

Ausdauertraining nach Schlaganfall

Neurol Rehabil 2013; 19 (1): 20–26
© Hippocampus Verlag 2013

J. Mehrholz

Zusammenfassung

In nationalen und internationalen Leitlinien wird für Patienten nach Schlaganfall ein Üben analog adäquater Trainingsintensitäten gefordert. Ausdauertraining könnte bei Patienten nach Schlaganfall helfen, deren Fitnessreserve, die periphere Durchblutung und den Blutdruck zu verbessern, den Glukosestoffwechsel, das Gewicht und den Fettanteil des Gewebes zu regulieren und gerade bei hypertensiven Patienten den Blutdruck zu senken. Die geforderten Trainingsintensitäten erreichen die Patienten vor allem beim Treppensteigen, beim Laufbandtraining, durch forciertes Aufstehen und beim zügigen Gehen. Zur Trainingssteuerung eignen sich neben der Pulserfassung durch Herzfrequenzableitung ebenso die Berechnung individueller Trainingsbereiche mithilfe der adaptierten Karvonen-Formel und die Borg-Skala zur Messung des Anstrengungsempfindens. Ein optimales Training erfordert es, drei- bis fünfmal pro Woche unter Einbeziehung großer Muskelgruppen für mindestens 20 Minuten zu üben. Zusätzlich sollten je ca. fünf Minuten Auf- und fünf Minuten Abwärmen eingeplant werden. Bei sehr schwer betroffenen Patienten sollten je nach Fitnesszustand kürzere Einheiten mit angepasster Intensität geplant werden. Die Trainingsintensität sollte wie nach Vorgaben in Leitlinien bei 40–70 % der maximalen Sauerstoffaufnahme bzw. Training bei 50–80 % der maximalen Herzfrequenz erfolgen. Ein aktuelles Cochrane-Review mit 24 randomisierten und kontrollierten Studien und insgesamt 1.147 Patienten nach Schlaganfall zeigte, dass kardiovaskuläres Training die Gehfähigkeit der Patienten verbessern kann (1a-Evidenz).

Schlüsselwörter: Schlaganfall, Training, Fitness

Wissenschaftliches Institut
Private Europäische Medizinische
Akademie der Klinik Bavaria in
Kreischta GmbH

Hintergrund

Ein Großteil der Patienten nach Schlaganfall hat eine zusätzliche Herzerkrankung [42]. Dadurch besteht ein erhöhtes Risiko für einen erneuten Schlaganfall, für Myokardinfarkte und viele andere sekundäre Folgen der meist durch die chronische Erkrankung hervorgerufenen Immobilität [12]. Nach anerkannten internationalen Leitlinien [12] sind die drei wichtigsten gesundheitswissenschaftlichen Ziele für Patienten nach Schlaganfall a) die Prävention von Komplikationen durch vermehrte körperliche Aktivität (d.h. durch Verringerung von Immobilisation und Inaktivität), b) die Verringerung des Risikos weiterer Schlaganfälle und kardialer Ereignisse und c) die Steigerung der kardiovaskulären Fitness der Patienten [12].

Die Reduktion bestimmter Risikofaktoren könnte prinzipiell das Neuauftreten von Schlaganfällen und kardialen Komplikationen senken helfen. Zum Beispiel könnte ein auf die Verbesserung der Ausdauer angelegtes aerobes Konditionierungsprogramm bei Patienten nach einem Schlaganfall helfen, deren Fitnessreserve zu verbessern [29, 31], die gestörte periphere Durchblutung zu verbessern [16], den Glukosestoffwechsel zu regulieren [18], das Gewicht und den Fettanteil des Gewebes zu reduzieren und gerade bei hypertensiven Patienten den Blutdruck zu senken [2, 12, 17].

Obgleich Schlaganfall und koronare Herzkrankheit auf gemeinsame Risikofaktoren und pathophysiologische

Prozesse zurückgehen, unterscheidet sich die Rehabilitation dieser beiden Erkrankungen aus klinischem Blickwinkel deutlich. Patienten nach herzchirurgischen Eingriffen werden normalerweise in Einrichtungen rehabilitiert, die eine große Anzahl an Übungsgeräten bereitstellen. Der Zweck von Laufbändern, Fahrradergometern und Pulsmessgeräten ist dabei völlig unmissverständlich. Die Patienten wissen meist, dass trainiert werden muss, um Kraft, Ausdauer und Fitness wiederzuerlangen [7]. Der Schwerpunkt in der Rehabilitation nach Schlaganfall dagegen liegt primär auf der neurologischen Schädigungsebene, kardiovaskuläre Anpassungen an körperliche Inaktivität werden hingegen oftmals wenig beachtet. Die kardiologische Rehabilitation beinhaltet schon seit vielen Jahren ein kardiopulmonales Training im aeroben Belastungsbereich. Die funktionelle Erholung nach einem Schlaganfall und die Rückkehr zur Selbstständigkeit werden jedoch nicht allein durch das neuromuskuläre System erreicht [7]. Durch die Folgen körperlicher Inaktivität können Patienten den hohen Energieanforderungen bestimmter Alltagsaktivitäten nicht mehr gerecht werden [17, 33].

