

Kräftigung wider das Altern

Autoren: Maximilian Köppel, Dennis Hamacher

ZUSAMMENFASSUNG

Mit der steigenden Lebenserwartung und dem demografischen Wandel ist auch ein Panoramawandel in der Gesundheitslandschaft zu verzeichnen. Diese äußert sich in einem Anstieg der Prävalenz von altersassoziierten Erkrankungen, aber auch von Multimorbidität. Körperliche Aktivität im Allgemeinen, aber auch körperliches Training im Speziellen stellt hierbei ein immens wichtiger protektiver Faktor dar, welcher auch die Selbstständigkeit und körperliche wie geistige Funktion im höheren Alter sichert. In der vorliegenden Übersichtsarbeit wird ein Einblick in die verschiedenen Wirkbereiche von körperlicher Aktivität mit Blick auf die älter werdende Gesellschaft gegeben.

Schlüsselwörter

Demografischer Wandel, Polypille Bewegung, Degeneration

ABSTRACT

Increasing life expectancy and demographic change has led to a twist in the range of diseases and disabilities. This is reflected by an increase of age-associated diseases, disabilities and cases of multi-morbidity. Physical activity and physical training are crucial protective factors to face these healthrelated issues. Especially in the older population, exercise can be an empowerment to maintain physical autonomy and cognitive health. This review provides an insight into the manifold effectiveness of physical activity considering the aging society.

Keywords

Demographic change, polypill exercise, degeneration



► **Abb. 1** Krafttraining bildet eine zentrale Stellgröße in der Gesunderhaltung. Foto: tatomm/Adobe Stock

Einleitung

Gerade in Anbetracht des demografischen Wandels und der Überalterung der Bevölkerung mit für das Jahr 2050 schätzungsweise 30 Millionen über 60-Jährigen in der Bundesrepublik [1] und ca. 2 Milliarden weltweit [2] muss die wachsende Personengruppe der Älteren verstärkt in die Aufmerksamkeit der Gesundheitsversorgung rücken und das biologische Alter trotz fortschreitendem kalendarischen Alter so „jung“ wie möglich gehalten werden. Während das kalendarische Alter den Zeitraum, der seit der Geburt vergangen ist, beschreibt, findet im Kontext des biolo-

gischen Alters, der körperliche Funktionszustand sowie die Ausprägung kognitiver und motorischer Fähig- und Fertigkeiten Berücksichtigung, welche durch körperliches Training gefördert werden können.

Alter und Fitness

Mit leichten Variationen zwischen den motorischen Kompetenzen liegt im Alter zwischen 20 und 35 Jahren der potenzielle Höhepunkt der motorischen Leistungsfähigkeit [3]. Wurde dieser Leistungsgipfel erreicht, kommt es jen-

seits von diesem zu einem quasi linearen Abfall der Leistungsfähigkeit in den Folgejahrzehnten, welcher sich ab dem 7. bzw. 8. Lebensjahrzehnt nochmals beschleunigt.

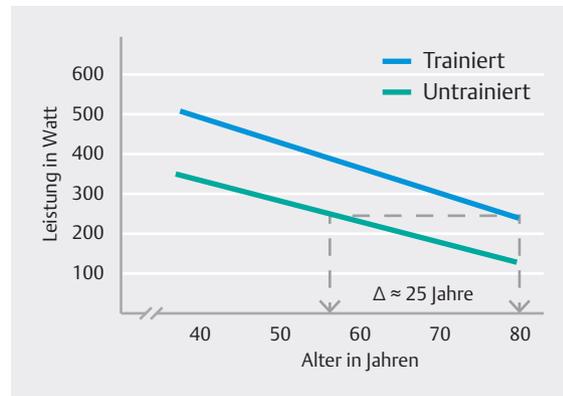
Diese Beobachtungen sind allerdings nur dann richtig, wenn über den gesamten Beobachtungszeitraum immer die maximale Leistungsfähigkeit herangezogen wird. So kann der individuelle Höhepunkt bei einer sehr sparsamen Bewegungsbiografie, aber einem späteren Einstieg in körperliches Training, durchaus auch erst jenseits der 40er eintreten. Wurde ein hohes Leistungsniveau erreicht, z. B. im Fall ehemaliger Spitzenathleten, zeigen diese Menschen auch in fortgeschrittenem Alter (> 70 Jahre) noch Leistungen, welche mit denen von 20 bis 30 Jahren jüngeren Personen der Normalbevölkerung übereinstimmen [3][4] (► **Abb. 2**).

Knochendichte

Durch körperliche Inaktivität kann eine altersassoziierte Verschlechterung bei beinahe allen körperlichen Parametern beobachtet werden. Warming, Hassager und Christiansen [5] beobachteten eine mit dem Alter korrelierte Reduktion der Knochendichte, die sich bei Frauen insbesondere mit Eintritt der hormonellen Veränderungen in der Menopause deutlich beschleunigt. In einer Querschnittsstudie mit Probanden in einer Altersspanne von 54 bis 73 Jahren wiesen ehemalige Leistungssportler wesentlich höhere Knochendichten auf als die Personen in der sedentären Kontrollgruppe [6]. Die Altersdifferenzen, von Warming und Kollegen [5] herangezogen, war bei den ehemaligen Athleten verglichen mit der Kontrollgruppe eine Verjüngung des Knochenalters von bis zu 5 Jahrzehnten zu beobachten.

