



Atemwegs- und Lungenkrankheiten



www.dustri.de

Jahrgang 52 | Nummer 1 | Januar 2026



Pneumologische Rehabilitation

Edition: M. Spielmanns, Valens/Schweiz

- Rehabilitation bei pneumologischen Krankheitsbildern: wie ist die Evidenz?
- Trainingstherapie
- Zielgrößen und Messtechniken
- Hilfsmittelversorgung
- Artificial Intelligence
- Einsatz digitaler Medien
- Psychologische Einflussfaktoren und Wirkmechanismen

1
2026



M. Spielmanns,
Valens/Schweiz

Editor's note: Fakt oder Fake in der Wissenschaft
A. Gillissen

1

Pneumologische Rehabilitation

Edition: M. Spielmanns, Valens/Schweiz

Editorial: Pneumologische Rehabilitation
M. Spielmanns

4

Rehabilitation bei pneumologischen Krankheitsbildern: wie ist die Evidenz?
A.R. Koczulla, T. Schneeberger, M.M. Wirtz und I. Jarosch

5

Trainingstherapie in der pneumologischen Rehabilitation – wie mache ich es konkret?
R. Gloeckl

14

Wann ist eine pulmonale Rehabilitation erfolgreich – Zielgrößen und Messtechniken der pulmonalen Rehabilitation
K. Vonbank

23

Wenn es ohne Hilfe nicht mehr geht – Hilfsmittelversorgung bei pneumologischen Patienten
S. Walterspacher und S.B. Stanzel

28

Artificial Intelligence in Pulmonary Rehabilitation – friend or foe?
R.H. Zwick

35

Einsatz digitaler Medien in der Rehabilitation, Prävention und Reha-Nachsorge pneumologischer Krankheitsbilder
A. Marza, A. Horaicu und M. Spielmanns

39

Psychologische Einflussfaktoren und Wirkmechanismen in der COPD-Rehabilitation: Eine Analyse von Belastung und Bewältigung im Rehabilitationsprozess
S. Schenk, M.C. Hayden und N.M. Stenzel

48

Fakt oder Fake in der Wissenschaft



A. Gillissen, Stuttgart

Einleitung

Wer kennt das nicht als Autor von in PubMed gelisteten Journalen? Da Wissenschaftsjournale die Angabe von Email-Adressen und die Nennung der akademischen Institution auf Publikationen fordern, aber auch durch die freiwillige Preisgabe dieser Informationen in sozialen Medien wie LinkedIn oder ResearchGate und auch in Blogs, Crowdsourcing-Plattformen etc., werden Autoren mit meist teuren Publikationsangeboten oder Einladungen zu vormals unbekanntem Kongressformaten förmlich überschwemmt. Die Titel der angebotenen Journale ähneln meist denen, die von den eigenen Publikationsbemühungen bekannt sind, die aber nicht in der PubMed/Medline® bzw. in PubMed Central (PMC) gelistet sind (<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/journals/>). Die Herausgeber versuchen Autoren damit zu locken, dass diese bei Google Scholar (<https://scholar.google.com/intl/en/scholar/citations.html>) oder anderswo auftauchen, oder dass Artikel bei PubMed aufgenommen werden können, wenn die Autoren eine NIH-Unterstützung (National Institutes of Health) besitzen oder von einem PubMed-Geldgeber (z. B. Europe PMC Founders Group) unterstützt werden, in deren Rahmen ebenfalls eine Listung möglich ist, auch wenn das Journal nicht regelhaft in PubMed/Medline® erscheint (<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/about/submission-methods/>). Es ist ein offenbar ökonomisches Erfolgsmodell, das auf der Notwendigkeit fußt,

viel und qualitativ gut publizieren zu müssen, wenn insbesondere junge Akademiker die Karriereleiter weiter nach oben klettern wollen. Dies ist natürlich nicht unredlich, verleitet aber dazu, minderwertige Daten an den Mann zu bringen, die anderweitig in peer-review Journalen abgelehnt wurden oder chancenlos sind, dort veröffentlicht zu werden.

Dem verantwortungsbewussten wissenschaftlichen Arbeiten, mit dem Ziel eines integren und redlichen Erkenntnisgewinns, steht das wissenschaftliche Fehlverhalten entgegen. Der Anreiz hierzu ist bekannt [1]: Wissenschaftler stehen in Konkurrenz zueinander um Stellen, Fördermittel und Prestige. Die Beurteilung orientiert sich dabei an der Metrisierung quantitativer Indizes, wie Publikations- und Zitierzahlen, eingeworbener Drittmittelgelder, Impactfaktoren der Journale, in denen die Veröffentlichungen erscheinen und h-Indizes. „Hochrangig“ zu publizieren ist dabei das vordringliche Ideal und begünstigt akademisches Fehlverhalten [2].

Täuschung und Fälschung in der Wissenschaft

Täuschung und Fälschung in der Wissenschaft bezieht sich auf erfundene, gefälschte oder manipulierte Forschungsergebnisse, Vervielfachung von ursprünglich nur geringer Anzahl erhobener Daten, Manipulation von Abbildungen, Elimination unliebsamer

Messergebnisse einschließlich Löschung von Ausreißern und damit Schönong der Statistik, wahrheitswidriger Aussagen und Manipulation von Schlussfolgerungen sowie eine tendenziöse Ergebnisinterpretation. Keine Fälschung sind hingegen Plagiate oder das s. g. Ghostwriting, in dem Dinge publiziert werden, die nicht von dem genannten Autor verfasst wurden oder die kopiert wurden, ohne den ursprünglichen Autor zu nennen (Aneignung eines fremden Urheberrechts). Der Grund ist, dass der wissenschaftliche Inhalt korrekt ist. Die Grenze zwischen Plagiat und erlaubten Zitat ist unscharf und es gibt einen weiten Interpretationsraum, ob schon das Verwenden oder die Übernahme einzelner Wörter, ganze Sätze oder erst ganzer Textpassagen ohne Quellenangabe als Plagiat zu interpretieren sind. Auch die Frage nach der Form des Zitats, ob es z. B. in Anführungszeichen gesetzt werden muss oder ob am Ende die Quellenangabe ausreicht, bietet einen breiten Interpretationsspielraum, der von s. g. Plagiatsjägern medienwirksam leicht ausgenutzt werden kann, und der für diese nicht zuletzt auch wirtschaftlich interessant ist. Damit ist das Thema Plagiat ausgesprochen vielschichtig und für Autoren ein Damoklesschwert, das ständig über einem schwebt. Beruhigend ist lediglich, dass rechtlich für die Wissenschaft ein großzügiges Zitierprivileg besteht und die Quellenangabe (Zitierlast) ausreicht (§51 und §63 UrhG). Während somit das Urheberrecht eine klare rechtliche Definition vorgibt und institutionelle Richtlinien zweifelsfreie Vorgaben machen, sind die ethischen, gesellschaftlichen und technologischen Betrachtungsweisen und nicht zuletzt auch die Ergebnisse der zahlreich verfügbaren digitalen Suchprogramme (Plagiatssoftware) in Bezug auf dieses Thema nicht nur ständigem Wandel unterworfen, sondern sie sind auch abhängig vom Auge des Betrachters und vielleicht auch von der Berühmtheit der Betroffenen sowie des medialen Echos.

Einzelfälle oder ein substanzielles Problem?

Das exakte Ausmaß der wissenschaftlichen Datenmanipulation ist unbekannt, ebenso welche Teildisziplinen wie betroffen sind [3]. Fälschungen und Manipula-

tionen gibt es sicherlich so lange, wie es wissenschaftliche Forschung gibt und haben z. T. dramatische, aber auch amüsante Blüten getrieben. 03/2025 veröffentlichten Richardson et al. von der Universität Colorado Boulder/USA eine interessante, auch in der Laienpresse breit diskutierte Analyse [4]. Täuschung und Fälschung in der Wissenschaft betraf bisher eigentlich nur einzelne Individuen. Offenbar ist es aber in den letzten Jahren zu einer Professionalisierung dieses Problems gekommen, in dem manipulierte oder frei erfundene Daten von Gruppen koordiniert und publiziert werden, ein offenbar durch die o. g. Zwänge lukratives Geschäft. Dieses wird durch Akteure finanziert, die bereit sind, für solche Publikationen einen Geldbetrag zu bezahlen und die sich einen Vorteil von einer Veröffentlichung in einem Wissenschaftsjournal versprechen. Es handelt sich um ein miteinander interagierendes Netzwerk von Autoren, Verkäufern von am Fließband produzierten „wissenschaftlichen“ Artikeln (s. g. paper mills), s. g. Broker (Datenproduzenten, Gutachter und Zeitschriftenherausgeber in koordinierter Zusammenarbeit) und Journalen (s. g. fraudulent journals), die solche Artikel ohne weitere Prüfung publizieren. Richardson et al. analysierten Zeitschriftendaten der Datenbanken Clarivate's Web of Science (WoS), Elsevier's Scopus, der National Library of Medicine's PubMed/MEDLINE und OpenAlex. Ausgewertet wurden Artikel, die zurückgezogen werden mussten oder ganze Journale, die aus den genannten Indizes heraus fielen. Es wurden Herausgebernamen abgeglichen, nach Doppelpublikationen und mehrfach publizierten Abbildungen gesucht und mit deren Autoren- und Journalnamen sowie den Herausgebern abgeglichen. Mit dieser Datenmenge war die Erkennung von Anomalien, ganzen Netzwerken der genannten Akteure und Beurteilung von deren Verhalten, wie z. B. der Adaptation von Journalen, die aus den genannten Indizes ausgeschlossen wurden und damit als bevorzugtes Publikationsorgan herausfielen, möglich. Leider wurde keine fachspezifische Analyse durchgeführt. Im Bereich der RNA-Forschung errechnete sich eine Rate von 1,5 – 2% zurückzogener Artikel, eine Zahl die über die letzten 30 Jahre deutlich anstieg und die sich alle 3,3 bis 3,6 Jahre verdoppelte. Zum Vergleich: Die Anzahl aller Publikationen verdoppelt sich alle 15 Jahre

und die der vermuteten „paper mill“-Artikel alle 1,5 Jahre. Nachteil der Analyse ist der ausschließliche Fokus auf bekannt gewordene Publikationsfälschungen entsprechend o. g. Definition, und der Fokus auf die Naturwissenschaft. Es ist daher anzunehmen, dass die tatsächlichen Zahlen deutlich höher liegen dürften, was aber schwer zu erfassen ist. Die Zeitschrift Nature schätzt, dass ca. 2% aller wissenschaftlichen Publikationen fabriziert sind, eine Einschätzung, die mit der von Richardson et al. übereinstimmt, und geht ebenfalls davon aus, dass diese Zahl durch die Möglichkeiten von künstlicher Intelligenz und LLMs (large language models) steigen wird [5].

Was ist zu tun?

Das peer review-Verfahren wird als Standardmethode der objektiven Bewertung von Manuskripten angesehen, ist aber leider kein sicheres Qualitätssiegel. Gute Journale haben strikte Vorgaben an die Autorschaft und verbieten die Verwendung von LLMs. Der Verzicht auf Publikations- oder Autorengelbühren minimiert den Betrugsanreiz seitens der Journale und Verlage, da es das Geschäftsmodell der paper mills, leider aber auch das der open-source Publikation, untergräbt. Akademische Einrichtungen versuchen dem mit Selbstverpflichtungserklärungen, der Formulierung von Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis, Kursen der guten wissenschaftlichen Praxis oder Umgang mit wissenschaftlichen Fehlverhalten entgegen zu wirken. Ferner gibt es eine Ombudsstelle des DFG für Whistleblower. Autoren sollten sich vorher über das Journal informieren, in dem sie publizieren wollen. Die s. g. Beall's Liste (verfügbar über <https://beallslist.net>) informiert über s. g. predatory journals.

Betrugsverhalten ist aber auch ein Resultat des gesellschaftlichen Anspruchs. Der Spruch „publish or perish“ hat in der akademischen Welt leider unverändert seine Gültigkeit, was für die Beteiligten natürlich kein Feigenblatt darstellen sollte, das Problem der Publikation falscher Wissenschaftsdaten nicht ernst zu nehmen oder nicht entsprechend wachsam zu sein [6]. Die wissenschaftliche Arbeit beruht nun einmal auf Vertrauen und der Zugewinn an Wissen und

dessen Umsetzung ist die Basis unserer Existenz und unseres Wohlstandes.

It's not just the bad actors churning out fraudulent science who are at fault; the system that enables them is equally to blame. ... Academic publishing at its best supports research excellence, academic freedom and scholarly enterprise. Paper mills undermine trust and value in published research unless we take collective action (M. Hill, Managing Director der Cambridge University Press, England [7]).

Literatur

- [1] Trueblood JS, Allison DB, Field SM, Fishbach A, Gaillard SDM, Gigerenzer G, Holmes WR, Lewandowsky S, Matzke D, Murphy MC, Musslick S, Popov V, Roskies AL, Ter Schure J, Teodorescu AR. The misalignment of incentives in academic publishing and implications for journal reform. *PNAS*. 2025; 122(5): e2401231121. [CrossRef PubMed](#)
- [2] Deutsche Gesellschaft für Psychologie. Begleitwort des DGPs-Vorstands zur Veröffentlichung des Berichts der Kommission Anreizsystem, Machtmissbrauch und wissenschaftliches Fehlverhalten. 2023. https://www.dgps.de/fileadmin/user_upload/PDF/Berichte/Bericht_AMWF20230626.pdf. Abgerufen am 17.08.2025.
- [3] Fanelli D. How Many Scientists Fabricate and Falsify Research? A Systematic Review and Meta-Analysis of Survey Data. *PLoS ONE*. 2009; 4(5): e5738. [CrossRef PubMed](#)
- [4] Richardson RAK, Hong SS, Byrne JA, Stoeger T, Amaral LAN. The entities enabling scientific fraud at scale are large, resilient, and growing rapidly. *PNAS*. 2025; 122(32): e2420092122. [CrossRef PubMed](#)
- [5] Sanderson K. Science's fake-paper problem: High-profile effort will tackle paper mills. *Nature*. 2024; 626: 17-18. [CrossRef PubMed](#)
- [6] Al-Adawi S, Ali BH, Al-Zakwani I. Research Misconduct: The Peril of Publish or Perish. *Oman med J*. 2016; 31(1): 5-11. [CrossRef PubMed](#)
- [7] Hill M. Leserbrief in The New York Times International Edition. 19.08.2025; p. 11.

Pneumologische Rehabilitation



M. Spielmanns, Valens,
Schweiz

Sehr geehrte Kollegin, sehr geehrter Kollege,

Die Pneumologische Rehabilitation (PR) ist eine evidenzbasierte Therapieoption für viele Patienten mit Lungenkrankheiten. Vor allem für die COPD ist die Datenlage sehr überzeugend und zwischenzeitlich in allen Leitlinien fest verankert. Aber nicht nur für diese Patientengruppe, sondern zwischenzeitlich auch für viele andere Entitäten zeigen die Studien sehr positive Resultate. Auch wenn die PR im Therapiemanagement vieler pneumologischer Erkrankungen etabliert ist, so sind doch sehr viele Fragen offen. So ist zum Beispiel unter anderem der Zugang zur Rehabilitation alles andere als einfach und allen zugänglich. Auch im Bereich PR-Nachsorge ist nicht alles eindeutig geklärt. Wer profitiert von welchem Maintenance-Programm? Denn fest steht, alleine eine 3- bis 4-wöchigen stationäre PR oder ein äquivalenter ambulanter Ansatz reichen nicht um gewohnte Verhaltensmuster der Patienten zu verändern, hin zu einem gesünderen und aktiveren Alltag.

Mit diesem Themenheft und den darin enthaltenen Übersichtsarbeiten möchten wir sie auf den aktuellen Stand der Forschung in einigen Bereichen der PR bringen. Ich freue mich sehr, dass wir dieses Heft als D-A-CH Projekt geplant haben und durchführen konnten. Es zeigt, dass die deutschsprachige europäische PR-Szene aktiv ist und auch gemeinsame Vorhaben voran treiben kann.

Zunächst bringt uns in diesem Heft die Arbeitsgruppe von Rembert Koczulla aus dem Berchtesgadener Land auf den aktuellen Stand der Evidenz der PR bei den unterschiedlichen pneumologischen Krankheitsbildern. Rainer Glöckl ebenfalls aus der Schönau zeigt uns in seinem Artikel das „Wie“ mit sehr konkreten Vorschlägen für eine erfolgreiche Trainingsgestaltung. Aber wann ist eine Maßnahme innerhalb der PR erfolgreich? Diese Frage beantwortet uns Karin Vonbank aus Wien in Österreich mit ihrer Übersicht über

Zielgrößen und Messtechniken. Bei fortgeschrittenen Krankheitsbildern sind viele Patienten auf pneumologische Hilfsmittel angewiesen. Stephan Waltersperger aus Konstanz und Bettina Stanzel aus Köln gehen in ihrem Artikel auf die aktuellen Indikationen zur Sauerstofftherapie und zur Versorgung mit nicht invasiver Beatmung ein, welche natürlich auch in der PR fortgeführt oder eingeleitet werden. Künstliche Intelligenz ist in aller Munde und findet auch in der PR Einzug, wenngleich die Evidenz aktuell noch eher gering ist. Ralf-Harun Zwick aus Wien gibt uns hierzu einen Überblick. Wie es sich für dieses Thema gehört unter Zuhilfenahme von AI. Aus der Schweiz stammt der Artikel zu den digitalen Medien in der PR. Andreea Marza und Koautoren zeigen Beispiele zu deren Einsatz in der Prävention und PR-Nachsorge.

Der holistische Ansatz der PR beinhaltet aber nicht nur Trainingstherapie und Schulungen. Durch die oft vorhandene Chronizität der pneumologischen Krankheitsbilder sehen wir in der PR auch sehr viele psychische Störungen. Mit ihrem Artikel über psychologische Einflussfaktoren und Wirkmechanismen in der COPD-Rehabilitation beschreibt die Arbeitsgruppe von Nicola Stenzel aus Berlin wie wir auch auf dieser Ebene unseren Patienten im Rahmen der PR helfen können.

Ich hoffe, dass wir Ihnen mit unserem Themenheft zur PR und den interessanten und informativen Artikeln eine gute und aktuelle Übersicht geben konnten und wünsche Ihnen, auch im Namen aller Autoren, viel Freude beim Lesen. An dieser Stelle sei allen Autoren herzlich für ihre gelungenen Beiträge gedankt.

Falls sie an dem Thema Gefallen gefunden haben und ihre Kenntnisse vertiefen möchten, so sei ihnen der D-A-CH PR-Kongress in St. Gallen, Schweiz vom 27. – 28.11.2026 empfohlen.

Mit herzlichen Grüßen und bis bald, vielleicht in St. Gallen.

Ihr Marc Spielmanns

Übersicht

Review

Rehabilitation bei pneumologischen Krankheitsbildern: wie ist die Evidenz?

A.R. Koczulla^{1,2,3}, T. Schneeberger^{1,2}, M.M. Wirtz⁴ und I. Jarosch^{1,2}

¹Philipps-Universität Marburg, Pneumologische Rehabilitation, Marburg, ²Schön Klinik Berchtesgadener Land, Forschungsinstitut für pneumologische Rehabilitation, Schönau am Königssee, ³Paracelsus Medizinische Privatuniversität Salzburg, Lehrkrankenhaus, Salzburg, Österreich, ⁴Universitätsklinik für Pneumologie, Paracelsus Medizinische Universität, Landeskrankenhaus Salzburg, Salzburg, Österreich

©2026 Dustri-Verlag Dr. K. Feistle
ISSN 0341-3055

Schlüsselwörter

COPD – Asthma bronchiale – idiopathische Lungenfibrose – Post-COVID-Syndrom – Telerehabilitation – Lebensqualität – körperliche Leistungsfähigkeit – Dyspnoe – Multimodale Therapie – Prävention

Key words

COPD – asthma bronchiale – idiopathic lung fibrosis – Post-COVID syndrome – Telerehabilitation – quality of life – exercise capacity – dyspnoea – multimodal therapy – prevention

Rehabilitation bei pneumologischen Krankheitsbildern: wie ist die Evidenz?

Pneumologische Rehabilitation (PR) verbessert nachweislich Symptome, Leistungsfähigkeit und Lebensqualität bei COPD, Asthma, interstitiellen Lungenerkrankungen (ILD) und Post-COVID. Bei COPD ist die Evidenz am stärksten: PR reduziert Dyspnoe, Hospitalisationen und psychische Belastungen und wirkt zudem in allen Krankheitsstadien. Bei Asthma steigert PR die Ausdauer, Asthmakontrolle und Lebensqualität, wird jedoch zu selten genutzt. Auch Patient/-innen mit ILD, einschließlich idiopathischer Lungenfibrose (IPF), profitieren von PR durch Verbesserungen der körperlichen Leistungsfähigkeit und gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Post-COVID-Patient/-innen profitieren von individuell angepassten, multimodalen Programmen, auch bei Fatiguesymptomen oder kognitiven Einschränkungen. Telerehabilitation kann vergleichbare Effekte wie Präsenz-PR erzielen, bietet höhere Zugänglichkeit, erfordert aber klare Strukturen und Finanzierung.

Rehabilitation for pneumological clinical pictures: what is the evidence?

Pulmonary rehabilitation (PR) significantly improves symptoms, exercise capacity, and quality of life in COPD, asthma, interstitial lung disease (ILD), and post-COVID patients. Evidence is strongest for COPD: PR reduces dyspnoea, hospitalisations, and psychological burdens, and is effective at all disease stages. In asthma, PR boosts endur-

ance, asthma control, and quality of life but remains underused. Patients with ILD, including idiopathic pulmonary fibrosis (IPF), benefit from PR through enhanced exercise capacity and health-related quality of life. Post-COVID patients benefit from individually tailored, multimodal programs, even with symptoms of fatigue or cognitive deficits. Telerehabilitation can match in-person PR outcomes, increases accessibility, but requires clear standards and funding.

Einleitung

Die pulmonale Rehabilitation ist eine wichtige und umfassende Maßnahme, die auf einer initialen Patientenbeurteilung (Assessment) beruht und letztendlich individualisierte, auf den Patienten zugeschnittene Therapien beinhalten sollte. Dazu gehört neben dem körperlichen Training, Schulung, Atemphysiotherapie, die Beurteilung der Psyche, ggf. das Schlaflabor und die Ernährungsberatung (Abb. 1). Das Ziel ist es, den physischen und psychischen Zustand von Menschen mit chronischen Atemwegserkrankungen zu verbessern. Eine nachhaltige Behandlung unter Beibehaltung der gesundheitsfördernden Verhaltensweisen sollte erzielt werden [1].

Koczulla AR, Schneeberger T,
Wirtz MM, Jarosch I.
Rehabilitation bei
pneumologischen
Krankheitsbildern: wie ist die
Evidenz?
Atemwegs- und
Lungenkrankheiten.
2026; 52: 5-13.
DOI 10.5414/ATX02894

citation

Manuskripteingang: 26.08.2025; akzeptiert in überarbeiteter Form: 21.09.2025

Korrespondenzadresse: Prof. Dr. med. Andreas Rembert Koczulla,
Schön Klinik Berchtesgadener Land, Malterhöh 1, 83471 Schönau am Königssee,
rkoczulla@schoen-klinik.de





Abb. 1. Gibt eine Übersicht über die Rehabilitationsinhalte, die sich als sinnvoll erwiesen haben. Adaptiert nach Koczulla, Leitel 2022 Der Pneumologe 2022.

PR ist mehr als Training – Diagnostik, Schulungen und Therapieoptimierung sind weitere wichtige Bestandteile

In den letzten Jahren hat sich der Fokus auch der Prophylaxe und der frühen Therapie zugewandt. Die Implementierung von digitalen Strategien oder Hybridkonzepten werden in einer kurzen Übersicht im Rahmen dieses Artikels dargestellt und eingeordnet. Auf dem Boden der Therapiepyramide wird ein kurzer Überblick ausgehend vom leicht bis zum schwer erkrankten Patienten gegeben, der einer stationären Therapie zugeführt wird.

