

Zeitschrift: Physiotherapeut : Zeitschrift des Schweizerischen
Physiotherapeutenverbandes = Physiothérapeute : bulletin de la
Fédération Suisse des Physiothérapeutes = Fisioterapista : bollettino
della Federazione Svizzera dei Fisioterapisti

Herausgeber: Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

Band: - (1980)

Heft: 5

Artikel: Trainierbarkeit der Muskulatur im höheren Alter

Autor: Segesser, Bernhard

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-930588>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Trainierbarkeit der Muskulatur im höheren Alter

Berhard Segesser,
Orthopädische Klinik (Vorsteher Prof. E. Morscher)
Departement für Chirurgie der Universität Basel

1. Einleitung

Untersuchungen von HOLLMANN (1966), STRAUZENBERG (1970) und anderen haben gezeigt, dass die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit bei regelmässigem Training auch in höherem Alter erhalten werden kann, so dass bei 60-jährigen trainierten Alterssportlern Werte gemessen werden, die denjenigen von 20 Jahre jüngeren Untrainierten entsprechen. SCHARSCHMIDT (1974) fand bei einer durchschnittlich über 60 Jahre alten Gesundheitssportgruppe trotz gleichbleibendem Ausdauertraining einen kontinuierlichen Leistungsabfall der kardiopulmonalen und muskulären Leistungsbreite.

Die verschiedenen Autoren sind sich im wesentlichen einig, dass durch regelmässige körperliche Aktivität in höherem Alter die physiologische Leistungsfähigkeit stabilisiert und degenerative Prozesse am Herzkreislaufsystem und am Bewegungsapparat verzögert werden können, wobei auch auf den günstigen Einfluss auf die Psyche hingewiesen wird.

Diese positiven Aspekte dürfen aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass wir bei der Rehabilitation älterer Menschen selten regelmässige Alterssportler finden. Mit Reminiscenzen sportlicher Grosstaten in der Jugendzeit lässt sich die Trainierbarkeit im Alter nicht steigern.

Die Frage der Trainierbarkeit, insbesondere der Muskulatur, ist aber bei der Rehabilitation des alten Menschen essentiell.

Eine der Hauptaufgaben der postoperativen physiotherapeutischen Behandlung nach orthopädischen und traumatologischen Operationen ist neben der Wiederherstellung der Gelenkfunktion die Wiederherstellung der statischen und dynamischen Stabilisierungs- und Schutzfunktionen der Muskulatur. Die Erfahrungen beispielsweise bei sportbedingten Verletzungs- und Überlastungsmechanismen lehren uns, dass

die Belastbarkeit des Bewegungsapparates in hohem Masse abhängt von diesen koordinativen Stabilisierungsmöglichkeiten durch intakte Zuggurtungsfunktionen der Muskulatur. Misserfolge bei technisch noch so vollendetem prothetischem Gelenkersatz zeigen, dass die Feststellung nicht minder für das postoperative Resultat bei älteren Menschen von Bedeutung ist.

Eine genügende dynamische Gelenkstabilisierung ist dabei nur möglich bei intakter Muskelfunktion, die einerseits von der Kraft, das heisst der Masse der kontraktiven Elemente und von der neuromuskulären Koordination der einzelnen Muskelgruppen, d.h. dem zeitgerechten koordinierten Einsatz der vorhandenen Kraft abhängt.

2. Inaktivitätsatrophie

Die Notwendigkeit des Einbezugs eines Krafttrainings in der postoperativen Behandlung ergibt sich schon allein aus der Tatsache, dass bei Immobilisation bedingt durch Bettruhe, lokale Ruhigstellung oder durch Schmerzen innert kurzer Zeit ein namhafter Rückgang der Muskelkraft zu verzeichnen ist. So lässt sich beispielsweise bei einer Gipsruhigstellung ein Kraftverlust von mehr als einem Fünftel der Maximalkraft nach 14 Tagen feststellen, wobei HETTINGER die Faustregel aufgestellt hat, dass der Kraftverlust viermal schneller vor sich geht als der entsprechende Kraftgewinn. Diese Inaktivitätsatrophie ist beim älteren Patienten insbesondere bei degenerativen schmerzhaften Veränderungen der Gelenke akzentuiert. Schonhaltung und Ausweichbewegungen führen zusätzlich zu gestörten Bewegungsmustern. Dabei kann eine normalerweise zur Gelenkfunktion benötigte Muskulatur atrophieren, wie wir es bei der Glutealmuskulatur beim Coxarthrosepateen finden.