Etherington und Kollegen [7] konnten diesbezüglich einen positiven Dosis-Wirkungs-Zusammenhang von Aktivitätsniveau und Knochendichte mit ehemaligen Spitzenathleten am einen und körperlich inaktiven Personen am anderen Extrem des Aktivitätskontinuums nachweisen. Auch hier bestätigt sich eine mehrere Dekaden umspannender Unterschied des Knochenalters.

Neben diesen korrelativen Ergebnissen, bei denen die starke Assoziation von körperlicher Aktivität und Knochendichte auch durch andere Faktoren verzerrt sein kann, konnten die 65- bis 78-jährigen Teilnehmer eines multimodalen, heimbasierten Trainingsprogramms innerhalb einer Interventionszeit von 18 Monaten die Knochendichte in den Lendenwirbelkörpern um eine halbe Standardabweichung ($d = 0,49$), im Femurhals sogar um $d = 0,6$ Standardabweichungen im Vergleich zur Kontrollgruppe verbessern. Die Kontrollgruppe war allerdings nicht inaktiv, sondern führte ein niederschwelliges Trainingsprogramm durch, welches wohl dazu beitrug, dass die Knochendichte zumindest nicht zurückging [8]. Im Kontext der Alterszusammenhänge von Warming und Kollegen [5] entspre-



► **Abb. 2** Vergleich der muskulären Leistung von Krafttrainierten und -untrainierten in verschiedenen Lebensaltern (modifiziert nach [3][4]).

chen diese Effekte einem Altersunterschied von 0,5 bis zu 2 Jahrzehnten (in Abhängigkeit von der knöchernen Struktur und der Referenzkategorie). Als positiver Zusatzeffekt zeigte die Trainingsgruppe mit der hohen Trainingsintensität eine um $\frac{1}{3}$ niedrigere Sturzrate als die niederintensiv trainierende Kontrollgruppe. In einer systematischen Übersichtsarbeit fanden Zhao, Zhao und Xu [9] einen ebenfalls positiven Effekt von Krafttraining auf die Knochendichte, der insbesondere durch die Kombination von Krafttraining und dem Training mit Gewichtswesten und hohen Impulsen (z. B. durch Sprünge) gefördert wurde.

KURZ GEFASST

Was ist zu diesem Thema bereits bekannt?

- Mit dem demographischen Wandel steigt auch die Prävalenz von altersassoziierten Erkrankungen und Multimorbidität.
- Körperliche Aktivität und Training haben eine positive Wirkung auf die Mortalität und Morbidität.
- Lebenslange körperliche Aktivität ist eine zentrale Gesundheitsressource.

Welche neuen Erkenntnisse bringt der Artikel?

- Durch lebenslanges körperliches Training bewahren Menschen auch im hohen Alter die Leistungsfähigkeit der um Dekaden jüngeren Durchschnittsbevölkerung.
- Durch körperliche Aktivität kann die vorzeitige Sterblichkeit durch Multimorbidität so gut wie aufgehoben werden.
- Training besitzt eine neuroprotektive Wirkung.
- Krafttraining stellt eine zentrale Stellgröße in der Gesunderhaltung dar.

Skelettmuskulatur

Genau wie bei den Knochen ist auch die Qualität der Skelettmuskulatur Produkt ihrer Beanspruchung. Hierbei kann es durch ein gezieltes Training zu enormen Drehmomentverbesserungen kommen, wobei insbesondere jene Personen profitieren, welche ein vergleichsweise niedriges Ausgangsniveau aufweisen [10][11][12][13].

Dementsprechend empfiehlt es sich über die gesamte Lebensspanne, aber insbesondere für Personen höheren Alters, ein gezieltes Muskeltraining aufzunehmen, um die Lebensqualität und den körperlichen Funktionsstatus bestmöglich aufrechtzuerhalten. Entsprechend der Arbeiten von Porter et al. sowie Hazell und Kollegen [14][15] sowie der Meta-Analyse von Tschopp und Kollegen [16] scheinen gerade schnell- und reaktivkräftige Übungen eine besonders positive Wirkung auf die Lebensqualität und den körperlichen Funktionsstatus älterer Personen zu besitzen. Die Autoren sprechen diesen Kraftdimensionen sogar einen höheren prädikativen Wert als der Maximalkraft auf jene proximalen Gesundheitsparameter zu. In einer Arbeit mit Frauen oberhalb der 6. und 8. Lebensdekade bestätigten Caserotti und Kollegen dies für beide Altersgruppen, wobei eine gleichermaßen gute Trainierbarkeit beobachtet wurde [17]. Dieser funktionale Mehrwert von Schnell- und Reaktivkrafttraining sehen Steib et al. insbesondere darin begründet [13], dass den Teilnehmern eines solchen Trainings Alltagsaktivitäten wie Treppensteigen oder das Aufstehen aus sitzender Position weniger Mühe bereitet. Auf muskelphysiologischer Ebene erklärt sich dieser Zusammenhang auch dadurch, dass ältere Personen verglichen mit jüngeren Menschen weniger für schnell- und reaktivkräftige Bewegungen notwendige Typ-2-Muskelfasern besitzen, wohingegen die Zahl der ausdauernden Typ-1-Fasern sich nicht merklich unterscheidet [18].

