienten mit einer Belastbarkeit von weniger als 2 MET (50 Watt) ist ein körperliches Training kontraindiziert. Verglichen mit Beobachtungen bei Ausdauerprogrammen ist gemessen an der Zahl der kardiovaskulären Ereignisse aus kontrollierten Studien nicht von einem erhöhten Risiko für Kraftübungen bei Herzpatienten auszugehen (5,9,70). Allerdings fehlen auch hierzu klinisch kontrollierte, randomisierte Langzeitstudien an größeren Patientengruppen mit Bewertung von kardialen Endpunkten. Zur Vermeidung eines möglichen erhöhten Risikos von orthopädischen Verletzungen stellt für ältere Patienten unabhängig von der bestehenden Primärerkrankungen die sorgfältige Beurteilung der Belastbarkeit des Stütz- und Bewegungsapparates eine grundsätzliche Voraussetzung für die Aufnahme eines Krafttrainings dar.

### Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Krafttraining mit älteren Menschen und kardiozirkulatorisch minder belastbaren Patienten ist häufig von einer negativen Akzeptanz begleitet. Unter Einbeziehung adressatengerechter Ziele und evidenzbasierter Daten lässt sich allerdings belegen, dass der Großteil der Einschränkungen als unbegründet anzusehen ist. Entscheidend ist die Ausrichtung des Trainings auf situative Bedingungen des alltäglichen Lebens. Die funktionelle Stabilisierung der Körpermasse und die Gleichgewichtserhaltung bei optimiertem Gewichtstransfer mit einer Verbesserung der Stabilisation des Rumpfes stellen vordergründige Aufgaben der Kräftigungstherapie dar. Eine mögliche Reduktion von Stürzen kann zudem als Ziel formuliert werden. Aus methodischer Sicht ist eine Erhöhung der Muskelmasse dort sinnvoll, wo die altersabhängige Sarkopenie im Vordergrund steht und eine Überwindung der notwendigen Lasten nicht zulässt. Häufig scheint jedoch die Mobilisierung des vorhandenen Kraftpotentials und der situative, koordinative Einsatz der Kraft bedeutsam. Aus wissenschaftlicher und therapeutischer Sicht ist ein Krafttraining mit Älteren unter Berücksichtigung der genannten Ziel und Methoden daher grundsätzlich zu unterstützen.

