

Stellenwert ambulanter, gerätegestützter Trainingstherapie bei Atemwegs- und Lungenkrankheiten

Ein Positionspapier der AG Lungensport

Relevance of Outpatient, Equipment-based Exercise Training in Patients with Chronic Respiratory Diseases

A Position Paper of the German Pulmonary Exercise Working Group

Autoren

R. Glöckl^{1,2}, O. Göhl³, M. Spielmanns^{4,5}, K. Taube⁶, R. Bock⁷, K. Schultz⁸, H. Worth⁹

Institute

Die Institutsangaben sind am Ende des Beitrags gelistet.

eingereicht 15.2.2016

akzeptiert 5.4.2016

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-105898>
 Online-Publikation: 24.5.2016
 Pneumologie 2016; 70: 446–453
 © Georg Thieme Verlag KG
 Stuttgart · New York
 ISSN 0934-8387

Korrespondenzadresse

Dr. phil. Rainer Glöckl
 Schön Klinik Berchtesgadener Land, Fachzentrum Pneumologie Malterhöh 1
 83483 Schönau am Königssee
 rgloeckl@schoen-kliniken.de

Zusammenfassung

Die körperliche Trainingstherapie gilt als eine der wichtigsten Therapieoptionen für Patienten mit chronischen Atemwegs- und Lungenkrankheiten: Die Effekte des Ausdauer- und Krafttrainings auf Atemnot, körperliche Leistungsfähigkeit und Lebensqualität sind unbestritten. Dennoch wird die Trainingstherapie im ambulanten Bereich durch die Rahmenvereinbarungen der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) limitiert: Nur der in Gruppen angeleitete Lungensport wird über längere Zeiträume von den Kostenträgern finanziert, das gerätegestützte Training bleibt ausgeschlossen, obwohl sich dessen herausragende Effizienz durch zahlreiche randomisiert kontrollierte Studien nachweisen lässt.

In diesem Übersichtsartikel werden neben der Methodik und den Effekten auch die aktuellen organisatorischen Strukturen einer ambulanten, gerätegestützten Trainingstherapie für Patienten mit chronischen Atemwegs- und Lungenkrankheiten in Deutschland aufgezeigt und kritisch diskutiert.

Einleitung

Die körperliche Trainingstherapie gehört im Management von chronischen Atemwegs- und Lungenkrankheiten zu den wichtigsten Therapieoptionen. Damit können Patienten ihre körperliche Leistungsfähigkeit steigern und ihre Belastungsdyspnoe reduzieren. Zudem verbessern sich Lebensqualität und Prognose. In Deutschland findet eine strukturierte Trainingstherapie unter Einbeziehung medizinischer Trainingsgeräte hauptsächlich im Rahmen von stationären (und einigen wenigen ambulanten) Rehabilitationseinrichtungen statt.

Ambulanter Lungensport ist in Deutschland so strukturiert, dass Patienten mit chronischen Atemwegs- und Lungenkrankheiten unter Anlei-

Abstract

Exercise training is one of the most important components in disease management for patients with chronic respiratory diseases. The clinically relevant benefits of endurance and strength training on dyspnea, exercise capacity and quality of life have been evaluated very well. However, there are some legal limitations by the German Working Group for Rehabilitation (BAR) concerning outpatient exercise training programs (beyond pulmonary rehabilitation): only group-based calisthenic training programs receive funding from health care insurances while professional equipment-based training programs are excluded despite their outstanding effectiveness.

This review provides an overview on the methodology and the benefits of outpatient exercise training programs for patients with chronic respiratory diseases, and it critically discusses the organizational structures of these programs in Germany.

tung eines qualifizierten Fachübungsleiters z. B. gymnastische Übungen oder Gehtraining durchführen. Jedoch sind durch die 2011 verabschiedeten Rahmenvereinbarungen der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation restriktive Beschränkungen in der Durchführung, insbesondere auch im Lungensport, zu beklagen. Denn diese Vereinbarungen schließen ausdrücklich Übungen an technischen Geräten aus, die dem Muskelaufbau oder zur Ausdauersteigerung dienen (z. B. Sequenztrainingsgeräte, Geräte mit Seilzugtechnik, Hantelbank, Beinpresse, Laufband, Rudergerät, Crosstrainer).

In diesem Übersichtsartikel soll deshalb der Stellenwert einer ambulanten und vor allem gerätegestützten Trainingstherapie bei Patienten mit chronischen Atemwegs- und Lungenkrankheiten

dargestellt sowie der Ausschluss dieser so effektiven Trainingsmaßnahme in Frage gestellt werden.

Rationale für eine gerätegestützte Trainingstherapie

COPD-Patienten weisen in der Regel mehrere Komorbiditäten auf und präsentieren sich oft deutlich vorgealtert, was häufig bereits im sechsten Lebensjahrzehnt an die Schwelle zur Gebrechlichkeit und Unfähigkeit zur Selbständigkeit im Alter führen kann. Eine besondere Rolle auf dem Weg dahin nimmt die Dysfunktion der Skelettmuskulatur [1] ein, die in allen Stadien der COPD auftritt. Sie beeinflusst direkt Symptome, funktionelle Kapazität, gesundheitsbezogene Lebensqualität und Belastbarkeit [2], geht mit einem schlechten Gesundheitszustand einher [3] und gilt als unabhängiger Prädiktor für Kosten im Gesundheitswesen [4] und Mortalität [5].

Verglichen mit Gesunden gleichen Alters und Geschlechts ist die Kraft der peripheren Skelettmuskulatur bei Patienten mit COPD erniedrigt [2, 6, 7]. Eine frühzeitige Ermüdung wird ebenfalls beobachtet. Hierbei nimmt die Leistungsfähigkeit bei kontinuierlichen [8, 9] oder wiederholten Tätigkeiten [10, 11] beschleunigt ab. Die Kraft des M. quadriceps femoris korreliert mit der 6-Minuten-Gehstrecke, der maximalen Sauerstoffaufnahme, der Symptomintensität bei bis zur Erschöpfung durchgeführten Testverfahren und der Belastbarkeit [2, 6]. Weiterhin erweist sie sich als besserer Prädiktor der Mortalität als der Body-Mass-Index [12].