Die klinisch feststellbare Atrophie der Muskulatur geht einher mit einer Verminderung des Faserquerschnitts, d.h. der kontraktile Elemente, einem Rückgang der intrazellulären Glykogenreserven und des mitochondrialen Querschnitts, d.h. einer Verschlechterung der energetischen Versorgung der Muskelzelle mit rascherer Ermüdbarkeit. Diese Veränderungen sind auch für die altersbedingte Involution der Muskulatur typisch.

Bei der Inaktivitätsatrophie atrophieren zunächst die Fast-twitch-Faseranteile (FTF), die ein hohes anaerobes Leistungsvermögen aufweisen, später auch die Slow-twitch-Fasern, die eine grössere oxidative Kapazität und geringere Ermüdbarkeit zeigen. Das Verteilungsmuster zwischen STF und FTF scheint genetisch teilweise festgelegt, andererseits durch Training beeinflussbar zu sein. So werden durch isometrische Trainingsformen vorwiegend die ST-Fasern trainiert, während dynamische (isotonische) Formen die FTF miteinbeziehen.

Der Erfolg eines Krafttrainings im Rahmen der Rehabilitationsmassnahmen beim älteren Menschen ist somit einerseits vom Patienten und andererseits von der angewandten Trainingsmethode abhängig.

3. Patientenabhängige Faktoren der Trainierbarkeit

Von seiten des Patienten sind neben dem angegebenen Verteilungsmuster der ST- und FT-Faseranteile, die später möglicherweise ihre Auswirkung auf die Gestaltung des post-operativen Trainings haben könnten, vor allem folgende Voraussetzungen zu berücksichtigen:

a. Die Trainierbarkeit der Muskulatur bezüglich Kraft nimmt vom 30. Lebensjahr an in Abhängigkeit vom Androgenspiegel ab. Nach HOLLMANN und HETTINGER besteht unterhalb des 10. Lebensjahres kaum eine Trainierbarkeit der Muskulatur. Mit zunehmendem Alter steigt die des Mannes wesentlich stärker an als die der Frau, um etwa zwischen dem 15. und 25. Lebensjahr das Maximum zu erreichen. Nach diesem Lebensjahrzehnt kommt es zu einem Abfall der möglichen Zuwachsrate. Der etwa 65-70-jährige hat noch eine minimale Trainierbarkeit der Muskulatur, resp. Anpassungs-

fähigkeit an erhöhte muskuläre Belastung, die annähernd mit der eines Kindes im Alter von 10 Jahren korrespondiert. Dabei ist beim Jugendlichen durch die normale Wachstumszunahme eine Vergrösserung der Muskelmasse zu erwarten, die beim alten Menschen wegfällt.

Der reelle Kraftzuwachs bezogen auf die Trainingsintensität ist somit im höheren Alter gering. Er lässt sich durch Zufuhr anaboler Hormone gerade in dieser Altersstufe wesentlich steigern, wie HETTINGER bereits 1960 nachwies. Er konnte zudem in späteren Studien zeigen, dass durch Gabe männlicher Sexualhormone die Muskelkraft in diesem Alter auch ohne besondere Trainingsreize anstieg. Verschiedene andere Autoren konnten in den letzten Jahren diese Angaben bestätigen.