Die Mehrzahl der Patienten nach Schlaganfall besitzt neben den motorischen Defiziten nur eine limitierte Übungskapazität [26, 42, 43]. Das bedeutet, dass für vergleichbare Alltagsaufgaben im Vergleich zu Gesunden doppelt so viel Energie aufgewendet werden muss [38]. Anders ausgedrückt: Patienten müssen sich nach einem Schlaganfall für gleiche Leistung viel stärker anstren-

gen bzw. kardiopulmonal mehr belasten als ohnehin schon. Dadurch wird klar, dass das Trainieren im aeroben Bereich, wie es im Übrigen auch Gesunden zur Prävention empfohlen wird, wesentlich zur Verbesserung der kardiopulmonalen Belastbarkeit des Patienten beitragen kann [17, 20, 23, 30, 41].

Obwohl ein Trainieren im aeroben Bereich wesentlich zur Verbesserung der kardiopulmonalen Belastbarkeit des Patienten beiträgt [4, 5, 17, 20, 30, 41], kann aber davon ausgegangen werden, dass der überwiegende Übungsanteil der neurologischen Physio- und Ergotherapie nicht in einem für eine adäquate kardiopulmonale Belastbarkeit förderlichen Trainingsbereich liegt.

Zu den Ursachen einer Dekonditionierung nach Schlaganfall und Zielsetzungen

Die Ursachen der Dekonditionierung nach Schlaganfall sind vielfältig. Eine verringerte motorische Aktivität, zusätzliche kardiovaskuläre Komorbidität, verringerte respiratorische Leistung bis hin zur Insuffizienz, Muskelatrophien und Veränderungen der Muskelfaserstruktur wie eine Zunahme des fettgeweblichen Anteils in der Muskulatur tragen zu einer allgemeinen Dekonditionierung nach Schlaganfall bei [17].

Folgende Ziele sollten demnach von einer interdisziplinären Rehabilitation und insbesondere Physiotherapie erwartet werden:

- Steigerung der körperlichen Aktivität und Verhinderung von Komplikationen durch Inaktivität;
- Verringerung des Risiko für erneuten Schlaganfall und kardiale Ereignisse;
- Steigerung der kardiovaskulären Fitness;
- Verbesserung der Muskelkraft.

Diese Ziele werden in einer modernen Rehabilitation mittlerweile akzeptiert, und in den letzten Jahren ziehen zunehmend sporttherapeutische Aspekte u. a. in die Gangrehabilitation von Patienten nach Schlaganfall ein. Training im aeroben Bereich (wie seit Jahren in der kardiologischen Rehabilitation zur Sekundär- und Tertiärprophylaxe durchgeführt) verbessert die allgemeine Kondition und die kardiopulmonale Belastbarkeit [32].

Diese genannten sporttherapeutischen Ziele und Ideen sind nicht neu. Bereits 1916 beschrieb der berühmte Neurochirurg und Urvater der modernen Physiotherapie aus Breslau, Ottfried Förster, der u. a. für den Nobelpreis vorgeschlagen wurde, im »Handbuch der Therapie der Nervenkrankheiten« [11] folgendes Therapieprinzip: »[...] dass für jegliche Übungstherapie das Prinzip Gültigkeit hat, dass der erhöhte Anspruch die Leistungsfähigkeit« steigert [11]. Förster betonte daher, dass in der Übungstherapie die betreffende Bewegung gegen Widerstand auszuführen seien (Widerstandsgymnastik). Diese vor fast 100 Jahren aufgestellten Thesen haben auch heutzutage noch nichts von ihrer Gültigkeit eingebüßt und sind Gegenstand aktueller Untersuchungen zum Ausdauertraining nach Schlaganfall.

Cardiovascular training after stroke

J. Mehrholz

Abstract

International guidelines call for exercise with adequate training intensity for post-stroke patients. Such training may improve fitness reserve, peripheral blood flow and blood pressure, may regulate glucose metabolism and the amount of fat tissue and may reduce blood pressure in hypertensive patients after stroke. Required intensities during training may be achieved especially when climbing stairs, during treadmill training, by forced step rising as well as during forced walking.

For training management it is required to measure and control individual target heart rate zones using the Karvonen formula and/or using the Borg scale for measuring the effort of exercises. An optimal training requires practice 3 to 5-times per week, including large muscle groups for at least 20 minutes per session. Each session should additionally include a warm-up and cool-down phase of approx. five minutes each. For more severely affected patients, depending on the level of fitness, shorter multiple sessions should be planned with adjusted intensity. Training intensity should be made at 50–80% of maximum heart rate during exercise.

A recent Cochrane review of 24 randomized controlled trials including a total of 1147 patients post-stroke showed that cardiovascular exercise may improve walking ability (1a evidence).

Key words: stroke, training, fitness

Neurol Rehabil 2013; 19 (1): 20–26

© Hippocampus Verlag 2013

Leitlinien der American Heart Association

Während im deutschsprachigen Raum zwar seit längerem Trainingsempfehlungen zur Prävention oder bei Herzerkrankungen existieren, befürworten die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie erst seit 2012 explizit ein kardiovaskuläres Training nach Schlaganfall als Bestandteil der neurologischen Rehabilitation (DGN Leitlinien 2012, Kapitel 88 »Rehabilitation von sensomotorischen Störungen« unter dem Absatz »Sport- und Bewegungstherapie in der Rehabilitation von sensomotorischen Störungen«, im Druck). Im angloamerikanischen Raum dagegen empfehlen das American College of Sports Medicine (ACSM) und die American Heart Association (AHA) in ihren Leitlinien schon seit vielen Jahren folgende Zielstellungen und Belastungsintensitäten zum aeroben Training für Patienten nach Schlaganfall [12]. Hauptziele eines aeroben Trainings sind demnach [12]:

- Verbesserung von Alltagsaktivitäten;
- Steigerung der Gehgeschwindigkeit und der Effektivität des Gehens;
- bessere Belastungstoleranz bei andauernder körperlicher Aktivität;
- Reduktion kardiovaskulärer Risikofaktoren.