Wissenschaftliche Studien belegen folgende Zusammenhänge: Die Abnahme der Kraft kann größtenteils durch die Verminderung des Querschnitts [12, 13] und der Muskelmasse [14] erklärt werden. Mikroskopisch lässt sich eine Atrophie einzelner Muskelfasern nachweisen [15]. Eine verminderte fettfreie Masse führt zu einer erheblichen Einschränkung ihrer Lebensqualität [16, 17] und gilt als Prädiktor für Mortalität bei Patienten mit mittelgradiger COPD [18]. Ein Verlust der Muskelmasse ist ein bedeutender Schritt in der Entwicklung einer Kachexie mit einem erniedrigten Body-Mass-Index und Bestandteil eines drohenden Erschöpfungszustandes bei chronisch kranken Patienten [19]. Ferner bringt er eine Muskelschwäche mit sich und führt zur Belastungsintoleranz [20]. Als Äquivalent der Muskelmasse wurde in einigen Studien die Kontraktionsfähigkeit, also die Kraft des Quadrizeps-Muskels, bestimmt [21]. Die Muskelkraft reflektiert die körperliche Fitness der Patienten [22]. Die Abnahme der Kontraktionsfähigkeit korreliert negativ mit den Überlebensraten [5]. Das Verhindern von Gewichtsverlust bzw. Muskelmassenverlust bei kachektischen Patienten kann deren Prognose verbessern [18].

Stellenwert gerätegestützter Trainingstherapie in Leitlinien

Eine Vielzahl von Übersichtsartikeln und Empfehlungen von Fachgesellschaften bestätigen die Effektivität von körperlicher Aktivität und Training für Gesunde [23], ältere Menschen [24], Patienten mit Osteoporose [35], Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen [26], Bluthochdruck [27], Diabetes [28] und Z. n. Schlaganfall [29]. Bei COPD sind die Effekte vor allem im Rahmen einer pneumologischen Rehabilitation für Patienten aller Schweregrade [30, 31], nach Exazerbationen [32–34] und im höheren Lebensalter [35] belegt.



Abb. 1 Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen beim gerätegestützten Krafttraining.

Tab. 1 Physiologische Effekte eines gerätegestützten Trainings (mod. nach Williams et al. [75]).

Variable	Ausdauertraining	Krafttraining
Kardiovaskuläres System		
Ruheherzfrequenz	↓ ↓	0
VO ₂ max.	↑ ↑ ↑	↑ 0
submax. und max. Ausdauerleistungsfähigkeit	↑ ↑ ↑	↑ ↑
Körperzusammensetzung		
Knochendichte	↑ ↑	↑ ↑
Körperfett	↓ ↓	↓
fettfreie Masse	0	↑ ↑ ↑
Glukosestoffwechsel		
Insulinresponse auf Glukose	↓ ↓	↓ ↓
basale Insulinspiegel	↓	↓
Insulinsensitivität	↑ ↑	↑ ↑
Plasmalipide und Lipoproteine		
HDL-Cholesterin	↑ 0	↑ 0
LDL-Cholesterin	↓ 0	↓ 0
Triglyceride	↓ ↓	↓ 0
Grundumsatz	↑ 0	↑

↑ symbolisiert einen Anstieg der Werte, ↓ symbolisiert einen Abfall der Werte, 0 bedeutet keine Veränderung
ein Pfeil: geringer Effekt, 2 Pfeile: mittlerer Effekt, 3 Pfeile: starker Effekt
HDL = high-density-lipoprotein, LDL = low-density-lipoprotein

Krafttraining, überwiegend durchgeführt als gerätegestütztes Training (☉ Abb. 1), wird bei verschiedenen Indikationen als wesentliche Komponente empfohlen und weist bzgl. der Trainingsmodalitäten gewisse Ähnlichkeiten auf. Eine gerätegestützte Trainingstherapie führt bei COPD-Patienten nicht nur zu physiologischen (☉ Tab. 1), sondern auch zu klinisch relevanten (☉ Tab. 2) Effekten.

Tab. 2 Klinische Relevanz einer gerätegestützten Trainingstherapie (Kraft- und Ausdauertraining) bei Patienten mit COPD.

Parameter	Effekt	Literatur
Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit	↑ ↑ ↑	[76–78]
Verbesserung der Lebensqualität	↑ ↑ ↑	[76–78]
verbesserte Struktur und Funktion der Muskulatur; auch bei und nach akuter Exazerbation	↑ ↑ ↑	[3, 79]
Reduktion von Häufigkeit, Dauer und Schwere von Exazerbationen	↑ ↑	[80, 81]
Reduktion des Risiko für Krankenhaus(wieder-)einweisungen	↑ ↑	[82–85]
Senkung der Mortalität	↑	[86]
Reduktion systemische Entzündung	↑	[79, 87, 88]
Verminderung des Abfalls der Lungenfunktion	↑	[77, 78, 89]
verbesserter Verlauf der COPD inkl. Begleit- und Folgeerkrankungen	↑	[90–96]

↑ = geringer Effekt, ↑ ↑ = mittlerer Effekt, ↑ ↑ ↑ = starker Effekt

Trainingssteuerung der gerätegestützten Trainingstherapie

Ausdauertraining (Dauer- versus Intervallmethode)

Obwohl bereits ein Training mit geringerer Intensität bei Patienten mit COPD zu einer Verbesserung von Dyspnoe und Lebensqualität führt [36], können durch höhere Trainingsintensitäten vermutlich auch größere physiologische Effekte erzielt werden [37, 38]. Die meisten Ausdauertrainingsprogramme beruhen auf der Dauer- oder Intervallmethode, bei der über einen längeren Zeitraum ohne Unterbrechung bei gleich bleibender Intensität trainiert wird [39]. Patienten mit schwerer COPD sind aufgrund gesteigerter Atemnot aber meist nicht in der Lage, über einen längeren Zeitraum ein kontinuierliches Ausdauertraining mit hohen Intensitäten durchzuhalten [49]. Ein Intervalltraining, das durch den Wechsel von Belastungs- und Erholungsphasen charakterisiert ist, gilt als mögliche alternative Trainingsform, die vor allem Patienten mit fortgeschrittener COPD ein sinnvolles Ausdauertraining ermöglichen kann [41]. In einem systematischen Review von Beauchamp et al. wurden 8 randomisierte kontrollierte Studien mit insgesamt 388 COPD-Patienten (mittlerer FEV₁ 33–55% des Soll) eingeschlossen, in denen diese beiden Trainingsmethoden miteinander verglichen wurden [42]. Die Meta-Analyse ergab, dass beide Ausdauertrainingsformen zu einer vergleichbar guten Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Lebensqualität führen. Darüber hinaus konnte kein Unterschied in der Zunahme der Kapillardichte oder der Veränderung der Muskelfasertypen beobachtet werden. Beide Trainingsmodalitäten weisen zudem eine vergleichbar gute prozentuale Verminderung von anaeroben Typ-IIx-Fasern mit einem daraus resultierenden größeren Anteil an aeroben Typ-I-Fasern [43] auf. Die beschriebenen Verbesserungen von Leistungsfähigkeit, Lebensqualität und Muskelmorphologie sind vergleichbar zwischen Patienten in den COPD-Schweregraden GOLD II, III und IV [44]. In einer Studie bei Patienten mit sehr schwerer COPD (FEV₁ 25% des Soll) konnte gezeigt werden, dass selbst diese Patienten in der Lage sind, ihre körperliche Leistungsfähigkeit und Lebensqualität mit beiden Methoden vergleichbar gut zu steigern [45]. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Trainingsmodalitäten lag jedoch in einer besseren Adhärenz der Patienten – vor allem derjenigen, die stärker von der COPD beeinträchtigt sind – zugunsten der Intervallmethode. Zudem waren die Dyspnoe und die Beinermüdung während des Intervalltrainings signifikant niedri-

ger. Der Modus des Intervalltrainings ermöglicht den Patienten eine kurze Regenerationsphase, die im Vergleich zur Dauer- oder Intervallmethode u. a. zu einem geringeren Laktatanstieg [46] und einer geringeren dynamischen Überblähung [47] führt. Dies könnte die bessere Toleranz eines Intervalltrainings vor allem bei Patienten mit fortgeschrittener COPD erklären.