Chronisch obstructive Lungenerkrankung (COPD)

Da es für die COPD-Patienten die größte Datendichte gibt, wird mit der PR bei COPD-Patienten begonnen. Zahlreiche randomisiert kontrollierte Studien (RCT) haben die Effektivität einer PR bei COPD-Patienten mit dem höchsten Evidenzgrad belegt (Tab. 1). Ein aktuelles Cochrane-Review unterstreicht, dass die PR die gesundheitsbezogene Lebensqualität von Menschen mit COPD verbessert [2].

Studienergebnisse deuten auch darauf hin, dass eine PR unabhängig vom Krankheitsschweregrad zu positiven Veränderungen in der körperlichen Leistungsfähigkeit,

Förderung der Selbständigkeit, Verhaltensänderung, sowie einer Verringerung der Anzahl an Exazerbationen führen kann. Dadurch hat eine PR auch im frühen COPD-Stadium das Potenzial, den Krankheitsverlauf positiv zu beeinflussen [4].

Hinsichtlich der Prophylaxe konnte durch einfache Dinge wie Zigarettenrauchverzicht, kein Übergewicht (BMI < 30), körperliche Aktivität (mindestens einmal die Woche) und gesunde Ernährung die Risikoreduktion einer perspektiven Kohorte über 10 Jahre hinsichtlich kardiovaskularer Ereignisse (Coronary Event Rate Rate), die häufig als Komorbidität von COPD Patienten zu finden sind, um ca. 50% reduziert werden [5].

Vertieft man die ernährungstherapeutischen Optionen, so kann die Hinzunahme von Kreatin und dem Nahrungsergänzungsmittel Q10 (Ubiquinone 160 mg) die 6-Minuten-Gehstrecke von COPD-Patienten nach 2 Monaten ohne ein zusätzliches Training um 51 m erhöht werden [6].

Patienten mit COPD verlieren graue Hirnsubstanz [7]. Umgekehrt deuten experimentelle Befunde darauf hin, dass Outdooraktivitäten kurzfristig zu einem Zuwachs an grauer Substanz im rechten dorsolateralen präfrontalen Kortex führen können [8]. Insofern sollte dafür Sorge getragen werden, dass körperliche Aktivität stattfindet und das nach Möglichkeit auch draußen.

In einer ambulant durchgeführten PR-Studie konnten Langzeiteffekte hinsichtlich Mortalität bei chronisch erkrankten Lungenerkrankten gezeigt werden. Bei den Patienten, die zumeist (88%) eine COPD aufwiesen, konnte in der monozentrisch retrospektiven Arbeit gezeigt werden, dass das Mortalitäts-signal durch die PR deutlich reduziert werden konnte. Die Cox-Regression ergab ein höheres Mortalitätsrisiko bei den Kontrollen. Die Subgruppenanalyse für COPD bestätigte diese Ergebnisse (HR = 1,70, p < 0,001) [9].

Für den schwer erkrankten hyperkapnischen COPD-Patienten konnte gezeigt werden, dass das Training in einer stationären PR mit NIV Maske möglich ist und die Ausdauerleistung um HI-NIV: +246 s unter NIV ansteigt. Die NIV-Patienten hatten zudem weniger Dyspnoe und präferierten das Tragen der Maske [10].

In Summe leistet die PR für COPD-Patienten einen immensen Behandlungsbeitrag

Tab. 1. Evidenz für die PR bei COPD (nach Ries et al. [3]).

Effekte einer pneumologischen Rehabilitation bei COPD	Evidenzgrad
Reduktion von Dyspnoe	A
Verbesserung der Lebensqualität	A
Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit	A
Abnahme COPD-assoziiierter Angst und Depression	B
Reduktionen der Anzahl und Dauer von Hospitalisationen	B

Auch schwer erkrankte COPD-Patienten profitieren sehr von PR

und ist aus den Therapiekonzepten nicht mehr hinwegzudenken.

Digitale Möglichkeiten können hier einen weiteren wichtigen Beitrag leisten (s. „Ausblick Telerehabilitation“). Neben den schlechten infrastrukturell ambulanten Möglichkeiten ist der zumeist komorbide schwer erkrankte Patient gut in einem dafür ausgerichteten stationären Setting aufgehoben.

Asthma bronchiale

Im Vergleich zu anderen chronischen Lungenerkrankungen wie COPD war die Wirksamkeit der PR bei Asthma bronchiale lange Zeit weniger eindeutig belegt. Ein Cochrane-Review untersuchte daher im Jahr 2023 die Effekte einer PR gegenüber einer Standardversorgung („usual care“) auf körperliche Leistungsfähigkeit, Asthmakontrolle und Lebensqualität bei Erwachsenen mit Asthma [11]. Eingeschlossen wurden zehn Studien mit insgesamt 894 Patient/-innen (Alter 27 – 54 Jahre), die eine PR von mindestens 4 Wochen oder mindestens acht Sitzungen absolviert hatten. Die Analyse zeigte signifikante Verbesserungen der maximalen Sauerstoffaufnahme und im Incremental Shuttle Walk Test. Die 6-Minuten-Gehstrecke (6MWD) erhöhte sich im Mittel um 79,8 m, was die für COPD definierte klinisch relevante Schwelle (30 m) übersteigt. Besonders deutlich fiel die Verbesserung der Lebensqualität (SGRQ-Gesamtscore: –18,51 Punkte). Auch die Asthmakontrolle, gemessen mit dem ACQ, verbesserte sich um –0,46 Punkte.

Einen tieferen Einblick in die Wirkung einer stationären PR auf die Asthmakontrolle liefert eine randomisierte kontrollierte Studie von Schultz et al. [12]. Darin wurde untersucht, ob eine 3-wöchige stationäre

PR die Asthmakontrolle (primäres Outcome) und weitere sekundäre Endpunkte (zum Beispiel Lebensqualität, Leitsymptome, psychische Belastung) bei 412 Erwachsenen mit nicht kontrolliertem Asthma ($ACT < 20$) verbessert. Drei Monate nach Abschluss der PR erreichte die Interventionsgruppe einen mittleren ACT-Score von 20,4 Punkten, während die Wartekontrollgruppe bei 15,7 Punkten lag. Die mittlere Differenz von 4,7 Punkten (95%-KI: (3,99; 5,43); Cohen's $d = 1,27$) war sowohl statistisch signifikant als auch klinisch relevant. Auch in den Sekundärendpunkten zeigten sich relevante Verbesserungen. Ein Jahr nach PR lag der ACT-Wert mit durchschnittlich 19,0 Punkten weiterhin deutlich über dem Ausgangswert. Sekundäre Zielgrößen wie Lebensqualität, Leitsymptome (Dyspnoe, Husten, Auswurf, Schmerzen) und Selbstmanagement profitierten ebenfalls von der PR.

Eine retrospektive Analyse von Schneeberger et al. [13] bestätigte diese positiven Effekte auch in einer großen Kohorte von 373 Patient/-innen, die eine 3-wöchige stationäre PR absolvierten. Der mittlere ACT-Wert stieg um 3,6 Punkte (von $14,4 \pm 5,3$ auf $18,0 \pm 4,8$; $p < 0,001$) und überschritt damit die minimale klinisch relevante Differenz. Insbesondere Patient/-innen mit moderatem und schwerem Asthma sowie mit zu Beginn unkontrollierter Erkrankung profitierten am stärksten. Auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität verbesserte sich signifikant.

Trotz der guten Evidenz für die Wirksamkeit von PR bei Asthma nehmen jedoch nur wenige Patient/-innen dieses Angebot in Anspruch. Dies zeigen aktuelle Daten aus dem deutschen Asthma-Netzwerk (GAN) von Jarosch et al. [14]. In einer großen Kohorte mit 2.586 Patient/-innen mit schwerem Asthma hatten nur 20,4% mindestens einmal eine PR besucht. Die Teilnehmenden wiesen dabei signifikant schlechtere Asthmakontrolle, stärkere Symptomlast (u. a. Depression, Dyspnoe), reduzierte körperliche Leistungsfähigkeit, häufigere Exazerbationen sowie eingeschränkte Arbeitsfähigkeit auf als Nichtteilnehmende. Diese Charakteristika deuten darauf hin, dass vor allem Patient/-innen mit hohem Leidensdruck und potenziell größerem Nutzen PR in Anspruch nehmen. Die niedrige Teilnahmequote verdeutlicht jedoch einen erheblichen Verbesserungsbedarf bei der Umsetzung in der

**PR bei Asthma
wird viel zu
selten verordnet!**

Versorgung. Hier könnten ein Abbau organisatorischer Barrieren, eine bessere Aufklärung sowie flexible Versorgungsmodelle, zum Beispiel telemedizinische Angebote, die Inanspruchnahme erhöhen.

Zusammenfassend belegen diese Ergebnisse, dass PR ein wirksames und sicheres nicht medikamentöses Therapieangebot für Patient/-innen mit Asthma ist, das die Asthmakontrolle, körperliche Leistungsfähigkeit und Lebensqualität nachhaltig verbessern kann. Der Zugang zur PR sollte jedoch konsequenter ermöglicht und gefördert werden.

Interstitielle Lungen- erkrankungen

Die Evidenzlage für den Nutzen und die Sicherheit einer pneumologischen Rehabilitation (PR) bei Patienten mit interstitieller Lungenerkrankung (ILD) ist in den letzten Jahren zunehmend gewachsen.

Vor diesem Hintergrund spricht sich auch die American Thoracic Society in ihrer aktuellen Leitlinie aus dem Jahr 2023 mit einer starken Empfehlung bei moderater Evidenzqualität für die Durchführung jener nicht medikamentösen und sicheren Behandlungsmaßnahme aus [15].

Dabei stützen sich die Leitlinienautoren ausdrücklich auf die im Jahr 2021 publizierte Cochrane-Review von Dowman et al. [15, 16], in der auf Grundlage von 21 randomisierten kontrollierten Studien (RCTs) mit einer Studienpopulation (SP) von 909 ILD-Patienten die Wirksamkeit einer PR auf körperliche Leistungsfähigkeit, Kurzatmigkeit, gesundheitsbezogene Lebensqualität (Hr-QoL) und dem Gesamtüberleben untersucht wurde. Unter Berücksichtigung des progredienten Krankheitsverlaufs der idiopathischen Lungenfibrose (IPF) wurde ergänzend eine entsprechende Subgruppenanalyse vorgenommen.

Bemessen an der 6-Minuten-Gehdistanz konnten Dowman et al. [16] somit bei einer Evidenzlage von moderater Qualität eine klinisch relevante Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit von ILD-Patienten unmittelbar nach PR (mittlere Differenz (MD) 40,07 m, 95% Konfidenzintervall (KI) 32,70 bis 47,44; SP 585 aus 13 RCTs) und im Langzeitverlauf beobachten (MD 32,43 m, 95% KI 15,58 bis 49,28; SP 297 aus 5 RCTs). Auch

die Subgruppe von IPF-Patienten profitierte im frühen Verlauf nach PR vergleichbar (MD 37,25 m; 95% KI 26,16 bis 48,33; SP 278 aus 8 RCTs; moderate Evidenz), wobei sich dieser Nutzen langfristig nicht mehr erkennen ließ (MD 1,64 m, 95% KI -24,89 bis 28,17; SP 123 aus 3 RCTs; niedrige Evidenz).

Darüber hinaus wurde eine persistierende klinisch relevante Verbesserung der HrQoL nach PR erkennbar, wenngleich der Effekt kurz nach der Behandlung stärker war. Folglich verbesserte sich der St. George's Respiratory Questionnaire (SGRQ) direkt nach PR um eine MD von -9,29 Punkten (95% KI -11,06 bis -7,52; SP 478 aus 11 RCTs; moderate Evidenz) und erreichte nach 6 – 12 Monaten noch eine MD von -4,93 Punkten (95% KI -7,81 bis -2,06; SP 240 aus 4 RCTs; niedrige Evidenz). Auch in diesem Bezug profitierte die IPF-Subgruppe vornehmlich kurzfristig.

Obwohl sich in der ILD-Kohorte und in der IPF-Subgruppe eine langfristige Verbesserung von Kurzatmigkeit nach PR beobachten ließ, war das Ausmaß dieser Effektgröße basierend auf Evidenz niedriger Qualität weniger prägnant.

Eine Aussage bezüglich der Auswirkung einer PR auf das Gesamtüberleben von ILD-Patienten konnte von Dowman et al. [16] im Jahr 2021 nicht getroffen werden. Potenziell tragen jedoch die jüngsten Daten der Autorin aus einer gepoolten Analyse von zwei RCTs mit 182 ILD-Patienten dazu bei, diese Evidenzlücke weiter zu schließen: Entsprechend war der Abschluss einer PR mit einem 44% geringeren Mortalitätsrisiko nach 5 Jahren – nicht aber mehr nach 10 Jahren – assoziiert (Hazard Ratio 0,56, 95% KI 0,36 bis 0,88, $p = 0,01$) [17].

Dass insbesondere eine vollständig supervidierte PR von mindestens 8-wöchiger Dauer und Integration eines hochintensiven Intervalltrainings zu einer Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Hr-QoL bei ILD-Patienten führt, legt die systematische Übersichtsarbeit und Metaanalyse von Salazar et al. (2024) mit 476 ILD-Patienten nahe [18]. Die Ergebnisse des RCT von Jarosch et al. (2020) mit 51 IPF-Patienten deuten darüber hinaus darauf hin, dass primär Patienten im Frühstadium ihrer Erkrankung von einer PR profitieren [19].

Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass Patienten mit ILD – einschließlich der Subgruppe der IPF-Patienten – von

PR reduziert bei ILD-Patienten die Mortalität

einer PR als sichere und effektive Therapie-modalität profitieren. Bedauerlicherweise findet diese Behandlungsmaßnahme jedoch trotz ihres nachweislichen Nutzens weiterhin unzureichende Anwendung in der Patientenversorgung [15].

- Atemphysiotherapie bei dysfunktionaler Atmung oder chronischem Husten
- Kognitives Training bei entsprechenden Einschränkungen
- Spezifische (Psycho-)Eduktion zu PCS
- Psychotherapie zur Verbesserung der Coping-Strategien inkl. Pacing und ggf. zur Therapie einer vorliegenden psychischen Komorbidität
- Bei Bedarf Logopädie/Ergotherapie

Post-COVID-Syndrom

Seit dem ersten Auftreten des SARS-CoV-2-Virus sind persistierende Symptome nach akuter Infektion ein herausforderndes, gesundheitliches Problem. Das Britische National Institute for Health and Care Excellence (NICE) definiert ein Post-COVID-Syndrom (PCS) als gesundheitliche Beschwerden, die mehr als 12 Wochen nach Beginn der SARS-CoV-2-Infektion noch vorhanden sind und nicht anderweitig erklärt werden können. Zu einem PCS gehören darüber hinaus auch Symptome, die sich aufgrund einer vorbestehenden Erkrankung in Folge einer SARS-CoV-2-Infektion verschlechtern [20]. Post-COVID bestimmt für viele Betroffene den Alltag.

Die Inzidenz für die Entwicklung eines PCS schätzt die Weltgesundheitsorganisation WHO auf 10 – 20%. Dabei kann ein PCS sowohl nach symptomatischer als auch nach initial asymptomatischer SARS-CoV-2-Infektion oder milder COVID-19-Erkrankung auftreten.

Die Symptome, die im Rahmen eines PCS auftreten sind sehr heterogen und vielfältig. Zu den häufigsten Symptomen zählen Fatigue, Konzentrations- und Gedächtnisschwierigkeiten sowie Schlafstörungen. Die Symptome können einen starken negativen Einfluss auf die Lebensqualität, die körperliche und kognitive Leistungsfähigkeit sowie die Aktivität und Teilhabe (u. a. die Arbeitsfähigkeit) haben, sodass eine effektive Behandlung sowohl von individuellem als auch gesundheitspolitischem Interesse ist.

Als eine nicht medikamentöse Therapieoption hat sich die medizinische Rehabilitation unterschiedlicher Fachbereiche wie zum Beispiel der Neurologie und der Pneumologie etabliert und wird von unterschiedlichsten Fachgesellschaften empfohlen. Zu den wichtigsten Inhalten der Rehabilitation zählen:

- medizinische Trainingstherapie (individuell angepasst, evtl. Fokus auf Pacing-Strategien, Entspannungstechniken)

In einem systematischen Review, das 14 RCTs beinhaltet (1.244 Patienten) und im JAMA publiziert wurde, konnte erste Evidenz für standardisierte Rehabilitationsmaßnahmen in dieser naturgemäß noch jungen Wissenschaft gezeigt werden [21]. Folgende Effekte konnten nachgewiesen werden:

- Verbesserung der Dyspnoe bei vorliegender Lungenbeteiligung
- Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit
- Reduktion von Fatigue: multidisziplinäre Programme zeigen stärkere Effekte
- Verbesserung der Lebensqualität und der psychischen Gesundheit (Angst, Depression, Stressbewältigung)

Die Qualität der Evidenz wurde als moderat angegeben. Ein Großteil der untersuchten Studien beinhaltet jedoch nur unimodale Therapien (zum Beispiel Atemphysiotherapie im Vergleich zu einer Kontrolle), da multimodale Programme zunächst selten untersucht wurden.

In einer eigenen Studie konnte in einer randomisierten, kontrollierten Studie gezeigt werden, dass die 3-wöchige, stationäre, multimodale Rehabilitation im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit Standardversorgung einen sehr guten Erfolg hat, wenn die Patienten anhand ihrer PCS-Symptome einem von drei Clustern (Fatigue, Kognition, Soma) zugeordnet werden und auf dieser Grundlage spezifische Therapien erhalten [22]. Beispielsweise wird der Fokus bei Patienten, die an einer Erschöpfungssymptomatik leiden, auf das Pacing gesetzt und zusätzlich auf eine engmaschigere, psychologische Unterstützung. In diese Studie wurden weitestgehend Patienten untersucht, die während ihrer Akuterkrankung nicht hospitalisiert waren. 40% der Patienten gaben an, aufgrund ihrer PCS-Erkrankung bei Studienbeginn arbeitsunfähig zu sein. Nach der Rehabilitation zeigte sich in allen drei

**Long Post
Covid-Patienten
profitieren von
PR – die Rolle
von PR bei PEM
ist bislang nicht
gut untersucht**

Clustern eine signifikante Verbesserung der Lebensqualität, der Depressions- und Angstsymptomatik. Die Arbeitsfähigkeit hat sich ausschließlich in der Rehabilitationsgruppe verbessert. Es konnten keine unerwünschten Nebenwirkungen während der Rehabilitation beobachtet werden, obwohl die Mehrzahl der Patienten Symptome einer post-exertionellen Malaise (PEM; evaluiert durch den DePaul Symptom Questionnaire) angab. Eine individuell auf die jeweiligen Bedürfnisse und Möglichkeiten angepasste Rehabilitation scheint somit in einem selektierten Kollektiv trotz PEM-Symptomatik gut machbar zu sein.

Ähnliche Ergebnisse zeigte auch eine internationale Studie, die die Wirkung einer Präsenz- oder Remote Rehabilitation bei PCS untersuchte [23]. Das Kollektiv schloss ausschließlich hospitalisierte Patienten in die Studie ein und schloss jene Patienten aus, die von schwerer PEM berichteten. Es konnte nach der 8-wöchigen Rehabilitation eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit festgestellt werden, unabhängig davon, ob die Rehabilitation in Präsenz oder Remote durchgeführt wurde. Immunmodulatorische Benefits zeigten sich über den Anstieg der CD8+-Zellen nur nach der Präsenzrehabilitation. Verbesserungen in der Lebensqualität oder der Symptomatik haben sich in diesem Setting nicht nachweisen lassen. Die Autoren schlussfolgerten, dass beide Rehabilitationsmaßnahmen der Kontrollgruppe mit Standardversorgung überlegen waren.

Insgesamt konnten also bislang gute Ergebnisse zur multimodalen Rehabilitation beobachtet werden. Der Schlüssel zum Erfolg scheint bei diesem heterogenen Kollektiv auf einer möglichst individuellen Behandlung zu liegen (zum Beispiel im Rahmen von Symptom-Clustern). Auch PCS-Patienten mit PEM können von der Rehabilitation profitieren, wenn das Programm entsprechend modifiziert und individuell angepasst wird. Auf eine Behandlung bei diagnostizierter ME/CFS wird in diesem Artikel nicht eingegangen.

Ausblick Telerehabilitation

Durch die COVID-19-Pandemie sind zahlreiche Telerehabilitationsprogramme ent-

standen und haben die Möglichkeiten zur Teilnahme an rehabilitativen Verfahren erweitert.

Aktuelle Situation in Deutschland

In Deutschland ist die Telerehabilitation zunehmend als sinnvolle Ergänzung zur Präsenzrehabilitation erkannt, aber bislang noch nicht flächendeckend etabliert. Während andere Fachbereiche wie zum Beispiel die Neurologie oder Kardiologie bereits Pilotprojekte und strukturierte digitale Rehabilitationsangebote nutzen, steckt die Anwendung in der Pneumologie noch in den Anfängen. Erschwerend kommt hinzu, dass die rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen wie zum Beispiel die Anerkennung und Vergütung digitaler Interventionen in der Pneumologie unzureichend geklärt sind.

Bislang gibt es einzelnen Pilotprojekte und Studien zur Telerehabilitation bei Patienten mit chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung (COPD) oder Long-COVID. Das Projekt „digireha“ der Deutschen Rentenversicherung Bund testet beispielsweise digitale Nachsorgeformate, darunter auch für pneumologische Indikationen. Eine Studie, die ein synchrones Tele-Rehabilitationsnachsorgeprogramm bei Patient/-innen mit Long-COVID untersucht, wird dieses Jahr noch abgeschlossen (ClinicalTrials.gov ID NCT06124625).

Evidenz für Telerehabilitation

Eine zentrale Cochrane-Analyse aus dem Vereinigten Königreich untersuchte, ob eine Telerehabilitation (also eine Reha-Maßnahme über Telefon, Internet oder Videoschaltung) bei Patient/-innen mit chronischer Atemwegserkrankung vergleichbare Ergebnisse erzielt wie eine klassische Präsenzrehabilitation. Es wurden 15 RCTs mit insgesamt 1.904 Patient/-innen eingeschlossen, die größtenteils an einer COPD litten. Für wichtige Outcomes wie die funktionelle Leistungsfähigkeit (6-Minuten-Gehstrecke), Anzahl von Krankenhauseinweisungen und akute Exazerbationen (geringe Datenlage) sowie Nebenwirkungen und Sicherheitsaspekte unterschieden sich beide Versorgungsformen nicht signifikant voneinander. Hinsichtlich der Verbesserung

Digitale Konzepte zeigen zunehmend Evidenz in der PR. Die Zukunftsherausforderung ist vor dem Hintergrund der steigenden Kosten im Gesundheitssystem, die richtige Therapie für den richtigen Patienten zu finden

der Atemnot und Lebensqualität zeigten beide Programmarten vergleichbare Verbesserungen und keine klare Überlegenheit einer Methode. Die Telerehabilitation verfügte tendenziell über eine bessere Adhärenz durch weniger verzeichnete Therapieabbrüche. Die Autoren schlussfolgerten, dass eine Telerehabilitation eine effektive Alternative zu einer herkömmlichen PR bei chronischen Atemwegserkrankungen sein kann, insbesondere dann, wenn Präsenzprogramme nicht verfügbar oder nicht zugänglich sind. Sie betonen darüber hinaus, dass weitere Studien notwendig sind, um langfristige Effekte, Kosten, unterschiedliche Techniken (synchron vs. asynchron) sowie Patientengruppen mit höherem Risiko zu untersuchen [24].