Die Intensität des Herz-Kreislauf-Trainings geben die AHA-Leitlinien [12] wie folgt vor:

- Training bei 40–70 % der maximalen Sauerstoffaufnahme bzw.
- Training bei 50–80 % der maximalen Herzfrequenz
- 20–60 Minuten pro Therapieeinheit (oder mehrere 10-Minuten-Sitzungen)
- drei- bis siebenmal wöchentlich.

Um die Gefahr einer kardialen Überbelastung von Patienten zu minimieren, wird von verschiedenen Autoren außerdem empfohlen, einen in der Rehabilitation geschulten Kardiologen in die Trainingsplanung (z. B. Festlegung von Grenzwerten) einzubeziehen [36].

Die AHA empfiehlt in ihren Leitlinien über das Herz-Kreislauf-Training hinausgehend ebenso ein Training der Muskelkraft und Flexibilität sowie der Koordination [12].

Wie wird konditioniert?

Die Arbeitsgruppe um Hesse et al. zeigte in einer Umfrage im Berliner Raum, dass die Inhalte der ambulanten Physiotherapie zur Behandlung von Patienten nach Schlaganfall vor allem Üben im Sitzen und Liegen beinhalten [14]. Dieses Vorgehen der Physiotherapie sollte vor dem Hintergrund der Trainingslehre kritisch hinterfragt werden. Jedenfalls kann vom Üben im Sitzen und im Liegen kein wie in den Leitlinien geforderter Trainingseffekt [8, 12] im aeroben Bereich erwartet werden.

Obwohl der Einsatz von aeroben Trainingsaspekten auch in der Gangrehabilitation bei Patienten mit Hemiparese sinnvoll erscheint, zeigten Untersuchungen von MacKay-Lyons und Makrides im stationären Rehabilitationsbereich, dass Patienten nach Schlaganfall innerhalb der konventionellen Physiotherapie im Durchschnitt lediglich knapp drei Minuten pro Therapieeinheit im aeroben Trainingsbereich beübt wurden [25]. Eine so durchgeführte Therapie lässt ebenfalls keine Verbesserung der kardiopulmonalen Belastbarkeit erwarten.

Als Gründe für die Vermeidung höherer bzw. aerob trainingswirksamer Belastungsintensitäten bei Patienten nach Schlaganfall nennen Physiotherapeuten u. a. die Sorge vor einem erhöhten Sturzrisiko, der Zunahme der Spastik bzw. einer »Verschlechterung des Tonus« oder schädlichen Herzreaktionen auf Überbelastung [34]. Solche Befürchtungen sind nach Untersuchungen von McKay-Lyons allerdings unbegründet [26]. Therapieeinheiten der Physiotherapie scheinen weder Risiken einer Überlastung des kardiovaskulären Systems zu beinhalten noch adäquaten metabolischen Stress zu erzeugen, um überhaupt einen Trainingseffekt des Herz-Kreislauf-Systems zu erzielen [26]. Letztlich ist die aerobe Konditionierung, obwohl diese seit Jahren in der kardiologischen Rehabilitation etabliert ist, derzeit kein wesentlicher Inhalt in der Rehabilitation von Patienten nach Schlaganfall [26]. Auch eigene Untersuchungen der Arbeitsgruppe des Autors bestätigten diese Ergebnisse [37].

Die Einführung adäquater Pausenzeit im Sinne von »lohnenden Pausen« wird an dieser Stelle als ein Beispiel für eine Integration von sporttherapeutischen Prinzipien genannt. Bei dem aus dem sportlichen Training bekannte Prinzip der lohnenden Pause (Stichwort Intervallmethode) wird die Pausenlänge so eingerichtet, dass die nächste Übung bereits folgt, wenn Patient und Therapeut der Auffassung sind, dass die gleiche Belas-

tung gerade eben wieder durchgeführt werden kann. Entscheidend ist dabei, dass eine lohnende Pause eben nicht zur vollständigen Erholung (z. B. zur vollständigen Absenkung der Herzfrequenz auf den Ruhepulsbereich) führt. Grob veranschaulicht erholt sich ein z. B. beim Gehtraining auf der Treppe belasteter Patient nach etwa einem Drittel der vollständigen Erholungszeit schon zu etwa zwei Drittel. Es wird teilweise argumentiert, dass solche Pausengestaltung im Widerspruch zu Erkenntnissen des motorischen Lernens stünden, bei denen eine stetige vollständige Erholung nach einzelnen Übungen gefordert sei. Allerdings zeigen gerade Untersuchungen zu aufgabenorientiertem Ausdauertraining auch positive plastische Veränderungen des Gehirns und Verbesserungen motorischer Leistungen im Sinne von motorischem Lernen [22].

Auch Hesse und Eich et al. zeigten, dass während 30 Minuten Laufbandtraining, welches auf bestimmte Herzfrequenzbereiche zielte (in Kombination mit konventioneller Physiotherapie), aerobe Trainingszielsetzungen erreicht wurden und im Resultat die Gehstrecke der Patienten nach Schlaganfall im Vergleich zu alleiniger Therapie nach Bobath selbst nach 18 Wochen deutlich verbessert war [9]. Allerdings wurde bisher kaum untersucht, welche speziellen physiotherapeutischen Übungen über das Laufbandtraining hinaus die von Leitlinien empfohlenen aeroben Intensitäten erzeugen. Es existiert also ein Bedarf an Studien zum aeroben Training von Patienten nach Schlaganfall [33, 44].