Häufig sind Patienten im Alltag durch ihre atembezogenen und körperlichen Einschränkungen stark entmutigt. Deshalb ist es äußerst wichtig, diese Frustration nicht auch noch während eines Ausdauertrainings zu akzentuieren. Fahrradergometertraining bietet im Vergleich zum Gehtraining allgemein den Vorteil einer geringeren ventilatorischen Belastung. Zudem ist der Modus eines Intervalltrainings eine gute und durchführbare Option, Patienten mit schwerer COPD einem effektiven, aber dennoch machbaren Training zuzuführen.

Gerätegestütztes Krafttraining

Im Vergleich zum Ausdauertraining stellt gerätegestütztes Krafttraining für Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen eine geringere metabolische und ventilatorische Belastung dar [48]. Aus diesem Grund ist die Compliance zum Krafttraining bei den Patienten teilweise besser als zum Ausdauertraining. Eine Meta-Analyse, die 18 randomisierte, kontrollierte Studien mit insgesamt 543 COPD-Patienten einschloss, zeigte Kraftzuwächse der großen Muskelgruppen von 16–28% [49]. Die von der ATS/ERS gemeinsam verfassten internationalen Leitlinien empfehlen die Durchführung eines Krafttrainings 2–3×/Wo mit 1–3 Sätzen à 8–12 Wiederholungen bei 60–70% des Ein-Wiederholungsmaximums [50]. Anstatt die Trainingsintensität vom Ein-Wiederholungsmaximum abzuleiten, sollte besser angestrebt werden, dass der Patient seine subjektive muskuläre Ausbelastung am Ende eines jeden Satzes erreicht. Dieses Vorgehen ist einfacher, zweckdienlicher und weitaus individueller als die Orientierung am Ein-Wiederholungsmaximum [51]. Kann ein Patient alle vorgegebenen Sätze und Wiederholungen ohne deutliche muskuläre Ermüdung absolvieren, so sollte die Trainingsintensität erhöht werden.

Bei Patienten mit sehr starker Belastungsdyspnoe kann eine weitere Modifizierung des Trainingsablaufs erforderlich sein. In der Praxis haben sich folgende Variationen bewährt: Reduktion der trainierenden Muskelmasse hin zu einem lokalen Krafttraining (z. B. einbeinig/einarmig mit dementsprechend reduzierten Gewichten), exzentrisches statt konzentrisches Krafttraining oder das Einfügen einer ein bis zwei Atemzüge dauernden Pause zwischen jeder einzelnen Wiederholung. Ziel dieser Methoden ist es, die Belastungsdyspnoe während des Krafttrainings verhältnismäßig gering zu halten.

Zu beachten sind vor allem bei multimorbiden Patienten eventuell vorhandene absolute Kontraindikationen für ein Krafttraining wie z. B. eine dekompensierte Herzinsuffizienz, hämodynamisch relevanter Herzklappenfehler, eine akute Lungenembolie u. a. [52].

Ausdauer- und Krafttraining werden gerätegestützt vor allem in stationären und einigen ambulanten Rehazentren durchgeführt oder sind Hauptbestandteile dieser Programme. Somit sind wesentliche Effekte der Rehabilitation hierauf zurückzuführen.

Effekte stationärer und ambulanter pneumologischer Rehabilitation



COPD: Die Effekte der pneumologischen Rehabilitation (PR) bei COPD sind auf höchstem Evidenzlevel gesichert. Ein aktuelles Cochrane-Review über PR bei COPD von 2015 [53] beinhaltet 65 randomisierte kontrollierte Studien. Die nachgewiesenen Effekte im Evidenzgrad A umfassen u. a. eine Verminderung der Atemnot, Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit, Verbesserung der Lebensqualität, Reduktion von COPD assoziierter Angst und Depression sowie eine Reduktion der Anzahl und Dauer von Krankenhausaufenthalten (GOLD-Update von 2015 [54]).

Asthma bronchiale: Die Datenlage zur Rehabilitation bei Asthma ist weniger umfangreich, aber anhand der best available evidence nennt die Leitlinie der Deutschen Atemwegsliga und der DGP folgende Effekte: Besserung von Atemnot, Husten, Auswurf, der Lebensqualität, der körperlichen Leistungsfähigkeit, geringerer akutmedizinischer Ressourcenverbrauch (Krankenhaustage, Notfallbehandlungen) u. a. [55].

Interstitielle Lungenerkrankungen (ILD) und Pulmonale Hypertonie (PH): In den letzten Jahren wurden mehrere randomisierte kontrollierte Studien mit positiven Ergebnissen u. a. bzgl. körperlicher Leistungsfähigkeit und Lebensqualität zur PR bei ILD [56] und PH [57] publiziert. Daher wird PR bei diesen Erkrankungen zwischenzeitlich in den entsprechenden Leitlinien empfohlen [58].

Effekte einer ambulanten, gerätegestützten Trainingstherapie



Ein ambulantes, gerätegestütztes Training (◉ **Abb. 2**) kann vielfache kurz- und langfristige Effekte bei Patienten mit COPD bewirken. In einer belgischen Studie [59] wurden 100 COPD-Patienten in eine Trainingsgruppe und eine Kontrollgruppe randomisiert. Die Patienten in der Trainingsgruppe absolvierten pro Woche 2 bis 3 Trainingseinheiten (à 90 Minuten) einer medizinischen Trainingstherapie (MTT-Gruppe) über einen Zeitraum von 6 Monaten. Inhalte waren Training auf dem Fahrradergometer, Gehtraining auf dem Laufband und Krafttraining an Geräten. Die Kontrollgruppe erhielt keine Intervention. Nach Ablauf der 6 Monate konnten die Probanden der MTT-Gruppe einen signifikanten Zugewinn ihrer 6-Minuten Gehstrecke, maximalen Wattleistung, maximalen Sauerstoffaufnahme, Muskelkraft und Lebensqualität erreichen. Diese Verbesserungen blieben selbst 12 Monate nach Beendigung des Trainingsprogramms erhalten, ohne dass die Patienten in dieser Zeit weiter aktiv trainierten. Bei den Probanden der Kontrollgruppe änderte sich keiner der o. g. Parameter signifikant.