Synchrone vs. asynchrone Angebote

Telerehabilitationsprogramme können synchron oder asynchron erbracht werden. Eine synchrone Maßnahme bedeutet, dass die Reha in Echtzeit mit direkter Interaktion (zum Beispiel Videokonferenz zwischen Therapeut und Patient) stattfindet. Asynchrone Interventionen hingegen bedeuten eine zeitversetzte Rehabilitation (zum Beispiel Übungen per App, aufgezeichnete Videos, späteres Feedback über Telefon/Email). Tendenziell wird eine synchrone Rehabilitation als qualitativ hochwertiger eingestuft. Eine Studie von Bhatt et al. [25] zeigte, dass eine synchron über Video durchgeführte PR bei COPD ähnliche Effekte erzielte wie eine Präsenzreha (Dyspnoe, 6-Minuten-Gehtest), während es für asynchron erbrachte PR bislang wenig Belege für ihre Effektivität gibt. Die Vorteile beider Methoden werden jeweils wie folgt zusammengefasst:

Vorteile synchroner Reha

- Höhere Qualitätssicherung: direkte Kontrolle von Übungsausführung, Sicherheit, Belastungsintensität, direktes Feedback
- Soziale Interaktion: Gruppenformate möglich, Motivation durch Live-Feedback
- Nähe zur Präsenz-Reha: stärker vergleichbar mit herkömmlicher PR

Vorteile asynchroner Reha

- Niedrigere Hürden: zeitlich flexibel, kein Terminzwang, ideal für Berufstätige oder pflegende Angehörige
- Technisch einfacher: weniger Bandbreite nötig, keine stabile Live-Verbindung erforderlich
- Skalierbar und kostengünstig: größere Patientengruppen können mit weniger Personal betreut werden
- Patientenautonomie: selbstbestimmtes Lernen und Trainieren

Kosten

Die Informationen zu den Kosten einer Präsenzrehabilitation im Vergleich zu Telerehabilitationsprogrammen ist bislang noch begrenzt. Bekannt ist, dass sich die Kostenstruktur an sich stark unterscheidet: Während bei der Präsenzreha ein hoher Anteil an Infrastrukturkosten (Gebäude, Geräte) sowie Kosten für Unterbringung und Transport der Rehabilitand/-innen anfallen, sind die Fixkosten für die Telerehabilitation geringer (keine Unterbringung, keine Anfahrten, einmalige Investition in Technik). Dafür fallen für Teleprogramme insgesamt höhere Kosten für Plattformen, Datenschutz und Dokumentation an.

Telerehabilitation birgt somit großes Potenzial, den Zugang zu PR in unterversorgten Regionen, aber auch den allgemeinen Zugang, durch die begrenzte Anzahl an Präsenzplätzen zu verbessern. International wird bereits vermehrt auf digitale Optionen im Bereich der Rehabilitation gesetzt. Telerehabilitation in der Pneumologie in Deutschland ist noch nicht breit etabliert, aber zukunftsweisend. Einzelne Initiativen zeigen die Machbarkeit und Akzeptanz solcher Programme. Damit Telerehabilitation Teil der Regelversorgung werden kann, braucht es klare Standards, evidenzbasierte Leitlinien, verlässliche Finanzierung und technische Infrastruktur. Die aktuelle Situation bietet eine Chance, die Versorgung von Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen nachhaltig zu verbessern.

Essential Sentences – Kernaussagen & Handlungs- anweisungen

- PR bei COPD, Asthma, ILD und Post-COVID konsequent als evidenzbasierte Therapieoption einsetzen.
- Frühzeitige Einbindung in den Behandlungsplan – unabhängig vom Schweregrad.
- Multimodale, individuell angepasste Programme bieten den größten Nutzen.
- Prävention fördern: Dazu gehören Rauchstopp, mehr körperliche Aktivität, Ernährung optimieren.
- Telerehabilitation als Ergänzung nutzen, um Zugang und Adhärenz zu verbessern.
- Strukturen schaffen: klare Leitlinien, technische Infrastruktur, gesicherte Finanzierung.

Interessenkonflikt

Keiner.

Literatur

- [1] Spruit MA, Pitta F, Garvey C, ZuWallack RL, Roberts CM, Collins EG, Goldstein R, McNamara R, Surpas P, Atsuyoshi K, López-Campos JL, Vogiatzis I, Williams JE, Lareau S, Brooks D, Troosters T, Singh SJ, Hartl S, Clini EM, Wouters EF; ERS Rehabilitation and Chronic Care, and Physiotherapists Scientific Groups; American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; ATS Pulmonary Rehabilitation Assembly and the ERS COPD Audit team. Differences in content and organisational aspects of pulmonary rehabilitation programmes. *Eur Respir J*. 2014; 43: 1326-1337. [CrossRef PubMed](#)
- [2] McCarthy B, Casey D, Devane D, Murphy K, Murphy E, Lacasse Y. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015; 2015: CD003793. [CrossRef PubMed](#)
- [3] Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, Make B, Rochester CL, Zuwallack R, Herrerias C. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest*. 2007; 131 (Suppl): 4S-42S. [CrossRef PubMed](#)
- [4] Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, Hill K, Holland AE, Lareau SC, Man WD, Pitta F, Sewell L, Raskin J, Bourbeau J, Crouch R, Franssen FM, Casaburi R, Vercoulen JH, Vogiatzis I, Gosselink R, et al; ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation. 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-e64. [CrossRef PubMed](#)
- [5] Khera AV, Emdin CA, Drake I, Natarajan P, Bick AG, Cook NR, Chasman DJ, Baber U, Mehran R, Rader DJ, Fuster V, Boerwinkle E, Melander O, Orho-Melander M, Ridker PM, Kathiresan S. Genetic Risk, Adherence to a Healthy Lifestyle, and Coronary Disease. *N Engl J Med*. 2016; 375: 2349-2358. [CrossRef PubMed](#)
- [6] De Benedetto F, Pastorelli R, Ferrario M, de Blasio F, Marinari S, Brunelli L, Wouters EFM, Polverino F, Celli BR; Interdisciplinary Association for Research in Lung Disease (AIMAR) Study Group. Supplementation with Qter® and Creatine improves functional performance in COPD patients on long term oxygen therapy. *Respir Med*. 2018; 142: 86-93. [CrossRef PubMed](#)
- [7] Zhang H, Wang X, Lin J, Sun Y, Huang Y, Yang T, Zheng S, Fan M, Zhang J. Reduced regional gray matter volume in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a voxel-based morphometry study. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2013; 34: 334-339. [CrossRef PubMed](#)
- [8] Kühn S, Mascherek A, Filevich E, Lisofsky N, Becker M, Butler O, Lochstet M, Mårtensson J, Wenger E, Lindenberger U, Gallinat J. Spend time outdoors for your brain – an in-depth longitudinal MRI study. *World J Biol Psychiatry*. 2022; 23: 201-207. [CrossRef PubMed](#)
- [9] Sharifi V, Brazzale DJ, McDonald CF, Hill CJ, Michael C, Ruehland WR, Berlowitz DJ. Effect of pulmonary rehabilitation on all-cause mortality in patients with chronic respiratory disease: a retrospective cohort study in an Australian teaching hospital. *BMC Pulm Med*. 2024; 24: 501. [CrossRef PubMed](#)
- [10] Schneeberger T, Dennis CJ, Jarosch I, Leitl D, Stegemann A, Gloeckl R, Hitzl W, Leidinger M, Schoenheit-Kenn U, Criée CP, Koczulla AR, Kenn K. High-intensity non-invasive ventilation during exercise-training versus without in people with very severe COPD and chronic hypercapnic respiratory failure: a randomised controlled trial. *BMJ Open Respir Res*. 2023; 10: e001913. [CrossRef PubMed](#)
- [11] Osadnik CR, Gleeson C, McDonald VM, Holland AE. Pulmonary rehabilitation versus usual care for adults with asthma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2022; 8: CD013485. [PubMed](#)
- [12] Schultz K, Wittmann M, Wagner R, Leibert N, Schwarzkopf L, Szentos B, Nowak D, Faller H, Schuler M. In-Patient Pulmonary Rehabilitation to Improve Asthma Control—A Randomized Controlled Study (EPRA, Effectiveness of Pulmonary Rehabilitation for Patients with Asthma). *Dtsch Arztebl Int*. 2021; 118: 23-30. [PubMed](#)
- [13] Schneeberger T, Jarosch I, Moll J, Gloeckl R, Boensch M, Hitzl W, Idzko M, Taube C, Kenn K, Koczulla AR. Increased asthma control after a 3-week inpatient pulmonary rehabilitation program. *Respir Med*. 2020; 165: 105930. [CrossRef PubMed](#)
- [14] Jarosch I, Schneeberger T, Holt Dirk A, Gloeckl R, Kroll D, Buhl R, Hamelmann E, Idzko M, Taube C, Milger K, Skowasch D, Schulz C, Jandl M, Ehmann R, Schmidt O, Seefeldt M, Korn S, Koczulla AR; German Asthma Net study group. Which people

- with severe asthma attend pulmonary rehabilitation? Insights from the German Asthma Net. *ERJ Open Res.* 2025; 11: 00689-2024. [CrossRef PubMed](#)
- [15] Rochester CL, Alison JA, Carlin B, Jenkins AR, Cox NS, Bauldoff G, Bhatt SP, Bourbeau J, Burtin C, Camp PG, Cascino TM, Dorney Koppel GA, Garvey C, Goldstein R, Harris D, Houchen-Woloff L, Limberg T, Lindenauer PK, Moy ML, Ryerson CJ, et al. Pulmonary Rehabilitation for Adults with Chronic Respiratory Disease: An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med.* 2023; 208: e7-e26. [Cross-Ref PubMed](#)
- [16] Dowman L, Hill CJ, May A, Holland AE. Pulmonary rehabilitation for interstitial lung disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021; 2: CD006322. [PubMed](#)
- [17] Dowman LM, Vainshelboim B, Holland AE. Impact of Pulmonary Rehabilitation on Survival in People With Interstitial Lung Disease. *Chest.* 2025; 167: 1696-1704. [CrossRef PubMed](#)
- [18] Salazar JJ, Mirza FT, Uzzaman MN, Shunmugam RH, Shazana NZ, Pinnock H, Hirani N, Rabinovich RA. Characteristics of pulmonary rehabilitation programs and their effects on exercise capacity and health related quality of life (HRQoL) in patients with interstitial lung disease: A systematic review and meta-analysis. *Respir Med.* 2025; 237: 107936. [CrossRef PubMed](#)
- [19] Jarosch I, Schneeberger T, Gloeckl R, Kreuter M, Frankenberger M, Neurohr C, Prasse A, Freise J, Behr J, Hitzl W, Koczulla AR, Kenn K. Short-Term Effects of Comprehensive Pulmonary Rehabilitation and its Maintenance in Patients with Idiopathic Pulmonary Fibrosis: A Randomized Controlled Trial. *J Clin Med.* 2020; 9: 1567. [CrossRef PubMed](#)
- [20] Koczulla AR, Ankermann T, Behrends U, Berlit P, Berner R, Böing S, Brinkmann F, Frank U, Franke C, Glöckl R, Gogoll C, Häuser W, Hohberger B, Huber G, Hummel T, Köllner V, Krause S, Kronsbein J, Maibaum T, Otto-Thöne A, et al. [German S1 Guideline Long-/Post-COVID]. *Pneumologie.* 2022; 76: 855-907. [CrossRef PubMed](#)
- [21] Poulipoulou DV, Macdermid JC, Saunders E, Peters S, Brunton L, Miller E, Quinn KL, Pereira TV, Bobos P. Rehabilitation Interventions for Physical Capacity and Quality of Life in Adults With Post-COVID-19 Condition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Netw Open.* 2023; 6: e2333838. [CrossRef PubMed](#)
- [22] Schneeberger T, Jarosch I, Leitl D, et al. Late Breaking Abstract – Symptom-based rehabilitation (REHAB) vs. usual care in people with post COVID-19 condition – the Reload trial: a randomized controlled trial (RCT). 2024.
- [23] Daynes E, Evans RA, Greening NJ, Bishop NC, Yates T, Lozano-Rojas D, Ntotsis K, Richardson M, Baldwin MM, Hamrouni M, Hume E, McAuley H, Mills G, Megaritis D, Roberts M, Bolton CE, Chalmers JD, Chalder T, Docherty AB, Elneima O, et al; PHOSP-COVID Study Collaborative Group. Post-Hospitalisation COVID-19 Rehabilitation (PHOSP-R): a randomised controlled trial of exercise-based rehabilitation. *Eur Respir J.* 2025; 65: 2402152. [CrossRef PubMed](#)
- [24] Cox NS, Dal Corso S, Hansen H, McDonald CF, Hill CJ, Zanaboni P, Alison JA, O'Halloran P, Macdonald H, Holland AE. Telerehabilitation for chronic respiratory disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021; 1: CD013040. [PubMed](#)
- [25] Bhatt SP, Baugh D, Hitchcock J, Kim YI, Cutter G, Aban I, Dransfield MT. Video Telehealth Pulmonary Rehabilitation for Chronic Obstructive Pulmonary Disease Is Associated with Clinical Improvement Similar to Center-based Pulmonary Rehabilitation. *Ann Am Thorac Soc.* 2022; 19: 331-333. [CrossRef PubMed](#)

Übersicht

Review

©2026 Dustri-Verlag Dr. K. Feistle
ISSN 0341-3055

Trainingstherapie in der pneumologischen Rehabilitation – wie mache ich es konkret?

R. Gloeckl

Forschungsinstitut für Pneumologische Rehabilitation, Schön Klinik Berchtesgadener Land, Schönau am Königssee

Schlüsselwörter

pneumologische Rehabilitation – COPD – Trainingstherapie – Ausdauertraining – Intervalltraining – Krafttraining – Atemmuskultraining – Balance – Vibrationstraining – Belastungstoleranz

Key words

pulmonary rehabilitation – COPD – exercise therapy – endurance training – interval training – strength training – inspiratory muscle training – balance training – vibration training – exercise tolerance

Trainingstherapie in der pneumologischen Rehabilitation – wie mache ich es konkret?

Chronische Atemwegs- und Lungenerkrankungen sind durch Dyspnoe, eingeschränkte körperliche Leistungsfähigkeit und periphere Muskelschwäche gekennzeichnet. Multimodale Rehabilitationsprogramme nutzen daher systematisches Ausdauer- und Krafttraining als zentrale Interventionen. Auf Basis von Expertenkonsens und systematischen Übersichtsarbeiten werden in diesem Übersichtsartikel praxisnahe Empfehlungen für kontinuierliches Dauer- und Intervall-Ausdauertraining, Krafttraining, Atemmuskultraining, Balancetraining und Ganzkörper-Vibrationstraining vorgestellt. Anhand klinischer Fallbeispiele werden Anpassungsstrategien bei Dyspnoe, Hypoxämie und Muskelermüdung erläutert. Die Integration dieser evidenzbasierten Modalitäten in individualisierte Programme ermöglicht eine symptomorientierte und sichere Umsetzung der Trainingstherapie in der pneumologischen Rehabilitation.

Exercise training in pulmonary rehabilitation: a practical implementation guide

Chronic respiratory diseases are characterized by dyspnea, limited physical performance and peripheral muscle weakness. Multimodal rehabilitation programs therefore use systematic endurance and strength training as core interventions. This review article presents practical recommendations for continuous and interval endurance training, strength training, inspiratory muscle

training, balance training, and whole-body vibration training based on the current available evidence. Clinical case studies are used to explain adaptation strategies for dyspnea, hypoxemia and muscle fatigue. The integration of these evidence-based modalities into individualized programs enables symptom-oriented and safe implementation of exercise therapy in pulmonary rehabilitation.

„Essential sentences“

- Ausdauer- und Krafttraining gelten als zentrales Element jeder pneumologischen Rehabilitation und führen zu signifikanten Verbesserungen von körperlicher Belastbarkeit und Muskelkraft.
- Intensives Intervalltraining (Belastungs-Erholungs-Verhältnis 1 : 1 à 30 – 60 Sek.) ist bei ausgeprägter Belastungsdyspnoe oder Hypoxämie gegenüber der Dauer- methode zu bevorzugen.
- Krafttraining sollte mit 3 Sätzen à 8 – 15 Wiederholungen bis zur lokalen muskulären Ermüdung durchgeführt werden.
- Inspirationsmuskultraining mit 30 – 40% des PI_{max} , 2-mal täglich 30 Atemzüge über 4 – 8 Wochen, erzielt bei inspiratorischer Muskelschwäche und persistierender Dyspnoe signifikante Verbesserungen.

Gloeckl R. Trainingstherapie in der pneumologischen Rehabilitation – wie mache ich es konkret? Atemwegs- und Lungenkrankheiten. 2026; 52: 14-22. DOI 10.5414/ATX02892

citation

Manuskripteingang: 25.07.2025; akzeptiert in überarbeiteter Form: 21.09.2025

Korrespondenzadresse: Dr. Rainer Gloeckl, Forschungsinstitut für Pneumologische Rehabilitation, Schön Klinik Berchtesgadener Land, Malterhöh 1, 83471 Schönau am Königssee, rgloeckl@schoen-klinik.de



Intervalltraining ist vor allem für Patienten mit ausgeprägteren Symptomen vorteilhaft

- Balancetraining (≥ 2 x/Woche über ≥ 6 Wochen), zum Beispiel auf instabilen Unterlagen oder durch Gewichtsverlagerungsübungen, senkt das Sturzrisiko und verbessert die funktionelle Mobilität.
- Ganzkörper-Vibrationstraining (bei > 20 Hz) ergänzt die Rehabilitation durch neuromuskuläre Aktivierung und zeigt besonders bei schwerer COPD positive Effekte auf funktionelle Leistungsparameter.

ten Gehstrecke unter 300 – 350 Metern das 3-Jahres-Sterberisiko mehr als verdoppelt [4].

Um dieser Abwärtsspirale entgegenzuwirken und die extrapulmonalen Manifestationen gezielt zu adressieren, empfehlen internationale Leitlinien multimodale Rehabilitationsprogramme. Zentrales Element ist ein strukturiertes Ausdauer- und Krafttraining, das heute als feste Standardkomponente der pneumologischen Rehabilitation gilt [5].

Einführung – warum Training sinnvoll ist

Körperliche Dekonditionierung und Muskelatrophie sind zentrale pathophysiologische Folgen bei chronischen Lungenerkrankungen – und zugleich modifizierbare Zielgrößen der Rehabilitation.

Neben pulmonalen Einschränkungen von Patienten mit chronischen Atemwegs- und Lungenkrankheiten ist eine zentrale Manifestation die systemische Muskeldysfunktion, charakterisiert durch Muskelatrophie, -schwäche und eine verminderte oxidative Kapazität [1]. Histologische Untersuchungen zeigen bei COPD-Patienten eine Reduktion der oxidativen Typ-I-Muskelfasern um bis zu 30% sowie eine verminderte Kapillardichte der Beinmuskulatur [1]. Diese strukturellen Veränderungen führen zu einer reduzierten Sauerstoffaufnahme im Muskel und zu schnellerer Ermüdung.

Solche Defizite begünstigen eine negative Spirale der körperlichen Inaktivität: Dyspnoe reduziert die körperliche Aktivität, was zu einem weiteren Rückgang der Leistungsfähigkeit führt und die Dyspnoe verstärkt, sodass Patienten häufig immer immobil werden. Studien belegen, dass Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen im Vergleich zu gesunden Gleichaltrigen deutlich mehr Zeit im Sitzen und Liegen verbringen [2].

Eine große multizentrische Analyse mit über 14.000 Patienten zeigte zudem, dass eine eingeschränkte körperliche Leistungsfähigkeit (im Sinne einer kürzeren Gehstrecke im 6-Minuten-Gehtest) signifikant mit einer erhöhten Ein-Jahres-Mortalität assoziiert ist [3]. Dieses erhöhte Mortalitätsrisiko war unabhängig von Alter oder Komorbiditäten. Weitere Studien zeigen, dass eine 6-Minu-

Ausdauertraining: Dauer- oder Intervalltraining?

Ausdauertraining ist ein fundamentaler Bestandteil der medizinischen Trainingstherapie bei chronischen Lungenerkrankungen. Am häufigsten wird Ausdauertraining über ein Fahrradergometer oder anhand eines Gehtrainings durchgeführt. Im Bereich des Ausdauertrainings werden dabei hauptsächlich zwei Formen unterschieden: das kontinuierliche Ausdauertraining nach der Dauer- oder Intervallmethode, bei der die Intensität konstant bleibt und das intensive Intervall-Ausdauertraining, bei dem sich ein Wechsel von kurzen meist intensiveren Phasen mit Ruhephasen ablösen [6]. Beide Methoden zeigen vergleichbare Wirksamkeit bei der Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit, der Muskelfunktion und der Verbesserung der Belastungsdyspnoe [7, 8]. Ein Ausdauertraining nach der Intervallmethode führt aufgrund der kurzen Pausen jedoch zu einer geringeren metabolischen und ventilatorischen Belastung und einer reduzierten dynamischen Überblähung im Vergleich zur Dauer- oder Intervallmethode [9]. Eine Studie bei Patienten vor Lungentransplantation hat gezeigt, dass vor allem schwerkranke Patienten mit ausgeprägten Symptomen während eines intensiven Intervalltrainings signifikant weniger Dyspnoe empfinden, als während der Dauer- oder Intervallmethode [10]. Insofern ist das Intervalltraining vor allem für Patienten mit ausgeprägteren Symptomen vorteilhaft.

Um abzuwägen, welche Patienten eher nach der Dauer- oder Intervallmethode und welche eher nach einem Intervalltrainingsansatz trainie-

Die anfängliche Trainingsintensität sollte beim Ausdauertraining bei 60 – 70% der max. Belastbarkeit angesetzt werden

ren sollten, haben sich drei pragmatische Fragen als hilfreich erwiesen [6]:

- Hat der Patient...
- ... einen ausgeprägten Abfall der Sauerstoffsättigung während der Belastung?
 - ... sehr intensive Atemnot während des initialen Belastungstests?
 - ... ausgeprägte Belastungsdyspnoe während des Ausdauertrainings nach der Dauerperiode?

Wenn eine dieser drei Fragen mit „Ja“ beantwortet wird, eignet sich dieser Patient voraussichtlich eher für die Durchführung eines Intervalltrainings.

Methodik des Ausdauertrainings nach der Dauerperiode

Zu Beginn eines strukturierten Ausdauertrainings sollte nach Möglichkeit ein maximaler Belastungstest, beispielsweise auf dem Fahrradergometer, durchgeführt werden. Dieser dient der individuellen Festlegung der Trainingsintensität und der Verlaufskontrolle. In ambulanten Trainingsprogrammen wird in der Regel eine Trainingsfrequenz von zwei bis drei Einheiten pro Woche angestrebt. In stationären Rehabilitationssettings kann die Trainingshäufigkeit auf fünf bis sieben Einheiten pro Woche gesteigert werden, um die vorhandenen Ressourcen optimal zu nutzen.

Die anfängliche Trainingsintensität sollte auf 60 – 70% der im Belastungstest erreichten maximalen Wattleistung gesetzt werden. Steht kein ergometrischer Belastungstest zur Verfügung oder wird ein Gehtraining durchgeführt, kann die Intensität alternativ anhand des individuellen Belastungsempfindens gesteuert werden. Hier hat sich ein Zielwert von 4 bis 6 auf der modifizierten Borg-Skala (0 – 10) bewährt, da dieser Bereich sehr gut mit der anaeroben Schwelle korreliert [11].

Die Dauer der Trainingseinheiten sollte initial 10 bis 20 Minuten betragen und im weiteren Verlauf schrittweise auf 30 bis 40 Minuten pro Einheit ausgedehnt werden. Die schrittweise Progression in Dauer und/oder Intensität erfolgt unter enger Beobachtung klinischer Parameter sowie der individuellen Belastungsverträglichkeit.