Trainingssteuerung

Zur Trainingssteuerung eignen sich neben der Puls- erfassung durch Herzfrequenzableitung ebenso die Berechnung individueller Trainingsbereiche mithilfe der Karvonen-Formel, die Borg-Skala zur Messung des Anstrengungsempfindens und die direkte Erfassung des Energieverbrauchs durch Atemgasanalyse im Rahmen der Spiroergometrie.

Trainingsherzfrequenz und adaptierte Karvonen-Formel

Die Herzfrequenz kann sehr einfach mit Pulsuhren (mittlerweile existiert im Handel ein breites Angebot an Pulsuhren mit integrierten programmierbaren Herzfrequenzmessern) kontrolliert und aufgezeichnet werden.

Parameter des individuellen aeroben Trainingsbereiches können auch bei nur wenig belastbaren Patienten in der neurologischen Rehabilitation sehr gut mit der für diese Patientengruppe adaptierten Karvonen-Formel berechnet werden. Diese Berechnung basiert auf Empfehlungen von McKay-Lyons [25].

$$\text{untere Belastungsgrenze} = (((220 - \text{Alter}) - \text{Ruhepuls}) * 40\%) + \text{Ruhepuls}$$

$$\text{obere Belastungsgrenze} = (((220 - \text{Alter}) - \text{Ruhepuls}) * 85\%) + \text{Ruhepuls}$$

Bei medikamentöser Gabe von Betablockern kann eine von McKay-Lyons vorgeschlagene adaptierte Formel benutzt werden [25, 26]:

$$\text{untere Belastungsgrenze} = (((220 - \text{Alter}) * 0,85) - \text{Ruhepuls}) * 40\% + \text{Ruhepuls}$$

$$\text{obere Belastungsgrenze} = (((220 - \text{Alter}) * 0,85) - \text{Ruhepuls}) * 85\% + \text{Ruhepuls}$$

Borg-Skala

Zur Messung des Anstrengungsempfindens von Patienten kann die Borg-Skala (»Rate of perceived exertion«, RPE-Skala) benutzt werden [3]. Diese eignet sich insbesondere für Patienten mit instabilem Sinusrhythmus, also für Personen, bei denen ein kontinuierliches Messen der Herzfrequenz nicht sinnvoll scheint. Die selbsteingeschätzte Belastungsintensität (RPE) gibt die subjektiv gefühlte Reizintensität einer physikalischen Arbeit wieder [3]. Jeder Patient muss eingangs im Gebrauch dieser Skala geschult werden, um nach der Durchführung der jeweiligen Übung seine subjektive Belastungsintensität selbst korrekt einzuschätzen. Eine wichtige Einschränkung der Skala ist neben der offensichtlichen Subjektivität, dass Patienten mit sprachlichen und kognitiven Einschränkungen diese Skala nur bedingt zuverlässig nutzen können.

Die Borg-Skala korreliert nach Schlaganfall hoch mit Belastungsparametern wie der Sauerstoffaufnahme VO_2 (Pearsons $r = 0,83$; Bestimmtheitsmaß $B = 69\%$), dem Druck-Frequenz-Produkt ($r = 0,82$; $B = 68\%$) und der Herzfrequenz ($r = 0,82$; $B = 67\%$) [36].

Die hohe Korrelation der Borg-Skala mit diesen Belastungsparametern zeigt, dass die Borg-Skala die subjektiv empfundene Trainingsbelastungen von Patienten nach Schlaganfall recht valide abbilden kann. Die Borg-Skala könnte demnach eine Hilfe zum Erfassen und zur Steuerung der Übungsintensität bei Patienten nach Schlaganfall sein.

Energieverbrauch, Spirometrie

Der Energieverbrauch (VO_2) kann mit tragbaren Geräten wie dem Spiroergometriegerät »k4b2« von COSMED® kontinuierlich gemessen werden [6, 27].

Energieverbrauch und Herzfrequenz korrelieren nach Schlaganfall hoch [36]. Aufgrund des sehr hohen zeitlichen wie personellen Aufwandes der Spiroergometrie (Vorbereitung, Organisation, Durchführung und Nachbereitung) eignet sich diese allerdings kaum für die klinische Routine, sondern eher für die klinische Forschung. Das Überwachen von Herzfrequenz (z. B. via Pulsgurt) und Blutdruck sowie die Anwendung der Borg-Skala sind für die klinische Routine hinsichtlich Überwachung und Belastungssteuerung der therapeutischen Einheiten weitaus praktikabler.

Inwieweit lassen Übungen der Physiotherapie erwünschte Intensitäten erwarten?

Bisher ist wenig untersucht, welche speziellen in der Rehabilitation verwendeten Übungen in der Physiotherapie zu den empfohlenen aeroben Intensitäten führen. Ziel einer Pilotstudie war es daher, die Belastungsintensität während einzelner Übungen von bereits gehfähigen Patienten nach Schlaganfall zu vergleichen.

Zwanzig gehfähige Patienten nach Schlaganfall (Intervall < 60 Tage, Barthel-Index > 65, Functional Ambulation Categories (FAC) 3-5 [15]) wurden während des stationären Rehabilitationsaufenthalts in die Studie einbezogen.

Das Übungsprotokoll beinhaltete: Üben im Sitzen, dosiertes Aufstehen (Sitz-Stand_{dos}) und forciertes Aufstehen (Sitz-Stand_{max}), alternierende Stehübungen (Üben im Stehen), sechs Minuten forciertes Gehen und Treppensteigen. Die Übungen im Sitzen beinhalteten konventionelle Gleichgewichtsverlagerung und Sitz-Balance-Training, wie zuvor von Lennon beschrieben [21].

