

Atemfunktionsstörungen bei Multipler Sklerose – Häufigkeit, Einflussfaktoren und Behandlungseffekte

Neurol Rehabil 2014; 20 (5): 253–259
Hippocampus Verlag 2014

A. Eitel, K. Gusowski, P. Flachenecker

Zusammenfassung

Atemfunktionsstörungen sind bekannte Komplikationen im Endstadium der Multiplen Sklerose (MS), können aber auch früh im Krankheitsverlauf auftreten. In zwei konsekutiven Studien untersuchten wir (1) Häufigkeit, Ausmaß und Korrelation der Atemfunktionsstörung zu motorischen Einschränkungen und (2) die Effekte eines unspezifischen Rehabilitationsprogramms im Vergleich zu einem zusätzlichen Training der Atemfunktion in zwei großen, unselektionierten MS-Kohorten.

Patienten und Methodik: Mit Hilfe einer computergestützten Spirometrie wurden vor und nach einer 4–5-wöchigen Rehabilitationsmaßnahme die Vitalkapazität (VC), die forcierte VC (FVC), die inspiratorische VC (IC), das forcierte expiratorische Volumen (FEV%) und das expiratorische Residualvolumen (ERV) bestimmt. Die motorischen Einschränkungen wurden mit der »Expanded Disability Status Scale« (EDSS) und dem »Rivermead Assessment« (RMA) erfasst. In der ersten Studie wurden die Lungenfunktionsparameter von 60 MS-Patienten (40 Frauen, 20 Männer, Alter $50,2 \pm 12,2$ Jahre) mit denen von 20 gesunden Kontrollpersonen (13 Frauen, 7 Männer, Alter $43,5 \pm 13,5$ Jahre) verglichen. Alle Patienten erhielten ein störungsspezifisches, nicht auf die Atemfunktion ausgerichtetes Rehabilitationsprogramm (unspezifische Behandlung). In der zweiten Studie wurden 40 weitere MS-Patienten (28 Frauen, 12 Männer, Alter $47,0 \pm 11,7$ Jahre) zusätzlich mit einem Atemtraining zweimal wöchentlich für jeweils 30 Minuten behandelt.

Ergebnisse: Bei den MS-Patienten waren im Vergleich zu den Kontrollen VC, FVC und IC im Median signifikant erniedrigt, nicht aber FEV% und ERV. Die VC lag bei 36 Patienten (60%) unterhalb 90% des Sollwerts. Bei Patienten mit sichtbarer Atemfunktionsstörung ($n = 7,11\%$) war die VC noch weiter reduziert. Das Ausmaß der Atemfunktionsstörung war signifikant zum RMA, insbesondere zum Subscore für die Armfunktion, korreliert. Während das unspezifische Rehabilitationsprogramm zwar die motorischen Einschränkungen verbessern konnte, aber keine Effekte auf die Lungenfunktionsparameter hatte, konnten in der Gruppe mit zusätzlichem Atemtraining neben der motorischen Funktion auch VC und FVC signifikant gesteigert werden.

Schlussfolgerung: Atemfunktionsstörungen sind häufig bei der MS vorhanden und überwiegend Ausdruck einer restriktiven und nicht obstruktiven Ventilationsstörung. Die eingeschränkte Atemfunktion kann durch ein spezifisches Atemtraining verbessert werden, während übliche Rehabilitationsmaßnahmen diesbezüglich nicht erfolgreich sind. Die Ergebnisse unserer Studien unterstreichen die Notwendigkeit, der Atemfunktion stärkere Beachtung zu schenken und MS-Betroffenen eine spezifisch auf die Atmung ausgerichtete Therapie anzubieten.

Schlüsselwörter: Multiple Sklerose, Atemfunktion, Rumpf, Atemtraining, Rehabilitation

Neurologisches Rehabilitationszentrum Quellenhof Bad Wildbad

Einleitung

Die Multiple Sklerose (MS) ist eine chronisch-entzündliche Erkrankung des zentralen Nervensystems (ZNS), die neben vielfältigen anderen Symptomen häufig zu motorischen Beeinträchtigungen und Einschränkungen der Mobilität führt. In erster Linie kommt es dabei zu spastischen Paresen beider Beine mit Gangstörungen, die sowohl in der Vorstellung von Laien das Krankheitsbild dominieren als auch nach Einschätzung der Betroffenen

selbst von großer Bedeutung sind [9]. Im klinischen Alltag weitaus weniger beachtet werden Atemfunktionsstörungen, obwohl deren Vorhandensein bei der MS seit langem bekannt ist und diese zu den häufigen Todesursachen gehören [6]. Obwohl im allgemeinen angenommen wird, dass eine respiratorische Insuffizienz erst in den fortgeschrittenen Stadien der Erkrankung auftritt, war bei über der Hälfte von insgesamt 60 konsekutiven MS-Patienten eines neurologischen Rehabilitationszentrums die Atemleistung eingeschränkt, wobei gleicher-

Respiratory dysfunction in multiple sclerosis – prevalence, influencing factors, and treatment effects

A. Eitel, K. Gusowski, P. Flachenecker

Abstract

Respiratory dysfunction is thought to be common in the terminal stages of multiple sclerosis (MS), but may also occur early in the disease course. We conducted two studies aimed at (1) determining the degree of respiratory dysfunction and its relationship to motor disability, and (2) comparing the effects of specific vs. unspecific rehabilitation programs in two large cohorts of unselected MS patients.