Diese Beobachtungen werden durch die Trainingsstudie von Kryger und Andersen bestätigt [19]. Hierbei führten 11 Personen im Alter von 85 bis 97 Jahren ein 12-wöchiges, intensives Krafttraining (80 %-1RM) mit 3 Trainingseinheiten à 45 Minuten pro Woche durch. Im Mittel zeigten sich bei den Probanden isokinetisch gemessene Drehmomentgewinne von über 47 % sowie eine Zunahme des Quadriceps-Querschnitts von 10 %. Dieses Querschnittswachstum konnte insbesondere auf eine Hypertrophie der Typ-2-Muskelfasern zurückgeführt werden, deren Querschnitt sich um 22 % vergrößerte. Analog verschob sich die Verteilung der Myosin-Heavy-Chains (MHC) zugunsten des schnelleren MHC-Typ-II. In einer vergleichbaren Studie von Slivka et al. wurde ebenfalls ein deutlicher Kraftzuwachs, allerdings keine Beeinflussung der Muskelfasertypen oder der MHC durch ein 12-wöchiges Krafttraining bei 3 wöchentlichen Trainingseinheiten mit 70 % des 1RM gefunden [20]. Um die optimale Belastungssteuerung für betagte Menschen zu finden und die divergierenden Studienergebnisse zu erklären, sind weitere Trainingsstudien mit adäquater Belastung vonnöten.

Zusammenhang von Kraft und Mortalität

Gerade in Bezug auf die Prävention, was hier sowohl die Vorbeugung von Krankheiten als auch des Todes umfassen soll, beschränkt sich die bewegungswissenschaftliche Evidenz fast ausschließlich auf die aerobe Ausdauer [21]. Dies wird gerade dann deutlich, betrachtet man die von der WHO empfohlenen täglichen 10 000 Schritte, einem Parameter für geleistete Arbeit, als Differenzierungsmerkmal in epidemiologischen Studien oder in der Promotion von Bewegung [22].

Relativ stiefmütterlich behandelt ist im Gegensatz hierzu die Rolle des Krafttrainings bzw. der Kraftfähigkeit. Ruiz et al. konnten in einer groß angelegten prospektiven Kohortenstudie über einen medianen Follow-Up-Zeitraum von knapp 20 Jahren 503 Todesfälle beobachten [23]. Die Autoren fanden im stärksten Tertil – die Kraft wurde mithilfe des 1-RM in Beinpresse und Brustpresse erhoben – eine im Mittel um 34 % reduzierte altersadjustierte Gesamtmortalität, verglichen mit jenen Personen im schwächsten Tertil. Dieses Muster bestätigte sich auch für Krebs- und kardiovaskuläre Erkrankungen. Im komplett adjustierten Modell konnte der Mehrwert auch unter Berücksichtigung von BMI, Raucherstatus, Aktivitätsniveau und Ausdauerfähigkeit demonstriert werden, weswegen die Kraftfähigkeit eine eigenständige Gesundheitsressource und nicht nur als Surrogat, z. B. eines aktiven Lebensstils, angesehen werden darf. Zu einem vergleichbaren Ergebnis kommen auch Sasaki et al. in einer prospektiven japanischen Kohortenstudie [24]. Innerhalb des Beobachtungszeitraums von 27 Jahren konnten die Forscher 2483 Todesfälle verzeichnen. Die isometrisch erhobene Griffkraft zeigte hierbei einen protektiven Effekt mit Blick auf das Sterberisiko, wobei eine um 5 kg (5 kilopond, d. h. ca. 50 N) höhere Griffkraft mit einer Risikoreduktion von 10 % einhergeht. Dieser Effekt konnte dabei über alle erhobenen Altersgruppen (35 – 74 Jahre zum Erhebungszeitraum) und mehrere Todesursachen nachgewiesen werden. Newman und Kollegen fanden ebenfalls eine substantielle Reduktion des mittleren Sterberisikos von 36 % bei Männern bzw. 56 % bei Frauen pro positive Standardabweichung der Kraftfähigkeit (38 Nm im Quadriceps; 10,7 kg und ca. 105 N Griffkraft) [25]. Interessant ist in diesem Fall, dass die Autoren keinen prädikativen Mehrwert der Quadricepskraft gegenüber der Griffkraft beobachten konnten. Allerdings weisen die Autoren der Kraftfähigkeit einen größeren prädikativen Nutzen auf die Sterblichkeit als dem Muskelquerschnitt zu. In der groß angelegten internationalen PURE-Studie [26], in welche die Daten von 140 000 Personen aus 17 Ländern einfließen, konnten Leong und Kollegen mit einer Follow-Up-Zeit von 4 Jahren eine Risikoerhöhung von 16 % pro 5 kg Kraftverlust im Griffkraft auf die unspezifische Mortalität beobachtet werden (vgl. auch [27]).