Beim dosierten Aufstehen (Sitz-Stand_{dos}) wurde der Patient aufgefordert, drei Minuten lang von einer Übungsliege alle zehn Sekunden aufzustehen. Beim forcierten Aufstehen (Sitz-Stand_{max}) wurde der Patient aufgefordert, so oft wie nur möglich in drei Minuten von einer Übungsliege ohne Abstützen der Hände möglichst symmetrisch aufzustehen [6]. Die Sitzhöhe betrug für alle Patienten 110% der individuellen Unterschenkelhöhe [6]. Die alternierenden Stehübungen beinhalteten in der ersten Minute ein repetitives Aufstellen des paretischen Fußes, in der zweiten Minute ein repetitives Aufstellen des nichtparetischen Fußes auf eine Treppenstufe. Der Patient wurde, falls seine posturale Kontrolle nicht ausreichte, dabei unterstützt bzw. gehalten. Im Anschluss erfolgte eine Minute »Stehpause«. Beim forcierten Gehen wurde der Patient aufgefordert, in sechs Minuten so weit wie nur möglich in einem 40-Meter-Parcours zu gehen [10]. Der Test entsprach dem von Eng et al. beschriebenen 6-Minuten-Gehtest [10].

Treppensteigen beinhaltete das Auf- und Absteigen von insgesamt 40 Treppenstufen (beginnend mit 20 Stufen abwärts, gefolgt von 20 Stufen aufwärts, danach wiederum 20 Stufen abwärts steigen und 20 Stufen aufwärts). Die Benutzung des Treppenhandlaufs war erlaubt. Alle Patienten waren instruiert, die Treppenstufen so schnell wie möglich, aber sicher zu gehen.

Zwischen den einzelnen Übungen erfolgte jedes Mal eine vollständige Pause, in welcher der Puls des Patienten wieder auf das Ruhe- bzw. Ausgangsniveau sank. Bei allen Testdurchläufen wurden Herzfrequenz (HR) und Energieverbrauch (metabolisches Äquivalent = MET und $\text{VO}_2/\text{kg} \cdot \text{ml}/\text{min}^{-1}$) kontinuierlich und der Blutdruck (RR) sowie das selbst eingeschätzte Anstrengungsempfinden nach der Borg-Skala [3] im Anschluss an die jeweilige Übung erhoben.

Adäquate Trainingsintensitäten, d. h. Trainingsintensitäten im individuell empfohlenen Trainingsbereich ohne Überforderung, erreichten die Patienten vor allem

Parameter Übung	VO ₂ (ml/min/kg)		Herzfrequenz (pro min)	
	MW ± SD	95 %-KI	MW ± SD	95 %-KI
Üben im Sitzen	3,4 ± 1,6	2,2 bis 4,6	76,9 ± 14,1	66,5 bis 87,3
Sitz-Stand _{dos}	6,3 ± 2,4	4,4 bis 8,1	80,4 ± 9,6	73,3 bis 87,5
Üben im Stehen	9,7 ± 3,8	6,9 bis 12,4	99,0 ± 19,1	84,9 bis 113,2
Treppensteigen	14,1 ± 5,5	10,0 bis 18,1	114,9 ± 16,7	102,5 bis 127,3
6-Minuten-Geh-Test	14,9 ± 4,6	11,5 bis 18,3	116,6 ± 14,6	105,8 bis 127,4
Sitz-Stand _{max}	18,7 ± 5,5	14,7 bis 22,8	123,0 ± 17,6	109,9 bis 136,0

Tab. 1: Herz-Kreislauf-Parameter einer Patientengruppe (n = 20). MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, KI = Konfidenzintervall

beim Treppensteigen, forcierten Aufstehen und beim forcierten Gehen, weniger beim Üben im Stehen und kaum beim dosierten Aufstehen und Üben im Sitzen. Die während der einzelnen Übungen erfassten Herz-Kreislauf-Parameter sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen, dass Treppensteigen, forciertes Aufstehen und forciertes Gehen adäquate Trainingsreize erzeugen, um das kardiopulmonale System von gehfähigen Patienten nach Schlaganfall ohne Überbelastung zu trainieren. Üben allein im Sitzen bzw. im Stehen erreichte keine adäquate kardiopulmonale Trainingsintensität wie in den AHA-Leitlinien gefordert [12].

Die Pilotuntersuchung ist durch die begrenzte Patientenzahl sowie das Fehlen einer Kontrollgruppe und die Probandenstichprobe in ihrer Aussage limitiert. So wurden nur 20 bereits gehfähige Patienten zu einem einzigen Zeitpunkt untersucht. Ob sich die Ergebnisse auf nichtgehfähige Patienten übertragen lassen, muss in weiteren Untersuchungen gezeigt werden.

Was ist beim aeroben Training zu beachten?