Patients and methods: Respiratory function was evaluated by spirometry and included vital capacity (VC), forced vital capacity (FVC), inspiratory vital capacity (IC), expiratory residual volume (ERV), and forced expiratory volume (FEV %). Motor disability was assessed by the Expanded Disability Status Scale (EDSS) and the Rivermead Motor Assessment (RMA). Results were obtained at admission and repeated after a 4–5 week rehabilitation program. In the first study, 60 MS patients (40 women, 20 men, age 50.2 ± 12.2 years), and 20 age- and sex-matched healthy controls (13 women, 7 men, age 43.5 ± 13.5 years) were included, and the rehabilitation program was tailored towards functional disability, but not specifically towards respiratory function (»unspecific« treatment). In the second study, 40 MS patients (28 women, 12 men, age 47.0 ± 11.7 years) received a specific training session (breath therapy, body perception and arm/trunc muscle strengthening) in addition to the above mentioned rehabilitation program two times weekly for 30 minutes.

Results: Median VC, FVC and IC were significantly lower in MS patients than in controls, but not FEV % and ERV. Thirty-six patients (60%) but none of the controls showed VC values below 90% of predicted. In patients with visible respiratory dysfunction ($n = 7.11\%$), median VC was further reduced. Respiratory dysfunction was significantly correlated to RMA, particularly to the subscore of arm function. In contrast to the unspecific treatment group, median VC and FVC were significantly improved after the rehabilitation program including respiratory training, whereas the changes in motor disability (RMA) were similar in both treatment groups.

Conclusions: Respiratory dysfunction is common in MS patients pointing to restrictive but not obstructive deficits and can successfully be treated with specific exercise programs, whereas an »unspecific« rehabilitation program did not increase respiratory parameters. Thus, it is necessary to evaluate respiratory parameters and administer therapy that is tailored specifically towards pulmonary function.

Key words: multiple sclerosis, respiratory function, mobility, respiratory function training, rehabilitation

Neurol Rehabil 2014; 20 (5): 253 – 259

© Hippocampus Verlag 2014

maßen eine restriktive als auch eine obstruktive Funktionsstörung nachweisbar waren [1].

Da die inspiratorische und expiratorische Atemmuskulatur von einem stabilen Oberkörper abhängt, liegt es nahe, dass insbesondere bei einer Beeinträchtigung der Rumpfmuskulatur auch die Atemleistung betroffen sein könnte. Nachdem wir derartige Beobachtungen immer wieder bei einigen unserer Patienten gemacht haben, generierten wir zunächst eine prospektive Längsschnittstudie, um systematisch die Atemleistung bei einer unausgewählten Gruppe von MS-Patienten zu bestimmen, zur Verlaufsförmigkeit und der motorischen Funktionseinschränkung zu korrelieren und die Auswirkungen eines nicht spezifisch auf die Atemfunktion abgestimmten, störungsspezifischen

Rehabilitationsprogramms zu evaluieren. Basierend auf den Erkenntnissen dieser Untersuchung entwickelten wir im zweiten Schritt ein speziell auf die Atemfunktion angepasstes Therapieprogramm und verglichen in einer Folgestudie die Atemfunktion der damit behandelten Patienten mit derjenigen der ursprünglichen Kohorte. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser beiden Studien dargestellt.

Patienten und Methodik

In die erste Studie wurden alle Patienten einbezogen, die im Studienzeitraum zwischen Mai und Oktober 2005 zu einer stationären Rehabilitationsmaßnahme in das Neurologische Rehabilitationszentrum Quellenhof aufgenommen wurden, eine sichere MS-Diagnose nach den McDonald-Kriterien aufwiesen, über 18 Jahre waren und ihr schriftliches Einverständnis zur Teilnahme an der Studie gaben. Ausgeschlossen wurden Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen (Asthma bronchiale, chronisch-obstruktive Lungenerkrankungen), akuten respiratorischen Infekten, schweren kognitiven Defiziten, einer Cortisontherapie innerhalb der letzten 30 Tage, neuer oder veränderter Immuntherapie innerhalb der letzten 30 Tage und einem unvollständigen Mundschluss, der die Durchführung der Spirometrie erschwert. Nach Auswertung der Ergebnisse wurde die Folgestudie zwischen Januar und März 2007 mit den gleichen Ein- und Ausschlusskriterien durchgeführt.

Die standardisierte Datenerhebung erfolgte zu Beginn und am Ende der 4–5-wöchigen Rehabilitationsbehandlung. Mit Hilfe einer computergestützten Spirometrie wurden statische und dynamische Lungenvolumina erfasst und durch die Software automatisch ausgewertet (IKO MED, Breeze Suite Version 6.2). Statische Lungenvolumina sind zeitunabhängige Werte und bestehen aus (1) der Vitalkapazität (VC), die sich aus der Summe von Atemzugvolumen, Einatemwert (inspiratorische Kapazität, IC) und Ausatemwert (expiratorisches Reservevolumen, ERV) errechnet, (2) dem Residualvolumen (RV), das das Gasvolumen beschreibt, das auch bei maximaler Ausatmung in der Lunge verbleibt, und (3) der totalen Lungenskapazität (TLC), die die Summe aus VC und RV darstellt. Zur Bestimmung der statischen Lungenvolumina wurde der Patient angeleitet, zunächst über drei Atemzüge ruhig ein- und auszuatmen; aus dem Mittelwert wurde das Atemzugvolumen bestimmt. Danach wurde er aufgefordert, über drei weitere Atemzüge tief ein- und auszuatmen; hieraus wurden IC und ERV bestimmt und die VC errechnet. Die dynamischen Atemvolumina sind zeitabhängige Größen und werden aus der Ausatemleistung berechnet, die auf einen bestimmten Zeitfaktor bezogen wird. Dazu gehören die forcierte expiratorische Vitalkapazität (FVC), die das gesamte Volumen während eines forcierten Ausatemmanövers darstellt, und der Ein-Sekunden-Wert (FEV%), der die Ausatemleistung innerhalb der ersten Sekunde während einer

forcierten Ausatmung beschreibt [16]. Die erhobenen Messdaten wurden einerseits in Absolutwerten angegeben, andererseits auch in Prozent von Sollwerten, die mit der Software anhand Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht automatisch errechnet wurden. Zudem wurden die Ergebnisse der ersten Studie mit einer alters- und geschlechtsgematchten Kontrollgruppe verglichen, die sich aus Klinikmitarbeitern rekrutierte und einmalig im Querschnitt untersucht wurde.