Während in den vorangegangenen Untersuchungen Personen über die gesamte Altersspanne erhoben wurden, haben Guadalupe-Grau et al. lediglich Personen jenseits des 70. Lebensjahres verschiedenen Krafttests unterzogen [28]. Es zeigte sich, dass diese Population ganz besonders von einer hohen Kraftfähigkeit profitiert. So verzeichnet das adjustierte Modell eine Risikoreduktion vom schwächsten zum stärksten Quartil von bis zu 80 % (bei großer Unschärfe des Schätzers). Dieser hohe Nutzen der Kraftfähigkeit auf die Sterblichkeit von älteren Menschen konnten auch Ling und Kollegen bestätigen. Hierbei wurde die Griffkraft von 555 Personen im Alter von 85 Jahren erhoben und entsprechend ihrer Handkraft in Tertile eingeteilt. Auch hier zeigt sich eine Proportionalität von Griffkraft und Sterbewahrscheinlichkeit innerhalb des fast 10-jährigen Beobachtungszeitraums, wobei das schwächste Drittel eine um 35 % erhöhte Sterblichkeit aufwies [29]. Besonders gefährdet (Hazard Ratio = 1,72) waren hierbei Personen, die einen großen Kraftverlust verzeichneten. Bei derartigen Beobachtungsstudien muss immer berücksichtigt werden, dass wegen des explorativen Charakters der Studien nicht ausgeschlossen werden kann, dass es sich bei den beobachteten Zusammenhängen lediglich um Scheinkorrelationen handelt, wobei beide Variablen über eine Drittvariable wie den Gesundheitsstatus miteinander assoziiert sind. So ist davon auszugehen, dass Personen mit vergleichsweise schlechtem Gesundheitszustand sowohl eine relativ niedrige Kraft als auch eine reduzierte fernere Lebenserwartung besitzen (wobei in den zitierten Studien versucht wurde, durch Selektion der Probanden und statistische Kontrolle diesen Effekten so gut wie möglich vorzubeugen).

Krafttraining in der Onkologie

Systematisches Krafttraining hat inzwischen auch Einzug in die onkologische Bewegungstherapie und allgemeine Akzeptanz in diesem Forschungs- und Therapiefeld gewonnen. Dabei konnten die Patienten durch Krafttraining positive Effekte auf verschiedene medikamentenassoziierte Nebenwirkungen wie die krebsassoziierte Fatigue nach [30] aber auch während der Therapie [31][32], den Verlust an Knochendichte [33] und natürlich auch die körperliche Funktionsfähigkeit verzeichnen [34][35]. Die Unbedenklichkeit sowie positive Effekte auf die Armfunktion und die Symptomatik konnten auch für das Training mit Lymphödem der oberen Extremität bestätigt werden [36], die häufig als nach Lymphknotenresektionen auftreten.

Hinsichtlich des Langzeiteffekts von Bewegungstherapie auf die Mortalität von Krebspatienten liegen bislang 2 Arbeiten vor [37][38]. In der 1. Arbeit von Courneya et al. wurden 242 Brustkrebspatientinnen zufällig einer Kontroll-, einer Ausdauer- und einer Krafttrainingsgruppe zugewiesen und trainierten 3-mal pro Woche bei moderater Intensität (60–70 % VO₂ max bzw. 60–70 % 1RM) parallel bis 3 Wochen nach Beendigung der Chemotherapie [37]. Bei einer medianen Follow-Up-Zeit von 89 Monaten beobachteten die Forscher eine um 47 % höhere erkrankungsfreie Überlebensrate in den Interventionsgruppen (beide Interventionsgruppen wurden für das Follow-Up zusammengefasst) verglichen mit der Kontrollgruppe und eine um 40 % niedrigere Gesamtüberlebenswahrscheinlichkeit. Die Rezidivrate der ehemaligen Interventionsteilnehmerinnen lag im Mittel sogar 66 % unter jener der Kontrollgruppe. Diese Ergebnisse verfehlen wegen der für derartige Risikokalkulationen notwendigen hohen Stichprobengröße statistische Signifikanz, weswegen die

Schätzgrößen damit mit einer hohen Unsicherheit behaftet sind, dennoch zeigen sie einen deutlichen Trend auf. Dieser Trend konnte auch von Wiskemann et al. für ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining bei Patienten nach allogener Stammzelltransplantation bestätigt werden [38]. Die Patienten der Interventionsgruppe führten hierbei ein leicht bis moderates Ausdauertraining 3- bis 5-mal die Woche und 2-mal die Woche ein Krafttraining mit Gymnastikbändern durch. Das Training begann 1 bis 4 Wochen vor der Transplantation, wurde während des Krankenhausaufenthalts aufrechterhalten und nach der Entlassung bis zu 8 Wochen weitergeführt. In dem Follow-Up nach 2 Jahren zeigte die ehemalige Interventionsgruppe mit 12 % eine deutlich reduzierte absolute Mortalitätsrate verglichen mit den 28 % in der Kontrollgruppe.

Krafttraining und Gehirn-Fitness

Das Altern geht mit einer Verminderung der kognitiven Funktionen und einer erhöhten Anfälligkeit für neurodegenerative Erkrankungen einher. Hauptsymptome solcher Erkrankungen können z. B. der Verlust von Nervenzellen sein, was wiederum die Verminderung der kognitiven Funktionen erklärt. Genauer zählen zu den natürlichen neurodegenerativen Prozessen u. a. die Abnahme von Wachstumsfaktoren (z. B. Insulin-like growth factor-1; IGF-1: Insulinähnlicher Wachstumsfaktor-1, der Wachstum und Differenzierung von Zellen begünstigt) und neurotrophe Faktoren, die unter anderem die Anzahl synaptischer Verbindungen, Neurotransmitter (z. B. Dopamin) und Neurotrophine (z. B. BDNF) erhöhen sowie die Zunahme inflammatorischer Prozesse begünstigen [39][40][41][42][43]. Vor allem eine Reihe von Tierstudien bestätigt, dass körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die Produktion von neurotrophen Faktoren und Wachstumsfaktoren und somit auf die adulte Neurogenese (Bildung neuer Nervenzellen) hat. Eine hervorragende Nachricht für Sporttherapeuten ist also, dass insbesondere mit gut durchgeführtem gesundheitsorientiertem Krafttraining den neurodegenerativen Prozessen präventiv begegnet werden kann. „Ein gesundheitsorientiertes Krafttraining beschreibt die differenzierte Wahl und Gestaltung von Inhalten, Mitteln, Methoden und Belastungsnormativen, um das muskuloskelettsystem adäquat zu beanspruchen und eine kontrollierte und sichere Ausführung alltäglicher, beruflicher und/oder sportlicher Bewegungen zu ermöglichen“ [43].