Fallbeispiele zur Anpassung der Dauerperiode

Im Rahmen einer internationalen Expertenbefragung wurden spezifische Vorgehensweisen zur Verschreibung und Anpassung von Ausdauertraining bei chronischen Lungenerkrankungen systematisch erhoben [6]. Insgesamt 35 Experten aus 21 Ländern beantworteten einen standardisierten Online-Fragebogen mit 64 Fragen zu Trainingsmodalitäten, Belastungssteuerung und Anpassungen während des Trainings. Die Empfehlungen basieren auf den am häufigsten genannten Vorgehensweisen dieser Experten und wurden in Form praxisnaher Flussdiagramme zusammengefasst, wie in Abbildung 1 dargestellt.

Die dort gezeigten fünf Fallbeispiele illustrieren typische Situationen, in denen eine Anpassung des Ausdauertrainings nach der Dauerperiode notwendig wird:

Fall 1: Unterbrechung der Dauerperiode aufgrund von Dyspnoe

Muss ein Patient die Trainingseinheit wegen starker Atemnot unterbrechen, so sollten Patienten auf die Einhaltung einer optimalen Atemtechnik hingewiesen werden (Bauchatmung mit Einatmung durch die Nase und Ausatmung durch die Lippenbremse). Ebenso der Wechsel zum Intervalltraining, als auch eine Reduktion der Intensität können sinnvoll sein um die Belastung besser tolerierbar zu gestalten.

Fall 2: Abfall der Sauerstoffsättigung (< 88%) während der Dauerperiode

Kommt es während der Dauerperiode zu einer ausgeprägten Desaturierung ($SpO_2 < 88\%$), sollte entweder Sauerstoff appliziert oder auf ein Intervalltraining mit kürzeren Belastungsphasen gewechselt werden. Bei persistierender Hypoxämie kann auch ein Training mit reduzierter Intensität unter engmaschiger pulsoxymetrischer Überwachung sinnvoll sein.

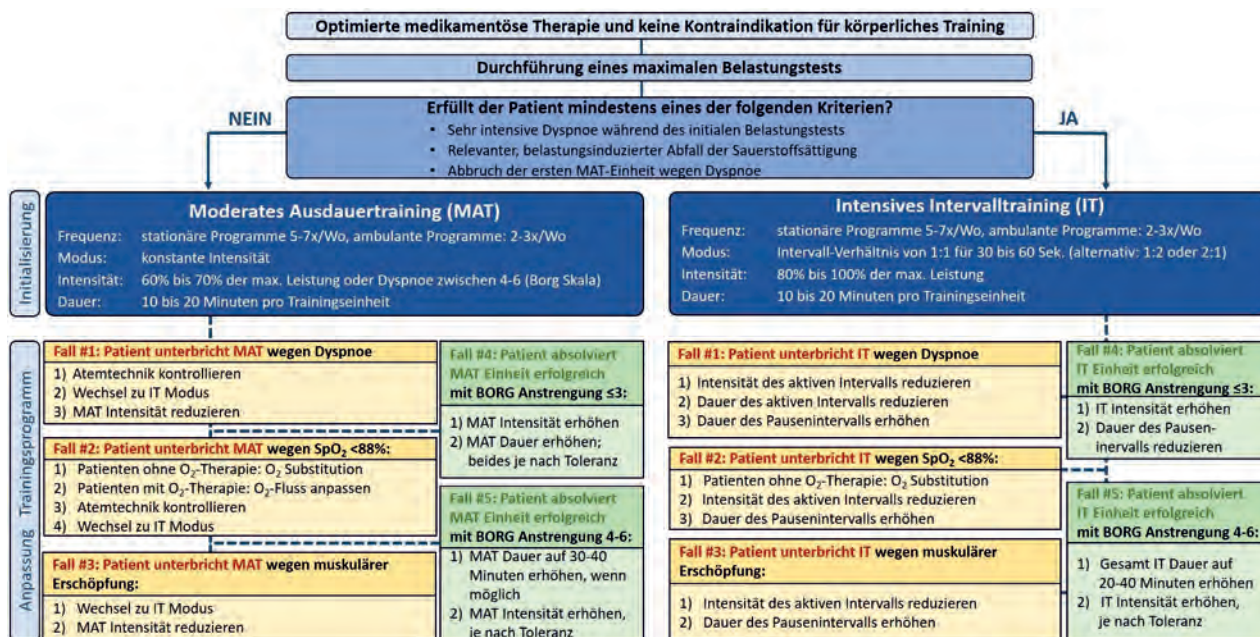


Abb. 1. Trainingsempfehlung für ein Ausdauertraining nach der Dauer- und der Intervallmethode. Basierend auf Gloeckl et al. [6].

Für eine erfolgreiche Umsetzung ist eine fortwährende Anpassung der Trainingsintensität und des Trainingsumfangs essenziell

Fall 3: Dauermethode wird wegen muskulärer Erschöpfung abgebrochen

Wird die Trainingseinheit wegen starker muskulärer Beschwerden unterbrochen, raten die meisten Experten, zum Intervalltraining zu wechseln oder die Trainingsintensität zu reduzieren. Auch eine gezielte Ergänzung von Krafttraining zur Stärkung der beanspruchten Muskulatur ist eine sinnvolle Option.

Fall 4: Geringes subjektives Belastungsempfinden während der Dauermethode

Bei Patienten, die eine sehr geringe Dyspnoe und Muskelermüdung (zum Beispiel Borg < 3) angeben, wird empfohlen, zunächst die Trainingsdauer auf bis zu 30 bis 40 Minuten zu steigern. In einem zweiten Schritt kann die Intensität (unter symptomadaptierter Kontrolle) schrittweise um 5 bis 10% erhöht werden.

Fall 5: Erfolgreich absolvierte Dauermethoden Trainingseinheit mit adäquater Belastung

In diesem wünschenswerten Fall (Borg Skala 4 – 6 bei Trainingsende) kann die Be-

lastungsdauer als nächste Steigerung auf 30 bis 40 Minuten erhöht und die Trainingsintensität nach Symptomtoleranz schrittweise angepasst werden.

Methodik des Ausdauertrainings nach der Intervallmethode

Das Intervalltraining stellt eine wertvolle Alternative zum kontinuierlichen Ausdauertraining dar und sollte insbesondere dann in Erwägung gezogen werden, wenn Patienten mit fortgeschrittener Erkrankung, wie zum Beispiel COPD, interstitiellen Lungenerkrankungen oder pulmonaler Hypertonie, ein kontinuierliches Training aufgrund ausgeprägter Dyspnoe, muskulärer Erschöpfung oder signifikanter Desaturierung nicht umsetzen können. Zu Beginn sollte ebenfalls möglichst ein Belastungstest (zum Beispiel auf dem Fahrradergometer) erfolgen, um die Trainingsintensität individuell anzupassen. Die Trainingsintensität für die Belastungsphasen wird initial meist auf 80 bis 100% der im Belastungstest ermittelten maximalen Wattleistung festgelegt. Die Erholungsphasen sollten als vollständige passive Pausen gestaltet werden. Zumeist wird ein Belastung-Erholungsverhältnis von 1 : 1 mit

Um die Muskelkraft zu steigern, sollte beim Krafttraining eine deutliche lokale muskuläre Erschöpfung erzielt werden

Intervalllängen von jeweils 30 bis 60 Sekunden festgesetzt. Auch andere Verhältnisformen (zum Beispiel 1 : 2 oder 2 : 1) sind je nach Zielsetzung und Belastbarkeit des Patienten möglich. Die Gesamtdauer der Trainingseinheiten sollte initial ebenfalls bei 10 bis 20 Minuten liegen und dann schrittweise auf 20 bis 40 Minuten pro Einheit gesteigert werden.

Fallbeispiele zur Anpassung des Intervalltrainings

Fall 1: Unterbrechung des Intervalltrainings aufgrund von Dyspnoe

Muss ein Patient das Intervalltraining wegen starker Atemnot abbrechen, sollte zunächst die Belastungsintensität reduziert oder das Verhältnis von Belastung zu Pause (zum Beispiel von 1 : 1 auf 1 : 2) angepasst werden. Dies kann helfen, die Belastung besser zu tolerieren.

Fall 2: Abfall der Sauerstoffsättigung (< 88%) während des Intervalltrainings

Tritt während des Intervalltrainings eine relevante Desaturierung auf, sollte zunächst geprüft werden, ob eine begleitende Sauerstoffgabe indiziert ist. Alternativ können die Belastungsphasen verkürzt, die Erholungszeiten verlängert oder die Gesamtintensität gesenkt werden. Wichtig ist eine engmaschige Überwachung der Sauerstoffsättigung während des Trainings.

Fall 3: Intervalltraining wird wegen muskulärer Erschöpfung abgebrochen

Bei starker muskulärer Ermüdung empfiehlt sich eine Reduktion der Intensität in den Belastungsphasen sowie eine Verlängerung der Pausenintervalle. Alternativ kann auch das Intervallverhältnis angepasst (zum Beispiel von 30/30 auf 30/60 Sekunden) und ergänzend gezieltes Krafttraining zur Verbesserung der lokalen Muskelausdauer durchgeführt werden.

Fall 4: Geringe subjektives Belastungsempfinden während des Intervalltrainings

Geben Patienten während des Trainings durchgehend sehr geringe Dyspnoe- oder Erschöpfungswerte an (zum Beispiel Borg ≤ 3), kann zunächst die Gesamttrainingszeit auf bis zu 40 Minuten verlängert werden. Im nächsten Schritt sollte eine schrittweise Steigerung der Belastungsintensität oder eine Verkürzung der Pausenintervalle erfolgen.

Fall 5: Erfolgreich absolvierte Intervalltrainings-Einheit mit adäquater Belastung

In diesem wünschenswerten Fall (Borg Skala 4 – 6 bei Trainingsende) kann die Belastungsdauer als nächste Steigerung auf 20 bis 40 Minuten erhöht und die Trainingsintensität nach Symptomtoleranz schrittweise angepasst werden.

Diese Fallbeispiele zeigen anschaulich, wie differenziert und symptomorientiert die Trainingsbelastung bei Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen gesteuert werden kann. Die in Abbildung 1 dargestellten Empfehlungen beruhen auf einem breiten internationalen Expertenkonsens und dienen als praxisnahe Orientierungshilfe für die individualisierte Trainingssteuerung im Rahmen pneumologischer Rehabilitationsmaßnahmen.

Auch im Bereich des Intervalltrainings schreitet die Entwicklung weiter voran. Eine neue Methode, das Supra-High-Intensity-Interval-Training mit nur sechssekündigen Belastungsphasen von durchschnittlich 200 bis 250 Watt, zeigte bei COPD-Patienten vielversprechende erste Ergebnisse [12, 13].

Methodik des Krafttrainings

Das Krafttraining stellt eine essenzielle Ergänzung zum Ausdauertraining bei Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen dar. Ziel ist es, der häufig vorkommenden peripheren Muskelschwäche entgegenzuwirken, die maßgeblich zur eingeschränkten körperlichen Belastbarkeit beiträgt.

Bei Patienten mit nachgewiesener Atemmuskelschwäche und ausgeprägter Belastungsdyspnoe ist ein Atemmuskeltraining angezeigt

Der Fokus liegt dabei insbesondere auf der Kräftigung der unteren Extremitäten, wie der Kniestrecker- und Hüftmuskulatur, aber auch der oberen Extremitäten und des Rumpfes. Ein Krafttraining sollte in ambulanten Programmen an 2 – 3 Tagen pro Woche durchgeführt werden. In stationären Rehabilitationsprogrammen kann die Frequenz auf bis zu fünf bis sieben Einheiten pro Woche erhöht werden.

Für ein gezieltes Krafttraining ist nicht zwingend eine aufwändige apparative Ausstattung notwendig [14]. Verwendet werden können herkömmliche Krafttrainingsgeräte, Freihanteln, elastische Widerstandsbänder oder auch Übungen mit dem eigenen Körpergewicht. Ein Initialtest zur Bestimmung der Maximalkraft (zum Beispiel 1-Wiederholungsmaximum) ist zur Trainingssteuerung nicht zwingend erforderlich. Stattdessen sollte die Steuerung der Intensität zielorientiert sein. Die Intensität sollte deshalb so gewählt werden, dass innerhalb eines Bereichs von ca. 8 bis 15 Wiederholungen pro Trainingsdurchgang („Satz“) eine deutliche lokale muskuläre Erschöpfung („momentary muscular failure“) erreicht wird [15, 16, 17]. Typischerweise werden drei Sätze pro Übung durchgeführt. Die Pausen zwischen den Sätzen sollten in der Regel 60 bis 90 Sekunden betragen oder so lange dauern, bis der Patient wieder seine Ruheatmung erreicht hat.

Die weitere Trainingssteuerung beim Krafttraining wird über die Belastbarkeit der Patienten gesteuert (Abb. 2).

Fallbeispiele zur Anpassung des Krafttrainings

Fall 1: Patient bricht eine Krafttrainingsübung vorzeitig ab (zum Beispiel mit weniger als 8 Wiederholungen)

Wird das Trainingsziel (8 – 15 Wiederholungen) deutlich unterschritten, deutet dies auf eine zu hohe Trainingslast hin. In diesem Fall sollte die Intensität reduziert werden, sodass die Patienten im angestrebten Wiederholungsbereich bis zur muskulären Erschöpfung trainieren können. Alternativ kann auch die Gesamtzahl der Sätze pro Übung verringert werden, falls dies besser verträglich ist.

Fall 2: Patient schafft mehr als 15 Wiederholungen pro Übung mit geringer Ausbelastung

Ist das Krafttraining für den Patienten offensichtlich zu leicht, sollte die Intensität gesteigert werden – zum Beispiel durch Erhöhung des Widerstands oder die Wahl einer anspruchsvolleren Übungsvariante. Ziel bleibt die Erreichung der lokalen muskulären Erschöpfung im Bereich von 8 bis 15 Wiederholungen. Auch eine schrittweise Erhöhung der Satzanzahl ist eine Option zur Progression.

Fall 3: Patient zeigt gute Ausbelastung im Zielbereich (8 – 15 Wiederholungen)

In diesem Fall kann das Trainingsniveau grundsätzlich beibehalten werden. Je nach individueller Zielsetzung und Belastungstoleranz kann eine weitere Progression erfolgen – etwa durch Erhöhung des Widerstands oder Erweiterung des Trainingsumfangs um weitere Muskelgruppen.

Weitere Trainingsformen

Ausdauer- und Krafttraining bilden die Basis der medizinischen Trainingstherapie bei Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen. Zusätzlich können auch ergänzende Trainingsformen gezielt eingesetzt werden, um spezifische Defizite zu adressieren und Trainings- bzw. Rehabilitationsprogramme weiter zu optimieren.

Atemmuskeltraining

Das Atemmuskeltraining (Inspiratory Muscle Training, IMT) stellt eine gezielte Maßnahme zur Stärkung der inspiratorischen Muskulatur dar. Mittels spezieller Atemmuskeltrainingsgeräte, etwa nach dem Threshold-Loading-Prinzip, wird der Atemstrom gegen einen definierten Widerstand geführt, wodurch ein Trainingsreiz auf die Atemmuskulatur gesetzt wird.

Die Wirksamkeit des IMT wurde in einer aktuellen Cochrane-Analyse umfassend



Abb. 2. Trainingsempfehlung für ein Krafttraining. Basierend auf Gloeckl et al. [6].

Balancetraining ist eine wichtige, wenn auch bislang oft vernachlässigte Komponente der Trainingstherapie

untersucht [18]. Dabei zeigte sich, dass IMT als alleinige Intervention eine Vielzahl positiver Effekte erzielen kann. So kommt es zu einer durchschnittlichen Steigerung des maximalen inspiratorischen Druckwertes (PI_{max}) von 10 bis 20 cmH_2O . Auch die körperliche Leistungsfähigkeit verbessert sich nach IMT (6-Minuten Gehstrecke Zugewinn von 27 bis 46 Meter). Zusätzlich konnten moderate Verbesserungen der Dyspnoe nachgewiesen werden.

Wird das IMT hingegen als Ergänzung zu einem umfassenden Rehabilitationsprogramm durchgeführt, so fällt der zusätzliche Nutzen geringer aus. Die Cochrane-Analyse zeigt, dass der kombinierte Einsatz von IMT und Reha gegenüber Reha allein keine konsistenten zusätzlichen Effekte auf Gehstrecke, Dyspnoe oder Lebensqualität bringt. Da das konventionelle Ausdauer- und Krafttraining in Reha-Programmen bereits eine Vielzahl positiver physiologischer Anpassungen hervorruft, scheint der additive Effekt des IMT in diesem Kontext begrenzt zu sein. Ein gezielter Einsatz kann dennoch sinnvoll sein – insbesondere bei Patienten mit nachgewiesener inspiratorischer Muskelschwäche ($PI_{max} < 62 \text{ cmH}_2O$ bei Frauen und $< 82 \text{ cmH}_2O$ bei Männern) und ausgeprägter Belastungsdyspnoe trotz adäquater allgemeiner Trainingstherapie [19]. Auch Patienten mit unilateraler Diaphragma Parese können von IMT profitieren [20].

In der praktischen Umsetzung wird IMT in der Regel mit einem initialen Widerstand von 30 – 40% des individuell bestimmten PI_{max} begonnen. Empfohlen werden zwei täg-

liche Trainingseinheiten mit jeweils 30 tiefen Atemzügen an mindestens 5 Tagen pro Woche über einen Zeitraum von 4 – 8 Wochen. Das Atemmanöver sollte wie folgt durchgeführt werden: aus der funktionalen Residualkapazität mit einer maximal forcierten Inspiration gegen den eingestellten Widerstand [21]. Die Ausatmung erfolgt locker und nicht forcierten in das Trainingsgerät. Der Trainingswiderstand sollte regelmäßig angepasst und der Trainingsfortschritt (beispielsweise durch erneute PI_{max} -Messungen oder Erhebung des Dyspnoegrades) dokumentiert werden.

Balance Training

Patient/-innen mit chronischen Lungenerkrankungen weisen im Vergleich zur Normalbevölkerung ein deutlich erhöhtes Sturzrisiko auf. Bis zu 50% erleben mindestens einen Sturz pro Jahr [22]. Ursache hierfür sind u. a. muskuläre Dysfunktion, verminderte körperliche Aktivität, Gleichgewichtsdefizite, sowie kognitive Beeinträchtigungen. Balancetraining stellt daher eine wichtige, wenn auch bislang oft vernachlässigte, Komponente der Rehabilitation dar. Aktuelle Evidenz aus systematischen Reviews zeigt, dass spezifisches Gleichgewichtstraining (etwa durch Standübungen auf instabilen Unterlagen, Gewichtsverlagerungen oder dynamisches Balancieren) signifikante Verbesserungen in statischen und dynamischen Gleichgewichtstests erzielt

[23]. Zudem weist eine Cochrane-Meta-Analyse eine starke Evidenz bezüglich einer relevanten Reduktion der Sturzhäufigkeit um 24–34% auf [24]. Die größten Effekte zeigen sich bei multimodalen Programmen, die Balancetraining systematisch und regelmäßig ($\geq 2 \times$ /Woche über ≥ 6 Wochen) integrieren. Somit sollte Balancetraining insbesondere bei Patient/-innen mit eingeschränkter Mobilität, multiplen Sturzrisikofaktoren oder berichteten Gleichgewichtsproblemen integrativer Bestandteil der Rehabilitation sein. Eine begleitende Schulung zum Thema Sturzprophylaxe kann zusätzlich signifikant die Sturzneigung reduzieren [25]. Auch alternative Trainingsformen wie Tai Chi können durch ihre Kombination aus statischen und dynamischen Bewegungsabläufen das Sturzrisiko um bis zu 20% reduzieren [24].

Vibrationstraining

Das Ganzkörper-Vibrationstraining stellt eine vielversprechende ergänzende Trainingsform bei Patient/-innen dar, insbesondere bei reduzierter Muskelleistung, eingeschränktem Gleichgewicht oder erhöhter Sturzgefahr. Studien zeigen, dass Vibrationstraining vor allem über neuromuskuläre Adaptationen die funktionelle Leistungsfähigkeit verbessern kann [26, 27]. Als Zusatz zu konventioneller Rehabilitation kann Vibrationstraining die Trainingseffekte verstärken, insbesondere bei Patient/-innen mit fortgeschrittener Erkrankung und stark eingeschränkter Belastbarkeit [28]. Auch während akuter Exazerbationen oder bei immobilisierter Intensivpatienten wurde Vibrationstraining erfolgreich und sicher eingesetzt [29, 30]. Die Trainingsdurchführung erfolgt typischerweise mit statischen und dynamischen Kniebeugen-Variationen. Dabei zeigen sich Frequenzen > 20 Hz bei seitenalternierenden Geräten als besonders wirksam zur Muskelaktivierung [31]. Vibrationstraining sollte jedoch nicht als Ersatz, sondern als gezielte Ergänzung konventioneller Trainingsformen eingesetzt werden.

Interessenkonflikt

Der Autor ist Vorstandsmitglied der AG Lungensport in Deutschland e. V.