b. Der Erfolg eines Krafttrainings ist abgesehen von der Trainierbarkeit der Muskulatur nur dann gegeben, wenn eine genügende Eiweisszufuhr gewährleistet ist. Der Kalorienbedarf des älteren Menschen ist zwar beträchtlich geringer als der des Jugendlichen. Einerseits nimmt der Grundumsatz mit zunehmendem Alter ab, zudem vermindert sich im Alter die Zellzahl, die Organgrösse und die Funktionsintensität der einzelnen Organsysteme. Die Muskelmasse eines 25-jährigen Mannes reduziert sich bis zum 60. Altersjahr um durchschnittlich 20%. Bei reduziertem Kalorienbedarf ist der optimale Eiweissbedarf im Alter jedoch erhöht. Als Optimum werden 1,2 bis 1,5 Gramm Eiweiss pro Kilo Körpergewicht und Tag angegeben, was für einen 70 Kilo schweren Mann von 70 Jahren den Verzehr von ca. 400 Gramm magerem Rindfleisch entspricht, um seinen Eiweissbedarf von 85 Gramm zu decken. Dabei ist die schlechtere Eiweissverwertung und -verdauung im höheren Alter zu berücksichtigen. Damit der Einbau der angebotenen Aminosäuren in die Muskelfasern gewährleistet ist, muss zusätzlich ca. die doppelte Kalorienzahl an Kohlehydraten zugeführt werden.

c. Der atrophische Muskel weist eine schlechtere Energieversorgung der Muskelzelle durch Reduktion der Mitochondrien auf. Grössere Operationen wie der prothetische Gelenkersatz grösserer Gelenke gehen mit einem relativ grossen Blutverlust und damit verbunden mit einer Reduktion des zirkulierenden Blutvolumens einher. Da-

durch wird auch die Sauerstoffzufuhr in der Peripherie herabgesetzt. Die beim untrainierten Muskel bereits schlechtere Sauerstoffausschöpfung wird dadurch weiter reduziert, so dass in der postoperativen Phase sehr rasch im anaeroben Leistungsbereich trainiert wird.

d. Schonhaltung und schmerzbedingte Ausweichbewegungen führen zu Bewegungsabläufen, die dem physiologischen Muster eines koordinierten Zusammenspiels zwischen Agonist und Antagonist zuwiderlaufen. Bei erhaltener Kraft und ungestörter Gelenkbeweglichkeit ist eine Verbesserung der grobmotorischen Bewegungskoordination bis ins hohe Alter möglich. Erfahrungen im Alterssport zeigen, dass ehemalige Sportler ein besseres Bewegungsgefühl und eine schnellere Erlernbarkeit koordinierter Bewegung aufweisen.

e. Die Innervations- und Kontraktionskapazität der Muskulatur ist bereits beim gesunden jungen Menschen in hohem Masse abhängig von der Motivation. Dynamometrische Messungen mit und ohne Motivationsbedingungen ergeben Schwankungen bis zu 60% der Maximalkraft. Postoperativ besteht an der operierten Extremität zunächst eine noch nicht restlos erklärbare Kontraktionsschwäche als Folge einer möglichen Axonblockierung oder einer Stoffwechsel- oder zirkulationsbedingter Störung der betroffenen Muskulatur. An der operierten Extremität ist somit in der ersten postoperativen Phase eine Kontraktionsintensität von nur 10 - 30% der Maximalkraft zu erwarten.

4. Trainingsabhängige Faktoren

Von seiten der Trainingsformen wird heute vor allem mit isometrischen Trainingsformen, d.h. mit Kraftübungen gegen einen Widerstand mit maximal möglicher Anspannung der Muskulatur gearbeitet. Die teilweise unkritischen Interpretationen der grundlegenden Arbeiten von HETTINGER haben zum Teil zu falschem Optimismus geführt. Sein Minimalprogramm zur Erzielung eines Kraftzuwachses beim Untrainierten, das eine einmal tägliche Spannung der Muskulatur mit 50% der Maximalkraft oder eine 5-mal tägliche Anspannung mit 30% vorsieht, geht von der Voraussetzung aus, dass sich der Trainierende tagsüber be-

wegt und sein isometrisches Programm zusätzlich durchführt. Im übrigen zeigen seine Arbeiten klar, dass ein isometrisches Training mit Muskelspannungen unter 20% zur Atrophie, mit Spannungen von 20 - 30% zur Krafterhaltung und erst ein Einsatz mit 40 - 50% der Maximalkraft zur Kraftzunahme führt. Wie bereits erwähnt, sind diese Spannungen in der ersten postoperativen Phase und insbesondere beim älteren Menschen willkürlich in den meisten Fällen nicht zu erreichen.