Um die Gesundheit im Alter optimal zu fördern, wurden insbesondere einige Untersuchungen zum Verständnis von molekularen neurobiologischen Signalwegen, die mit Altern verbunden sind, durchgeführt. Heute wissen wir: Körperliche Aktivität ist neuroprotektiv [44][45]. Das bedeutet, dass durch körperliche Aktivität Nervenzellen und -fasern durch molekularbiologische Mechanismen vor dem Absterben bewahrt werden und dadurch ein Krankheitsverlauf verzögert werden kann. Natürlich kann auf diesem Weg auch die Lebensqualität betroffener Patien-

ten erhöht werden. Weiterhin konnte in anderen Studien beobachtet werden, dass eine Reduktion der Muskelmasse einen direkten Einfluss auf die Atrophie zerebraler Strukturen hat, was auch auf diesem Weg eine Verminderung kognitiver Funktionen bedingt [46][47]. Zudem werden altersbedingte neurokognitive Veränderungen (Verslechterungen) von peripheren Sarkopenie-bedingten Abbauprozessen katalysiert [43][46][47], das bedeutet, die negativen altersbedingten Veränderungen werden durch eine Sarkopenie beschleunigt.

Es wird angenommen, dass die neuroprotektiven Anpassungseffekte durch Krafttraining vor allem durch Steigerung von Wachstumshormonen wie IGF-1 [48] sowie durch die Abnahme des Homocysteins und durch die Erhöhung des Neurotrophins BDNF und des vaskulären Endothelwachstumsfaktors (engl.: vascular endothelial growth factor; VEGF: eine natürlicherweise im Organismus vorkommende, nichtessenzielle schwefelhaltige Aminosäure, die mit neurodegenerativen Schädigungen und Demenzerkrankungen assoziiert ist.) bedingt sind [43]. IGF-1 und BDNF stimulieren neurophysiologische Prozesse, z. B. die Proliferation und Differenzierung neuronaler Zellen und/oder die Synaptogenese. VEGF evokiert die Neubildung und Verzweigung von zerebralen Blutgefäßen, was wiederum eine verbesserte Gehirnperfusion bedingt [49]. Suo und Coautoren berichteten im Jahr 2016 erstmals vom Vermögen des Krafttrainings, kortikale Dicke im hinteren zingulären Kortex bei Menschen mit leichter kognitiver Beeinträchtigung erhalten oder gar steigern zu können [50] (wobei in der gleichen Studie ein kognitives Training keinerlei Effekte zeigte). Dieses Ergebnis unterstreicht die Relevanz des Krafttrainings insbesondere bei fortgeschrittener Neurodegeneration.

Es ist also nicht verwunderlich, dass einige Studien eine Verbesserung exekutiver Funktionen nicht nur nach Ausdauertraining, sondern auch infolge von Kraftinterventionen beobachten konnten [51][52][53][54][55][56][57][58]. Die Untersuchungsergebnisse bezüglich kognitiver Outcomes einer Metaanalyse [40] deuten zudem auf eine höhere Wirksamkeit durch kombinierte Interventionsprogramme, die Krafttraining mit einbeziehen (aerobe körperliche Aktivität + Krafttraining vs. pure aerobe körperliche Aktivität) hin und wurden durch eine neuere Metaanalyse [59] untermauert. Demzufolge hat das Krafttraining neben dem Ausdauertraining eine spezifische Rolle zur Verbesserung der Gehirn-Fitness im Alter. Vilea und Coautoren berichteten, dass aerobes Training und Kraftübungen die kognitiven Funktionen durch die Stimulation unterschiedlicher neuro-plastischer Mechanismen verbessern [60]. Diese relativ neue Studie zeigte, dass aerobe Übungen eher die glutamatergen Signalwege modulieren, wobei Krafttraining Veränderungen in der Proteinkinase C (PKC: spielt wichtige Rolle bei der zellulären Signalweiterleitung) und in inflammatorischen Prozessen begünstigt [60] und somit in der Prävention und Therapie von

neurodegenerativen Funktionen differenziert angewendet werden sollte (hierzu wird jedoch noch weitere Forschung benötigt).

Zu guter Letzt ist es noch wichtig zu wissen, wie wir das Krafttraining gestalten sollen, denn die Ausprägung der neuroprotektiven Effekte ist von einer reizwirksamen Dosis-Wirkungs-Beziehung abhängig. Das Review von Chang et al. [61] macht deutlich, dass ein Krafttraining mit einer Intensität von 60–80 % des EWM, das mit ca. 7 Wiederholungen à 2 Übungssätzen pro Übung 2-mal pro Woche durchgeführt wird, reizwirksam ist [43], und kann deshalb als erste Empfehlung für das Krafttraining mit Ziel der Verbesserung der Gehirn-Fitness ausgesprochen werden (weitere ausdifferenzierte Studien sind jedoch nötig, um die genaue Dosis-Wirkung-Beziehung zu verstehen).