Zur Bestimmung der motorischen Einschränkungen wurden das Rivermead-Assessment (RMA) durchgeführt und die Expanded Disability Status Scale (EDSS) bestimmt. Der Rivermead-Test ist ein untersucherbasierter Fragebogen, der die Alltagsaktivität im motorischen Bereich überprüft und neben einem Gesamtwert Subskalen für die Arm- und Beinfunktion liefert. Die Gesamtskala reicht von 0 bis 38 (Armscore 15, Beinscore 10 Punkte), wobei höhere Werte ein höheres Maß an motorischer Aktivität anzeigen [12]. Die EDSS ist ein standardisiertes Instrument zur Beschreibung der (körperlichen) Behinderung bei MS, das auf einer neurologischen Untersuchung und der maximal möglichen Gehstrecke beruht. Die Skala reicht von »0« bis »10«, wobei »0« einen vollkommen normalen neurologischen Befund ohne jede funktionelle Einschränkung und »10« Tod durch MS repräsentiert [11].

In der Studie 1 erhielten alle Patienten unabhängig von ihrer Atemleistung ihr individuelles, multiprofessionelles, störungsspezifisches Rehabilitationsprogramm. In der Studie 2 wurde zusätzlich zweimal wöchentlich über 30 Minuten ein spezifisches Gruppentraining durchgeführt, das aus Atemtherapie, Körperwahrnehmung und Kräftigung von Arm- und Rumpfmuskulatur bestand. Dabei wurden die Patienten in Abhängigkeit von der Vitalkapazität in zwei Gruppen eingeteilt: bei noch normalen Werten ($VC > 70\%$) erfolgten präventive Maßnahmen (Atemtherapie, Körperwahrnehmung und Dehnung der Rumpf und Schultermuskulatur), während bei eingeschränkter Atemfunktion ($VC \leq 70\%$) Kräftigungsübungen für Arm- und Rumpfmuskulatur und Atemübungen zur Verstärkung der Inspiration und zur Erhöhung der VC und insbesondere der forcierten VC zur Anwendung kamen.

Beide Studien wurden von der Ethikkommission der Landesärztekammer Baden-Württemberg und der Deutschen Rentenversicherung Bund genehmigt.

Die Stichproben wurden mittels Mittelwert \pm Standardabweichung beschrieben. Bei den Ergebnismessungen wurden die Daten als Medianwerte und 25–75% Interquartilen dargestellt. Die Vergleiche zwischen Kontroll- und Patientengruppen erfolgten mit dem Mann-Whitney-Rangsummen-Test, die statistische Signifikanz im zeitlichen Verlauf wurde mit dem Wilcoxon-Rangsummen-Test überprüft. Die Korrelationen wurden mit dem Spearman-Korrelationskoeffizienten berechnet. Die Auswertung erfolgte mit dem Programm »SIGMAStat für Windows, Version 1.0« (Jandel Cooperation 1994), p-Werte $< 0,05$ wurden als signifikant betrachtet.

Ergebnisse

Studie 1: Häufigkeit und Verlauf von Atemfunktionsstörungen

In die erste Studie wurden 60 MS-Patienten und 20 Kontrollpersonen eingeschlossen, wobei die Patientengruppe das gesamte Spektrum der Erkrankung umfasste (EDSS zwischen 0 und 8,5, sowohl schubförmige als auch chronisch-progrediente MS). Diese und weitere Basisdaten sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Die MS-Patienten wiesen im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant erniedrigte Medianwerte der Lungenvolumina auf (VC 86 % vs. 102% des Sollwerts, IC 77 % vs. 109 %, und FVC 74 % vs. 90 %), während sowohl für die FEV% als auch die ERV keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden konnten (Abbildung 1). Die Vitalkapazität (VC) lag bei 36 MS-Patienten (60 %) unter 90% des errechneten individuellen Sollwerts, während keine der Kontrollpersonen eine derartige Einschränkung aufwies. Sieben Patienten (11%) zeigten klinisch sichtbare Symptome einer Atemfunktionsstörung wie leise, abgehackte Sprechweise, Kurzatmigkeit und sichtbaren Atemhilfsmuskeleinsatz. Bei diesen Patienten war die VC mit einem Median von 52% (Interquartilen 43–65%) im Vergleich zu 89% (82–102%) bei solchen ohne Atemprobleme weiter reduziert. Sowohl VC als auch FVC waren signifikant zu den motorischen Parametern des Rivermead-Assessments korreliert, insbe-

	gesunde Kontrollen	MS-Patienten (Atemtherapie –)	MS-Patienten (Atemtherapie +)
Anzahl	20	60	40
Alter (Jahre)	43,5 \pm 13,5	50,2 \pm 12,2	47,0 \pm 11,7
Frauen : Männer	13 : 7 (65%)	40 : 20 (67%)	28 : 12 (67%)
EDSS (Median) (Bereich)	-	6,0 (0–8,5)	6,0 (0–8,5)
Krankheitsdauer (Jahre)	-	12,9 \pm 10,6	12,3 \pm 8,4
Anteil RR-MS	-	26%	28%