Eine kanadische Studie [3], in der ebenfalls die Effekte einer MTT-Gruppe im Vergleich zu einer passiven Kontrollgruppe untersucht wurden, kam zu ähnlichen Ergebnissen. Auch hier verbesserte sich bereits nach 8-wöchigem Training die körperliche Leistungsfähigkeit signifikant und die Patienten konnten ihre Aktivitäten des täglichen Lebens leichter bewältigen.



Abb. 2 Gerätegestützte Trainingstherapie.

Vergleich der Effekte gerätegestützter Trainingstherapie versus Gruppentraining ohne Geräte



In einer Studie aus Marburg [60] wurden 61 COPD-Patienten (Alter: 65 ± 9 Jahre, FEV_1 : $65 \pm 20\%$ des Solls) in eine von zwei Trainingsinterventionen randomisiert. Die Patienten der einen Gruppe führten ein individualisiertes Training an MTT-Geräten durch, die andere Gruppe ein nicht-individualisiertes Gruppentraining (GT) im Rahmen einer Lungensportgruppe. Die MTT-Gruppe absolvierte ein standardisiertes Ausdauer- und Krafttraining nach den Richtlinien des *American College of Chest Physicians* and the *American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (ACCP/AACVPR)*. Jeder Proband erhielt hierfür einen individualisierten Trainingsplan und eine genaue Einführung in die Trainingsgeräte. Die Patienten in der GT-Gruppe nahmen an gemeinsamen Gruppentrainingsstunden ohne medizinische Trainingsgeräte teil. Die Gruppenstunden bestanden aus drei Teilen: zunächst 10-minütiges Aufwärmen (freie Bewegungen, Stretching), einem 40-minütigen Hauptteil mit gemeinsamen Bewegungsübungen (z. B. Ballspiele, Gymnastik, Theraband-Übungen) und einem 10-minütigen Ausklang zur Erholung und Entspannung. Beide Interventionen fanden über einen Zeitraum von 3 Monaten jeweils ein Mal pro Woche (à 60 min) statt. Nach 3 Monaten konnten die Patienten in der MTT-Gruppe ihre 6-Minuten-Gehstrecke deutlicher steigern (+32 m) im Vergleich zu den Probanden der GT-Gruppe (+16 m). Der Einfluss auf die Lebensqualität war vergleichbar. Dennoch konnte im Blut der Patienten aus der MTT-Gruppe nach der Trainingsintervention ein signifikant erhöhter Spiegel des Proteins PGC-1 Alpha nachgewiesen werden. Dieses Protein wird mit einer entzündungshemmenden Funktion in Zusammenhang gebracht [61]. In der GT-Gruppe änderte sich der PGC-1 Alpha-Spiegel aufgrund der vermutlich geringeren Trainingsintensität nicht.

Diese Studie zeigt, dass bereits ein einmal pro Woche durchgeführtes Gerätetraining klinisch relevante Effekte bei COPD-Patienten bewirken kann. Auch wenn dies eine Studie mit nur geringer Fallzahl und einem kleinen Gruppenunterschied war, so legen die Ergebnisse die Vermutung nahe, dass sich im Rahmen eines gerätegestützten Trainings intensivere Trainingsintensitäten erzielen lassen als in einem Gruppentraining ohne medizinische Trainingsgeräte.

Langzeit-Erhalt von körperlicher Leistungsfähigkeit und Lebensqualität nach Reha durch weiteres regelmäßiges Training

Dass eine längere Trainingsunterbrechung auch gesunde Sportler leistungsmäßig zurückwirft, ist ein bekanntes Phänomen. Prinzipiell gilt dies auch für Patienten mit chronischen Erkrankungen der Atmungsorgane nach einer zunächst erfolgreichen Rehabilitation, wenn das Training danach ausgesetzt wird. Daher ist es eines der Hauptziele der pneumologischen Rehabilitation, die Patienten zu einer Fortführung des körperlichen Trainings und allgemein zu einer höheren körperlichen Aktivität nach der Rehabilitation zu motivieren. Pneumologische Rehabilitation umfasst daher in Deutschland neben dem körperlichen Training stets auch Komponenten, die auf ein langfristiges positives Gesundheitsverhalten abzielen. Hier ist insbesondere die in der PR obligate Patientenschulung zu nennen. Eine randomisierte kontrollierte Studie aus Deutschland belegt, dass PR einschließlich Patientenschulung auch tatsächlich zu einem häufigeren körperlichen Training führt [62].

Zur Frage der Effektivität supervidierter Nachsorgeprogramme gibt es widersprüchliche Studienergebnisse. Im Systematic Review von Beauchamp et al. [63], in dem immerhin 6 randomisierte kontrollierte Studien mit insgesamt 619 COPD-Patienten ausgewertet werden konnten, fand sich bei den Patienten mit supervidierter Nachsorge gegenüber usual care in den ersten 6 Monaten ein signifikanter Vorteil bezüglich der körperlichen Leistungsfähigkeit, nicht aber bzgl. der Lebensqualität. Die Effekte waren nach 12 Monaten nicht mehr nachweisbar. Ähnliche Ergebnisse berichtet ein weiteres aktuelles systematisches Review [64], in das 8 randomisierte kontrollierte Studien eingeschlossen werden konnten.

Auf der anderen Seite gibt es aber Studien, auch aus Deutschland [65,66], die die positiven Effekte eines fortgesetzten Trainings unter Supervision nach PR („Reha-Nachsorge“) bei chronischen Erkrankungen der Atmungsorgane nach Rehabilitation belegen. Offensichtlich gibt es durchaus Patienten, die nach einer pneumologischen Rehabilitation in der Lage sind, ein körperliches Training in Eigenverantwortung durchzuführen und ein supervidiertes Programm nicht zwingend benötigen. Diese können durch ein selbständig fortgesetztes Training die positiven Reha-Effekte bezüglich Lebensqualität und Dyspnoe über ein Jahr weitgehend aufrechterhalten. In einer aktuellen Studie an 374 COPD-Rehabilitanden [67] waren dies etwas über 50% der untersuchten Patienten. Die anderen fast 50% konnten dies aus verschiedenen Gründen nicht umsetzen. Für diese Patienten erscheinen strukturierte Nachsorgeprogramme angezeigt, da sonst der initial sehr gute Reha-Effekt nach einem Jahr weitgehend verlorengegangen ist.