### Literatur

1. ACSM Position Stand Paper: Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 30 (1998) 992-1008.
2. ACSM Position Stand Paper: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 30 (1998) 975-991.
3. Ades PA: Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. *N Engl J Med* 12 (2001) 892-902.
4. Ames BN, Shigenaga MK, Hagen TM: Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proc Nat Acad Sci USA* 90 (1993) 7915-7922.
5. Aronow WS: Exercise therapy for older persons with cardiovascular disease. *AJGC* 10 (2001) 245-252
6. Berg A, Halle M, Baumstark MW, Keul J: Bedeutung der Lipoproteine bei der Pathogenese der KHK. Die Rolle der körperlichen Aktivität. *Deutsch Ärzteblatt* 91 (1994) A822-A830.
7. Berg A, Halle M: Körperliche Aktivität und kardiovaskuläre Mortalität: Von der Epidemiologie zur medizinischen Praxis. *Medizinische Welt* 50 (1999) 359-362.
8. Borkan GA, Hulth DE, Gerzof StG, Robbins AH, Silbert CK: Age changes in body composition revealed by computed tomography. *J Gerontol* 38 (1983) 673-677.
9. Braith RW, Vincent KR: Resistance exercise in the elderly person with cardiovascular disease. *AJGC* 8 (1999) 63-70.
10. Brown M: Strength training and aging. *Top Geriatr Rehabil* 15 (2000) 1-5.
11. Bruhn S, Gollhofer A: Neurophysiological basics of proprioception and sensorimotor control. *Med.Orth.Techn.* 121 (2001) 66-71
12. Conzelmann A: Entwicklung motorischer Fähigkeiten im Lebenslauf – aktuelle Themen. *Dtsch Z Sportmed* 49 (1998), S310-315.
13. De Vita P, Hortobagyi T: Age causes a redistribution of joint torques and powers during gait. *J Appl Physiol* 88 (2000) 1804-1811.
14. Desmedt JE, Godeaux E: Ballistic contractions in man: characteristic recruitment patterns in single motor units of the tibialis anterior muscle. *J Physiol* 264 (1977) 673-693.
15. Despres JP, Couillard C, Gagnon J, Bergeron J, Leon AS, Rao DC et al: Race, visceral adipose tissue, plasma lipids, and lipoprotein lipase activity in men and women: the Health, Risk Factors, Exercise Training, and Genetics (HERITAGE) family study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 20 (2000) 1932-1938.
16. Despres JP, Gagnon J, Bergeron J, Couillard C, Leon AS, Rao DC et al: Plasma post-heparin lipase activities in the HERITAGE Family Study: the reproducibility, gender differences, and associations with lipoprotein levels. *HEALTH, Risk factors, exercise Training and GENetics. Clin Biochem* 32 (1999) 157-165.
17. Dickhuth HH, Löllgen H: Trainingsberatung für Sporttreibende. *Deutsches Ärzteblatt* 52 (1993) 1192-1198.
18. Doherty TJ, Vandervoort AA, Taylor AW et al: Effects of motor unit losses on strength in older men and women. *J Appl Physiol* 74 (1993) 868-874.
19. Ebenbichler GR, Oddsson LIE, Kollmitzer J, Erim Z: Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Med Sci Sports Exerc* 33 (2001) 1889-1898.
20. Era P, Heikkinen E: Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J Gerontol* 40 (1985) 287-295.
21. Esterbauer H, Gebicki J, Puhl H, Jürgens G: The role of lipid peroxidation and antioxidants in oxidative modifications of LDL. *Free Radic Biol Med* 13 (1992) 341-390.
22. Fagiolo U, Cossarizza A, Scala E, Fanales-Belasio E, Ortolani C, Cozzi E et al: Increased cytokine production in mononuclear cells of healthy elderly people. *Eur J Immunol* 23 (1993) 2375-2378.
23. Feigenbaum MS, Pollock ML: Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc* 31 (1999) 38-45.
24. Ford ES: Does exercise reduce inflammation? Physical activity and C-reactive protein among U.S. adults. *Epidemiology? in frail elderly humans: FASEB J* 15 (2001) 475-482.
25. Fukuzako H, Hashiguchi T, Sakamoto Y, Okamura H, Doi W, Takenouchi K et al: Metabolite changes with age measured by proton magnetic resonance spectroscopy in normal subjects. *Psych Clin Neurosci* 51 (1997) 261-263.
26. Gey KF, Stähelin HB, Ballmer PE: Essentielle Antioxidantien bei Kreislauferkrankungen – Lehren für Europa. *Therapeutische Umschau* 51 (1994) 475-482.
27. Greiwe JS, Cheng B, Rubin DC, Yarasheski KE, Semenkovich CF: Resistance exercise decreases skeletal muscle tumor necrosis factor  $\alpha$  in frail elderly humans. *FASEB J* 15 (2001) 475-482.
28. Häkkinen K, Pastinen UM, Karsikas R, Linnamo V: Neuromuscular performance in voluntary bilateral and unilateral contraction and during electrical stimulation in men at different ages. *Eur J Appl Physiol* 70 (1995) 518-527.
29. Halle M, Berg A, Keul J: Übergewicht als Risikofaktor kardiovaskulärer Erkrankungen und die mögliche Bedeutung als Promotor einer gesteigerten Entzündungsreaktion. *DMW* 30 (1999) 905-909.
30. Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S et al: Effects of

- exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 342 (2000) 454-460.
31. Hanefeld M, Leonhardt W: Das metabolische Syndrom. *Dt Gesundh Wesen* 36 (1981) 545-551.
  32. Hauner H, Berg A: Körperliche Bewegung zur Prävention und Behandlung der Adipositas. *Deutsches Ärzteblatt* 97 (2000) 768-774.
  33. Häußinger D, Lang F, Gerok W: Regulation of cell function by the cellular hydration state. *Am J Physiol* 267 (1994) E343-E355.
  34. Hudson NJ, Franklin CE: Maintaining muscle mass during extended disuse: aestivating frogs as a model for species. *J Exp Biol* 205 (2002) 2297-2303.
  35. Jette AM, Branch LG: The Framingham disability study: II - Physical disability among the aging. *Am J Public Health* 71 (1981) 1211-1216.
  36. Jubrias SA, Esselman PC, Price LB, Cress ME, Conley KE: Large energetic adaptations of elderly muscle to resistance and endurance training. *J Appl Physiol* 90 (2001) 1663-1670.
  37. Judex S, Donahue LR, Rubin C: Genetic predisposition to low body mass is paralleled by an enhanced sensitivity to signals anabolic to the skeleton. *FASEB J online* 21 (2002).
  38. Krauss RM: The Tangled Web of Coronary Risk Factors. *Am J Med* 90 (1991) S36-S41.
  39. Kriketos AD, Sharp TA, Seagle HM, Peters JC, Hill JO: Effects of aerobic fitness on fat oxidation and body fatness. *Med Sci Sports Exerc* 32 (2000) 805-811.
  40. Larsson L: Histochemical characteristics of human skeletal muscle during aging. *Acta Physiol Scand* 117 (1983) 469-471.
  41. Leon AS, Rice T, Mandel S, Despres JP, Bergeron J, Gagnon J et al: Blood lipid response to 20 weeks of supervised exercise in a large biracial population: the HERITAGE Family Study. *Metabolism* 49 (2000) 513-520.
  42. Lephart SM, Fu FH: Proprioception and neuromuscular control in joint stability. *Human Kinetics* (2000).
  43. Lexell J: Muscle structure and function in chronic neurological disorders: the potential of exercise to improve activities of daily living. *Exerc Sport Sci Rev* (2000), 80-84.
  44. Loeb G: Motoneuron task groups: coping with kinematic heterogeneity. *J Exp Biol* 116 (1995) 137-146.
  45. Mayer F, Axmann D, Horstmann T et al: Metabolic and cardiocirculatory reactions after concentric and eccentric exercise of the shoulder. *Int J Sports Med* 20 (1999) 527-531.
  46. Meyer K: Exercise training in heart failure: recommendations based on current research. *Med Sci Sports Exerc* 33 (2001) 525-531.
  47. Meyer K: Neue Aspekte zum körperlichen Training bei chronischer Herzinsuffizienz. *Dtsch Z Sportmed* 51 (2000) 286-290.
  48. Navarro A, Lopez-Cepero JM, Sanchez del Pino MJ: Skeletal muscle and aging. *Frontiers in Bioscience* 1 (2001) 26-44.
  49. Nigg B, MacIntosh BR, Mester J: Biomechanics and biology of movement. *Human Kinetics* (2000).
  50. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ et al: Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. *Circulation* 101 (2000) 828-833.
  51. Porter MM, Vandervoort AA, Lexell LJ: Aging of human muscle: structure, function and adaptability. *Scan J Med Sci Sports* 5 (1995) 129-142.
  52. Porter MM, Vandervoort AA, Kramer JF: Eccentric peak torque of the plantar and the dorsiflexors is maintained in older women. *J Gerontol Biol Sci* 52 (1997) 125-131.
  53. Reaven GM: Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 37 (1988) 1595-1607.
  54. Roos MR, Rice CL, Connelly DM, Vandervoort AA: Quadriceps muscle strength, contractile properties and motor unit firing rates in young and old men. *Muscle Nerv* 22 (1999) 1094-1103.
  55. Roubenoff R: Origins and clinical relevance of sarkopenia. *Can J Appl Physiol* 26 (2001) 78-89.
  56. Sale DG: Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 20 (1988) 135-145.
  57. Sale DG: Neurale Adaptation im Verlaufe eines Krafttrainings. In: *Kraft u. Schnellkraft im Sport*, Komi PV, Deutscher Ärzteverlag (1994).
  58. Schuler G: Primäre und sekundäre Prävention: Körperliche Aktivität. *Z Kardiol* 91 (2002) 30-39.
  59. Schuler PC, Gielen S, Schuler G, Hambrecht R: Chronic heart failure and skeletal muscle catabolism: effect of exercise training. *Int J Cardiol* 85 (2002) 141-149.
  60. Shaw FE, Bond J, Richardson DA, Dawson P, Steen IN, McKeith IG, Kenny RA: 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 (2003) 73.
  61. Spirduso WW, Cronin DL: Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Med Sci Sports Exerc* 33 (2001) S598-608.
  62. Tax AM, Denier van der Gon JJ, Gielen CAN, Kleyne M: Differences in central control of m. biceps brachii in movement tasks and force tasks. *Exp Brain Res* 79 (1990) 138-142.
  63. Tinetti ME, Baker DI, McAvay EB et al: A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *N Engl J Med* 331 (1994), 821-827.
  64. Tinetti ME: Clinical practice. Preventing falls in elderly persons. *N Engl J Med*. 348 (2003) 42-49.
  65. Tomlinson BE, Irving D: The numbers of limb motor units in the human lumbosacral cord throughout life. *J Neurol Sci* 34 (1977) 213-219.
  66. Urhausen A, Schwarz M, Stefan S, Schwarz L, Gabriel H, Kindermann W: Kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung durch einen Kraftausdauer-Zirkel in der ambulanten Herzgruppe. *Dtsch Z Sportmed* 51 (2000), 130-136.
  67. Vandervoort AA: Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve* 25 (2002) 17-25.
  68. Vincent KR, Braith RW, Feldman RA, Kallas HE, Lowenthal DT: Improved cardiorespiratory endurance following 6 months of resistance exercise in elderly men and women. *Arch Intern Med* 162 (2002) 673-678.
  69. Wareham NJ, Hennings SJ, Byrne CD, Hales CN, Prentice AM, Day NE: A quantitative analysis of the relationship between habitual energy expenditure, fitness and the metabolic cardiovascular syndrome. *Br J Nutr* 80 (1998) 235-241.
  70. Working group on cardiac rehabilitation & exercise physiology and working group on heart failure of the European Society of Cardiology: Recommendations for exercise training in chronic heart failure patients. *Eur Heart J* 22 (2001) 125-135.

**Korrespondenzadresse:**  
 Priv.-Doz. Dr. Frank Mayer  
 Med. Klinik, Abtlg. Rehab. und Präv. Sportmed.  
 Universität Freiburg, Hugstetter Str. 55  
 D-79106 Freiburg  
 Tel.: 0049/761/270-7473  
 Fax: 0049/761/270-7470  
 e-Mail: mayer@msm1.ukl.uni-freiburg.de