Tab. 1: Patientencharakteristika beider Studien. Angegeben sind Mittelwert \pm Standardabweichung bzw. der Medianwert (EDSS). EDSS: Expanded Disability Status Scale. Atemtherapie – : MS-Patienten mit störungsspezifischer, aber nicht speziell auf die Atemfunktion abgestimmter Rehabilitationsbehandlung. Atemtherapie + : MS-Patienten mit störungsspezifischer Rehabilitationsbehandlung und zusätzlicher, auf die Atemfunktion abgestimmter Therapie.

	VC	FVC
EDSS	-0,35 *	-0,27 †
RMA gesamt	0,45 **	0,50 **
RMA Subscore Arm	0,32 *	0,53 **
RMA Subscore Bein	0,23 †	0,44 **

Tab. 2: Korrelationen zwischen Vitalkapazität und motorischen Funktionen. Angegeben sind die Korrelationskoeffizienten (Spearman-Korrelationskoeffizient). EDSS: Expanded Disability Status Scale, RMA: Rivermead Assessment. **p $< 0,001$, *p $< 0,02$, †0,06 $< p < 0,08$.

Abb. 2

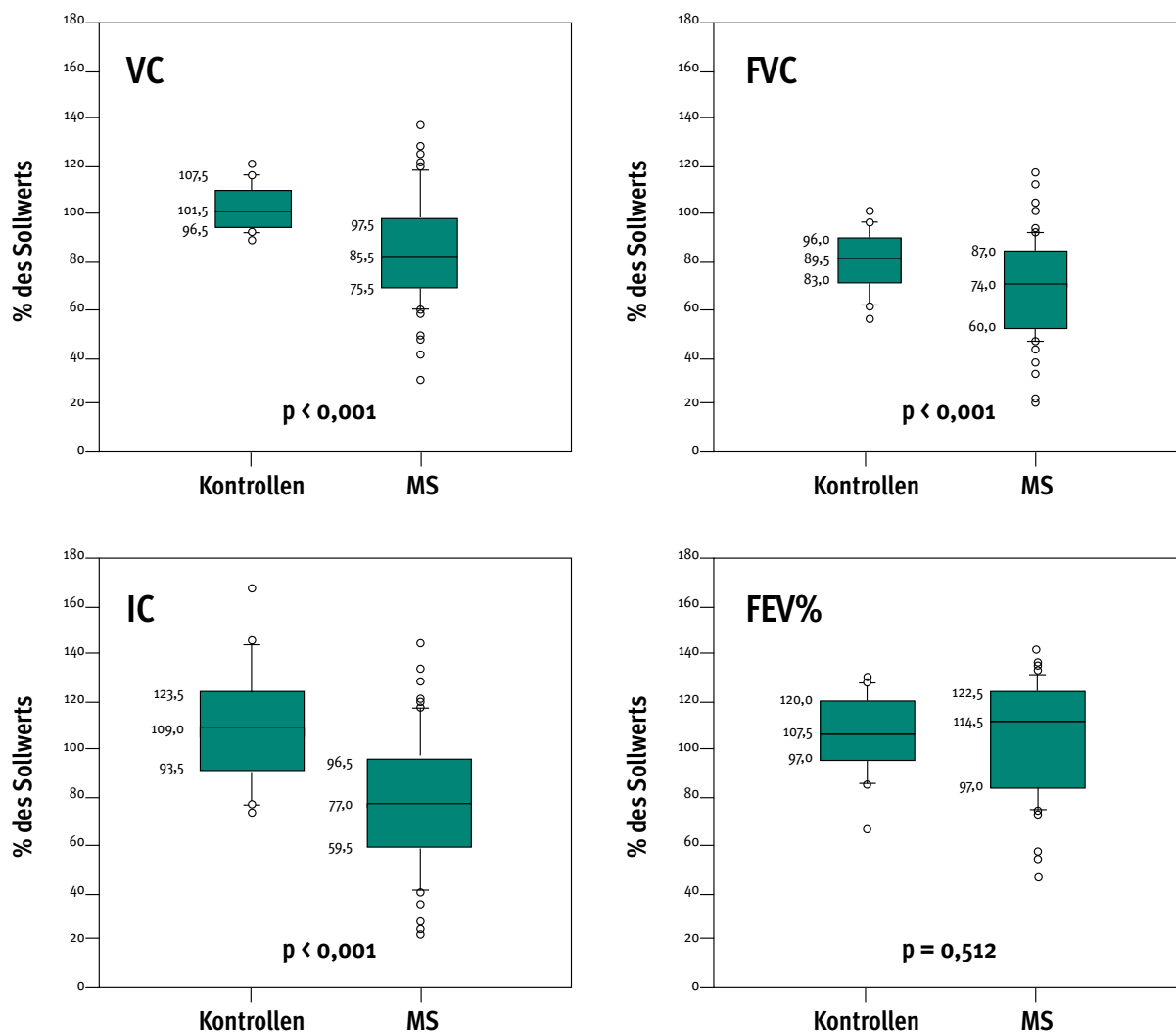


Abb. 1: Lungenvolumina bei MS und gesunden Kontrollen. Statische (links: Vitalkapazität, VC und inspiratorische Kapazität, IC) und dynamische (rechts: forcierte Vitalkapazität, FVC, und Ein-Sekunden-Wert des forcierten expiratorisches Volumens, FEV%) Lungenvolumina in % des errechneten Sollwerts bei 60 MS-Patienten (links) und 20 gesunden Kontrollpersonen (rechts) der Studie 1. Die Boxen stellen die Medianwerte und 25 – 75 % Interquartilen dar, die Linien den 10 – 90 % Bereich. Während VC, IC und FVC bei MS-Patienten signifikant erniedrigt waren, war die FEV% in beiden Gruppen nicht unterschiedlich (Mann-Whitney-Rangsummentest).