Literatur

- [1] Maltais F, Decramer M, Casaburi R, Barreiro E, Burelle Y, Debigaré R, Dekhuijzen PN, Franssen F, Gayan-Ramirez G, Gea J, Gosker HR, Gosselink R, Hayot M, Hussain SN, Janssens W, Polkey MI, Roca J, Saey D, Schols AM, Spruit MA, et al; ATS/ERS Ad Hoc Committee on Limb Muscle Dysfunction in COPD. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2014; 189: e15-e62. [PubMed](#)
- [2] Cordova-Rivera L, Gardiner PA, Gibson PG, Winkler EAH, Urroz PD, McDonald VM. Sedentary time in people with obstructive airway diseases. *Respir Med.* 2021; 181: 106367. [PubMed](#)
- [3] Celli B, Tetzlaff K, Criner G, Polkey MI, Sciruba F, Casaburi R, Tal-Singer R, Kawata A, Merrill D, Rennard S; COPD Biomarker Qualification Consortium; Insights from the COPD Biomarker Qualification Consortium. The 6-Minute-Walk Distance Test as a Chronic Obstructive Pulmonary Disease Stratification Tool. Insights from the COPD Biomarker Qualification Consortium. *Am J Respir Crit Care Med.* 2016; 194: 1483-1493. [CrossRef PubMed](#)
- [4] Spruit MA, Polkey MI, Celli B, Edwards LD, Watkins ML, Pinto-Plata V, Vestbo J, Calverley PM, Tal-Singer R, Agusti A, Coxson HO, Lomas DA, MacNee W, Rennard S, Silverman EK, Crim CC, Yates J, Wouters EF; Evaluation of COPD Longitudinally to Identify Predictive Surrogate Endpoints (ECLIPSE) study investigators. Predicting outcomes from 6-minute walk distance in chronic obstructive pulmonary disease. *J Am Med Dir Assoc.* 2012; 13: 291-297. [CrossRef PubMed](#)
- [5] Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, Hill K, Holland AE, Lareau SC, Man WD, Pitta F, Sewell L, Raskin J, Bourbeau J, Crouch R, Franssen FM, Casaburi R, Vercoelen JH, Vogiatzis I, Gosselink R, et al; ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation. 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-e64. [CrossRef PubMed](#)
- [6] Gloeckl R, Zwick RH, Füllinger U, Jarosch I, Schneeberger T, Leitl D, Koczulla AR, Vonbank K, Alexiou C, Vogiatzis I, Spruit MA. Prescribing and adjusting exercise training in chronic respiratory diseases – Expert-based practical recommendations. *Pulmonology.* 2023; 29: 306-314. [CrossRef PubMed](#)
- [7] Alexiou C, Ward L, Hume E, Armstrong M, Wilkinson M, Vogiatzis I. Effect of interval compared to continuous exercise training on physiological responses in patients with chronic respiratory diseases: A systematic review and meta-analysis. *Chron Respir Dis.* 2021; 18: 14799731211041506. [CrossRef PubMed](#)
- [8] Beauchamp MK, Nonoyama M, Goldstein RS, Hill K, Dolmage TE, Mathur S, Brooks D. Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease – a systematic review. *Thorax.* 2010; 65: 157-164. [CrossRef PubMed](#)

- [9] Vogiatzis I, Nanas S, Kastanakis E, Georgiadou O, Papazahou O, Roussos Ch. Dynamic hyperinflation and tolerance to interval exercise in patients with advanced COPD. *Eur Respir J*. 2004; 24: 385-390. [CrossRef PubMed](#)
- [10] 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. [CrossRef PubMed](#)
- [11] Horowitz MB, Littenberg B, Mahler DA. Dyspnea ratings for prescribing exercise intensity in patients with COPD. *Chest*. 1996; 109: 1169-1175. [CrossRef PubMed](#)
- [12] Jakobsson J, De Brant J, Hedlund M. Feasibility and acute physiological responses to supramaximal high-intensity interval training in COPD: a randomised crossover trial. *ERJ Open Research*. 2025; 11: 01321-2024. [CrossRef PubMed](#)
- [13] Gloeckl R, Vogiatzis I. Pushing the limits: does suprahigh-intensity interval training open a new frontier in pulmonary rehabilitation?. *ERJ Open Research*. 2025; 11: 00452-2025. [CrossRef PubMed](#)
- [14] Patel S, Palmer MD, Nolan CM, Barker RE, Walsh JA, Wynne SC, Jones SE, Shannon H, Hopkinson NS, Kon SSC, Gao W, Maddocks M, Man WD. Supervised pulmonary rehabilitation using minimal or specialist exercise equipment in COPD: a propensity-matched analysis. *Thorax*. 2021; 76: 264-271. [CrossRef PubMed](#)
- [15] Fisher J, Steele J, Bruce-Low S, Smith D. Evidence-based resistance training recommendations. *Med Sport*. 2011; 15: 147-162. [CrossRef](#)
- [16] Burtin C, Saey D, Saglam M, Langer D, Gosselink R, Janssens W, Decramer M, Maltais F, Troosters T. Effectiveness of exercise training in patients with COPD: the role of muscle fatigue. *Eur Respir J*. 2012; 40: 338-344. [CrossRef PubMed](#)
- [17] Nyberg A, Milad N, Martin M, Patoine D, Morissette MC, Saey D, Maltais F. Role of progression of training volume on intramuscular adaptations in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Front Physiol*. 2022; 13: 873465. [CrossRef PubMed](#)
- [18] Ammous O, Feki W, Lotfi T, Khamis AM, Gosselink R, Rebai A, Kammoun S. Inspiratory muscle training, with or without concomitant pulmonary rehabilitation, for chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Cochrane Database Syst Rev*. 2023; 1: CD013778. [PubMed](#)
- [19] Lista-Paz A, Langer D, Barral-Fernández M, Quintela-Del-Río A, Gimeno-Santos E, Arbillaga-Etxarri A, Torres-Castro R, Vilaró Casamitjana J, Varas de la Fuente AB, Serrano Veguillas C, Bravo Cortés P, Martín Cortijo C, García Delgado E, Herrero-Cortina B, Valera JL, Fregonezi GAF, González Montañez C, Martín-Valero R, Francín-Gallego M, Sanesteban Hermida Y, et al. Maximal Respiratory Pressure Reference Equations in Healthy Adults and Cut-off Points for Defining Respiratory Muscle Weakness. *Arch Bronconeumol*. 2023; 59: 813-820. [CrossRef PubMed](#)
- [20] Kodric M, Trevisan R, Torregiani C, Cifaldi R, Longo C, Cantarutti F, Confalonieri M. Inspiratory muscle training for diaphragm dysfunction after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013; 145: 819-823. [CrossRef PubMed](#)
- [21] Van Hollebeke M, Gosselink R, Langer D. Training Specificity of Inspiratory Muscle Training Methods: A Randomized Trial. *Front Physiol*. 2020; 11: 576595. [CrossRef PubMed](#)
- [22] Oliveira CC, Annoni R, Lee AL, McGinley J, Irving LB, Denehy L. Falls prevalence and risk factors in people with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review. *Respir Med*. 2021; 176: 106284 [CrossRef PubMed](#)
- [23] Loughran KJ, Emerson J, Avery L, Suri S, Flynn D, Kaner E, Rapley T, Martin D, McPhee J, Fernandes-James C, Harrison SL. Exercise-based interventions targeting balance and falls in people with COPD: a systematic review and meta-analysis. *Eur Respir Rev*. 2024; 33: 240003. [CrossRef PubMed](#)
- [24] Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K, Clemson L, Hopewell S, Lamb SE. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019; 1: CD012424. [CrossRef PubMed](#)
- [25] Hill AM, McPhail SM, Waldron N, Etherton-Bear C, Ingram K, Flicker L, Bulsara M, Haines TP. Fall rates in hospital rehabilitation units after individualised patient and staff education programmes: a pragmatic, stepped-wedge, cluster-randomised controlled trial. *Lancet*. 2015; 385: 2592-2599. [CrossRef PubMed](#)
- [26] Gloeckl R, Jarosch I, Bengsch U, Claus M, Schneeberger T, Andrianopoulos V, Christle JW, Hitzl W, Kenn K. What's the secret behind the benefits of whole-body vibration training in patients with COPD? A randomized, controlled trial. *Respir Med*. 2017; 126: 17-24. [CrossRef PubMed](#)
- [27] Gloeckl R, Schneeberger T, Leitl D, Reinold T, Nell C, Jarosch I, Kenn K, Koczulla AR. Whole-body vibration training versus conventional balance training in patients with severe COPD—a randomized, controlled trial. *Respir Res*. 2021; 22: 138. [CrossRef PubMed](#)
- [28] Gloeckl R, Heinzelmann I, Seeberg S, Damisch T, Hitzl W, Kenn K. Effects of complementary whole-body vibration training in patients after lung transplantation: A randomized, controlled trial. *J Heart Lung Transplant*. 2015; 34: 1455-1461. [CrossRef PubMed](#)
- [29] Greulich T, Nell C, Koepke J, Fechtel J, Franke M, Schmeck B, Haid D, Apelt S, Filipovic S, Kenn K, Janciauskiene S, Vogelmeier C, Koczulla AR. Benefits of whole body vibration training in patients hospitalised for COPD exacerbations – a randomized clinical trial. *BMC Pulm Med*. 2014; 14: 60. [CrossRef PubMed](#)
- [30] Boeselt T, Nell C, Kehr K, Holland A, Dresel M, Greulich T, Tackenberg B, Kenn K, Boeder J, Klapdor B, Kirschbaum A, Vogelmeier C, Alter P, Koczulla AR. Whole-body vibration therapy in intensive care patients: A feasibility and safety study. *J Rehabil Med*. 2016; 48: 316-321. [CrossRef PubMed](#)
- [31] Gloeckl R, Heinzelmann I, Kenn K. Whole body vibration training in patients with COPD: A systematic review. *Chron Respir Dis*. 2015; 12: 212-221. [CrossRef PubMed](#)

Übersicht

Review

©2026 Dustri-Verlag Dr. K. Feistle
ISSN 0341-3055

Wann ist eine pulmonale Rehabilitation erfolgreich – Zielgrößen und Messtechniken der pulmonalen Rehabilitation

K. Vonbank

Klinische Abteilung für Pulmologie, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

Schlüsselwörter

pulmonale Rehabilitation – Zielgrößen – minimal klinisch relevante Verbesserung

Key words

pulmonary rehabilitation – outcome parameters – minimal clinically important differences

Wann ist eine pulmonale Rehabilitation erfolgreich – Zielgrößen und Messtechniken der pulmonalen Rehabilitation

Die pulmonale Rehabilitation ist mittlerweile eine evidenzbasierte und etablierte Therapie bei Patient/-innen mit chronischen Lungenerkrankungen mit Verbesserungen der Leistungsfähigkeit, Muskelkraft sowie der Lebensqualität. Um die Relevanz zu unterstreichen sind Zielgrößen zu definieren mit den notwendigen relevanten Verbesserungen, um klinisch signifikante Veränderungen bei den Patient/-innen zu bewirken. Die Erfassung dieser Zielgrößen ist erforderlich, um den Therapieerfolg zu evaluieren.

Effectiveness of pulmonary rehabilitation – outcome parameters and clinically relevant differences

Pulmonary rehabilitation is an evidence-based and well-established therapeutic approach for patients with chronic lung diseases, resulting in improvement in exercise performance, muscle strength, and quality of life. To emphasize its clinical relevance, it is necessary to define target parameters that specify the degree of improvement required to achieve clinically meaningful changes in patients. The assessment of these outcome parameters is essential for the evaluation of therapeutic outcomes.

Essential sentences

- PROMs (patient reported outcome measures) definieren jene Veränderungen, die die Patient/-innen subjektiv wahrnehmen.
- CROMs (clinician reported outcome parameters) beziehen sich auf klinische Bewertungen wie funktionelle und maximale Leistungsfähigkeit, Muskelkraftmessungen, diagnostische Parameter (zum Beispiel Lungenfunktion, etc.).
- MCID beschreibt die minimal erforderliche Veränderung, um eine von Seiten der Patient/-innen spürbare Verbesserung zu erzielen.

Dyspnoe, Verminderung der Lebensqualität sowie Leistungsfähigkeit sind frühzeitige Einschränkungen bei Patient/-innen mit chronischen Lungenerkrankung [1, 2, 3]. Parameter wie maximale Leistungsfähigkeit (Wattmax = maximale Wattleistung%, VO₂peak = maximale Sauerstoffaufnahme%), 6-Minuten Gehtest sowie maximale Muskelkraft (Quadriceps) sind wichtige unabhängige prognostische Parameter für Überleben und Verlauf der Erkrankung [4, 5].

Die pulmonale Rehabilitation ist mittlerweile eine evidenzbasierte und etablierte

Vonbank K. Wann ist eine pulmonale Rehabilitation erfolgreich – Zielgrößen und Messtechniken der pulmonalen Rehabilitation. Atemwegs- und Lungenkrankheiten. 2026; 52: 23-27. DOI 10.5414/ATX02898

citation

Manuskripteingang: 29.09.2025; akzeptiert in überarbeiteter Form: 09.10.2025

Korrespondenzadresse: Prim. Priv. Doz. Dr. Karin Vonbank, Klinik Pirawarth in Wien, ambulante Rehabilitation, 1210 Wien, Klinische Abteilung für Pulmologie, Medizinische Universität Wien, Spitalgasse 23, 1090 Wien, Österreich, karin.vonbank@meduniwien.ac.at



Zielgrößen zu definieren ist wichtig, um die Effekte der Rehabilitation aufzuzeigen

Therapie bei Patient/-innen mit chronischen Lungenerkrankungen. Verbesserungen der Leistungsfähigkeit, der Muskelkraft (periphere Muskelkraft sowie Atemmuskulatur), sowie Lebensqualität konnten in zahlreichen Studien aufgezeigt werden [1, 6].

Um die Relevanz der Rehabilitation zu unterstreichen ist es wichtig, Zielgrößen (Outcome Parameter) zu definieren, sowie die dazu gehörigen notwendigen relevanten Verbesserungen. Die Erfassung unterschiedlicher Outcome Parameter ist erforderlich, um den Therapieerfolg zu evaluieren und die Behandlungsplanung zu optimieren [7, 8, 9].

Zielgrößen – Outcome Parameter

Hinsichtlich Outcome Parameter in der Rehabilitation lassen sich einerseits PROMS und andererseits CROMS unterscheiden.

PROMS-patient reported measures

Patient reported measures (PROMs) definieren jene Veränderungen, die die Patient/-innen subjektiv wahrnehmen [10, 11]. Hierzu zählen in erster Linie die Erhebung verschiedener Fragebogen, wie zum Beispiel EQ5D. Der EQ5D ist ein standardisierter, präferenzbasierter Fragebogen, zur Messung verschiedener Aspekte des Gesundheitszustandes in fünf Dimensionen – Mobilität (Probleme beim Gehen), Selbstversorgung (Probleme beim Waschen oder Anziehen), übliche Aktivitäten (Probleme bei der Arbeit, im Studium oder in der Freizeit), Schmerzen/Unwohlsein und Angst/Depression. Anhand der Antworten im Bereich dieser fünf Dimensionen wird ein Indexwert berechnet zwischen 0 (schlechter Gesundheitszustand) und 1 (bestmöglicher Gesundheitszustand) [12, 13].

Zugleich wird anhand der Visual Analog Scale (VAS) die subjektive globale Einschätzung zum derzeitigen Gesundheitszustand zwischen 0 (schlechtester vorstellbarer Gesundheitszustand) und 100 (bester vorstellbarer Gesundheitszustand) erfragt [14].

Bei Patient/-innen mit COPD wird zudem häufig der COPD Assessment Test (CAT Score) herangezogen, mit dem der Schweregrad der Lungenerkrankung festgestellt werden kann mit Auswirkungen auf das Wohlbefinden und auf das tägliche Leben. Zudem wird er zur Verlaufskontrolle wie Evaluation therapeutischer Maßnahmen herangezogen [15]. Der Test umfasst acht Bereiche, die Aspekte der COPD Symptomatik erfragen: Husten, Auswurf, Engegefühl der Brust, Atemnot, Einschränkungen bei häuslichen Aktivitäten, Selbstvertrauen, sowie Schlafqualität und Energielevel. Für jede Frage werden zwischen 0 (keine Symptome) und 5 (maximale Symptome) Punkte vergeben (maximale Punktezahl 40). Weitere Fragebögen zur Erhebung der Lebensqualität wären der St. George Respiratory Questionnaire (SGRQ), chronic respiratory questionnaire (CRQ) und HADS (hospital and depression scale), ein ebenfalls validierter Fragebogen zur Erfassung von Angst und Depression bestehend aus 2 Subskalen (Angst und Depression) mit jeweils 7 Items [16].

Als Referenzwert zur Bewertung der Therapieeffekte in der Rehabilitation wird oft der minimale klinisch signifikante Unterschied MCID (minimal clinically important difference) herangezogen. Unter dem MCID wird der minimale Unterschied verstanden, der von Seiten der Patientin/des Patienten als spürbare Verbesserung wahrgenommen wird und eine Veränderung des Patientenmanagement bewirkt [17, 18, 19, 20]. Hierzu werden einerseits ankerbasierte Methoden verwendet [21, 22] wo externe Referenzwerte herangezogen werden, um klinische Veränderungen zu erfassen (zum Beispiel globale Veränderungsskalen) oder verteilungsbasierte Methoden [23], die Veränderungen im Verhältnis zur Messvarianz bewerten anhand statistischer Eigenschaften der untersuchten Stichprobe.

In einer prospektiven Studie wurden MCID (anker- und verteilungsbasiert) Werte nach pulmonaler Rehabilitation in Patient/-innen mit COPD (419 Patient/-innen mit COPD (55,4% Männer, mittleres Alter $64,3 \pm 8,8$ Jahre) für den CAT Wert zwischen $-3,8$ und $-1,0$ Punkte erhoben, CCQ (COPD clinical questionnaire) $-0,8$ und $-0,2$ sowie HADS Anxiety $-2,0$ und $-1,1$ Punkte sowie HADS Depression $-1,8$ und $-1,4$ Punkte [24]. Eine MCID von 2 Punkten für den CAT wird auch durch die Studie von Jones et al. belegt

Outcome Parameter und die dazu notwendigen relevanten Veränderungen sind essenziell für die Relevanz der Rehabilitation

[15]. Für den CCQ wird eine signifikante Verbesserung von 0,4 Punkte festgelegt [26].

Für den EQ5D wurde eine MCID bezüglich des Index von 0,028 (–0,128 bis 0,063) ermittelt, sowie eine Veränderung des EQ5D-VAS von 8 (6,5 – 10,10) [26].

In einer Review Arbeit von Alma et al. [27] wurden 21 Studien zur Analyse herangezogen. Hierbei wurden MCID aus Kombination verschiedener Methoden (Triangulation) für den COPD Assessment Test (CAT) von –2,54, Clinic COPD Questionnaire (CCQ) von –0,43 sowie St. George Respiratory Questionnaire (SGRQ) von –7,43 beschrieben, die sich doch von den bisher üblichen MCID unterschieden (zum Beispiel SGRQ –4 (7,47 – 9,2), CRQ 0,5 (0,2 – 0,8)). MCID für andere Parameter waren inkonsistent, da sich die Studienlage als zu heterogen erwies.

CROMS (clinician reported outcome measures)

CROMs beziehen sich auf klinische Bewertungen wie 6-Minutengehtest, 1-Minuten Sit-to-stand Test, sowie Verbesserung der maximalen Leistungsfähigkeit (Wattmax = maximale Wattleistung, VO₂peak = maximale Sauerstoffaufnahme).

In der pulmonalen Rehabilitation wird der 6-Minutengehtest (6MWT) zur Erfassung der funktionellen Belastungskapazität herangezogen. Anhand dieses validierten, standardisierten Tests [28, 29] wird jene Gehstrecke ermittelt, die innerhalb eines Zeitraumes von 6 Minuten zurückgelegt werden kann. Der 6 MWT ist ein wichtiger prognostischer Parameter sowohl für den Verlauf pulmonaler Erkrankungen als auch ein Prädiktor für Mortalität bei Patienten mit Lungenerkrankungen [30].

Allgemein wird eine MCID von 30 Metern für die 6-Minutengehstrecke herangezogen, bei COPD Patient/-innen bezogen auf die Ergebnisse 5 verschiedener Studien. In anderen Studien wurden Bereiche zwischen 25 und 54 m als minimal klinisch relevante Veränderung beschrieben [7].

In den ATS/ERS Empfehlungen werden klinisch relevante Veränderungen bezüglich der maximalen Wattleistung von 4 Watt (8 – 12 Wattanstieg), der VO₂peak 0,1 – 0,2 l/min bzw. eine Steigerung der Leistungsfähigkeit von 10 – 20% angegeben [1].

Der 1-Minuten Sit-to-stand Test ist ein funktioneller Belastungstest zur Quantifizierung der körperlichen Belastbarkeit, insbesondere der peripheren Muskelkraft mit guter Korrelation zum 6 Minutengehtest bei Patient/-innen mit COPD. Bei diesem Testverfahren wird der Patient angewiesen so oft wie möglich ohne Nutzung der Arme vom Sitzen aufzustehen und sich wieder zu setzen. Für den 1-Minuten Sit-to-stand Test wurde eine MCID von 3 Wiederholungen beschrieben [31, 32, 33].

Bezüglich der peripheren Kraftmessungen wurde eine MCID von 7,5 Nm hinsichtlich der Verbesserung des Quadriceps [34] bzw. 5,2 kg isometrisch und 5,7 kg isotonisch aufgezeigt [35].

Das Atemmuskeltraining stellt einen wichtigen Anteil der pulmonalen Rehabilitation, hier fand sich für eine klinisch relevante Verbesserung ein Cut-off-Wert von 13,5 cmH₂O (MCID 7,9 – 13,5) [36].

Zusammenfassend ist eine Evaluierung der Veränderungen verschiedener Parameter hinsichtlich Lebensqualität sowie funktioneller Kapazität ein wichtiger Ansatz, um die Effekte der pulmonalen Rehabilitation aufzuzeigen. Die MCID, als kleinste klinisch relevante Veränderung eines Messwertes ist eine gute Möglichkeit um die Relevanz der Veränderungen im Rahmen einer pulmonalen Rehabilitation entsprechend aufzeigen zu können. Die Studienlage ist derzeit noch heterogen, auch stellt sich die Frage, ob MCIDs auf Ausgangswerte bezogen werden sollten, um hier spezifischere Aussagen zu erlauben.

Interessenkonflikt

Die Autorin gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] *Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, Hill K, Holland AE, Lareau SC, Man WD, Pitta F, Sewell L, Raskin J, Bourbeau J, Crouch R, Franssen FM, Casaburi R, Vercoelen JH, Vogiatzis I, Gosselink R, et al; ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society*

- ty statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013; *188*: e13-e64. [CrossRef PubMed](#)
- [2] McCarthy B, Casey D, Devane D, Murphy K, Murphy E, Lacasse Y. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015; *2015*: CD003793. [Cross-Ref PubMed](#)
- [3] Singh SJ, ZuWallack RL, Garvey C, Spruit MA; American Thoracic Society/European Respiratory Society Task Force on Pulmonary Rehabilitation. Learn from the past and create the future: the 2013 ATS/ERS statement on pulmonary rehabilitation. *Eur Respir J*. 2013; *42*: 1169-1174. [Cross-Ref PubMed](#)
- [4] Ewert R, Obst A, Mühle A, Halank M, Winkler J, Trümper B, Hoheisel G, Hoheisel A, Wiersbitzky M, Heine A, Maiwald A, Gläser S, Stubbe B. Value of Cardiopulmonary Exercise Testing in the Prognosis Assessment of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients: A Retrospective, Multicentre Cohort Study. *Respiration*. 2022; *101*: 353-366. [CrossRef PubMed](#)
- [5] Oga T, Nishimura K, Tsukino M, Sato S, Hajiro T. Analysis of the factors related to mortality in chronic obstructive pulmonary disease: role of exercise capacity and health status. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003; *167*: 544-549. [CrossRef PubMed](#)
- [6] Spielmanns M, Gloeckl R, Schmoor C, Windisch W, Storre JH, Boensch M, Kenn K. Effects on pulmonary rehabilitation in patients with COPD or ILD: A retrospective analysis of clinical and functional predictors with particular emphasis on gender. *Respir Med*. 2016; *113*: 8-14. [CrossRef PubMed](#)
- [7] Bondarenko J, Dal Corso S, Dillon MP, Singh S, Miller BR, Kein C, Holland AE, Jones AW. Clinically important changes and adverse events with centre-based or home-based pulmonary rehabilitation in chronic respiratory disease: A systematic review and meta-analysis. *Chron Respir Dis*. 2024; *21*: 14799731241277808. [CrossRef PubMed](#)
- [8] Lacasse Y, Wong E, Guyatt GH, King D, Cook DJ, Goldstein RS. Meta-analysis of respiratory rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Lancet*. 1996; *348*: 1115-1119. [CrossRef PubMed](#)
- [9] Souto-Miranda S, Rodrigues G, Spruit MA, Marques A. Pulmonary rehabilitation outcomes in individuals with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review. *Ann Phys Rehabil Med*. 2022; *65*: 101564. [CrossRef PubMed](#)
- [10] Agarwal A, Pain T, Levesque JF, Girgis A, Hoffman A, Karnon J, King MT, Shah KK, Morton RL; HSRAANZ PROMs Special Interest Group. Patient-reported outcome measures (PROMs) to guide clinical care: recommendations and challenges. *Med J Aust*. 2022; *216*: 9-11. [CrossRef PubMed](#)
- [11] Dong J, Li Z, Luo L, Xie H. Efficacy of pulmonary rehabilitation in improving the quality of life for patients with chronic obstructive pulmonary disease: Evidence based on nineteen randomized controlled trials. *Int J Surg*. 2020; *73*: 78-86. [CrossRef PubMed](#)
- [12] EuroQol Research Foundation. 2019. EQ-5D-5L User Guide.
- [13] Herdman M, Gudex C, Lloyd A, Janssen M, Kind P, Parkin D, Bonsel G, Badia X. Development and preliminary testing of the new five-level version of EQ-5D (EQ-5D-5L). *Qual Life Res*. 2011; *20*: 1727-1736. [CrossRef PubMed](#)
- [14] Zanini A, Aiello M, Adamo D, Casale S, Cherubino F, Della Patrona S, Raimondi E, Zampogna E, Chetta A, Spanevello A. Estimation of minimal clinically important difference in EQ-5D visual analog scale score after pulmonary rehabilitation in subjects with COPD. *Respir Care*. 2015; *60*: 88-95. [CrossRef PubMed](#)
- [15] Jones PW, Harding G, Berry P, Wiklund I, Chen WH, Kline Leidy N. Development and first validation of the COPD Assessment Test. *Eur Respir J*. 2009; *34*: 648-654. [CrossRef PubMed](#)
- [16] Bjelland I, Dahl AA, Haug TT, Neckelmann D. The validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale. An updated literature review. *J Psychosom Res*. 2002; *52*: 69-77. [CrossRef PubMed](#)
- [17] Wells G, Beaton D, Shea B, Boers M, Simon L, Strand V, Brooks P, Tugwell P. Minimal clinically important differences: review of methods. *J Rheumatol*. 2001; *28*: 406-412. [PubMed](#)
- [18] Jaeschke R, Singer J, Guyatt GH. Measurement of health status. Ascertaining the minimal clinically important difference. *Control Clin Trials*. 1989; *10*: 407-415. [CrossRef PubMed](#)
- [19] Cook CE. Clinimetrics Corner: The Minimal Clinically Important Change Score (MCID): A Necessary Pretense. *J Man Manip Ther*. 2008; *16*: E82-E83. [CrossRef PubMed](#)
- [20] Copay AG, Subach BR, Glassman SD, Polly DW Jr, Schuler TC. Understanding the minimum clinically important difference: a review of concepts and methods. *Spine J*. 2007; *7*: 541-546. [CrossRef PubMed](#)
- [21] Crosby RD, Kolotkin RL, Williams GR. Defining clinically meaningful change in health-related quality of life. *J Clin Epidemiol*. 2003; *56*: 395-407. [CrossRef PubMed](#)
- [22] Norman GR, Stratford P, Regehr G. Methodological problems in the retrospective computation of responsiveness to change: the lesson of Cronbach. *J Clin Epidemiol*. 1997; *50*: 869-879. [Cross-Ref PubMed](#)
- [23] Wright A, Hannon J, Hegedus EJ, Kavchak AE. Clinimetrics corner: a closer look at the minimal clinically important difference (MCID). *J Man Manip Ther*. 2012; *20*: 160-166. [CrossRef PubMed](#)
- [24] Smid DE, Franssen FM, Houben-Wilke S, Vanfleteren LE, Janssen DJ, Wouters EF, Spruit MA. Responsiveness and MCID Estimates for CAT, CCQ, and HADS in Patients With COPD Undergoing Pulmonary Rehabilitation: A Prospective Analysis. *J Am Med Dir Assoc*. 2017; *18*: 53-58. [Cross-Ref PubMed](#)
- [25] Kocks JWH, Tuinenga MG, Uil SM, van den Berg JW, Ståhl E, van der Molen T. Health status measurement in COPD: the minimal clinically important difference of the clinical COPD questionnaire. *Respir Res*. 2006; *7*: 62. [CrossRef PubMed](#)
- [26] Bae E, Choi SE, Lee H, Shin G, Kang D. Validity of EQ-5D utility index and minimal clinically important difference estimation among patients with chronic obstructive pulmonary disease. *BMC Pulm Med*. 2020; *20*: 73. [CrossRef PubMed](#)
- [27] Alma HJ, de Jong C, Jelusic D, Wittmann M, Schuler M, Sanderman R, Schultz K, Kocks J, van der Molen T. Thresholds for clinically important deterioration versus improvement in COPD health status: results from a randomised cont-