Training und Multimorbidität

Wie im Editorial dieser Ausgabe bereits angeführt, wird mit der älter werdenden Gesellschaft auch ein gesundheitlicher Panoramawandel vonstattengehen. Konkret: Die Zahl der Multimorbiden wird deutlich in die Höhe gehen. Wie körperliche Aktivität, Sport und Training hierbei nützen und ob die angeführten Nutzpoteziale eine additive Wirkung bei multimorbiden Patienten besitzen bzw. welches Wirkgefüge hier anzutreffen ist, wurde bislang nur unzureichend untersucht.

Dies wird daher aber in naher Zukunft ein wichtiger Forschungsbereich [62]. In einer prospektiven Kohortenstudie konnte in der inaktiven Referenzgruppe eine doppelt so hohe Prävalenz für Multimorbiditäten festgestellt werden als in der Gruppe, die mindestens 1-mal pro Woche mit hoher Intensität aktiv war [63]. Insgesamt zeigte sich ein negativer, linearer Dosis-Wirkungs-Zusammenhang zwischen Aktivitätsintensität und Prävalenz von Multimorbidität. Über den 10-jährigen Beobachtungszeitraum verzeichnete die am intensivsten aktive Gruppe den niedrigsten absoluten Anstieg in der Prävalenz von Multimorbidität. Entsprechend einer weiteren Arbeit scheinen sich die Effekte von Aktivitäten verschiedener Intensität sogar zu ergänzen. Loprinzi konnte hier einen unabhängigen protektiven Effekt beobachten [64], was sich ebenso mit den Sitzzeiten als von der körperlichen Aktivität unabhängigen Risikofaktor verhält [65]. Durch ein Kräftigungstraining konnte der Effekt des aktiven Alltags außerdem zusätzlich erhöht werden [66]. In einer weiteren prospektiven Kohortenstudie beobachtete man in derselben Arbeitsgruppe einen Anstieg des Sterberisikos von 23 % pro chronischer Erkrankung. Lediglich Personen, deren körperliches Aktivitätsniveau über 8000 MET-Minuten pro Monat (ca. 30 MET-h/Woche) lag, konnten diesen Anstieg des Mortalitätsrisikos aufheben [62].

Training als Jungbrunnen

Die oben dargestellte Evidenz zusammengenommen macht deutlich, dass Menschen von körperlichem Training in jedem Alter, besonders aber mit beeinträchtigtem Gesundheitszustand und auch in höherem Alter, profitieren. Gerade was den Bewegungsapparat betrifft scheinen Reaktiv- und Schnellkraftbelastungen auch für diese Altersgruppe, entgegen der üblichen Meinung, derartige Trainingsformen seien eher dem Leistungssport vorbehalten, geeignet zu sein. Insgesamt fällt bei Sichtung der Literatur auf, dass zu wenige gut konzipierte Studien existieren, aus denen mit Blick auf die Trainingskomposition Ableitungen für die Praxis vorgenommen werden können. Gerade Krafttraining wurde in der gesundheitsorientierten Bewegungswissenschaft bis vor ca. 10 Jahren zu stiefmütterlich behandelt. Krafttraining muss daher ebenso wie Ausdauertraining und ein aktiv gestalteter Alltag als integrale Säule zur Erhaltung der Selbstständigkeit gesehen werden, wie in der DVGS-Bewegungspyramide dargelegt [67].

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt vorliegt.

Autoren



Maximilian Köppel

Institut für Sport- und Sportwissenschaft
Ruprecht-Karls Universität Heidelberg
Im Neuheimer Feld 700
69120 Heidelberg
E-Mail: maximilian.koepfel@outlook.de



Dr. Dennis Hamacher

Institut III, Sportwissenschaft
Otto-von Guericke-Universität Magdeburg
Zschokkestr. 32
39104 Magdeburg
E-Mail: dennis.hamacher@gmail.com

Danksagung

Dank gilt an dieser Stelle Stefan Peters, durch dessen kritische Anmerkungen und ergänzende Literaturvorschläge die Qualität des Artikels verbessert werden konnte.

Erstveröffentlichung

B & G Bewegungstherapie und Gesundheitssport 2018; 34 (5): 218–224; © Thieme Gruppe