Status quo der Strukturen für eine ambulante, gerätestützte Trainingstherapie in Deutschland

Lungensport als Rehabilitationssport

Lungensport ist Rehabilitationssport. Nach der aktuellen Definition ist das Ziel des Lungensports, Ausdauer und Kraft zu stärken, Koordination und Flexibilität zu verbessern, das Selbstbewusstsein zu stärken und Hilfe zur Selbsthilfe zu bieten [68]. Patienten, die regelmäßig aktiv an einer Lungensportgruppe teilnehmen, können zudem nachgewiesenermaßen ihre Körperzusammensetzung beeinflussen (Erhöhung der fettfreien Masse), was wie-

derum einen positiven Einfluss auf die Prognose hat [69]. Der Lungensport hat zum Ziel, die Selbstfürsorge zu aktivieren und die eigene Verantwortlichkeit für Gesundheit zu stärken. Idealerweise soll der Teilnehmer in die Lage versetzt werden, langfristig selbstständig und eigenverantwortlich Bewegungstraining durchzuführen, etwa durch weiteres Sporttreiben in der bisherigen Gruppe bzw. im Verein auf eigene Kosten. Dies gelingt erfahrungsgemäß in hohem Maße. Die gesetzlichen Bedingungen des Rehabilitationssports für chronisch kranke Menschen sind in §44 Abs. 1 Nr. 3+4 SGB IX in Verbindung mit §43 SGB V, §28 SGB VI und §39 SGB VII festgelegt. Um sicherzustellen, dass Rehabilitationssport nach einheitlichen Grundsätzen erbracht bzw. gefördert wird, werden Rahmenvereinbarungen auf der untergesetzlichen Ebene der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation erstellt. Diese erfolgen in Zusammenarbeit mit Kostenträgern und Leistungserbringern und enthalten die Kriterien für die Anerkennung durch die Landesverbände des Deutschen Sportbundes, des Herzsports (Deutsche Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation) und den Arbeitsgemeinschaften aller am Rehabilitationssport beteiligten Rehabilitationsträger, Verbände und Institutionen [68]. Die Krankenversicherungen haben den Sport bei Atemwegs- und Lungenerkrankungen schon mit Einführung des Rehabilitationssports in ihren Katalog aufgenommen. Bei den Rentenversicherungsträgern wurde die Empfehlung zum ambulanten Rehabilitationssport auch für die ICD-10 Indikationen J40 bis J47 (Erkrankung der Atmungsorgane) erst 2005 möglich. Patienten mit Asthma und COPD erhalten von den Krankenkassen Zuschüsse für 120 Übungseinheiten innerhalb eines Zeitraums von 36 Monaten in Höhe von 5€ je Teilnahme – die Mitgliedschaft im Rehasportverein ist wünschenswert, aber nicht verpflichtend. Der „Antrag auf Kostenübernahme für Rehabilitationssport“, das Formular 56 [Link: http://bsberlin.de/tl_files/downloadservice/bildung/Rehasport/Formblatt56.pdf] kann von jedem Arzt ausgefüllt werden (Abrechnungsnummer 01621 EBM). Letztendlich stellt aber der Versicherte den Antrag und die Krankenkasse bestätigt die Kostenübernahme. Lungensport findet in Gruppen von maximal 15 Teilnehmern ein- bis zweimal pro Woche statt und soll durch eigenes Training ergänzt werden. Die Leitung der Gruppen obliegt einem ausgebildeten Fachübungsleiter. Ein Arzt muss nicht anwesend sein [70]. Verlängerungen sind möglich, wenn der Arzt Gründe angibt, warum der Teilnehmer noch nicht in der Lage ist, die erlernten Übungen selbstständig und eigenverantwortlich durchzuführen [71,72]. Studien haben die Effizienz des Lungensports bestätigt [73]. Auch wenn die Rahmenvereinbarungen von 2011 die Verordnung und ggfs. Verlängerungen im Gegensatz zu früher erleichtern, wurden in Bezug auf die Durchführung, besonders auch im Lungensport, restriktive Beschränkungen festgeschrieben. Im Absatz 4.7 wird festgehalten, dass bei der Durchführung Übungen an technischen Geräten, die zum Muskelaufbau oder zur Ausdauersteigerung dienen (z. B. Sequenztrainingsgeräte, Geräte mit Seilzugtechnik, Hantelbank, Arm-Beinpresse, Laufband, Rudergerät, Crosstrainer) ausgeschlossen sind. Eine Ausnahme stellt lediglich das Training auf Fahrradergometern in Herzsportgruppen dar [68].

Gerätestützte Krankengymnastik (KGG) als kurzzeitige Ergänzung

Die seit dem Jahr 2001 geltende Abrechnungsposition „gerätestützte Krankengymnastik“ (KGG) bietet den Physiotherapiepraxen in Deutschland eine zusätzliche Therapieoption an. Die KGG ist ein indiziertes und verordnungsfähiges Heilmittel z. B. für Patienten mit COPD und konsekutiver krankheitsbedingter

Myopathie, respektive inaktivitätsbedingter Insuffizienz der Skelettmuskulatur. Sie bietet einen Rahmen, in dem ein eng betreutes körperliches Training gemäß aktuellen Trainingsempfehlungen wohnortnah durchgeführt werden kann [74]. KGG wird verordnet mit der Diagnosegruppe *ex2b* und der Angabe: Besserung der gestörten Muskelfunktion bei COPD. Nach Erstverordnung von 6 Einheiten sind zwei Folgeverordnungen möglich entsprechend einer Gesamtmenge von 18 Einheiten. Die Verordnung von KGG kann für bestimmte COPD-Patienten die derzeit bestehende Versorgungslücke zwischen Rehabilitation und Lungensport schließen und so einen Beitrag zur leitliniengerechten Umsetzung kontinuierlicher Trainingsmaßnahmen leisten. Voraussetzungen dafür sind personell eine entsprechende Qualifikation der Physiotherapeuten und räumlich in einer physiotherapeutischen Praxis ein separater Raum von mindestens 30 m². Sämtliche eingesetzte Geräte haben den Anforderungen des Medizinproduktegesetzes (MPG) und der Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) zu entsprechen. Die KGG bietet die Möglichkeit einer funktionellen Therapie, da mittlerweile umfang- und erfolgreiche Kombinationen aus propriozeptivem Training, Ausdauer- bzw. Hypertrophietraining oder Koordinationstraining an Geräten validiert sind. Sie erfüllt alle Anforderungen, die man zur Verbesserung bzw. Normalisierung der Muskelkraft, der Kraftausdauer, der alltagsspezifischen Belastungstoleranz sowie der funktionellen Bewegungsabläufe und der Tätigkeiten im täglichen Leben braucht.