- rolled trial in pulmonary rehabilitation and an observational study during routine clinical practice. *BMJ Open*. 2019; 9: e025776. [CrossRef PubMed](#)
- [28] *American Thoracic Society*. ATS statement: guidelines for 6MWT. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166: 111-117. [CrossRef](#)
- [29] Casanova C, Celli BR, Barria P, Casas A, Cote C, de Torres JP, Jardim J, Lopez MV, Marin JM, Montes de Oca M, Pinto-Plata V, Aguirre-Jaime A; Six Minute Walk Distance Project (ALAT). The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. *Eur Respir J*. 2011; 37: 150-156. [CrossRef PubMed](#)
- [30] Rasekaba T, Lee AL, Naughton MT, Williams TJ, Holland AE. The six-minute walk test: a useful metric for the cardiopulmonary patient. *Intern Med J*. 2009; 39: 495-501. [CrossRef PubMed](#)
- [31] Mellaerts P, Demeyer H, Blondeel A, Vanhoutte T, Breuls S, Wuyts M, Coosemans I, Claes L, Vandenberghe N, Beckers K, Bossche LV, Stylemans D, Janssens W, Everaerts S, Troosters T. The one-minute sit-to-stand test: A practical tool for assessing functional exercise capacity in patients with COPD in routine clinical practice. *Chron Respir Dis*. 2024; 21: 14799731241291530. [CrossRef PubMed](#)
- [32] Bohannon RW, Crouch R. 1-Minute Sit-to-Stand Test: SYSTEMATIC REVIEW OF PROCEDURES, PERFORMANCE, AND CLINIMETRIC PROPERTIES. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2019; 39: 2-8. [CrossRef PubMed](#)
- [33] Crook S, Büsching G, Schultz K, Leibert N, Jelusic D, Keusch S, Wittmann M, Schuler M, Radtke T, Frey M, Turk A, Puhan MA, Frei A. A multicentre validation of the 1-min sit-to-stand test in patients with COPD. *Eur Respir J*. 2017; 49: 1601871. [CrossRef PubMed](#)
- [34] Vaidya T, Beaumont M, de Bisschop C, Bazerque L, Le Blanc C, Vincent A, Oukel H, Chambellan A. Determining the minimally important difference in quadriceps strength in individuals with COPD using a fixed dynamometer. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2018; 13: 2685-2693. [PubMed](#)
- [35] Oliveira A, Rebelo P, Paixão C, Jácome C, Cruz J, Martins V, Simão P, Brooks D, Marques A. Minimal Clinically important difference for quadriceps muscle strength in people with COPD following pulmonary rehabilitation. *COPD*. 2021; 18: 35-44. [CrossRef PubMed](#)
- [36] Beaumont M, Couasnon C, Péran L, Berriet AC, Ber CL, Pichon R. Determination of the minimal important difference for inspiratory muscle strength in people with severe and very severe COPD. *Clin Rehabil*. 2023; 37: 1521-1532. [Cross-Ref PubMed](#)

Übersicht

Review

©2026 Dustri-Verlag Dr. K. Feistle
ISSN 0341-3055

Wenn es ohne Hilfe nicht mehr geht – Hilfsmittelversorgung bei pneumologischen Patienten

S. Walterspacher^{1,2,3} und S.B. Stanzel^{3,4,5}

¹Lungenärzte Walker – Walterspacher – Zimber, Singen, ²Studienzentrum Medizin, Innere Medizin, Klinikum Konstanz, ³Lehrstuhl für Pneumologie, Universität Witten-Herdecke, Witten, ⁴Klinik für Pneumologie, Lungenklinik Köln-Merheim, Köln, ⁵Praxis Callegari Magnet, Praxis für Pneumologie und Schlafmedizin, Leverkusen

Schlüsselwörter

Hilfsmittelversorgung – Langzeit-Sauerstofftherapie – nicht invasive Beatmung – Sekretmanagement – chronische respiratorische Insuffizienz

Key words

medical aids supply – long-term oxygen therapy – non-invasive ventilation – secretion management – chronic respiratory insufficiency

Wenn es ohne Hilfe nicht mehr geht – Hilfsmittelversorgung bei pneumologischen Patienten

Die zunehmende Prävalenz chronischer pneumologischer Erkrankungen erfordert oft den Einsatz von Hilfsmitteln, sobald die eigenständige Atmung insuffizient wird. Diese Übersichtsarbeit beleuchtet die drei zentralen Säulen der außerklinischen Versorgung: die Langzeit-Sauerstofftherapie (LTOT), die nicht invasive Beatmung (NIV) und das Sekretmanagement. Es werden Indikationen, Versorgungstypen sowie ökonomische und ökologische Aspekte der LTOT dargestellt. Zudem werden moderne, leitliniengerechte Beatmungsstrategien bei chronisch-hyperkapnischer Insuffizienz bei COPD und Obesitas-Hypoventilationssyndrom (OHS) erläutert. Abschließend werden die vielfältigen Techniken des Sekretmanagements vorgestellt. Eine individualisierte, interdisziplinär abgestimmte Versorgung ist entscheidend für den Therapieerfolg

When you can no longer manage without help – provision of medical aids for pulmonary patients

The increasing prevalence of chronic pulmonary diseases often requires the use of medical aids once spontaneous breathing becomes insufficient. This review article highlights the three central pillars of outpatient care: long-term oxygen therapy (LTOT), non-invasive ventilation (NIV), and

secretion management. It presents the indications, types of delivery systems, as well as the economic and ecological aspects of LTOT. Furthermore, modern, guideline-compliant ventilation strategies for chronic hypercapnic insufficiency in COPD and Obesity Hypoventilation Syndrome (OHS) are explained. Finally, the various techniques of secretion management are presented. Individualized, interdisciplinary-coordinated care is crucial for therapeutic success.

Einführung

Pneumologische Erkrankungen, sowohl akute als auch chronische, sind zunehmend verbreitet. Erkrankungen des Atmungssystems verursachen etwa 6% aller verlorenen Erwerbstätigkeitsjahre und 5% der gesamten Krankheitskosten [3]. Wenn die Erkrankung so weit fortschreitet, dass die eigenständige Atemfunktion, Sauerstoffversorgung oder das effektive Sekretmanagement nicht mehr ausreichen, werden Hilfsmittel unerlässlich. Hilfsmittel spielen eine entscheidende Rolle, um neben dem Überleben auch die Lebensqualität und die soziale Integration von Patienten mit chronischer respiratorischer Insuffizienz zu sichern, insbesondere im au-

Walterspacher S, Stanzel SB.
Wenn es ohne Hilfe nicht mehr geht – Hilfsmittelversorgung bei pneumologischen Patienten.

Atemwegs- und Lungenkrankheiten.
2026; 52: 28-34.

DOI 10.5414/ATX02893

citation

Manuskripteingang: 20.09.2025; akzeptiert in überarbeiteter Form: 21.09.2025

Korrespondenzadresse: PD Dr. med. Stephan Walterspacher, Lungenärzte Singen, Ekkehardstr. 18, 78224 Singen, walterspacher@pneumologie-singen.de



Tab. 1. Anwendungsbereiche bei chronischer Hypoxämie [13].

Anwendungsbereiche der LTOT		
AOT	ambulatory oxygen therapy	bei körperlicher Belastung
NOT	nocturnal oxygen therapy	ausschließlich zur Nacht
PaoOT	post acute oxygen therapy	postakute Sauerstofftherapie
POT	palliative oxygen therapy	palliative Sauerstofftherapie

Überleitungsmanagement beugt Informationsverlusten vor und sichert Behandlungsqualität

ßerklinischen Umfeld [5, 12, 14, 15, 17]. Die Hilfsmittelversorgung muss stets individuell an die spezifische zugrunde liegende Erkrankung und deren klinische Ausprägung angepasst werden [12, 14].

Die Auswahl der geeigneten Sauerstoffsysteme ist beispielsweise für die Therapieadhärenz der Patienten von Bedeutung [11, 12]. Die Überleitung von Patienten, insbesondere von invasiv beatmeten Patienten aus der stationären in die außerklinische Versorgung ist eine große organisatorische Herausforderung, die eine sorgfältige Evaluation und die rechtzeitige Verordnung von Hilfsmitteln erfordert [5]. Ein gutes Überleitungsmanagement ist hierfür notwendig, um Informationsverluste zu vermeiden und die Behandlungsqualität sicherzustellen [17]. Die Zusage zur Kostenübernahme durch den Versicherungsträger muss in der Regel vor der Entlassung aus der stationären Behandlung vorliegen [5]. Dieser Übersichtsartikel soll einen umfassenden Einblick in die wichtigsten Hilfsmittel und die relevanten Aspekte der Versorgung für pneumologische Patienten geben, insbesondere unter Berücksichtigung der komplexen Versorgungsrealität und der Notwendigkeit interdisziplinärer Abstimmung [3, 17].

Regulatorischer Hintergrund

Die Hilfsmittelversorgung wird überwiegend von den gesetzlichen Krankenversicherungen als Sachleistung nach dem Sozialgesetzbuch Fünftes Buch (SGB V) übernommen [24]. Dabei sind das Wirtschaftlichkeitsgebot (§ 12 SGB V) und die Vorgaben der Hilfsmittel-Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) zu beachten [14]. Ärzte sind generell verpflichtet, die Wirtschaftlichkeit bei der Verordnung zu beachten [23]. Die Verordnung erfolgt durch den Arzt, wobei die Entscheidung über das konkrete Produkt

oft bei der Krankenkasse und dem Leistungserbringer liegt, unter Berücksichtigung des Hilfsmittelverzeichnis [12, 14, 23]. Das Hilfsmittelverzeichnis des GKV-Spitzenverbandes listet die von der Leistungspflicht der GKV umfassten Hilfsmittel auf und dient als Orientierungs- und Auslegungshilfe [14, 23]. Für die Kostenträger ist die Wirtschaftlichkeit letztlich durch die Genehmigung von Kostenvoranschlägen und kassenspezifische Vertragsabschlüsse sichergestellt [23].

Hilfsmittel zur Sauerstofftherapie (LTOT)

Die Langzeit-Sauerstofftherapie (LTOT) ist in der Akuttherapie, aber auch bei fortgeschrittenen pulmonalen Erkrankungen, ein zentrales Instrument zur Behandlung der chronischen hypoxämischen respiratorischen Insuffizienz und zielt auf Verbesserung des Überlebens ab bei Patienten mit schwerer, chronischer Hypoxämie [13]. Formal werden vier verschiedene Anwendungsbereiche für die LTOT in der außerklinischen Versorgung unterschieden (Tab. 1).

Neuere Studien zeigen, dass es hinsichtlich der Hospitalisationsrate oder der Mortalität keinen Unterschied zwischen einer 15-stündigen versus 24-stündigen Anwendung gibt [10]. Die Überlebensvorteile sind für Patienten mit schwerer Hypoxämie eindeutig belegt; für andere chronische Lungenerkrankungen ohne schwere Hypoxämie existieren keine robusten Daten. Da bislang keine ausreichenden wissenschaftlichen Untersuchungen vorliegen, orientiert sich die Verschreibung einer LTOT bei interstitiellen Lungenerkrankungen sowie bei chronischer Herzinsuffizienz mit Hypoxämie an den Empfehlungen, die auch bei COPD gelten (Tab. 2) [18].

Versorgungstypen der Langzeitsauerstofftherapie

Flüssigsauerstoffsysteme (liquid oxygen therapy: LOX) bieten eine höhere Mobilität und Flexibilität, was zu einer verbesserten Lebensqualität und sozialer Teilhabe führen kann, insbesondere bei aktiven Patienten

Tab. 2. Indikationen zur Langzeit-Sauerstofftherapie bei COPD Patienten (adaptiert nach Haidel et al. [13]).

Typ	Blutgase	Indikation LTOT
Chronische Hypoxämie ohne relevante Hyperkapnie	PaO ₂ ≤ 55 mmHg	ja
	PaCO ₂ ≤ 50 mmHg	
Chronische Hypoxämie mit relevanter Hyperkapnie	PaO ₂ ≤ 55 mmHg	NIV ggf. mit LTOT
	PaCO ₂ > 50 mmHg	
Chronische Hypoxämie mit cor pulmonale +/- Rechts-herzinsuffizienz +/- sekundärer Polyglobulie	PaO ₂ 55 – 60 mmHg	ja
Mäßig chronische Hypoxämie	89% ≤ SpO ₂ < 93% in Ruhe	nein
	SpO ₂ > 90% bei Belastung	
Reine Belastungshypoxämie	Ruhe PaO ₂ > 60 mmHg	LTOT bei Belastung bei subjek. Benefit
	Belastungs-PaO ₂ < 55 mmHg	
Nächtliche Hypoxämie	Ruhe PaO ₂ > 60 mmHg	nein
	Nächtl. SpO ₂ < 90%	

O₂ = Sauerstoff; PaO₂ = arterieller Sauerstoffpartialdruck; PaCO₂ = arterieller Kohlendioxidpartialdruck; NIV = nicht invasive Beatmung; LTOT = Langzeitsauerstofftherapie.

O₂-Konzentratoren sind ökonomisch günstiger und wahrscheinlich ökologisch vorteilhafter

mit schwerer Hypoxämie. Studien zeigen, dass LOX-Nutzer signifikant bessere Werte in den Bereichen Mobilität, Körperpflege, Fortbewegung und sozialer Interaktion erreichen als Nutzer von Konzentratoren [2]. Allerdings sind die Kosten für LOX deutlich höher: In einer Kosten-Nutzen-Analyse lagen die Gesamtkosten für LOX etwa viermal höher als für Konzentratoren (US\$ 4.950 vs. US\$ 1.310 pro Patient in 6 Monaten) [2]. Daher sollte LOX vor allem für Patienten mit hohem Sauerstoffbedarf und regelmäßigem Aufenthalt außerhalb des Hauses zur Verfügung gestellt werden.

Sauerstoffkonzentratoren sind ökonomisch günstiger und wahrscheinlich ökologisch vorteilhafter, da sie Sauerstoff direkt aus der Umgebungsluft gewinnen und keine regelmäßigen Lieferungen oder aufwendige Logistik wie bei LOX erfordern. Allerdings schränken sie die Mobilität ein, da portable Systeme oft schwerer und unhandlich sind und von Patienten mit höherem Sauerstoffbedarf selten genutzt werden [11].

Ökologische Aspekte der Sauerstofftherapie

Die Herstellung von Flüssigsauerstoff ist ein äußerst energieintensiver Prozess. Die Luftzerlegung und die anschließende Kühlung des Sauerstoffs auf unter -183 °C verbrauchen große Mengen an elektrischer Energie. Hinzu kommt der Energieaufwand

für den Transport des Flüssigsauerstoffs in speziellen Tankwagen zu den Patienten, was den CO₂-Fußabdruck weiter erhöht [8, 9].

Sauerstoffkonzentratoren haben ihren Hauptenergieverbrauch während des Betriebs im Haushalt des Patienten. Moderne Geräte sind jedoch zunehmend energieeffizient. Der Stromverbrauch hängt von der benötigten Flussrate ab. Im Vergleich zur energieaufwendigen Produktion und Logistik von Flüssigsauerstoff fällt die Energiebilanz eines Konzentrators über seine gesamte Lebensdauer in der Regel günstiger aus, insbesondere wenn klimafreundlicher Strom bezogen wird [27].

Beatmungstherapie

Bei der ventilatorischen Insuffizienz ist bisweilen sowohl die O₂-Aufnahme als vor allem die CO₂-Elimination beeinträchtigt. Hierbei ist das komplexe ventilatorische System bestehend aus dem Zusammenspiel von Nerven (ZNS und peripheres Nervensystem), Atemmuskulatur und der thorakoskelettalen Konfiguration gestört, was in erhöhter Belastung oder reduzierter Kapazität der Atemmuskulatur mündet [28]. Die außerklinische Beatmung stellt mittlerweile einen etablierten und weit verbreiteten Therapiestandard zur Behandlung der chronischen hyperkapnischen respiratorischen Insuffizienz dar [25]. Die Ursachen sind häufig multifaktoriell; zu den wichtigsten Erkrankungen

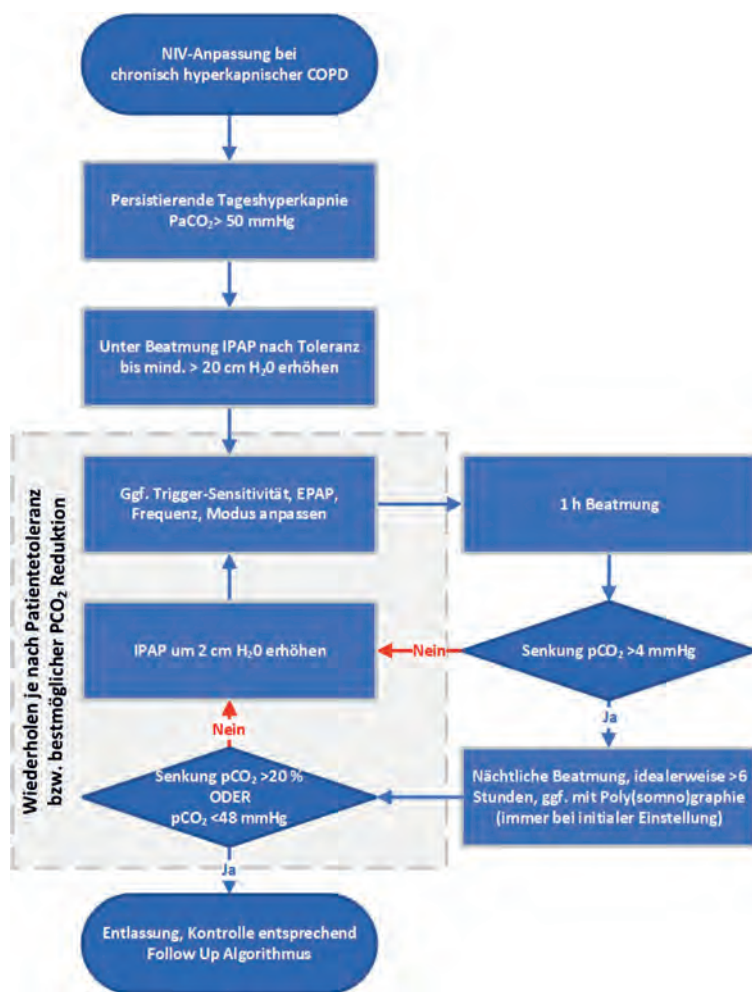


Abb. 1. NIV Titrationsalgorithmus bei COPD (nach [25, 26]).

NIV bei COPD

Patienten mit COPD und chronisch hyperkapnischer respiratorischer Insuffizienz werden häufiger hospitalisiert, zeigen nach der Einweisung einen rascheren Krankheitsprogress und haben ein erhöhtes Sterberisiko. Zusätzlich verschlechtern vor allem kardiale Begleiterkrankungen die Prognose unabhängig von der COPD [1, 20, 22].

Die widersprüchlichen Resultate älterer Studien zur Effektivität der NIV bei COPD lassen sich wahrscheinlich durch heterogene Patientengruppen, unterschiedliche Schweregrade der Hyperkapnie, variierende Beatmungsgeräte und -einstellungen sowie divergierende Nutzungszeiten erklären. Einen entscheidenden Fortschritt brachte die Einführung der „high-intensity“ NIV, die durch gezielte Einstellungen eine Normokapnie oder zumindest eine deutliche CO₂-Reduktion anstrebt [7]. Diese Strategie zeigte erstmals klare Vorteile bezüglich Überleben, Lebensqualität und Wiederaufnahmeraten und wird deshalb inzwischen von nationalen und internationalen Leitlinien empfohlen [26].

Neben den krankheitsspezifischen Indikationskriterien stellt die Leitlinie detaillierte Therapie- und Titrationsempfehlungen zur Optimierung der NIV und Erreichen des Therapieziels der Normokapnie oder bestmöglichen Senkung der Hyperkapnie zur Verfügung (Abb. 1) [26].

NIV sollte therapeutisch immer die Normokapnie als Ziel haben

zählen COPD, Obesitas-Hypoventilationssyndrom, neuromuskuläre Erkrankungen, zentrale Atemregulationsstörungen und Thoraxdeformitäten. Besonders bei COPD führen gesteigerte Atemwegswiderstände, Überblähung und Komorbiditäten wie Herzinsuffizienz oder Diabetes zu einer erhöhten Belastung und eingeschränkten Leistungsfähigkeit der Atemmuskulatur.

In den letzten Jahren nimmt die Zahl beatmeter Patienten im außerklinischen Bereich stetig zu [17]. Die Indikationen zur NIV werden ausführlich in der aktuellen S3 Leitlinie zur Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz anhand der verschiedenen Erkrankungen dargestellt [26].