sondere zum Subscore für Armfunktion (Tabelle 2), während zur EDSS nur eine schwache bzw. trendmäßige Korrelation und für Geschlecht, Alter, Krankheitsdauer und Verlaufsform kein Zusammenhang zu den Lungenfunktionsparametern gefunden werden konnten.

Nach dem 4 – 5-wöchigen Rehabilitationsaufenthalt ohne spezifische Atemtherapie konnte zwar die motorische Leistungsfähigkeit ausweislich des Rivermead-Assessments signifikant gesteigert werden, nicht aber die Lungenvolumina (Abbildungen 2 und 3).

Abb. 2 (nächste Seite oben): Motorische Funktion (Gesamt-Score des Rivermead-Assessments, RMA) bei 60 MS-Patienten ohne spezifische Atemtherapie (links, Studie 1) und 40 MS-Patienten mit spezifischer Atemtherapie (rechts, Studie 2) vor (jeweils links) und nach (jeweils rechts) einer 4 – 5-wöchigen Rehabilitationsbehandlung. Die Boxen stellen die Medianwerte und 25 – 75 % Interquartilen dar, die Linien den 10 – 90 % Bereich. In beiden Gruppen zeigte sich eine signifikante Verbesserung der motorischen Funktionen in vergleichbarem Ausmaß (Wilcoxon-Rangsummentest).

Abb. 3 (nächste Seite unten): Lungenfunktionsparameter (forcierte Vitalkapazität FVC, oben und Vitalkapazität VC, unten) bei 60 MS-Patienten ohne spezifische Atemtherapie (links, Studie 1) und 40 MS-Patienten mit spezifischer Atemtherapie (rechts, Studie 2) vor (jeweils links) und nach (jeweils rechts) einer 4 – 5-wöchigen Rehabilitationsbehandlung. Die Boxen stellen die Medianwerte und 25 – 75 % Interquartilen dar, die Linien den 10 – 90 % Bereich. Eine Verbesserung der Lungenfunktionsparameter war nur in der Gruppe mit spezifischem Atemtraining (rechts) nachweisbar (Wilcoxon-Rangsummentest).