Bei einem aeroben Training neurologischer Patienten werden u. a. folgende Empfehlungen gegeben [24]:

- **Screening:** Um potenzielle geeignete neurologische Patienten für ein aerobes Training zu gewinnen, empfehlen Leitlinien (z. B. American College of Sports Medicine) eine kardiale Voruntersuchung inklusive Belastungstest [1, 24].
- **Patientenvorbereitung:** Patienten sollten instruiert werden, bis zu zwei Stunden vor dem Training nichts zu essen, entsprechende Medikamente nach Plan zu nehmen, die Blase und ggf. den Darm vor Trainingsbeginn zu entleeren sowie bequeme Trainingsachen anzulegen, inkl. unterstützendes adäquates Schuhwerk.
- **Trainingsplanung und -umgebung:** Das Training sollte zu angebrachten Tageszeiten, wenn möglich vormittags, stattfinden. Bei schwer betroffenen Patienten sollte das Training ausschließlich stationär erfolgen. Ein Protokoll über die Trainingseinheit (u. a. zu Überwachungs- und Belastungsparametern, möglichen Nebenwirkungen etc.) sollte geführt werden. Handtü-

cher, ausreichend Getränke und geeignete Desinfektionsmittel etc. sollten bereitgestellt sein.

- **Therapiemodus, -dauer und -häufigkeit:** Ein optimales Fitnessstraining erfordert es, drei- bis fünfmal pro Woche unter Einbeziehung großer Muskelgruppen für mindestens 20 Minuten zu üben. Zusätzlich sollten je ca. fünf Minuten Auf- und Abwärmen eingeplant werden. Die Mindestzeit, die es zu planen gilt, umfasst demnach 30 Minuten. Bei sehr schwer betroffenen Patienten sollten je nach Fitnesszustand kürzere Einheiten mit angepasster Intensität geplant werden, z. B. mehrere fünfminütige Einheiten mit Pausen. Die Pausenzeit sollte systematisch reduziert werden mit dem Ziel, 20 Minuten ohne Pause üben zu können.
- **Trainingsintensität:** Die Trainingsintensität sollte wie eingangs erläutert nach Vorgabe der AHA-Leitlinien bei 40–70 % der maximalen Sauerstoffaufnahme bzw. Training bei 50–80 % der maximalen Herzfrequenz erfolgen [12].
- **Ergebnismessung:** Zur Dokumentation bzw. Ergebnismessung werden neben Überwachungs- und Belastungsparametern wie Blutdruck und Herzfrequenz in Ruhe und bei Belastung u. a. der 6-Minuten-Gehtest empfohlen [35].
- **Modifizierung des Lebensstils:** Um Verbesserungen des Fitnessniveaus auch nachhaltig bzw. längerfristig beibehalten zu können, sind eventuell ebenfalls Anpassungen des Lebensstils von Bedeutung, wie z. B. Ernährungsumstellung, Erhöhung der körperlichen Aktivität, Raucherentwöhnung usw.

Effekte durch kardiovaskuläres Training

Katz-Leurer et al. fanden, dass frühes, lediglich moderat-intensives aerobes Training in der Rehabilitation keinen Einfluss auf Alltagskompetenz sechs Monate nach Schlaganfall hat [19]. Dagegen zeigten Studien von Macko et al. und Eich et al., dass gerade gehfähige Patienten nach Schlaganfall langfristig von einem aeroben Training hinsichtlich selbstständiger Gehfähigkeit profitieren [9, 28, 29].

Pang und Kollegen beschrieben 2005 bei leicht betroffenen Patienten nach Schlaganfall, dass neben der Balance zu 16 % auch der maximale Sauerstoffverbrauch die Gehstrecke im 6-Minuten-Test erklären [40]. Obgleich der Zusammenhang zwischen Gehstrecke und Fitness, gemessen mit maximalem Sauerstoffverbrauch, manchen als gering erscheinen mag, so ist die entscheidende Frage, welche Verbesserungen durch ein Fitnessstraining in der neurologischen Rehabilitation erreicht werden können.

In einer Metaanalyse, welche randomisierte Studien zum Fitnessstraining nach Schlaganfall mit insgesamt 480 Patienten einschloss, kamen Pang und Kollegen 2006 zu dem Schluss, dass Fitnessstraining nach Schlaganfall den maximalen Sauerstoffverbrauch, die maximale Gehgeschwindigkeit und die Gehstrecke im 6-Minuten-Test verbessert [39].

Saunders und Kollegen zeigten in einem aktuellen Cochrane-Review mit 24 randomisierten und kontrollierten Studien mit insgesamt 1.147 Patienten nach Schlaganfall, dass kardiovaskuläres Training die Gehfähigkeit verbessern kann [44].

Hassett und Kollegen zeigten in einem Cochrane-Review mit sechs randomisierten und kontrollierten Studien mit insgesamt 303 Patienten, dass kardiovaskuläres Training nach Schädelhirntrauma ebenfalls vielversprechend sein könnte [13].

Eigene Ergebnisse zeigen, dass ein häufig wiederholtes elektromechanisch unterstütztes Gehtraining in Kombination mit Physiotherapie höhere Herzfrequenzen erzeugt als alleinige Physiotherapie [37]. Die Ergebnisse sind wie folgt interpretierbar:

- Die Art des Trainings ist entscheidend: frühzeitiges repetitives Gehtraining in Kombination mit Physiotherapie erhöht die Chance, bei empfohlenen Herzfrequenzen zu üben.
- Patienten mit bereits guter funktioneller motorischer Erholung haben eine größere Chance, mit einer bestimmten Wiederholungszahl zu üben und damit die empfohlenen Herzfrequenzen zu erreichen.

Zusammenfassung

Die Integration einer wissenschaftlich begründeten Bewegungstherapie, die Prinzipien des motorischen Lernens mit kardiovaskulären Trainingsprinzipien leitliniengerecht kombiniert und anwendet, scheint ein vielversprechender Bestandteil einer modernen Rehabilitation nach Schlaganfall zu sein. Weitere Studien sollten eine größere Population von gehfähigen und nicht gehfähigen Patienten nach Schlaganfall und anderen Diagnosen untersuchen, vor allem im Langzeitverlauf. Multizentrische Studien zur Evaluation von Trainings- und Übungsstrategien in der Behandlung von zumeist chronischen Patienten mit Hemiparese (u. a. zur Rezidivprävention und Verringerung von Komorbidität und Mortalität) sind angezeigt.