Fazit/Ausblick

In Deutschland ist derzeit nur der ambulante Lungensport als offizielle Struktur etabliert, die es Patienten mit chronischen Atemwegs- und Lungenkrankheiten ermöglicht, auch langfristig (über die Dauer der stationären bzw. ambulanten Rehabilitation hinaus) wohnortnah unter fachlicher Supervision trainieren zu können. Ein pragmatischer Ansatz besteht darin, insbesondere auch jene Patienten in Lungensportgruppen einzuschleusen, die ein regelmäßiges Training in Eigeninitiative nicht durchführen. Diese Patienten noch während der Reha zu identifizieren und möglichst bereits während der Reha den Zugang zum ambulanten Lungensport zu bahnen, ist eine der vordringlichen Aufgaben pneumologischer Reha-Einrichtungen in Deutschland. Unabhängig davon wären weitere Reha-Nachsorgeprogramme im Sinne eines abgestuften Systems erforderlich, die den ambulanten Lungensport im Sinne intensiverer, aber zeitlich befristeter ambulanter Therapieprogramme (ART) ergänzen sollten. Hier hat es aber in den letzten 10 Jahren aus vielfältigen Gründen in Deutschland keine nennenswerten Fortschritte gegeben.

Leider wird aktuell ein Großteil der potenziellen Effektivität des Lungensports nicht realisiert, da ein gerätegestütztes, individualisiertes Training in der Rahmenvereinbarung der Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) vom 01.01.2011 ausdrücklich ausgeschlossen ist. Die Inklusion einer gerätegestützten Trainingstherapie in den Lungensport scheint aufgrund der vorliegenden und nahezu erdrückend positiven Evidenz eine effiziente Maßnahme zu sein, auch langfristig im ambulanten Setting effiziente Trainingsreize zu setzen. Dies kann den alters- und krankheitsbedingten Abbau der körperlichen Leistungsfähigkeit von Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen verhindern sowie den Begleit- und Folgeerkrankungen entgegenwirken.

Der Lungensport bietet eine optimale Rahmenbedingung, bis zu 15 Patienten unter Aufsicht langfristig und bzgl. der Finanzierung konkurrenzlos günstig zu betreuen. Hierzu erscheint eine Aufnahme neuer Modalitäten (gerätegestütztes Kraft- und Ausdauertraining) und damit möglicher Umsetzungsorte (Gesundheitseinrichtungen wie Krankenhäuser mit entsprechender Ausstattung, Reha-Einrichtungen oder Fitnessstudios) sinnvoll, um die weiterhin zu geringe Anzahl an Lungensportgruppen zu erhöhen. Dies wäre ein wichtiger Schritt zur flächendeckenden Umsetzung des ambulanten Lungensports in Deutschland.

Bislang ist noch unklar, wie die aktuell herrschende Diskrepanz zwischen evidenzbasierten Empfehlungen und den in Deutschland bestehenden Strukturen überwunden werden kann.

Interessenkonflikt

Die Autoren sind Vorstandsmitglieder der AG Lungensport in Deutschland.

Dr. Göhl hat Referentenhonorare von der AG Lungensport erhalten.

Institute

- ¹ Schön Klinik Berchtesgadener Land, Fachzentrum Pneumologie, Schönau am Königssee
- ² Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl für Prävention, Rehabilitation und Sportmedizin, München
- ³ Rehaklinik Heidelberg Königstuhl
- ⁴ Medizinische Klinik und ambulante pneumologische Rehabilitation in Leverkusen (APRIL) St. Remigius-Krankenhaus Leverkusen
- ⁵ Faculty of Health, School of Medicine, University of Witten/Herdecke
- ⁶ Atem-Reha, Hamburg
- ⁷ Lungenpraxis Alstertal, Hamburg
- ⁸ Klinik Bad Reichenhall, Zentrum für Rehabilitation, Pneumologie und Orthopädie der DRV Bayern Süd, Bad Reichenhall
- ⁹ Praxis Drs. Bily/Kellermann, Facharztforum Fürth

Literatur

- 1 A statement of the American Thoracic Society and European Respiratory Society. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159: 1–40
- 2 Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153: 976–980
- 3 Simpson K, Killian K, McCartney N et al. Randomised controlled trial of weightlifting exercise in patients with chronic airflow limitation. *Thorax* 1992; 47: 70–75
- 4 Decramer M, Gosselink R, Troosters T et al. Muscle weakness is related to utilization of health care resources in COPD patients. *Eur Respir J* 1997; 10: 417–423
- 5 Swallow EB, Reyes D, Hopkinson NS et al. Quadriceps strength predicts mortality in patients with moderate to severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2007; 62: 115–120
- 6 Hamilton AL, Killian KJ, Summers E et al. Muscle strength, symptom intensity, and exercise capacity in patients with cardiorespiratory disorders. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 2021–2031
- 7 Decramer M, Lacquet LM, Fagard R et al. Corticosteroids contribute to muscle weakness in chronic airflow obstruction. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 11–16
- 8 Allaire J, Maltais F, Doyon JF et al. Peripheral muscle endurance and the oxidative profile of the quadriceps in patients with COPD. *Thorax* 2004; 59: 673–678
- 9 Man WD, Soliman MG, Gearing J et al. Symptoms and quadriceps fatigability after walking and cycling in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168: 562–567
- 10 Mador MJ, Deniz O, Aggarwal A et al. Quadriceps fatigability after single muscle exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168: 102–108
- 11 Coronell C, Orozco-Levi M, Mendez R et al. Relevance of assessing quadriceps endurance in patients with COPD. *Eur Respir J* 2004; 24: 129–136