Abb. 2

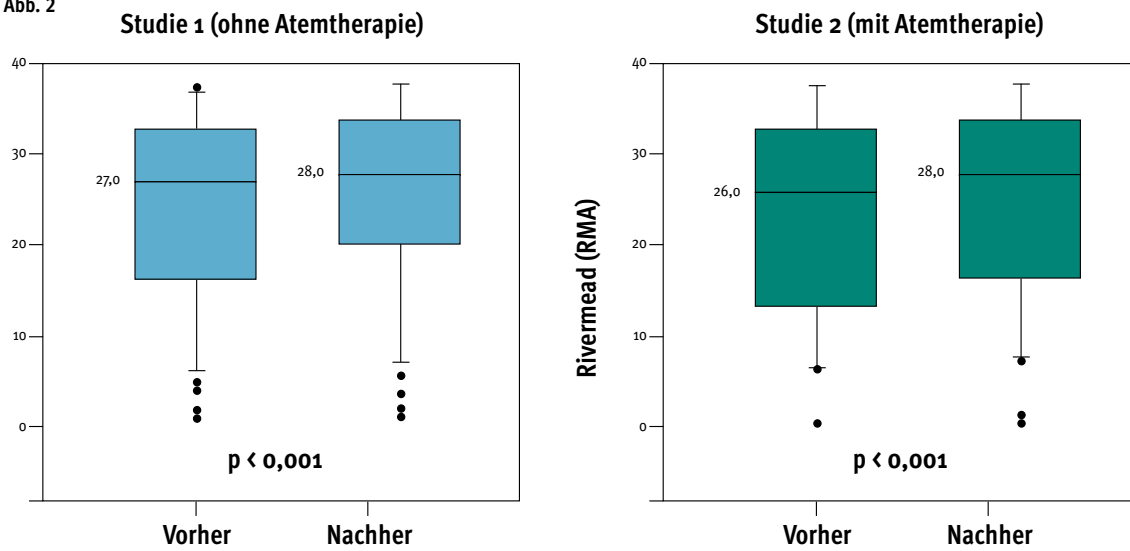
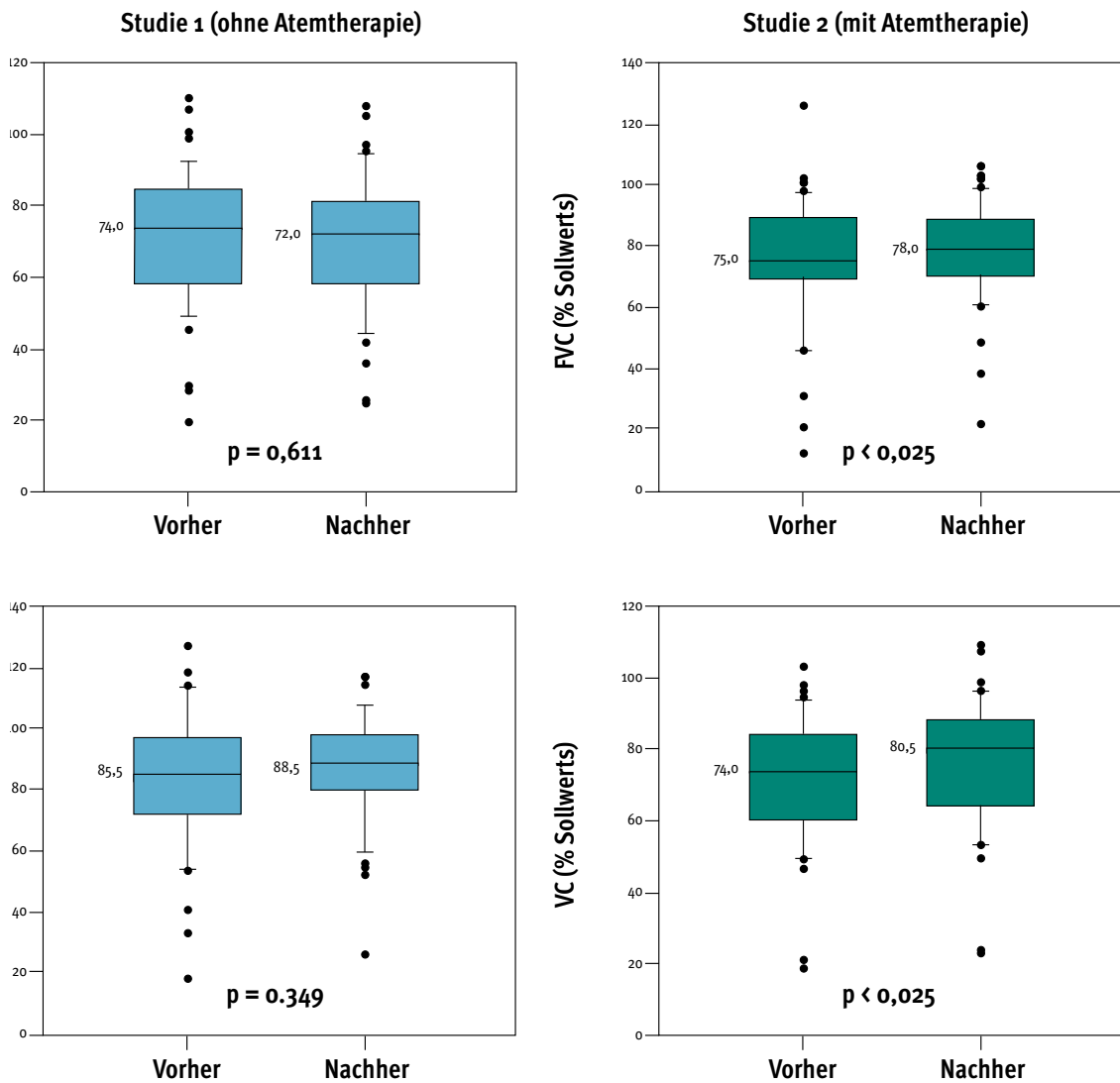


Abb. 3



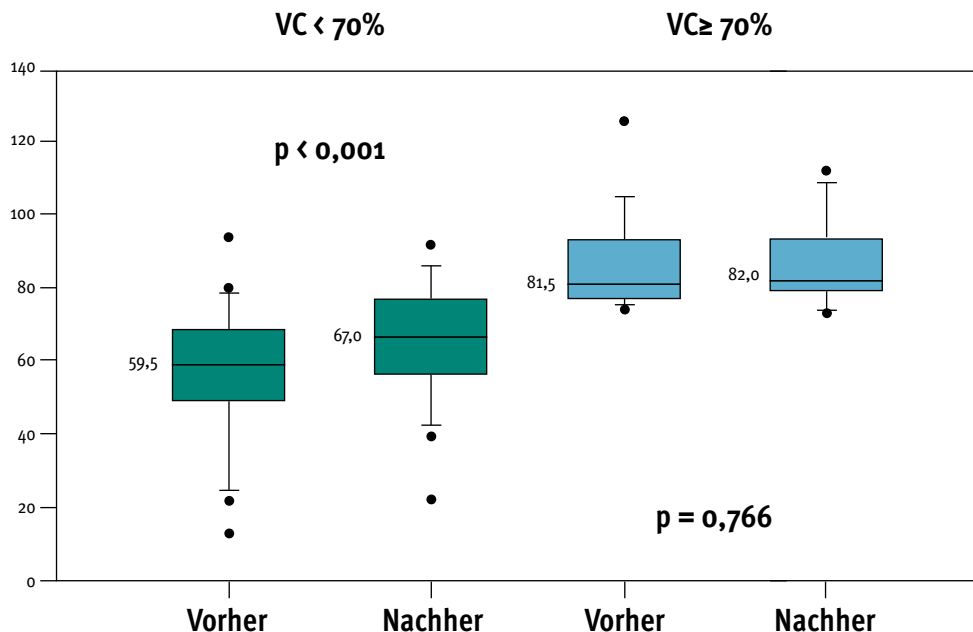


Abb. 4: Steigerung der Vitalkapazität (VC) durch ein spezifisches Atemtraining (Studie 2) in Abhängigkeit vom Ausgangswert (VC < 70% und VC ≥ 70%). Die Boxen stellen die Medianwerte und 25–75% Interquartilen dar, die Linien den 10–90% Bereich. Die therapeutischen Effekte waren vor allem bei den Patienten mit eingeschränkter Atemfunktion (VC < 70%, links) nachweisbar (Wilcoxon-Rangsummentest).