Literatur

1. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. Williams & Wilkins, Baltimore 2000.
2. Billinger SA, Coughenour E, Mackay-Lyons MJ, Ivey FM. Reduced cardiorespiratory fitness after stroke: biological consequences and exercise-induced adaptations. *Stroke Res Treat* 2012; 2012: 959120.
3. Borg G. Anstrengungsempfinden und körperliche Aktivität. *Dtsch Arzteblatt* 2004; A1016-1021.
4. Brazzelli M, Saunders DH, Greig CA, Mead GE. Physical fitness training for patients with stroke: updated review. *Stroke* 2012; 43: e39-e40.
5. Brazzelli M, Saunders DH, Greig CA, Mead GE. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; CD003316.
6. Canning CG, Shepherd RB, Carr JH, Alison JA, Wade L, White A. A randomized controlled trial of the effects of intensive sit-to-stand training after recent traumatic brain injury on sit-to-stand performance. *Clin Rehabil* 2003; 17: 355-362.
7. Carr J, Shepherd R. Optimizing functional motor recovery after stroke. In: Mehrholz J (ed). *Physical Therapy for the Stroke Patient*. Thieme Verlag, Stuttgart 2012, 51-133.
8. Carr J, Shepherd R. *Stroke Rehabilitation: Guidelines for exercises and training*. Butterworth Heinemann, London 2003.
9. Eich HJ, Mach H, Werner C, Hesse S. Aerobic treadmill plus Bobath walking training improves walking in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2004; 18: 640-651.
10. Eng JJ, Chu KS, Dawson AS, Kim CM, Hepburn KE. Functional walk tests in individuals with stroke: relation to perceived exertion and myocardial exertion. *Stroke* 2002; 33: 756-761.
11. Förster O. *Handbuch der Therapie der Nervenkrankheiten*. Gustav Fischer Verlag, Jena 1916.
12. Gordon NF, Gulanick M, Costa F, Fletcher G, Franklin BA, Roth EJ, Shephard T. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the Stroke Council. *Stroke* 2004; 35: 1230-1240.
13. Hassett L, Moseley A, Tate R, Harmer A. Fitness training for cardiorespiratory conditioning after traumatic brain injury. *Cochrane Database Syst Rev* 2008; CD006123.
14. Hesse S, Staats M, Werner C, Bestmann A, Lingnau ML. Ambulatory rehabilitation exercises for stroke patients at home. Preliminary results of scope, methods and effectiveness. *Nervenarzt* 2001; 72: 950-954.
15. Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L. Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. *Phys Ther* 1984; 64: 35-40.
16. Ivey FM, Hafer-Macko CE, Ryan AS, Macko RF. Impaired leg vasodilatory function after stroke: adaptations with treadmill exercise training. *Stroke* 2010; 41: 2913-2917.
17. Ivey FM, Macko RF, Ryan AS, Hafer-Macko CE. Cardiovascular health and fitness after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2005; 12: 1-16.
18. Ivey FM, Ryan AS, Hafer-Macko CE, Goldberg AP, Macko RF. Treadmill aerobic training improves glucose tolerance and indices of insulin sensitivity in disabled stroke survivors: a preliminary report. *Stroke* 2007; 38: 2752-2758.
19. Katz-Leurer M, Carmeli E, Shochina M. The effect of early aerobic training on independence six months post stroke. *Clin Rehabil* 2003; 17: 735-741.
20. Kluding P, Billinger SA. Exercise-induced changes of the upper extremity in chronic stroke survivors. *Top Stroke Rehabil* 2005; 12: 58-68.
21. Lennon S, Ashburn A. The Bobath concept in stroke rehabilitation: a focus group study of the experienced physiotherapists' perspective. *Disabil Rehabil* 2000; 22: 665-674.
22. Luft AR, Macko RF, Forrester LW, Villagra F, Ivey F, Sorkin JD, Whitall J, McCombe-Waller S, Katz L, Goldberg AP, Hanley DF. Treadmill exercise activates subcortical neural networks and improves walking after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke* 2008; 39: 3341-3350.
23. MacKay-Lyons MJ, Howlett J. Exercise capacity and cardiovascular adaptations to aerobic training early after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2005; 12: 31-44.
24. MacKay-Lyons M, Macko R, Howlett J. Cardiovascular Fitness and Adaptations to Aerobic Training after Stroke. *Physiotherapy Canada* 2006; 58: 103-113.
25. MacKay-Lyons MJ, Makrides L. Cardiovascular stress during a contemporary stroke rehabilitation program: is the intensity adequate to induce a training effect? *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1378-1383.
26. MacKay-Lyons MJ, Makrides L. Exercise capacity early after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1697-1702.
27. MacKay-Lyons MJ, Makrides L. Longitudinal changes in exercise capacity after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 1608-1612.
28. Macko RF, DeSouza CA, Tretter LD, Silver KH, Smith GV, Anderson PA, Tomoyasu N, Gorman P, Dengel DR. Treadmill aerobic



M. Hartwig

FAZIALISPROGRAMM

Gesicht – Mund – Zunge

32-seitige Broschüre für den Einsatz in Klinik, Praxis und zu Hause.