NIV bei OHS

Neben der COPD stellen Patienten mit Obesitas-Hypoventilationssyndrom (OHS) die zweite maßgebliche Gruppe an Patienten mit chronischer ventilatorischer Insuffizienz dar; mit stetig wachsender Tendenz infolge des stetig zunehmenden Übergewichts der Allgemeinbevölkerung [21]. OHS ist mit einer um rund 15% erhöhten Fünf-Jahres-Mortalität und -Morbidity verbunden und führt zudem zu einer etwa achtfach höheren Inanspruchnahme von Gesundheitsleistungen im Vergleich zu gesunden Kontrollgruppen [6]. Die Diagnose eines OHS darf jedoch erst dann gestellt werden, wenn andere Faktoren, die zur Ausbildung einer chronischen Hyperkapnie (Tages-PaCO₂ > 45 mmHg) füh-

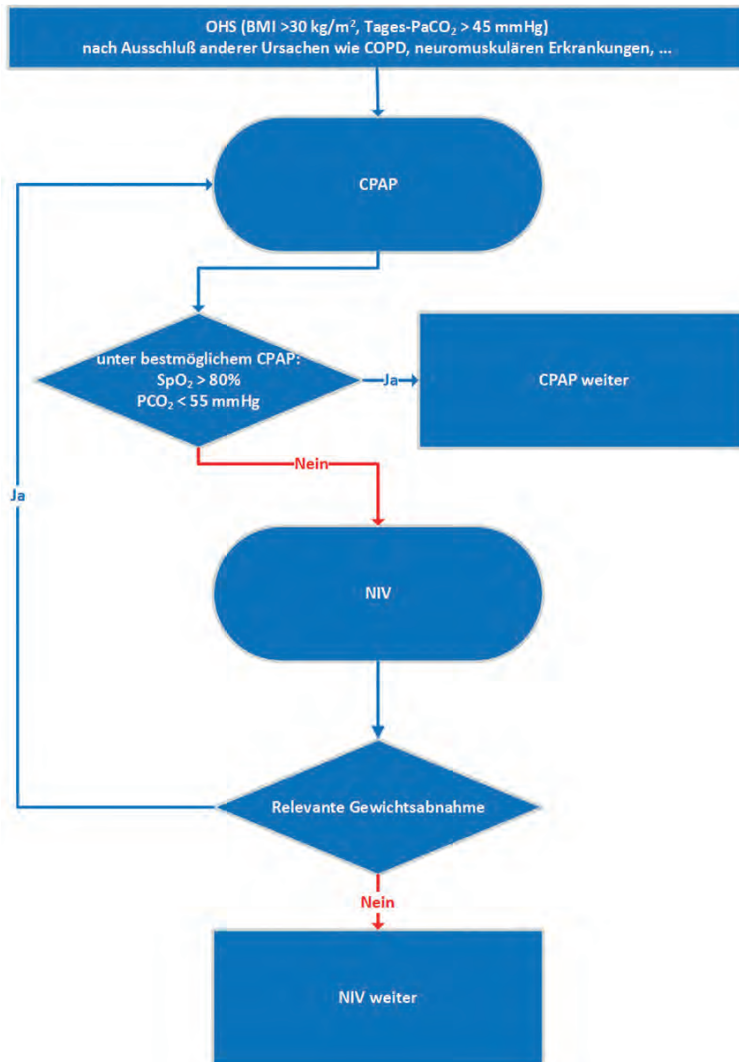


Abb. 2. Behandlungspfad zur Therapieindikation bei OHS Patient/-innen (nach [25, 26]).

Sekretmanagement hängt von Grunderkrankung, Patienten-zustand und Präferenz ab

ren können (insbesondere COPD, restriktive Lungenerkrankungen oder neuromuskuläre Erkrankungen), ausgeschlossen wurden.

Auch dem OHS liegen komplexe pathophysiologische Mechanismen in der Veränderung der Lungenmechanik, erhöhter Atemarbeit, Störungen des zentralen Atemantriebs sowie oft begleitender schlafbezogener Atmungsstörungen zugrunde [19]. Der Schweregrad der Hyperkapnie hängt eng mit dem Ausmaß einer häufig begleitenden obstruktiven Schlafapnoe (OSAS), dem Body-Mass-Index (BMI) und den lungenfunktionellen Einschränkungen zusammen [16].

Im Vergleich zu den Therapieansätzen der NIV bei anderen Erkrankungen, kann bei OHS ein primärer Therapieversuch mit einer

rein supportiven unterstützenden CPAP-Therapie erfolgen; nur bei unzureichendem Therapieerfolg in Bezug auf Hyperkapnie oder einem begleitenden Schlafapnoe-Syndrom, sollte auf eine NIV gewechselt werden (Abb. 2) [26].

Hilfsmittel zum Sekretmanagement

Sekretmanagement ist ein zentrales Problem bei chronischen respiratorischen und neurologischen Erkrankungen. Die Literatur beschreibt verschiedene Techniken und Herausforderungen, jedoch gibt es nur begrenzte Daten zur Inzidenz der Problematik [4].

Das Management bronchialer Sekrete ist bei einer Vielzahl von Erkrankungen wie COPD, Bronchiektasen, Mukoviszidose und neuromuskulären Erkrankungen (zum Beispiel ALS) essenziell, da Sekretretention zu Infektionen, Atelektasen und erhöhter Morbidität führen kann (Tab. 3). Besonders bei neurologischen Erkrankungen mit Bulbärbeteiligung oder Muskelschwäche ist die Sekretelimination oft stark beeinträchtigt [4, 25].

Techniken und Interventionen

Es existiert eine breite Palette an Techniken zum Sekretmanagement; diese umfassen neben atem- und physiotherapeutischen Maßnahmen auch technische Hilfsmittel und verschiedene medikamentöse Ansätze. Die Auswahl der Methode hängt von der Grunderkrankung, dem Schweregrad und der individuellen Patientensituation ab (Tab. 4) [4].

Die Wahl der Technik hängt von Grunderkrankung, Patientenzustand und Präferenz ab. Es gibt keine „Goldstandard“-Methode; Kombinationen sind häufig sinnvoll und je nach Krankheitsprogress anzupassen.

Fazit und Ausblick

Pneumologische Hilfsmittel wie Sauerstofftherapie, Beatmung und Geräte zum Sekretmanagement sind für Patienten mit

Tab. 3. Erkrankungen mit erhöhter Sekretlast nach [25].

Kategorie	Beispiele
Obstruktive Atemwegserkrankungen	Asthma bronchiale, COPD, Mukoviszidose (zystische Fibrose), Bronchiektasen sowie Störungen der Flimmerhärchenbewegung (primär-ziliäre Dysfunktion).
Abgeschwächter oder fehlender Hustenstoß	Neuromuskuläre Erkrankungen mit Schwäche der Atemmuskulatur oder unzureichendem Stimmlippenschluss, Querschnittslähmungen oberhalb des Th10 mit Atemmuskulaturbeteiligung, intensiv-medizinisch erworbene Muskelschwäche (ICU-acquired weakness)
Rezidivierende Aspiration	Typischerweise bei neurologisch bedingten Schluckstörungen (neurogene Dysphagie)

Tab. 4. Methoden des Sekretmanagement nach [25].

Manuelle und klassische Techniken
– Posturale Drainage: Nutzung der Schwerkraft zur Sekretmobilisation durch gezielte Lagerung
– Manuelle Techniken: Klopfmassagen, Vibrationen und manuell unterstütztes Husten, oft in Kombination mit anderen Methoden
– Aktive Atemtechniken: Directed Cough, Forced Expiratory Technique (FET), Autogene Drainage und Active Cycle of Breathing Techniques (ACBT)
Gerätebasierte Methoden
– PEP-Systeme (Positive Expiratory Pressure): Erzeugen von Ausatemwiderstand zur Sekretmobilisation
– Oszillierende Geräte: Flutter, Cornet, Acapella, High-Frequency Chest Wall Oscillation
– Mechanische Insufflation-Exsufflation (Cough Assist): Simuliert Husten, besonders bei neuromuskulären Erkrankungen; kontraindiziert bei obstruktiven Atemwegserkrankungen
Invasive und unterstützende Maßnahmen
– Absaugen: Standard bei beatmeten Patienten, offen oder geschlossen
– (Mini-)Tracheotomie: Bei schweren Fällen oder Beatmung
Pharmakologische und ergänzende Ansätze
– Mukolytika, Hydratoren, Inhalationen: Zur Verflüssigung des Sekrets
– Anticholinergika, Botulinumtoxin: Bei Sialorrhoe, v. a. bei neurologischen Erkrankungen

fortgeschrittenen Atemwegserkrankungen entscheidend, um das Überleben zu sichern und die Lebensqualität zu verbessern. Die Auswahl der Therapie sollte stets individualisiert und leitliniengerecht auf die zugrundeliegende Erkrankung, wie COPD oder das Obesitas-Hypoventilationssyndrom, und deren Schweregrad abgestimmt werden. Ein erfolgreiches Versorgungsmanagement erfordert dabei eine sorgfältige interdisziplinäre Koordination, insbesondere bei der Überleitung von der Klinik in die häusliche Pflege, unter Berücksichtigung medizinischer, regulatorischer und wirtschaftlicher Aspekte.

Interessenkonflikt

Sarah Stanzel gibt an, Vortragshonore von Firmen erhalten zu haben, die Beatmungsgeräte herstellen und vertreiben. Stephan Waltersbacher gibt an, Vortragsho-

norare von Firmen erhalten zu haben, die Beatmungsgeräte herstellen und vertreiben.

Literatur

- [1] Ahmadi Z, Bornefalk-Hermansson A, Franklin KA, Midgren B, Ekström MP. Hypo- and hypercapnia predict mortality in oxygen-dependent chronic obstructive pulmonary disease: a population-based prospective study. *Respir Res.* 2014; 15: 30. [CrossRef PubMed](#)
- [2] Andersson A, Ström K, Brodin H, Alton M, Boman G, Jakobsson P, Lindberg A, Uddenfeldt M, Walter H, Levin LA. Domiciliary liquid oxygen versus concentrator treatment in chronic hypoxaemia: a cost-utility analysis. *Eur Respir J.* 1998; 12: 1284-1289. [CrossRef PubMed](#)
- [3] Baden-Württemberg. Vertrag zur Versorgung in dem Fachgebiet der Pneumologie in Baden-Württemberg gemäß § 140a SGB V.
- [4] Belli S, Prince I, Savio G, Paracchini E, Cattaneo D, Bianchi M, Masocco F, Bellanti MT, Balbi B. Airway Clearance Techniques: The Right Choice for the Right Patient. *Front Med (Lausanne).* 2021; 8: 544826. [CrossRef PubMed](#)

- [5] *Callegari J, Storre JH*. Hilfsmittel in der außerklinischen Beatmung. Atemwegs- und Lungenkrankheiten. 2016; 42: 198-205. [CrossRef](#)
- [6] *Castro-Añón O, Pérez de Llano LA, De la Fuente Sánchez S, Golpe R, Méndez Marote L, Castro-Castro J, González Quintela A*. Obesity-hypoventilation syndrome: increased risk of death over sleep apnea syndrome. PLoS One. 2015; 10: e0117808. [CrossRef PubMed](#)
- [7] *Dreher M, Schulte L, Ekkernkamp E, Zirlík A*. Influence of high-intensity noninvasive positive pressure ventilation on biomarkers in stable hypercapnic COPD patients. Eur Respir J. 2013; 42: 388s.
- [8] *EIGA*. Environmental Impacts of Air Separation Units – DOC 94 / 25 [WWW Document]. 2025. eiga.eu. URL <https://www.eiga.eu/publications> (accessed 8.25.25).
- [9] *EIGA*. Environmental impacts of transportation of gases – DOC 113 /19 [WWW Document]. 2019. eiga.eu. URL (accessed 8.25.25).
- [10] *Ekström M, Andersson A, Papadopoulos S, Kipper T, Pedersen B, Kricka O, Sobrino P, Runold M, Palm A, Blomberg A, Hamed R, Lindberg E, Sundberg B, Hadziosmanovic N, Björklund F, Janson C, McDonald CF, Currow DC, Sundh J; REDOX Collaborative Research Group*. Long-Term Oxygen Therapy for 24 or 15 Hours per Day in Severe Hypoxemia. N Engl J Med. 2024; 391: 977-988. [CrossRef PubMed](#)
- [11] *Emmerich C, Walterspacher S*. Langzeit-Sauerstofftherapie. Atemwegs- und Lungenkrankheiten. 2024; 50: 231-239. [CrossRef](#)
- [12] *Geiseler J, Kissel M*. Ambulante Versorgung mit Sauerstoff. Pneumologie (Berl). 2022; 19: 33-41. [CrossRef](#)
- [13] *Haidl P, Jany B, Geiseler J, Andreas S, Arzt M, Dreher M, Frey M, Hauck RW, Herth F, Hämäläinen N, Jehser T, Kenn K, Lamprecht B, Magnet F, Oldenburg O, Schenk P, Schucher B, Studnicka M, Voshaar T, Windisch W, et al; Weitere beteiligte wissenschaftliche Fachgesellschaften und Institutionen: Deutsche Atemwegsliga e.V.; Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin e.V. (DGIM); Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V. (DGK); Deutsche Gesellschaft für Palliativmedizin e.V. (DGP); Deutsche Interdisziplinäre Gesellschaft für Außerklinische Beatmung (DIGAB); Bundesverband der Pneumologen, Schlaf- und Beatmungsmediziner (BdP); Schweizerische Gesellschaft für Pneumologie (SGP); Österreichische Gesellschaft für Pneumologie (ÖGP); Deutsche Sauerstoff- und Beatmungs-Liga LOT e.V.* Leitlinie zur Langzeit-Sauerstofftherapie. Pneumologie. 2020; 74: 813-841. [CrossRef PubMed](#)
- [14] Hilfsmittel-Richtlinie – Gemeinsamer Bundesausschuss [WWW Document], n.d. URL <https://www.g-ba.de/richtlinien/13/> (accessed 5.21.25).
- [15] *Hornemann D, Schucher B, Bayarassou H, Jaschke C, Fabritius G, Platz T, Schmidt-Wilcke T, Pohl M, Groß M*. Versorgung von Patient*innen der Außerklinischen Intensivpflege in ärztlich geleiteten Einrichtungen – eine Querschnitterhebung der Deutschen Interdisziplinären Gesellschaft für Außerklinische Beatmung. Fortschr Neurol Psychiatr. 2024. Epub ahead of print. [CrossRef PubMed](#)
- [16] *Kaw R, Hernandez AV, Walker E, Aboussouan L, Mokhlesi B*. Determinants of hypercapnia in obese patients with obstructive sleep apnea: a systematic review and metaanalysis of cohort studies. Chest. 2009; 136: 787-796. [CrossRef PubMed](#)
- [17] *Klingshirn H, Schwarz SB*. [Quality of Care in Home Mechanical Ventilation]. Pneumologie. 2022; 76: 397-403. [CrossRef PubMed](#)
- [18] *Magnet FS, Storre JH, Windisch W*. Home oxygen therapy: evidence versus reality. Expert Rev Respir Med. 2017; 11: 425-441. [CrossRef PubMed](#)
- [19] *Masa JF, Janssens J-P, Borel J-C, Pepin J-L*. OHS: definition, diagnosis, pathophysiology and management, in: Obstructive Sleep Apnoea, ERS Monograph. European Respiratory Society. 2015; 137-152.
- [20] *Murphy PB, Rehal S, Arbane G, Bourke S, Calverley PMA, Crook AM, Dowson L, Duffy N, Gibson GJ, Hughes PD, Hurst JR, Lewis KE, Mukherjee R, Nickol A, Oscroft N, Patout M, Pepperell J, Smith I, Stradling JR, Wedzicha JA, et al*. Effect of Home Noninvasive Ventilation With Oxygen Therapy vs Oxygen Therapy Alone on Hospital Readmission or Death After an Acute COPD Exacerbation: A Randomized Clinical Trial. JAMA. 2017; 317: 2177-2186. [CrossRef PubMed](#)
- [21] *RKI*. Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen in Deutschland. 2017. [CrossRef](#)
- [22] *Saraiva C, Abreu T, Neves D, Rodrigues F*. Mortality Predictive Factors in Subjects With COPD After a Pulmonary Rehabilitation Program: A 3-Year Study. Respir Care. 2016; 61: 1179-1185. [CrossRef PubMed](#)
- [23] *Schmitt N, Wende D*. Hilfsmittelreport 2023.
- [24] *SGB 5 – nichtamtliches Inhaltsverzeichnis* [WWW Document], n.d. URL https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_5/ (accessed 5.21.25).
- [25] *Stanzel SB, Spiesshoefer J, Trudzinski F, Cornelissen C, Kabitz H-J, Fuchs H, Boentert M, Mathes T, Michalsen A, Hirschfeld S, Dreher M, Windisch W, Walterspacher S; Für die Leitliniengruppe, in alphabetischer Reihenfolge; Bickenbach, Johannes; Budweiser, Stephan; Delis, Sandra; Dellweg, Dominic; Franke, Christian; Groß, Martin; Geiseler, Jens; Iberl, Gabriele; Köhnlein, Thomas; Mörer, Onnen; Randerath, Winfried; Schucher, Bernd; Siemon, Karsten; Stieglitz, Sven; Storre, Jan Hendrik; Westhoff; Michael; Winterholler, Martin; Wöbbeking, Hans Joachim*. S3-Leitlinie: Nichtinvasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz. Pneumologie. 2025; 79: 25-79. [CrossRef PubMed](#)
- [26] *Stanzel SB, Walterspacher S*. Die nicht invasive Beatmung bei chronischer hyperkapnischer Insuffizienz. Atemwegs- und Lungenkrankheiten. 2024; 50: 248-254. [CrossRef](#)
- [27] *Tariq M, Siddhantakar A, Sherman JD, Cimprich A, Young SB*. Life cycle assessment of medical oxygen. J Clean Prod. 2024; 444: 141126. [CrossRef](#)
- [28] *Walterspacher S, Kabitz H-J*. Atemmuskelfunktionsmessung – Basisdiagnostik. Atemwegs- und Lungenkrankheiten. 2018; 44: 519-527. [CrossRef](#)

Übersicht

Review

©2026 Dustri-Verlag Dr. K. Feistle
ISSN 0341-3055

Artificial Intelligence in Pulmonary Rehabilitation – friend or foe?

R.H. Zwick

Ludwig Boltzmann Institute for Rehabilitation Research, Therme Wien Med, Wien, Österreich

Schlüsselwörter

pneumologische Rehabilitation – Artificial Intelligence – Vorteile – Risiken

Key words

pulmonary rehabilitation – artificial intelligence – options – risks

Artificial Intelligence in Pulmonary Rehabilitation – friend or foe?

Die AI hat unseren Alltag erweitert, sie entwickelt sich asymptotisch weiter und das Ziel, eine Artificial Superintelligenz zu entwickeln scheint nicht mehr weit. Dies birgt Möglichkeiten und Gefahren, die in diesem Artikel in aller Kürze zusammengefasst sind.

Artificial intelligence in pulmonary rehabilitation – friend or foe?

AI has expanded our everyday lives, it continues to develop asymptotically, and the goal of developing artificial superintelligence seems to be within reach. This presents opportunities and dangers, which are summarised briefly in this article.

Es gab immer schon wundersame Neuerungen, die magisch waren. Der deutsche Physiker und Erfinder Philipp Reis präsentierte der Welt als erster Erfinder ein „Telephon“ vor dem Physikalischen Verein in Frankfurt am Main. Dabei handelte es sich um einen Apparat in Hörmuschelform, der mithilfe elektrischen Stroms Nachrichten in die Ferne übertragen konnte. Bei der Demonstration am 26. Oktober 1861 führte Reis das erste Telefonat mit dem sinnfreien Satz „Das Pferd frisst keinen Gurkensalat“. Heute wird häufig fälschlicherweise behauptet, Graham Bell habe am 10.3.1876 das ers-

te Telefonat geführt. Kein Mensch konnte erahnen, dass aus diesem ersten Telefon ein Smart Phone entwickelt wird, das man in der Hosentasche trägt und das eine stärkere Rechenleistung hat als große Computer der 80er Jahre, wodurch auch Messungen von menschlichen Daten möglich sind.

Ähnlich werden wir auf die Open Artificial Intelligence (AI) zurückblicken, die gerade dabei ist, unsere Welt zu revolutionieren. Es sind ambivalente Gefühle, die einen bei der ersten Benützung der Tools ergreifen – Staunen und Angst sind nicht selten vereint. Es stehen derzeit einige Anbieter im Wettstreit um den weltweiten Markt, die fünf größten Anbieter sind OpenAI, gegründet im Dezember 2015 von Elon Musk als führendes Unternehmen mit Entwicklungen wie ChatGPT und Google DeepMind, gegründet September 2010 als Deepmind, welches von Google übernommen wurde. Anthropic im Jänner 2021 von ehemaligen OpenAI Mitarbeiter/-innen, Meta AI (LLaMA-Team) 2023 und Mistral AI im April 2023 als jüngstes Unternehmen – weitere werden folgen.

Wir dürfen eines nicht außer Acht lassen, es handelt sich hier lediglich um Werkzeuge! Werkzeuge sind einzig erfunden worden, um Aufgaben effizienter zu erledigen, um die Funktionen des menschlichen Körpers zu erweitern, um Tätigkeiten durchzuführen, die mit bloßen Händen nicht möglich

Zwick RH. Artificial Intelligence in Pulmonary Rehabilitation – friend or foe?

Atemwegs- und Lungenkrankheiten. 2026; 52: 35-38.

DOI 10.5414/ATX02896

citation

Manuskripteingang: 28.03.2025; akzeptiert in überarbeiteter Form: 21.09.2025

Korrespondenzadresse: Prim. Dr. Ralf Harun Zwick, Ludwig Boltzmann Institute for Rehabilitation Research, Therme Wien Med, Kurbadstr. 14, 1100 Wien, Österreich, ralf.zwick@thermewienmed.at



AI könnte Diagnostik, Therapie und Nachsorge verbessern

sind. Die ersten menschlichen Werkzeuge waren Steinwerkzeuge vor Jahrtausenden, um Nahrung zu zerkleinern und Bekleidung herzustellen – jetzt haben wir AI. Studien zu Telerehabilitation gibt es schon seit vielen Jahren, diese Intervention ist vor allem außerhalb von Ballungszentren von Bedeutung. Neuer sind Entwicklungen wie beispielsweise die Kaia COPD App, die Patient/-innen durch Bewegungscoaching, Atem- und Entspannungsübungen unterstützt. Diese App analysiert Bewegungen in Echtzeit und gibt Korrekturhinweise. Open AI und Chatbots werden die nächste Entwicklungsstufe darstellen, die im Rahmen der pneumologischen Rehabilitation genutzt werden können.

Wie könnte AI in der pneumologischen Rehabilitation hilfreich sein?

AI kann in der pneumologischen Rehabilitation auf verschiedene Weise unterstützen, um die Diagnose, Behandlung und Nachsorge von Patienten mit Atemwegserkrankungen zu verbessern. Hier sind einige konkrete Einsatzmöglichkeiten in kurzer Form dargestellt:

1. Personalisierte Therapiepläne

- AI könnte Patientendaten analysieren (zum Beispiel Lungenfunktionstests, Vitalwerte, Krankengeschichte) und individuelle Rehabilitationspläne erstellen.
- Eine Anpassung von Therapieintensität und Übungen basierend auf Echtzeitdaten ist denkbar.

2. Überwachung & Frühwarnsysteme

- AI-gestützte Wearables und Apps könnten Atemfrequenz, Sauerstoffsättigung und Herzfrequenz überwachen.
- Eine frühzeitige Erkennung von Verschlechterungen (zum Beispiel COPD-Exazerbationen) und automatische Benachrichtigung an Ärzt/-innen oder Therapeut/-innen wäre denkbar.

3. Virtuelle Assistenten & Chatbots

- AI-gestützte Chatbots könnten Patient/-innen an die Medikamenteneinnahme erinnern oder Fragen zu Übungen beantworten.
- Virtuelle Coaches könnten Anleitung zu Atemtechniken oder körperlichen Übungen durchführen.