Studie 2: Effekte eines spezifischen Atemfunktionstrainings

In diese Studie wurden 40 MS-Patienten eingeschlossen, deren demographische Daten denen der vorhergehenden Untersuchung vergleichbar waren (Tabelle 1). Nach dem 4–5-wöchigen Rehabilitationsprogramm inklusive spezifischer, auf die Atemfunktion ausgerichteter Gruppentherapien waren die motorischen Funktionen (Rivermead Assessment) in ähnlicher Weise verbessert wie in der vorhergehenden Untersuchung (Abbildung 2). Im Gegensatz dazu konnten jedoch sowohl die VC (78% vs. 75% des Sollwerts) als auch die FVC (81% vs. 74%) nur mit der spezifischen Atemtherapie, nicht aber mit der unspezifischen Therapie signifikant gesteigert werden (Abbildung 3). Die Subgruppenanalyse mit Stratifizierung nach der VC zeigte, dass die beobachteten Effekte nur in der Gruppe mit deutlich eingeschränkter Atemfunktion bei der Eingangsmessung (VC < 70%, n = 8) und nicht in der Gruppe mit höherer VC (VC ≥ 70%, n = 22) vorhanden waren (Abbildung 4).

Diskussion

Die vorliegende Studie liefert zwei wesentliche Erkenntnisse, die für die Rehabilitation von MS-Betroffenen bedeutsam sind: zum einen sind Atemfunktionsstörungen unabhängig von Krankheitsdauer oder Alter häufig bei MS-Patienten nachweisbar. Zum anderen werden diese nicht durch die üblichen Rehabilitationsmaßnahmen verbessert, sondern benötigen ein spezifisches Atemmuskeltraining.

Obwohl bereits 1952 über Ateminsuffizienz bei MS und deren Behandlung berichtet wurde [8] und respiratorische Infekte auf dem Boden einer respiratori-

schen Dysfunktion eine häufige Todesursache bei MS darstellen [5], wurde (und wird) der Atemfunktion im klinischen Alltag nur wenig Beachtung geschenkt. In der Literatur sind bis Mitte der 1990er Jahre nur wenige Arbeiten (und dann mit meist geringen Fallzahlen) erschienen, die sich diesem Thema widmeten [6, 10, 14]. Im Allgemeinen wird angenommen, dass die Atemfunktion erst in den terminalen Stadien der MS betroffen ist [7]. In Übereinstimmung damit fanden Buyse et al. bei 60 MS-Patienten, dass die Lungenfunktion (VC, FEV%, peak-expiratory flow, PEF und mid-expiratory flow, MEF) vor allem bei Patienten mit EDSS ≥ 7, also höherer neurologischer Behinderung, eingeschränkt war [1], und auch in einer neueren Untersuchung bei 38 MS-Patienten und einer mittleren EDSS von $4,3 \pm 1,4$ konnte eine signifikante Korrelation zwischen Atemfunktion und neurologischer Behinderung nachgewiesen werden. In unserer Studie lag bei einer medianen EDSS von 6,0 (d. h. Patienten, die noch 100 Meter mit Gehstütze gehen können, also nur mäßiggradig behindert sind) die VC bereits bei 60% der Patienten unterhalb von 90% des Sollwerts, und die EDSS war nur schwach zur VC und nicht zur FVC korreliert. In ähnlicher Weise waren in einer neueren Studie mit 30 MS-Patienten PEF und maximaler inspiratorischer bzw. expiratorischer Druck sowohl bei Patienten mit EDSS < 4 als auch bei solchen mit EDSS ≥ 4 gleichermaßen eingeschränkt [15].

Das Muster eingeschränkter Lungenfunktionsparameter bei unseren Patienten (VC, IC und FVC) weist vor allem auf eine restriktive Ventilationsstörung hin, während die normale FEV% eine obstruktive Einschränkung wenig wahrscheinlich macht. Da die inspiratorische und expiratorische Atemmuskulatur von einem stabilen Oberkörper abhängt, liegt es nahe, dass bei einer Beeinträchtigung der Rumpfmuskulatur auch

die Atemleistung betroffen sein könnte. Unsere Daten unterstützen diese Annahme: zum einen fanden wir einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Lungenfunktionsparametern und dem motorischen Status insgesamt, gemessen mit dem Rivermead-Assessment. Zum anderen war vor allem der Subscore für die Armfunktion vergleichsweise gut mit der Vitalkapazität korreliert ($r = 0,50$ bzw. $0,53$), während die motorische Funktion der unteren Extremitäten einen weniger starken Zusammenhang dazu aufwies. In gleicher Weise war auch die EDSS, die ja insbesondere ab einem Wert $\geq 4,0$ stark von der Gehfähigkeit dominiert wird [3], nur schwach zur respiratorischen Funktion korreliert. Dieser Befund stimmt gut mit den Ergebnissen vorangegangener Studien überein [6, 15]. Andere Untersuchungen berichten zwar, dass insbesondere bei einer EDSS $\geq 7,0$ die Atemfunktion stärker eingeschränkt ist [1, 7]; dies stellt aber keinen Widerspruch zu den anderslautenden Befunden dar, da ab diesem Behinderungsgrad (eingeschränktes Gehvermögen auf maximal 5 m) mit einer zunehmenden Beteiligung auch der Arm- und oberen Rumpfmuskulatur und damit der Atemmuskulatur zu rechnen ist. Damit wird deutlich, dass es im Verlauf der MS neben langsam fortschreitenden Paresen der Extremitäten auch zu einer chronischen Atemschwäche kommen kann, die bei der Planung des Rehabilitationsprogramms berücksichtigt werden muss.