Untersuchungen von PIEPER und Mitarbeitern konnten denn auch zeigen, dass bei Status nach Meniszekтомie postoperativ eine einmalige physiotherapeutische Behandlung mit isometrischen Trainingsformen zur Abnahme der FT-Fasern führte und keine Zunahme der bei isometrischen Trainingsformen angesprochenen ST-Fasern zu verzeichnen war. Erst ein dreimaliges entsprechendes Training täglich führte zur Zunahme der ST-Faseranteile.

Als Optimum zur Kraftgewinnung wird folgende Kontraktionsintensität und -dauer in der Literatur angegeben: Bei 60% der maximal willkürlich möglichen isometrischen Spannung eine Kontraktionsdauer von 6-10 Sekunden, bei 40% der Maximalspannung eine Dauer von 15-20 Sekunden. Diese Belastung muss 3-5 mal, nach amerikanischen Autoren 8 mal täglich wiederholt werden. Bei Untersuchungen über die Muskeldurchblutung bei isometrischem Training konnte festgestellt werden, dass ab 40% der Maximalkontraktion eine Durchblutungsverminderung eintritt, die die Ermüdbarkeit der Muskulatur erhöht und beim Untrainierten eine Abnahme der Kontraktionsintensität bewirkt. Aus diesen Untersuchungen ergibt sich die Forderung nach genügend langen Erschlaffungspausen zwischen den einzelnen Kontraktionen.

Durch maximale willkürliche isometrische Kontraktion wird beim Untrainierten häufig ein erhöhter intrathorakaler Pressdruck erzeugt. Beim Gewichtheben führt dieser zu massiven systolischen und diastolischen Blutdruckanstiegen. Dieser Pressdruck ist bei herzinsuffizienten Patienten nicht ohne Gefahr.

Der oft zitierte Crossing-Effekt, d.h. die Kraftverbesserung einer immobilisierten Extremität durch die isometrische Beanspruchung der Gegenseite, führt bezüglich

Kraftgewinn nur zum Erfolg, wenn die Kontraktionsintensität der gesunden Seite mindestens 40% der Maximalkraft beträgt. Dagegen lässt sich eine Koordinationsschulung im Sinne der Methode von KABAT bereits bei geringeren Aktivitäten feststellen.

Beim isotonischen Krafttraining muss die eingesetzte Kraft definitionsgemäss grösser sein als der entgegengebrachte Widerstand. Dadurch lässt sich ein dynamischer koordinierter Ablauf unter gleichzeitigem Kraftgewinn schulen. Allerdings steht der Zeitaufwand in keinem Verhältnis zum Erfolg, stellten doch beispielsweise MURRAY und KARPOVICH bei Sportlern fest, dass bei einem zweistündigen isotonischen Krafttraining nur während etwa 6 Minuten eine effektive Muskelarbeit geleistet wird, wobei die Spannung des Einzelmuskels bei dynamischen Abläufen zu kurz und zu gering für einen raschen und namhaften Kraftzuwachs ist. Selbst bei Fahrradergometertraining mit Widerstand werden nur Spannungen von 25 bis 30% erreicht.

5. Folgerungen für die Rehabilitation des alten Menschen

Aus diesen Feststellungen bezüglich der Trainierbarkeit und Trainingsmethodik lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

a. Beim älteren Menschen ist die Trainierbarkeit der Muskulatur eingeschränkt. Sie wird im wesentlichen beeinflusst durch den Spiegel der androgenen Hormone. Ungenügende Eiweisszufuhr, schlechte Blutzirkulation in der Muskulatur und eine gestörte Bewegungskoordination beeinträchtigen den Trainingseffekt.

b. Die postoperativ klinisch feststellbaren Funktionsverbesserung basieren in erster Linie auf einer verbesserten Koordination der Bewegungsabläufe durch entsprechende Schulung.

c. Die angeführten Trainingsmethoden insbesondere des isometrischen Krafttrainings sind ausgeprägt von der Motivation des Trainierenden abhängig. Postoperativ lässt sich meist wegen der eingeschränkten Kontraktionskapazität des Muskels kein effektvolles Krafttraining durchführen.

d. Zur Verbesserung der Effizienz eines Krafttrainings ist die Verbesserung der Kontraktionsintensität und -dauer anzustreben.