Einzelheft € 7,80,- | ab 5 Exemplare Stück à € 4,-



M. Hartwig

HANDFUNKTIONSTRAINING

zur Verbesserung der Feinmotorik

20-seitiges Trainingsprogramm mit Übungsanleitungen und Fotos.

Einzelheft € 5,80,- | ab 5 Exemplare Stück à € 3,-



M. Hartwig

KORKENPROGRAMM

zur Verbesserung der Feinmotorik

48-seitiges Trainingsprogramm mit ausführlichen Beschreibungen der Übungen sowie zahlreichen Fotos für den Einsatz in der Reha und zu Hause.

Einzelheft € 7,80,- | ab 5 Exemplare Stück à € 4,-



M. Hartwig

HEMIPLEGIEPROGRAMM

Schulter – Arm – Rumpf

32-seitiges Trainingsprogramm mit ausführlichen Beschreibungen der Übungen sowie zahlreichen Fotos zum Einsatz in Klinik, Praxis und zu Hause.

Einzelheft € 7,80,- | ab 5 Exemplare Stück à € 4,-



M. Hartwig

HANDÖDEMPROGRAMM

zur Entlastung der Hand

20-seitiges Trainingsprogramm zur gezielten passiven Behandlung des neurologisch bedingten Handödems mit zahlreichen Fotos für den Einsatz in der Reha und zu Hause.

Einzelheft € 5,80,- | ab 5 Exemplare Stück à € 3,-

NEU



M. Hartwig

MOBILISATION DER SPASTISCHEN HAND

24-seitiges Trainingsprogramm zur Mobilisation der paretischen, hypertonen oder spastischen Hand für Helfer, Angehörige und Therapeuten.

Einzelheft € 5,80,- | ab 5 Exemplare Stück à € 3,-

exercise training reduces the energy expenditure and cardiovascular demands of hemiparetic gait in chronic stroke patients. A preliminary report. *Stroke* 1997; 28: 326-330.

29. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW, Hanley D, Sorkin JD, Katzel LI, Silver KH, Goldberg AP. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke* 2005; 36: 2206-2211.
30. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW. Task-oriented aerobic exercise in chronic hemiparetic stroke: training protocols and treatment effects. *Top Stroke Rehabil* 2005; 12: 45-57.
31. Macko RF, Smith GV, Dobrovolsky CL, Sorkin JD, Goldberg AP, Silver KH. Treadmill training improves fitness reserve in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82: 879-884.
32. Marchionni N, Fattiroli F, Fumagalli S, Oldridge N, Del Lungo F, Morosi L, Burgisser C, Masotti G. Improved exercise tolerance and quality of life with cardiac rehabilitation of older patients after myocardial infarction: results of a randomized, controlled trial. *Circulation* 2003; 107: 2201-2206.
33. Meek C, Pollock A, Potter J, Langhorne P. A systematic review of exercise trials post stroke. *Clin Rehabil* 2003; 17: 6-13.
34. Mehrholz J, Pohl M. Aktuelle Konzepte zur Gangrehabilitation nach Schlaganfall. *Z f Physiotherapeuten* 2005; 57: 2-9.
35. Mehrholz J, Pohl M. Klinische Gehstests bei Patienten mit Hemiparese nach Schlaganfall. *Z f Physiotherapeuten* 2004; 56: 1628-1638.
36. Mehrholz J, Pohl M. Wird in der neurologischen Rehabilitation seitens der Physiotherapie ausreichend das Herz-Kreislaufsystem trainiert? Ein Vergleich verschiedener Übungen bei gehfähigen Patienten mit Hemiparese nach Schlaganfall. *Neurol Rehabil* 2005; 11: 126-130.
37. Mehrholz J, Werner C, Hesse S, Pohl M. Immediate and long-term functional impact of repetitive locomotor training as an adjunct to conventional physiotherapy for non-ambulatory patients after stroke. *Disability and Rehabilitation* 2008; 30: 830-836
38. Michael KM, Allen JK, Macko RF. Reduced ambulatory activity after stroke: the role of balance, gait, and cardiovascular fitness. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 1552-1556.
39. Pang MY, Eng JJ, Dawson AS, Gylfadottir S. The use of aerobic exercise training in improving aerobic capacity in individuals with stroke: a meta-analysis. *Clin Rehabil* 2006; 20: 97-111.
40. Pang MY, Eng JJ, Dawson AS. Relationship between ambulatory capacity and cardiorespiratory fitness in chronic stroke: influence of stroke-specific impairments. *Chest* 2005; 127: 495-501.
41. Rimmer JH, Wang E. Aerobic exercise training in stroke survivors. *Top Stroke Rehabil* 2005; 12: 17-30.
42. Roth EJ. Heart disease in patients with stroke: incidence, impact, and implications for rehabilitation. Part 1: Classification and prevalence. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 752-760.
43. Roth EJ. Heart disease in patients with stroke. Part II: Impact and implications for rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 94-101.
44. Saunders D, Greig C, Mead G, Young A. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; CD003316.

Interessenvermerk

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. rer. medic. habil. Jan Mehrholz
Wissenschaftliches Institut
Private Europäische Medizinische Akademie der
Klinik Bavaria in Kreischa GmbH
An der Wolfsschlucht 1-2
01731 Kreischa
E-Mail: jan.mehrholz@klinik-bavaria.de

Weitere Angebote unter www.hippocampus.de

Hippocampus Verlag | Postfach 1368 | 53585 Bad Honnef

Bestellung per Fon +49 (0) 22 24 . 91 94 80,

Fax +49 (0) 22 24 . 91 94 82 oder verlag@hippocampus.de