Eine weitere Fragestellung unserer Untersuchungen betraf den zeitlichen Verlauf der Atemfunktionsstörungen und die Effekte der angewandten Rehabilitationsmaßnahmen. Obwohl in unserer ersten Studie im Rivermead-Test eine signifikante Verbesserung der motorischen Funktion nachweisbar war, war die Atemfunktion am Ende der Rehabilitationsbehandlung weitgehend unverändert. Im Gegensatz dazu konnten wir in der Folgestudie zeigen, dass ein speziell auf die Atmung ausgelegtes zusätzliches Trainingsprogramm die pathologischen Lungenfunktionsparameter signifikant verbessern konnte, was mittlerweile auch von anderen Untersuchungen berichtet wurde [2, 4, 13]. Obwohl unsere Studien keinem randomisiertem, parallelem Design folgten, sondern sequentiell durchgeführt wurden und damit ein Randomisierungsfehler vorliegen könnte, zeigen doch die Gegenüberstellungen sowohl der demographischen Faktoren (Alter, Geschlecht) wie auch der Krankheitscharakteristika (Krankheitsdauer, EDSS, Verlaufsform), dass die MS-Gruppen diesbezüglich gut vergleichbar und somit unsere Ergebnisse valide sind. Zudem ist die Fallzahl mit insgesamt 100 MS-Patienten und 20 gesunden Kontrollpersonen eine der größten in der Literatur überhaupt.

Zusammenfassend unterstreichen unsere Ergebnisse die Notwendigkeit, MS-Patienten bezüglich ihrer Atemfunktion nicht nur verstärkte Aufmerksamkeit zu schenken und diese zu untersuchen, sondern ihnen auch eine zielgerichtete Therapie der Atemfunktionsstörung anzubieten, die speziell auf ihre Erfordernisse zugeschnitten sein muss.

Literatur

1. Buysse B, Demedts M, Meekers J, Vandegaer L, Rochette F, Kerkhofs L. Respiratory dysfunction in multiple sclerosis: a prospective analysis of 60 patients. *Eur Respir J* 1997; 10: 139-45.
2. Chiara T, Martin AD, Davenport PW, Bolser DC. Expiratory muscle strength training in persons with multiple sclerosis having mild to moderate disability: effect on maximal expiratory pressure, pulmonary function, and maximal voluntary cough. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87: 468-473.
3. Flachenecker P. Scores und Assessments in der MS-Rehabilitation. In: Dettmers C, Bülow P, Weiller C (eds) *Rehabilitation der Multiplen Sklerose*. Bad Honnef: Hippocampus Verlag 2010, 77-107.
4. Fry DK, Pflazer LA, Chokshi AR, Wagner MT, Jackson ES. Randomized control trial of effects of a 10-week inspiratory muscle training program on measures of pulmonary function in persons with multiple sclerosis. *J Neurol Phys Ther* 2007; 31: 162-172.
5. Goodin DS, Ebers GC, Cutter G et al. Cause of death in MS: long-term follow-up of a randomised cohort, 21 years after the start of the pivotal IFNbeta-1b study. *BMJ Open* 2012; 2:e001972.
6. Gosselink R, Kovacs L, Decramer M. Respiratory muscle involvement in multiple sclerosis. *Eur Respir J* 1999; 13:449-454
7. Gosselink R, Kovacs L, Ketelaer P, Carton H, Decramer M. Respiratory muscle weakness and respiratory muscle training in severely disabled multiple sclerosis patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 747-751
8. Guthrie TC, Kurtzke JF, Berlin L. Acute respiratory failure in multiple sclerosis and its management. *Ann Intern Med* 1952; 37: 1197-1203.
9. Heesen C, Bohm J, Reich C, Kasper J, Goebel M, Gold SM. Patient perception of bodily functions in multiple sclerosis: gait and visual function are the most valuable. *Mult Scler* 2008; 14: 988-991.
10. Howard RS, Wiles CM, Hirsch NP, Loh L, Spencer GT, Newsom Davis J. Respiratory involvement in multiple sclerosis. *Brain* 1992; 115: 479-494.
11. Kurtzke JF. Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology* 1983; 33: 1444-1452.
12. Lincoln N, Leadbitter D. Assessment of motor function in stroke patients. *Physiotherapy* 1979; 65: 48-51.
13. Ray AD, Udhoji S, Mashtare TL, Fisher NM. A combined inspiratory and expiratory muscle training program improves respiratory muscle strength and fatigue in multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 2013; 94: 1964-1970.
14. Tantucci C, Massucci M, Piperno R, Betti L, Grassi V, Sorbini CA. Control of breathing and respiratory muscle strength in patients with multiple sclerosis. *Chest* 1994; 105: 1163-70.
15. Taveira FM, Teixeira AL, Domingues RB. Early respiratory evaluation should be carried out systematically in patients with multiple sclerosis. *Arq Neuropsiquiatr* 2013; 71: 142-145.
16. Ulmer W. *Die Lungenfunktion. Methodik und klinische Anwendung*. Stuttgart: Georg-Thieme-Verlag 2003.

Interessenvermerk

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Korrespondenzadresse:

Anne Eitel
Neurologisches Rehabilitationszentrum Quellenhof
Sana Kliniken AG
Kuranlagenallee 2
D-75323 Bad Wildbad
E-Mail: physiotherapie.quellenhof@sana.de