6. Optimierung des Krafttrainings beim älteren Menschen

a. Verbesserung der Trainierbarkeit.

Durch eine kontinuierliche Anabolikazufuhr während Krafttrainingsphasen lässt sich beim älteren Menschen ein wesentlich grösserer Trainingseffekt mit entsprechendem Kraftzuwachs erzielen. Bei den zu diesem Zweck üblichen Dosierungen können Nebenwirkungen, wie sie durch den Abusus im Leistungssport bekannt wurden, vernachlässigt werden.

b. Sicherstellung der peripheren O₂-Versorgung durch Normalisierung des zirkulierenden Blutvolumens postoperativ, gegebenenfalls Digitalisierung.

c. Sicherstellung einer genügenden Eiweisszufuhr mit ausgewogener Verteilung zwischen pflanzlichem und tierischem Eiweiss, Verbesserung der Eiweissverwertung, beispielsweise durch Enzympräparate.

d. Bahnung der Muskelinnervation durch bewusste Kontraktionsschulung der atrophierten Muskelgruppen. Dazu eignet sich z.B. ein sog. Muskelstethoskop (Mupotest^R), bei welchem Muskelpotentiale in akustische Signale umgewandelt werden. Im Sinne eines Biofeedback lernt der Patient inaktivierte Muskelanteile willkürlich kontrahieren.

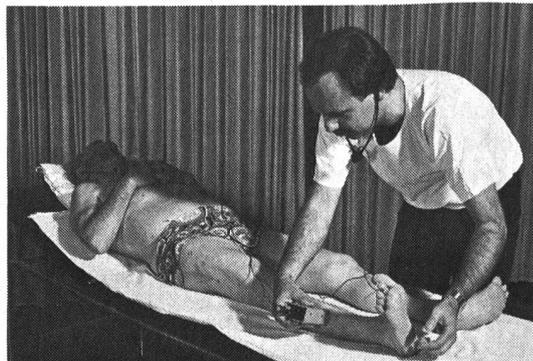


Abb. 1: Kontraktionsschulung durch Biofeedback: Mit Hilfe eines Muskelstethoskop lernt der Patient atrophierte Muskelgruppen aktiv innervieren.

e. Verbesserung der Kontraktionsintensität. Bei der herabgesetzten Kontraktionsbereitschaft, welche die Schwelle der trainingsaktiven Kontraktionsintensität von 40% der Maximalkraft bei einer Spannungsdauer von 15-20 Sekunden nicht zulässt, ist eine Aktivierung eines grösseren Faserquerschnitts durch Elektrostimulation der Muskulatur eine Möglichkeit, Kontraktionsdauer

er und -intensität zu verbessern. Bei geeigneter Stromform werden ca. 70% der kontraktilen Elemente eines Muskels aktiviert. Dabei ist gegenüber willkürlicher Anspannung die Wiederholungsmöglichkeit einer intensiveren Kontraktion durch Ausschaltung der zentralnervösen Ermüdung und bei ungenügender Motivation als Vorzug zu werten. Die Kontraktionsintensität kann dabei entsprechend der Forderung eines optimalen isometrischen Trainings über mehrere Sekunden aufrecht erhalten werden. Wir verwenden dazu einen Apparat mit Dynatron-Strom (Dynatronic^R) (Abb.2), bei dem ein parallel zum Patienten geschalteter Transistor die regelmässige Entladung der Polarisationskapazität des Patienten erlaubt, wodurch eine Erhöhung der Reizfrequenz auf 600 Impulse pro Sekunde möglich ist. Damit wird der sog. Siebeffekt, der bei faradischem Rechteckstrom in höherer Frequenz den Spannungssprung und damit die Exitationswirkung der Muskelzelle vermindert, ausgeschaltet.