- 12 Marquis K, Debigare R, Lacasse Y et al. Midthigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 809–813
- 13 Bernard S, LeBlanc P, Whittom F et al. Peripheral muscle weakness in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 629–634
- 14 Mathur S, Takai KP, Macintyre DL et al. Estimation of thigh muscle mass with magnetic resonance imaging in older adults and people with chronic obstructive pulmonary disease. *Phys Ther* 2008; 88: 219–230
- 15 Gosker HR, Engelen MP, van Mameren H et al. Muscle fiber type IIX atrophy is involved in the loss of fat-free mass in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 113–119
- 16 Mostert R, Goris A, Welting-Scheepers C et al. Tissue depletion and health related quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 2000; 94: 859–867
- 17 Hopkinson NS, Tennant RC, Dayer MJ et al. A prospective study of decline in fat free mass and skeletal muscle strength in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Res* 2007; 8: 25
- 18 Schols AM, Broekhuizen R, Welting-Scheepers CA et al. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 82: 53–59
- 19 Evans WJ, Lambert CP. Physiological basis of fatigue. *Am J Phys Med Rehabil* 2007; 86: 29–46
- 20 Debigare R, Cote CH, Maltais F. Peripheral muscle wasting in chronic obstructive pulmonary disease. Clinical relevance and mechanisms. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164: 1712–1717
- 21 Swallow EB, Gosker HR, Ward KA et al. A novel technique for nonvolitional assessment of quadriceps muscle endurance in humans. *J Appl Physiol* (1985) 2007; 103: 739–746
- 22 Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS et al. Pulmonary function, muscle strength and mortality in old age. *Mech Ageing Dev* 2008; 129: 625–631
- 23 Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43: 1334–1359
- 24 Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation* 2007; 116: 1094–1105
- 25 Bone Health and Osteoporosis. A Report of the Surgeon General. Rockville, MD. In: U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES OotSG ed; 2004
- 26 Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ et al. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation* 2000; 101: 828–833
- 27 Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 533–553
- 28 American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association. Joint Position Statement: Exercise and Type 2 Diabetes. *Med Sci Sports Ex* 2010; 42: 2282–2303
- 29 Gordon NF, Gulanick M, Costa F et al. 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. *Circulation* 2004; 109: 2031–2041
- 30 Chavannes N, Vollenberg JJ, van Schayck CP et al. Effects of physical activity in mild to moderate COPD: a systematic review. *J R Coll Gen Pract* 2002; 52: 574–578
- 31 Berry MJ, Rejeski WJ, Adair NE et al. Exercise rehabilitation and chronic obstructive pulmonary disease stage. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 160: 1248–1253
- 32 Puhan M, Scharplatz M, Troosters T et al. Pulmonary rehabilitation following exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; CD005305
- 33 Puhan M. Pulmonary rehabilitation after an exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease – Evidence for the applicability of trial results to practice populations. *Respirology* 2013; 18: 1039–1040
- 34 Puhan MA, Gimeno-Santos E, Scharplatz M et al. Pulmonary rehabilitation following exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; CD005305
- 35 Katsura H, Kanemaru A, Yamada K et al. Long-term effectiveness of an inpatient pulmonary rehabilitation program for elderly COPD patients: comparison between young-elderly and old-elderly groups. *Respirology* 2004; 9: 230–236
- 36 Clark CJ, Cochrane L, Mackay E. Low intensity peripheral muscle conditioning improves exercise tolerance and breathlessness in COPD. *Eur Respir J* 1996; 9: 2590–2596
- 37 Gimenez M, Servera E, Vergara P et al. Endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a comparison of high versus moderate intensity. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 102–109
- 38 Zainuldin R, Mackey MG, Alison JA. Optimal intensity and type of leg exercise training for people with chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; CD008008
- 39 Wilke C. Ausdauertraining in der Therapie. In: Froböse I, Nellessen G, Wilke C, Hrsg. Training in der Therapie – Grundlagen und Praxis. 2. Auflage. München: Urban & Fischer Verlag; 2003: 32–34
- 40 Maltais F, LeBlanc P, Jobin J et al. Intensity of training and physiologic adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 155: 555–561
- 41 Vogiatzis I, Nanas S, Roussos C. Interval training as an alternative modality to continuous exercise in patients with COPD. *Eur Respir J* 2002; 20: 12–19
- 42 Beauchamp MK, Nonoyama M, Goldstein RS et al. Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease—a systematic review. *Thorax* 2010; 65: 157–164
- 43 Vogiatzis I, Terzis G, Nanas S et al. Skeletal muscle adaptations to interval training in patients with advanced COPD. *Chest* 2005; 128: 3838–3845
- 44 Vogiatzis I, Terzis G, Stratakos G et al. Effect of pulmonary rehabilitation on peripheral muscle fiber remodeling in patients with COPD in GOLD stages II to IV. *Chest* 2011; 140: 744–752
- 45 Gloeckl R, Halle M, Kenn K. Interval versus continuous training in lung transplant candidates: a randomized trial. *J Heart Lung Transplant* 2012; 31: 934–941
- 46 Vogiatzis I, Nanas S, Kastanakis E et al. Dynamic hyperinflation and tolerance to interval exercise in patients with advanced COPD. *Eur Respir J* 2004; 24: 385–390
- 47 Sabapathy S, Kingsley RA, Schneider DA et al. Continuous and intermittent exercise responses in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2004; 59: 1026–1031
- 48 Probst VS, Troosters T, Pitta F et al. Cardiopulmonary stress during exercise training in patients with COPD. *Eur Respir J* 2006; 27: 1110–1118
- 49 O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. Progressive resistance exercise improves muscle strength and may improve elements of performance of daily activities for people with COPD: a systematic review. *Chest* 2009; 136: 1269–1283
- 50 Spruit MA, Singh SJ, Garvey C et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2013; 188: e13–64
- 51 Glöckl R. Praxis des Krafttrainings bei COPD. *Atemw-Lungenkrkh* 2011; 37: 19–24
- 52 Braith RW, Beck DT. Resistance exercise: training adaptations and developing a safe exercise prescription. *Heart Fail Rev* 2008; 13: 69–79
- 53 McCarthy B, Casey D, Devane D et al. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 2: D003793
- 54 GOLD. Global Strategy of the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. Update 2015: available at www.goldcopd.org
- 55 Buhl R, Berdel D, Crieel CP et al. [Guidelines for diagnosis and treatment of asthma patients]. *Pneumologie* 2006; 60: 139–177
- 56 Dowman L, Hill CJ, Holland AE. Pulmonary rehabilitation for interstitial lung disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; 10: CD006322
- 57 Yuan P, Yuan XT, Sun XY et al. Exercise training for pulmonary hypertension: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2014; 178C: 142–146