Literatur

- [1] Bundesamt S. Bevölkerung nach Altersgruppen. 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung: Bevölkerung Deutschlands bis 2060. In: Lange Reihen; 2015
- [2] UN. In affairs Populations Ageing and Development In; 2012
- [3] Tanaka H, Seals DR. Invited review: dynamic exercise performance in masters athletes: insight into the effects of primary human aging on physiological functional capacity. *Journal of Applied Physiology* 2003;95: 2152–2162
- [4] Pearson SJ, Young A, Macaluso A et al. Muscle function in elite master weightlifters. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2002; 34: 1199–1206
- [5] Warming L, Hassager C, Christiansen C. Changes in bone mineral density with age in men and women: a longitudinal study. *Osteoporosis International* 2002; 13: 105–112
- [6] Andreoli A, Celi M, Volpe SL et al. Long-term effect of exercise on bone mineral density and body composition in post-menopausal ex-elite athletes: a retrospective study. *European journal of clinical nutrition* 2012; 66: 69
- [7] Etherington J, Harris PA, Nandra D et al. The effect of weight-bearing exercise on bone mineral density: a study of female ex-elite athletes and the general population. *Journal of Bone and Mineral Research* 1996; 11: 1333–1338
- [8] Kemmler W, von Stengel S, Engelke K et al. Exercise effects on bone mineral density, falls, coronary risk factors, and health care costs in older women: the randomized controlled senior fitness and prevention (SEFIP) study. *Archives of internal medicine* 2010; 170: 179–185
- [9] Zhao R, Zhao M, Xu Z. The effects of differing resistance training modes on the preservation of bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis. *Osteoporosis international* 2015; 26: 1605–1618
- [10] Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. *Ageing research reviews* 2010; 9: 226–237
- [11] Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(3): 456–464
- [12] Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and metaanalysis. *Sports medicine* 2015; 45: 1693–1720
- [13] Steib S, Schoene D, Pfeifer K. Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42 (5): 902–914
- [14] Porter MM. Power training for older adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 2006; 31: 87–94
- [15] Hazell T, Kenno K, Jakobi J. Functional benefit of power training for older adults. *Journal of Aging and Physical Activity* 2007; 15: 349–359
- [16] Tschopp M, Sattelmayer MK, Hilfiker R. Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A metaanalysis. *Age and ageing* 2011; 40: 549–556
- [17] Caserotti P, Aagaard P, Buttrup Larsen J, Puggaard L. Explosive heavyresistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2008; 18: 773–782
- [18] Tieland M, Trouwborst I, Clark BC. Skeletal muscle performance and ageing. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle* 2018; 9: 3–19
- [19] Kryger AI, Andersen JL. Resistance training in the oldest old: consequences for muscle strength, fiber types, fiber size, and MHC isoforms. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2007; 17: 422–430
- [20] Slivka D, Raue U, Hollon C, Minchev K, Trappe S. Single muscle fiber adaptations to resistance training in old (>80 yr) men: evidence for limited skeletal muscle plasticity. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2008; 295: R273–R280
- [21] Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic dis-eases. *Comprehensive Physiology* 2012; 2: 1143
- [22] Rütten A, Pfeifer K. Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 2016
- [23] Ruiz JR, Sui X, Lobelo F et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *Bmj* 2008; 337: a439
- [24] Sasaki H, Kasagi F, Yamada M, Fujita S. Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons. *The American journal of medicine* 2007; 120: 337–342
- [25] Newman AB, Kupelian V, Visser M et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2006; 61: 72–77
- [26] Leong DP, Teo KK, Rangarajan S et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *The Lancet* 2015; 386: 266–273
- [27] Köppel M. Der Handgrip – günstiges und einfaches aber auch sinnvolles Assessmentinstrument? In: DVGS-Blog; 2018
- [28] Guadalupe-Grau A, Carnicero JA, Gómez-Cabello A et al. Association of regional muscle strength with mortality and hospitalisation in older people. *Age and ageing* 2015; 44: 790–795
- [29] Ling CHY, Taekema D, de Craen AJM et al. Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study. *Canadian Medical Association Journal* 2010; 182: 429–435
- [30] Hagstrom AD, Marshall PWM, Lonsdale C et al. Resistance training improves fatigue and quality of life in previously sedentary breast cancer survivors: a randomised controlled trial. *European journal of cancer care* 2016; 25: 784–794
- [31] Schmidt ME, Wiskemann J, Armbrust P et al. Effects of resistance exercise on fatigue and quality of life in breast cancer patients undergoing adjuvant chemotherapy: a randomized controlled trial. *International journal of cancer* 2015; 137: 471–480
- [32] Steindorf K, Schmidt ME, Klassen O et al. Randomized, controlled trial of resistance training in breast cancer patients receiving adjuvant radiotherapy: results on cancer-related fatigue and quality of life. *Annals of oncology* 2014; 25: 2237–2243
- [33] Winters-Stone KM, Dobek J, Nail L et al. Strength training stops bone loss and builds muscle in postmenopausal breast cancer survivors: a randomized, con-trolled trial. *Breast cancer research and treatment* 2011; 127: 447
- [34] Brown JC, Schmitz KH. Weight lifting and physical function among survivors of breast cancer: a post hoc analysis of a randomized controlled trial. *Journal of Clinical Oncology* 2015; 33: 2184
- [35] Galvao DA, Taaffe DR, Spry N et al. Exercise preserves physical function in prostate cancer patients with bone