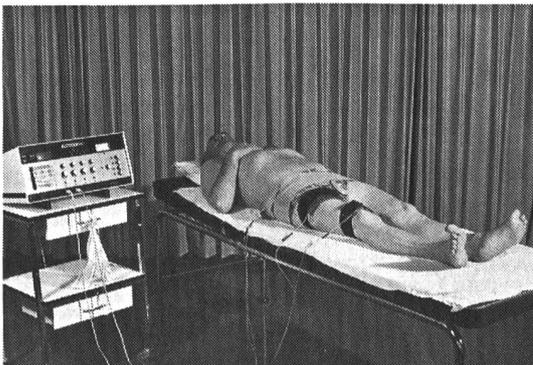


Abb. 2:
Elektrostimulation der Muskulatur mittels Dynatronic

Durch die Wahl von drei verschiedenen Impulslängen wird empirisch versucht, die verschiedenen Chronaxien der ST- und FT-Fasertypen zu berücksichtigen. Die vor allem im russischen Schrifttum erwähnte Kraftverbesserung bei Kraftsportlern mit Elektrostimulation lassen sich auch bei Immobilisation im Gips und beim älteren Menschen nach Überwindung einer gewissen Apparatescheu mit Erfolg anwenden.

f. Schulung der Motivation.

Die hübsche Therapeutin ist für den Patienten an sich Motivation genug, eine maximal mögliche isometrische Kontraktion durchzuführen. Bei Fehlen dieser optimalen Möglichkeit lässt sich mit Hilfe eines an-

dern elektronischen Geräts (Mupodyn^R) eine möglichst optimale Kontraktion bezüglich Dauer und Intensität erreichen.

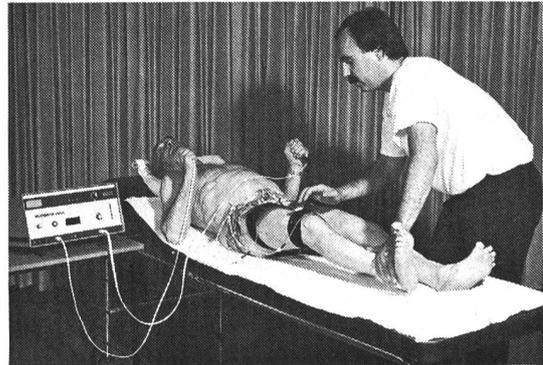


Abb. 3:
Optimierung des isometrischen Trainings gegen Widerstand durch Kontrolle der Kontraktionsdauer und -intensität.

Bei angelegten Flächenelektroden versucht der Patient eine maximal mögliche Kontraktion durchzuführen, deren elektrische Impulse als Massen-EMG akustisch verstärkt und als Impulssumme digital angezeigt werden. Der Patient löst das Gerät willkürlich durch Spannung der Muskulatur aus und zählt während der vorgewählten Kontraktionsdauer die Impulse. Die Pausendauer ist frei wählbar, sollte jedoch min-