- 58 *Raghu G, Rochwerf B, Zhang Y et al.* An Official ATS/ERS/JRS/ALAT Clinical Practice Guideline: Treatment of Idiopathic Pulmonary Fibrosis. An Update of the 2011 Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med* 2015; 192: e3–e19
- 59 *Troosters T, Gosselink R, Decramer M.* Short- and long-term effects of outpatient rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Am J Med* 2000; 109: 207–212
- 60 *Greulich T, Kehr K, Nell C et al.* A randomized clinical trial to assess the influence of a three months training program (gym-based individualized vs. calisthenics-based non-individualized) in COPD-patients. *Respir Res* 2014; 15: 36
- 61 *Handschin C, Spiegelman BM.* The role of exercise and PGC1alpha in inflammation and chronic disease. *Nature* 2008; 454: 463–469
- 62 *Wittmann M, Spohn S, Schultz K et al.* [Patient education in COPD during inpatient rehabilitation improves quality of life and morbidity]. *Pneumologie* 2007; 61: 636–642
- 63 *Beauchamp MK, Evans R, Janaudis-Ferreira T et al.* Systematic review of supervised exercise programs after pulmonary rehabilitation in individuals with COPD. *Chest* 2013; 144: 1124–1133
- 64 *Busby AK, Reese RL, Simon SR.* Pulmonary rehabilitation maintenance interventions: a systematic review. *Am J Health Behav* 2014; 38: 321–330
- 65 *du Moulin M, Taube K, Wegscheider K et al.* Home-based exercise training as maintenance after outpatient pulmonary rehabilitation. *Respiration* 2009; 77: 139–145
- 66 *Dalichau S, Demedts A, im Sande A et al.* [Short- and long-term effects of the outpatient medical rehabilitation for patients with asbestosis]. *Pneumologie* 2010; 64: 163–170
- 67 *Jelusic D, Wittmann M, Schuler M et al.* How does regular exercise affect dyspnoea (TDI) and quality of life (CAT) of COPD-patients 1 year after an inpatient pulmonary rehabilitation (PR)? ERS Congress Abstract Nr 533 Amsterdam: 2015
- 68 Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) e.V. Rahmenvereinbarung über den Rehabilitationssport und das Funktionstraining. 2011: ISBN 978-3-9813712-5-3
- 69 *Jungblut S, Frickmann H, Zimmermann B et al.* Veränderungen der Körperzusammensetzung von COPD-Patienten nach einem Jahr Lungensport. *Pneumologie* 2007; 61: P238
- 70 *Spielmanns M, Göhl O, Schultz K et al.* Lungensport: Ambulantes Sportprogramm hilft langfristig bei COPD. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 2015; 140: 1001–1005
- 71 BAR Qualifikationsanforderungen Übungsleiter/in Rehabilitationssport vom 1. Januar 2012. Aufgerufen am 28.10.2015 unter <http://www.bar-frankfurt.de/fileadmin/dateiliste/Startseite/BARBroRehaSport.05.E.pdf>
- 72 *Göhl O, Pleyer K, Biberger G et al.* Empfehlungen zur Planung und Durchführung des körperlichen Trainings im Lungensport. *Pneumologie* 2006; 60: 716–723
- 73 *Meyer A, Gunther S, Volmer T et al.* A 12-month, moderate-intensity exercise training program improves fitness and quality of life in adults with asthma: a controlled trial. *BMC Pulm Med* 2015; 15: 56
- 74 *Kaufmann J.* Gerätegestützte Krankengymnastik (KGG): ein leitlinien-gerechtes Heilmittel für Patienten mit COPD. *Atemwegs- und Lungenkrankheiten* 2012; 38: 328–332
- 75 *Williams MA, Haskell WL, Ades PA et al.* Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* 2007; 116: 572–584
- 76 *Arne M, Janson C, Janson S et al.* Physical activity and quality of life in subjects with chronic disease: chronic obstructive pulmonary disease compared with rheumatoid arthritis and diabetes mellitus. *Scand J Prim Health Care* 2009; 27: 141–147
- 77 *Bossenbroek L, de Greef MH, Wempe JB et al.* Daily physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *COPD* 2011; 8: 306–319
- 78 *Bossenbroek L, ten Hacken NH, van der Bij W et al.* Cross-sectional assessment of daily physical activity in chronic obstructive pulmonary disease lung transplant patients. *J Heart Lung Transplant* 2009; 28: 149–155
- 79 *Man WDKP, Moxham J, Polkey MI.* Skeletal muscle dysfunction in COPD: clinical and laboratory observations. *Clin Sci* 2009; 117: 251–264
- 80 *Seymour JM, Moore L, Jolley CJ et al.* Outpatient pulmonary rehabilitation following acute exacerbations of COPD. *Thorax* 2010; 65: 423–428
- 81 *Troosters T, Probst VS, Crul T et al.* Resistance training prevents deterioration in quadriceps muscle function during acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2010; 181: 1072–1077
- 82 *Garcia-Aymerich J, Barreiro E, Ferrero E et al.* Patients hospitalized for COPD have a high prevalence of modifiable risk factors for exacerbation (EFRAM study). *Eur Respir J* 2000; 16: 1037–1042
- 83 *Garcia-Aymerich J, Ferrero E, Felez MA et al.* Risk factors of readmission to hospital for a COPD exacerbation: a prospective study. *Thorax* 2003; 58: 100–105
- 84 *Garcia-Aymerich J, Hernandez C, Alonso A et al.* Effects of an integrated care intervention on risk factors of COPD readmission. *Respir Med* 2007; 101: 1462–1469
- 85 *Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M et al.* Regular physical activity reduces hospital admission and mortality in chronic obstructive pulmonary disease: a population based cohort study. *Thorax* 2006; 61: 772–778
- 86 *Wildman MJ SC, Groves J et al.* Predicting mortality for patients with exacerbations of COPD and Asthma in the COPD and Asthma Outcome Study (CAOS). *J Ass Phys* 2009; 102: 389–399
- 87 *Donaldson AV, Maddocks M, Martolini D et al.* Muscle function in COPD: a complex interplay. *COPD* 2012; 7: 523–535
- 88 *Schaper M.* Dissertation: Verlauf der körperlichen Aktivität bei Patienten mit chronisch obstruktiver Lungenerkrankung und die Auswirkung auf extrapulmonale Krankheitsmanifestationen. Hamburg: 2012
- 89 *Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M et al.* Regular physical activity modifies smoking-related lung function decline and reduces risk of chronic obstructive pulmonary disease: a population-based cohort study. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 175: 458–463
- 90 *Warburton DENC, Bredin SS.* Health benefits of physical activity: the evidence. Review on the health benefits of physical activity in general. *CMAJ* 2006; 174: 801–809
- 91 *Larson EB WL, Bowen JD, McCormick WC et al.* Exercise is associated with reduced risk for incident dementia among persons 65 years of age and older. *Ann Intern Med* 2006; 144: 73–81
- 92 *Thompson PBD, Piña IL.* Exercise and Physical Activity in the Prevention and Treatment of Atherosclerotic Cardiovascular Disease: A Statement From the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation* 2003; 107: 3109–3116
- 93 *Wen CP WJ, Tsai MK, Yang YC et al.* Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet* 2011; 378: 1244–1253
- 94 *Watz HWB, Kirsten A, Müller KC et al.* The metabolic syndrome in patients with chronic bronchitis and COPD: frequency and associated consequences for systemic inflammation and physical inactivity. *Chest* 2009; 136: 1039–1104
- 95 *Watz HWB, Meyer T, Magnussen H.* Physical activity in patients with COPD. *The Eur Respir J* 2009; 33: 262–272
- 96 *Lollgen H.* [Importance and evidence of regular physical activity for prevention and treatment of diseases]. *DMW (1946)* 2013; 138: 2253–2259
- 97 *Gloeckl R, Marinov B, Pitta F.* Practical recommendations for exercise training in patients with COPD. *Eur Respir Rev* 2013; 22: 178–186