- metastases. *Medicine and science in sports and exercise* 2018; 50: 393
- [36] Schmitz KH, Ahmed RL, Troxel A et al. Weight lifting in women with breast-cancer-related lymphedema. *New England Journal of Medicine* 2009; 361: 664–673
- [37] Courneya KS, Segal RJ, McKenzie DC et al. Effects of exercise during adjuvant chemotherapy on breast cancer outcomes. *Medicine and science in sports and exercise* 2014; 46: 1744–1751
- [38] Wiskemann J, Kleindienst N, Kuehl R et al. Effects of physical exercise on survival after allogeneic stem cell transplantation. *International journal of cancer* 2015; 137: 2749–2756
- [39] Borson S. Cognition, aging, and disabilities: conceptual issues. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America* 2010; 21: 375–382
- [40] Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI, Scalf P. The implications of cortical recruitment and brain morphology for individual differences in inhibitory function in aging humans. *Psychology and aging* 2005; 20: 363–375
- [41] Harada CN, Natelson Love MC, Triebel KL. Normal cognitive aging. *Clinics in Geriatric Medicine* 2013; 29: 737–752
- [42] Katoh-Semba R, Wakako R, Komori T et al. Age-related changes in BDNF protein levels in human serum: differences between autism cases and normal controls. *International Journal of Developmental Neuroscience* 2007; 25: 367–372
- [43] Törpel A. Zum Einsatz der intermittierenden normobaren Hypoxie in Kombination mit einem Kraftausdauertraining zur Gesundheitsförderung: Analyse hämatologischer, leistungsphysiologischer und neurophysiologischer Adaptationen bei jungen und älteren Menschen: Verlag Dr. Kovač; 2018
- [44] Zigmond MJ, Smeyne RJ. Exercise: is it a neuroprotective and if so, how does it work? *Parkinsonism & related disorders* 2014; 20 Suppl 1: 123–127
- [45] Tuon T, Valvassori SS, Lopes-Borges J et al. Physical training exerts neuroprotective effects in the regulation of neurochemical factors in an animal model of Parkinson's disease. *Neuroscience* 2012; 227: 305–312
- [46] Burns JM, Johnson DK, Watts A et al. Reduced lean mass in early Alzheimer disease and its association with brain atrophy. *Archives of neurology* 2010; 67: 428–433
- [47] Tolea MI, Galvin JE. Sarcopenia and impairment in cognitive and physical performance. *Clinical interventions in aging* 2015; 10: 663–671
- [48] Adamo ML, Farrar RP. Resistance training, and IGF involvement in the maintenance of muscle mass during the aging process. *Ageing research reviews* 2006; 5: 310–331
- [49] Cotman CW, Berchtold NC, Christie LA. Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in neurosciences* 2007; 30: 464–472
- [50] Suo C, Singh MF, Gates N et al. Therapeutically relevant structural and functional mechanisms triggered by physical and cognitive exercise. *Molecular psychiatry* 2016; 21: 1633–1642
- [51] Cassilhas RC, Viana VAR, Grassmann V et al. The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2007; 39: 1401–1407
- [52] Forte R, Boreham CAG, Leite JC et al. Enhancing cognitive functioning in the elderly: Multicomponent vs resistance training. *Clinical interventions in aging* 2013; 8: 19–27
- [53] Kimura K, Obuchi S, Arai T et al. The influence of short-term strength training on health-related quality of life and executive cognitive function. *Journal of physiological anthropology* 2010; 29: 95–101
- [54] Liu-Ambrose T, Donaldson MG. Exercise and cognition in older adults: Is there a role for resistance training programmes? *British Journal of Sports Medicine* 2009; 43: 25–27
- [55] Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Graf P et al. Resistance training and executive functions: A 12-month randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine* 2010; 170: 170–178
- [56] Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Voss MW et al. Resistance training and functional plasticity of the aging brain: A 12-month randomized controlled trial. *Neurobiology of Aging* 2012; 33: 1690–1698
- [57] Smolarek AC, Boiko Ferreira LH, Gomes Mascarenhas LP et al. The effects of strength training on cognitive performance in elderly women. *Clinical interventions in aging* 2016; 11: 749–754
- [58] Nagamatsu LS, Handy TC, Hsu CL, Voss M, Liu-Ambrose T. Resistance training promotes cognitive and functional brain plasticity in seniors with probable mild cognitive impairment: A 6-month randomized controlled trial. *Archives of internal medicine* 2012; 172: 666–668
- [59] Kelly ME, Loughrey D, Lawlor BA et al. The impact of exercise on the cognitive functioning of healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing research reviews* 2014; 16: 12–31
- [60] Vilela TC, Muller AP, Damiani AP et al. Strength and Aerobic Exercises Improve Spatial Memory in Aging Rats Through Stimulating Distinct Neuroplasticity Mechanisms. *Molecular neurobiology* 2017; 54: 7928–7937
- [61] Chang YK, Pan CY, Chen FT et al. Effect of resistance-exercise training on cognitive function in healthy older adults: a review. *Journal of aging and physical activity* 2012; 20: 497–517
- [62] Loprinzi PD, Addoh O, Joyner C. Multimorbidity, mortality, and physical activity. *Chronic illness* 2016; 12: 272–280
- [63] Dhalwani NN, O'Donovan G, Zaccardi F et al. Long terms trends of multimorbidity and association with physical activity in older English population. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2016; 13: 8
- [64] Loprinzi PD. Associations between bouts and non-bouts physical activity on multimorbidity. *Clinical physiology and functional imaging* 2017; 37: 782–784
- [65] Loprinzi PD. Sedentary behavior and medical multimorbidity. *Physiology & behavior* 2015; 151: 395–397
- [66] Dankel SJ, Loenneke JP, Loprinzi PD. Combined associations of muscle-strengthening activities and accelerometer-assessed physical activity on multimorbidity: findings from NHANES. *American Journal of Health Promotion* 2017; 31: 274–277
- [67] Huber G. Normalgewicht – das Deltaprinzip: Grundlagen und Module zur Planung von Kursen; mit 14 Tabellen. Köln: Dt. Ärzte-Verl.; 2009

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0941-9204>
 EHK 2019; 68: 116–123
 © MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG
 ISSN 0014-0082