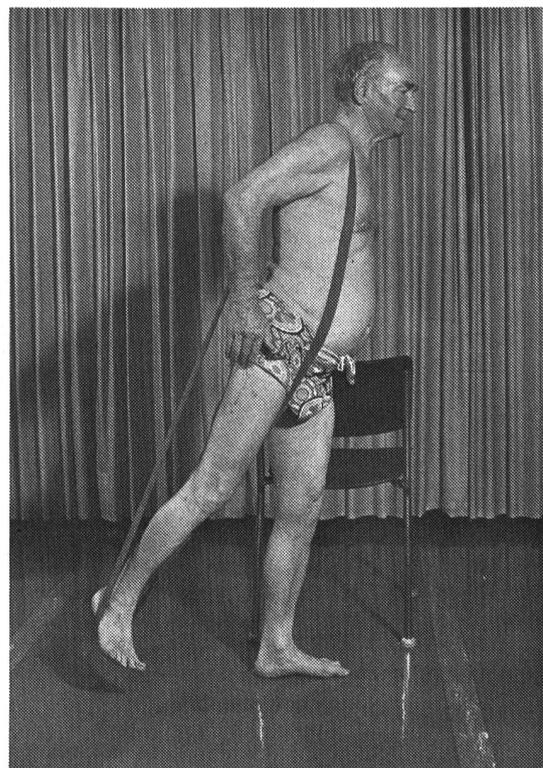


Abb. 4:
Einbezug isotonischer Trainingsformen. Training mit dem Deuser-Band

destens die doppelte Zeit der Spannungsdauer betragen. Der Wettstreit zur Verbesserung der Impulszahl erhöht den Reiz des isometrischen Trainings und verbessert gleichzeitig die Kontraktionsqualität. Der Einbau von isotonischen Trainingsformen unter Einbezug von Geräten bringt die nötige Abwechslung. Abb. 4.

g. Schulung der Koordination.

Jedes isometrische oder isotonische Krafttraining muss begleitet sein durch eine intensive Schulung der Koordination, welche im höheren Alter noch in hohem Masse verbesserungsfähig ist. Neben der üblichen Gangschulung eignen sich dazu dank erhöhter Schrittkadenz pro Trainingseinheit und besserer Selbstkontrolle auch Laufbandergometer mit variabler Geschwindigkeit (Abb. 5). Soweit es die Beweglichkeit der Gelenke zulässt, ist auch ein Training auf dem Fahrrad sinnvoll, da gleichzeitig die Dauerleistungsfähigkeit unter möglicher Entlastung des Bewegungsapparats verbessert wird.

h. Erholungsfördernde Massnahmen.

Erfahrungen beim Leistungssport zeigen eindeutig, dass die Effizienz eines Krafttrainings verbessert wird, wenn aktive erholungsfördernde Massnahmen wie Massage etc. im Trainingsprozess eingebaut werden.

7. Schlussfolgerung

Die Trainierbarkeit der Muskulatur des älteren Menschen kann durch die erwähnten Massnahmen insofern verbessert werden, als dadurch ein grösserer Kraftzuwachs zu erwarten ist. dabei seien die bisher üblichen

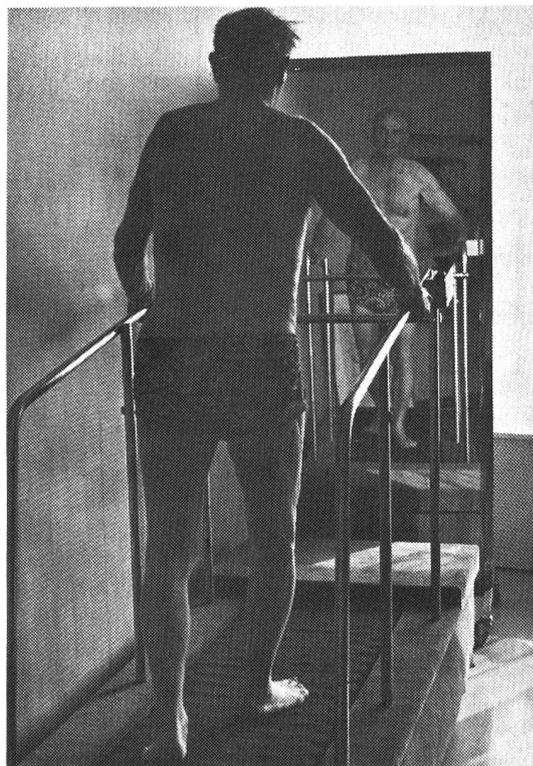


Abb. 5:
Training auf dem Laufbandergometer zur Koordinationsschulung

Methoden der Krankengymnastik, die vornehmlich auf eine Verbesserung der Koordination abzielen, keineswegs geschmälert, denn auch sie haben ihre unbestreitbaren Erfolge gezeitigt.

Auf Grund der neueren Erkenntnisse der Leistungsphysiologie und der Trainingslehre erscheint es uns jedoch angezeigt, auf diese zusätzlichen Möglichkeiten hinzuweisen, die sicherlich zu Zeit noch nicht Allgemeingut sind.

Anschrift des Verfassers:

Dr. med. Bernhard Segesser
Orthopädische Klinik
Universität Basel
4000 Basel