4. Telemedizin & Fernüberwachung

- AI könnte helfen, Atemmuster und Symptome über Telemonitoring zu analysieren und dem Arzt Entscheidungshilfen zu geben.
- AI-gestützte Plattformen könnten eine kontinuierliche Betreuung ermöglichen und die Zahl der Ambulanz/Facharzt oder Klinikbesuche reduzieren.

5. Analyse von Bild- & Lungenfunktionsdaten

- Automatisierte Auswertung von Röntgenbildern und CT-Scans zur Früherkennung von Lungenveränderungen wären denkbar.
- Automatisierung der Lungenfunktionsanalyse zur genaueren Bewertung der Lungenfunktion oder anderer Messungen im Rahmen der Rehabilitation ebenso.

6. Optimierung von Atemübungen & Physiotherapie

- AI könnte Bewegungssensoren oder Kameras nutzen, um Atemtechniken und Bewegungsabläufe zu analysieren und Korrekturen vorzuschlagen.
- Adaptive Atem-/trainingsprogramme könnten entwickelt werden, die sich an den Fortschritt der Patient/-innen anpassen.

7. Prädiktive Analysen & Verlaufskontrolle

- Machine-Learning-Modelle könnten individuelle Krankheitsverläufe vorhersagen.

AI birgt technische, rechtliche und moralische Risiken

gen und helfen, Exazerbationen zu verhindern.

- AI könnte Langzeitdaten auswerten, um Therapieansätze weiter zu verbessern.

Durch diese Technologien könnte die pneumologische Rehabilitation effizienter, individueller und effektiver gestaltet werden, was letztendlich zu einer besseren Lebensqualität der Patient/-innen und besseren Outcomes der Leistungsdiagnostik führen könnte.

Was könnten die Nachteile von AI in der pneumologischen Reha sein?

Obwohl AI in der pneumologischen Rehabilitation viele Vorteile bieten könnte, gibt es auch einige Herausforderungen und potenzielle Nachteile:

1. Datenschutz & Datensicherheit

- Gesundheitsdaten sind sensibel. Der Einsatz von AI erfordert eine sichere Speicherung und Verarbeitung von Patientendaten, was Datenschutzrisiken birgt.
- Cyberangriffe könnten dazu führen, dass sensible Patientendaten kompromittiert werden.

2. Fehlende Menschlichkeit & persönliche Betreuung

- AI kann Ärzt/-innen und Therapeut/-innen im besten Fall unterstützen, aber niemals vollständig ersetzen. Menschliche Interaktion und Empathie sind für Patient/-innen essenziell.
- Patient/-innen könnten sich bei rein digitalen Lösungen weniger betreut fühlen, was sich negativ auf ihre Motivation und Therapietreue und somit auf den Erfolg der Rehabilitation auswirken könnte.

3. Fehlinterpretation von Daten & Fehleranfälligkeit

- AI-Algorithmen basieren auf vorhandenen Daten, die hohe Qualität haben müssen. Wenn zum Beispiel die Trainingsdaten fehlerhaft, unvollständig sind oder einen Bias beinhalten, kann dies zu falschen Diagnosen oder Therapieempfehlungen führen. Die Datenqualität im Gesundheitssystem ist weit davon entfernt, diesen Ansprüchen zu genügen.
- Eine Abhängigkeit von AI könnte dazu führen, dass Ärzt/-innen falsche Empfehlungen nicht hinterfragen. Daher muss die finale Entscheidung in Bezug auf Therapie etc. immer bei den Ärzt/-innen liegen.
- Die Entscheidungsprozesse der AI sind oft intransparent, was es Gesundheitsexpert/-innen erschwert, die Ergebnisse zu falsifizieren.

4. Technische Barrieren & Kosten

- Viele Patient/-innen, insbesondere ältere Menschen, könnten Schwierigkeiten mit AI-gestützten Apps oder Wearables haben.
- Die Einführung und Wartung von AI-Systemen ist teuer und erfordert technisches Know-how, das nicht in allen Kliniken oder Reha-Einrichtungen vorhanden ist.

5. Mangelnde Evidenz & Akzeptanz

- AI in der Medizin steckt noch in der Entwicklung. Es fehlen große Studien, die den Nutzen und die Sicherheit in der pneumologischen Rehabilitation eindeutig belegen. Diese Studien müssten dann noch um Studien über lange Zeiträume erweitert werden, um die Langzeiteffekte bzw. Nebeneffekte zu beurteilen.
- Ärzt/-innen und Therapeut/-innen könnten AI skeptisch gegenüberstehen und die Akzeptanz könnte gering sein.

6. Juristische & ethische Fragen

- Wer trägt die Verantwortung, wenn eine KI eine falsche Empfehlung gibt? Arzt, Entwickler oder die Klinik als Arbeitgeber?
- Automatisierte Entscheidungen ohne menschliches Eingreifen könnten ethische Probleme aufwerfen, insbesondere wenn es um lebenswichtige Maßnahmen geht.

Fazit

AI könnte die pneumologische Rehabilitation revolutionieren, aber sie sollte als unterstützendes Werkzeug und nicht als Ersatz für menschliche Fachkräfte gesehen werden. Eine Kombination aus Technologie und persönlicher Betreuung erscheint mit Sicherheit der beste Weg zu sein.

Interessenkonflikt

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Hinweis

Der Text wurde teilweise mit der AI ChatGPT und Perplexity erstellt.

Übersicht

Review

©2026 Dustri-Verlag Dr. K. Feistle
ISSN 0341-3055

Einsatz digitaler Medien in der Rehabilitation, Prävention und Reha-Nachsorge pneumologischer Krankheitsbilder

A. Marza¹, A. Horaicu¹ und M. Spielmanns^{1,2}

¹Valens, Rehaklinik Wald und Davos, Schweiz, ²Universität Witten-Herdecke, Lehrstuhl für Pneumologie, Witten

Schlüsselwörter

pneumologische Rehabilitation – digitale Medien – Rehabilitations-Nachsorge

Key words

pulmonary rehabilitation – digital media – follow-up care

Einsatz digitaler Medien in der Rehabilitation, Prävention und Reha-Nachsorge pneumologischer Krankheitsbilder

Die digitale Nachsorge gewinnt zunehmend an Bedeutung in der pneumologischen Rehabilitation. Studien belegen, dass mobile Anwendungen die Aufrechterhaltung der Trainingsintensität, die Lebensqualität sowie die Krankheitsbewältigung verbessern können. Insbesondere bei Patient/-innen mit chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (COPD), Asthma bronchiale, interstitiellen Lungenerkrankungen (ILD) und Post-COVID zeigen digitale Interventionen vielversprechende Resultate. Dieser Artikel stellt die aktuellsten krankheitsspezifischen Forschungsergebnisse dar, diskutiert die klinische Relevanz und identifiziert Herausforderungen sowie Chancen in der Implementierung digitaler Nachsorgekonzepte.

Application of digital media in rehabilitation, prevention, and follow-up care in pulmonary diseases

Digital applications in the postrehabilitation phase are becoming increasingly important in pulmonary rehabilitation. Studies show that mobile applications can improve training intensity, quality of life, and disease management. They show promising results, especially in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), Asthma,

Interstitial Lung Diseases (ILD), and in the post-COVID situation. This article presents the latest disease-specific research findings, discusses clinical relevance, and identifies challenges and opportunities in the implementation of digital tools in this context.

Einleitung

Die pulmonale Rehabilitation (PR) ist ein evidenzbasierter Bestandteil der Therapie chronischer Atemwegserkrankungen. Für Patient/-innen mit COPD ist sie in den internationalen GOLD-Guidelines fest etabliert [1]. Auch für andere Krankheitsbilder wie Asthma bronchiale [2], Interstitielle Lungenerkrankungen (ILD) [3] sowie in der onkologischen Rehabilitation bei Lungenkarzinomen [4] wird PR zunehmend empfohlen. Trotz des nachgewiesenen Nutzens hinsichtlich Lebensqualität, körperlicher Leistungsfähigkeit und Exazerbationsreduktion nehmen nur ca. 2% Patient/-innen an einer PR teil [5]. Gründe hierfür liegen unter anderem in strukturellen Barrieren wie begrenzter Verfügbarkeit, unzureichender Zuweisung oder Mobilitätseinschränkungen.

Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) können helfen, diese Lücke zu schlie-

Marza A, Horaicu A, Spielmanns M. Einsatz digitaler Medien in der Rehabilitation, Prävention und Reha-Nachsorge pneumologischer Krankheitsbilder. Atemwegs- und Lungenkrankheiten. 2026; 52: 39-47. DOI 10.5414/ATX02895

citation

Manuskripteingang: 21.09.2025; akzeptiert in überarbeiteter Form: 21.09.2025

Korrespondenzadresse: Dr. medic. Andreea Marza, Valens, Rehaklinik Wald und Davos, Taminaplatz 1, 7317 Valens, Schweiz, andreea.marza@kliniken-valens.ch



Die Ergebnisse zeigen, dass die Wirksamkeit digitaler Anwendungen stark von der Adhärenz, der Patientenauswahl und der Einbettung in die Gesamtversorgung abhängt

ßen. Sie ermöglichen eine ortsunabhängige, interaktive und individuell zugeschnittene Nachsorge, die flexibel in den Alltag integriert werden kann [6]. Neben Trainings- und Atemtherapieprogrammen bieten viele Apps auch edukative Inhalte sowie Monitoring-Funktionen an, zum Beispiel über Wearables oder bluetoothfähige Geräte.

Die ATS/ERS-Policy Statement betont, dass vielerorts nicht genügend PR-Kapazitäten vorhanden sind und empfiehlt, in Regionen mit hoher Nachfrage sowohl neue Programme als auch innovative Modelle aufzubauen [7]. Vor diesem Hintergrund und angesichts der demografischen Entwicklung gewinnen digitale und hybride Rehabilitationsformate zunehmend an Bedeutung, weil sie fehlende Kapazitäten ausgleichen und den Zugang zur Rehabilitation verbessern können.

Auch in der PR-Nachsorge und im Rahmen von Disease-Management-Programmen erscheint die Integration digitaler Angebote ein sinnvoller Schritt zur Sicherung langfristiger Effekte zu sein [9]. Neue Technologien bieten Potenzial für personalisierte, ortsunabhängige und interaktive Nachsorgeansätze, die die Rehabilitationsziele auch langfristig sichern können. Darüber hinaus ermöglichen digitale Lösungen eine kontinuierliche Datenerfassung, Feedbackschleifen und Anpassung der Interventionen an individuelle Krankheitsverläufe.

Gleichwohl bestehen aber auch Limitationen, welche die flächendeckende Nutzung bremsen. Hierzu zählen die digitale Gesundheitskompetenz, der Zugang zu Endgeräten, Datenschutzfragen und die derzeit unzureichend geklärte Erstattung [8].

In dieser Übersichtsarbeit wurde der Fokus auf die Wirksamkeit digitaler Anwendungen in der Nachsorge bei COPD, Asthma bronchiale, ILD und COVID-19-bedingten Lungenschäden gelegt. Hierzu wurden randomisierte kontrollierte Studien (RCTs), systematische Reviews sowie prospektive Kohortenanalysen, Registerstudien und Pilotprojekten der letzten 5 Jahre der Datenbanken PubMed, Embase und Cochrane Library gesichtet und ggf. berücksichtigt.

DIGA bei chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (COPD) und als Rauchstopp-Programm

Die Wirksamkeit digitaler Nachsorgeprogramme ist für COPD bislang am besten untersucht. Zwei randomisierte Studien zur Kaia-COPD-App zeigen, dass regelmäßige App-Nutzung die körperliche Aktivität (Schrittzahl) steigert, die Symptomkontrolle (COPD Assessment Test, CAT) verbessert und einzelne Subskalen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Chronic Respiratory Disease Questionnaire, CRQ) positiv beeinflusst [10]. Eine signifikante Verbesserung der 1-Minute-Sit-to-Stand-Leistung (1MST-ST) wurde in der ersten Studie nicht gefunden, und in der Multicenter-Studie waren die Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe in den primären Endpunkten (CAT, 1MSTST) nicht statistisch signifikant [5]. In beiden Arbeiten profitierten jedoch jene Patient/-innen am meisten, die die App regelmäßig – also mehrmals pro Woche – nutzten [5, 10]. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Wirksamkeit digitaler Anwendungen stark von der Adhärenz, der Patientenauswahl und der Einbettung in die Gesamtversorgung abhängt. Gleichwohl belegen die Studien, dass App-basierte Angebote eine gut akzeptierte und potenziell kostensparende Ergänzung zur klassischen Nachsorge darstellen können. Voraussetzung für ihre Integration in Disease-Management-Programme ist neben dem technischen Zugang eine konsequente Nutzungsbegleitung. In einer Multicenter-Studie blieb die Mehrheit der adhärennten Nutzer/-innen über 24 Wochen konstant aktiv und bewertete die App sehr positiv [5].

Neben der KAIA-App existieren weitere digitale Anwendungen zur Nachsorge von COPD-Patient/-innen. Die britische App myCOPD bietet strukturierte Trainingsprogramme, edukative Inhalte, Medikationspläne sowie Exazerbationserkennung durch tägliche Symptomabfragen. Sie ist in mehreren nationalen Gesundheitssystemen zugelassen und wurde in randomisierten Studien positiv bewertet [13].

Im Rahmen der stationären Rehabilitation erhalten viele COPD-Patient/-innen eine strukturierte Tabakentwöhnung in Form von Gruppensitzungen oder Einzelcoachings. Um den langfristigen Erfolg dieser Maß-

Telemedizinische Programme können über reine Apps hinausgehen und verbinden Video-Sprechstunden, digitale Schulungen, personalisierte Bewegungstherapie und datengestützte Verlaufskontrollen

nahme zu sichern, ist eine kontinuierliche Unterstützung auch nach der Reha entscheidend. Die App NichtraucherHelden bietet hierfür eine wertvolle Ergänzung: ein digitales Entwöhnungsprogramm auf Basis verhaltenstherapeutischer und wissenschaftlich fundierter Methoden. Sie ermöglicht eine flexible, ortsunabhängige Begleitung im Alltag und stärkt die Eigenmotivation zur Rauchfreiheit und ist zwischenzeitlich in Deutschland als DiGA zugelassen. Das offizielle DiGA-Verzeichnis des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) beschreibt die NichtraucherHelden-App als kognitiv-verhaltenstherapeutisches Rauchstopp-Programm, das Patient/-innen durch ein individuell zugeschnittenes Coaching über 3 Monate begleitet und speziell darauf ausgelegt ist, auch nach dem Rauchstopp weiter zu unterstützen. Sie dient der Identifikation persönlicher Rauchergewohnheiten, beinhaltet neben einem Tagebuch auch Hilfen bei Rückfallgefahr und Ablenkungsvorschläge und dient damit der „Überwachung, Behandlung und Linderung einer diagnostizierten Tabakabhängigkeit“ [12].

Ein aktueller narrativer Review zu Rauchstopp-Interventionen bei COPD weist darauf hin, dass mehrkomponentige Programme (intensive Einzel- oder Gruppencoachings in Kombination mit Pharmakotherapie und edukativen Modulen) die höchsten Abstinenzraten erzielen. Patienten, die eine solche Tabakentwöhnung im Rahmen der pulmonalen Rehabilitation erhalten, haben nachweislich eine deutlich höhere Chance, dauerhaft rauchfrei zu bleiben. Studien zeigen, dass Teilnehmer/-innen bis zu 5,7-mal häufiger abstinent bleiben im Vergleich zu jenen, die das gleiche Programm in einem anderen Setting erhielten [11]. Die Autor/-innen betonen zudem, dass eine kontinuierliche, über die Rehabilitation hinausgehende Betreuung wichtig ist, um die Abstinenz zu sichern [11].

Telemedizinische Programme können über reine Apps hinausgehen und verbinden Video-Sprechstunden, digitale Schulungen, personalisierte Bewegungstherapie und datengestützte Verlaufskontrollen. Erste randomisierte Beobachtungsstudien zeigen, dass solche Kombinationen die körperliche Leistungsfähigkeit erhalten und Exazerbationen sowie Krankenhauswiederaufnahmen reduzieren können [8]. In diesem Zusammenhang gewinnen auch Monito-

ring-Technologien im häuslichen Umfeld an Bedeutung. Wearables wie Smartwatches, Pulsoximeter oder smarte Inhalatoren erfassen kontinuierlich Vitalparameter und übertragen die Daten via Bluetooth an Apps oder Cloud-Plattformen. In einer Pilotstudie mit dem ProAir Digihaler sanken Inhalationsvolumen und -dauer bereits 10 bis 14 Tage vor einer Exazerbation, während der Einsatz des Rescue-Inhalators anstieg [14]. Solche Muster könnten die Grundlage für Frühwarnsysteme bilden und Patient/-innen sowie Behandelnde rechtzeitig auf drohende Verschlechterungen hinweisen [14]. Diese Technologien eröffnen neue Wege für eine niedrigschwellige, personalisierte Nachsorge und könnten insbesondere Patient/-innen zugutekommen, die erschwerten Zugang zu wohnortnaher Rehabilitationsversorgung haben.

Neue Technologien im Einsatz beim Asthma bronchiale

Obwohl die klassische PR für schweres Asthma nachweislich wirksam ist, fehlen bisher standardisierte und strukturierte Nachsorgekonzepte. Digitale Selbstmanagement-Tools bieten hier neue Ansätze. Ein solches Tool stellt Propeller Health dar. Es zeichnet über einen Sensorring am Inhalator den Gebrauch auf und liefert Nutzungsdaten von Patient/-innen an Ärzt/-innen. In einer randomisierten Studie reduzierte dies den Notfallspray-Einsatz und verbesserte die Asthmakontrolle [15]. Der AsthmaTuner kombiniert eine App und ein Bluetooth-Spirometer zur Messung von Peak-Flow/FEV₁ und Anleitung zur Therapie. In einem Crossover-Trial verbesserte es die Asthmakontrolle und bei regelmäßiger Nutzung auch die Adhärenz [16].

Ein innovatives Element sind digitale Inhalatoren mit integrierten Sensoren. Die Geräte zeichnen Zeitpunkt, Häufigkeit und teilweise auch Parameter wie Einatemungsfluss oder korrektes Schütteln des Dosieraerosols auf und übertragen die Daten per Bluetooth an eine App und eine webbasierte Plattform. So erhalten Patient/-innen und Behandelnde einen Überblick über Adhärenz und Technik und können die Therapie besser steuern [17].

Ein weiterer innovativer Ansatz wird in der COVID-RED-Studie beschrieben

Die Integration solcher Technologien in die PR-Nachsorge ist grundsätzlich vielversprechend. Es fehlt jedoch an kontrollierten Studien, die ihre Wirksamkeit gezielt im Anschluss an stationäre oder ambulante Rehabilitationsmaßnahmen untersuchen. Eine besondere Herausforderung stellt zudem die Heterogenität der Patient/-innenpopulationen dar. Digitale Angebote müssen so gestaltet sein, dass sie sowohl für technikaffine junge Menschen als auch für ältere Personen mit geringerer digitaler Gesundheitskompetenz nutzbar sind.

treten klinischer Symptome erkannt werden [19]. Diese Technologie hat nicht nur potenzielle Anwendung in der Infektionsfrüherkennung, sondern könnte auch in der digitalen Reha genutzt werden, um frühzeitig gesundheitliche Verschlechterungen zu detektieren.

Gleichwohl fehlen derzeit noch Langzeitdaten sowie randomisierte Vergleiche digitaler Telerehabilitation mit konventionellen Präsenzformaten. Weitere Forschung ist notwendig, um die Effektivität, Akzeptanz und Nachhaltigkeit dieser Ansätze zu validieren.

Apps und Co bei COVID-19 und Long-COVID

Digitale Telerehabilitationsangebote werden als vielversprechende Nachsorgeoption für Patient/-innen mit Post-COVID-19-Beschwerden diskutiert. Erste rehabilitative Studien bei Betroffenen deuten auf signifikante Verbesserungen im 6-Minuten-Gehtest, in der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (SF-36) sowie in psychischen Belastungsdimensionen (HADS) hin. Über die Einzelergebnisse hinaus liefert eine jüngst publizierte systematische Übersichtsarbeit mit Meta-Analyse (14 Studien, $n = 1.344$) einen umfassenden Überblick über die Wirkung von Telerehabilitation bei COVID-19-Patient/-innen. Die gepoolten Daten zeigen, dass Telerehabilitationsprogramme die funktionelle Kapazität im 6-Minuten-Gehtest im Mittel um rund 80 m steigern, die Agilität verbessern (MD $-0,69$ s) und die Muskelkraft der unteren Extremitäten sowie die muskuläre Ausdauer signifikant erhöhen (SMD 0,74). Zudem wurden die inspiratorische Muskelkraft (MD 13,7 cmH₂O) und die Lebensqualität verbessert, während Dyspnoe (SMD $-0,94$) und Fatigue (SMD $-0,97$) deutlich verringert wurden. Die forcierte Vitalkapazität blieb hingegen unverändert [18]. Solche Ansätze sind besonders während oder nach Isolationsphasen wertvoll, wenn der Zugang zu Präsenzrehabilitation eingeschränkt ist

Ein weiterer innovativer Ansatz wird in der COVID-RED-Studie beschrieben. Mittels tragbarer Sensoren (Wearables) und einem KI-gestützten Algorithmus konnten Infektionen mit SARS-CoV-2 bereits vor dem Auf-

Programme für Interstitielle Lungenerkrankungen (ILD)

Patient/-innen mit ILD profitieren von einer PR, leiden aber häufig unter Hypoxämie und Belastungsintoleranz. Deshalb ist das Erreichen eines institutsgebundenen Reha-Programms oft eine unüberwindbare Hürde durch die damit verbundene Reisetätigkeit. Heimbasierte Programme bieten den Vorteil ohne Transport auszukommen, gelten als besonders sicher und können auch vom zeitlichen Ablauf zumeist individuell gestaltet werden. So verbesserte ein randomisiertes Heimtraining mit telerehabilitationsbegleitetem inspiratorischem Muskeltraining in 8 Wochen signifikant die 6-Minuten-Gehstrecke, die Inspirationskraft und die Dyspnoe [21]. Da die meisten bestehenden Programme für COPD entwickelt wurden, sind ILD-spezifische Anpassungen und eine patientenzentrierte Betreuung erforderlich, um den unterschiedlichen Bedürfnissen gerecht zu werden [22].

Aber auch die Nutzung digitaler Monitoring-Systeme in Kombination mit ärztlichem Telefeedback könnte langfristig helfen, funktionelle Stabilität zu erhalten und Krankenhausaufenthalte zu vermeiden. Ein digitales Angebot wie zum Beispiel das niederländische „IPF-online“-Programm ermöglicht tägliche Heimspirometrie, Symptomprotokolle, E-Konsultationen. Neben dem Zugriff auf eine Informationsbibliothek ermöglicht sie auch eine ärztliche Überwachung. Die Machbarkeitsstudie hierzu zeigte eine Adhärenz von 98,8%, eine enge Korrelation zur Klinikspirometrie und hohe Akzeptanz bei den Teilnehmenden [20].

Digitale Tools für Patienten mit nicht invasiver Beatmung (NIV) in der Reha-Nachsorge

Für viele Patient/-innen mit fortgeschrittener COPD ist die NIV ein essenzieller Bestandteil der Behandlung. Im Rahmen der pneumologischen Rehabilitation wird häufig eine erste NIV-Anpassung vorgenommen oder eine bestehende Beatmungstherapie optimiert. Um die langfristige Versorgung über die Rehabilitationsphase hinaus zu sichern, braucht es geeignete Strukturen und innovative, technologiegestützte Nachsorgekonzepte.

Ein vielversprechender Ansatz in der digitalen Nachsorge war das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Verbundprojekt DIGIVENT. Ziel dieses Projekts war die Entwicklung eines digitalen Therapieunterstützungssystems für die außerklinische NIV. Durch telemedizinisch unterstützte Abläufe sollte es möglich werden, die Beatmung wohnortnah zu steuern, relevante Therapiedaten automatisch zu erfassen und mittels Trendanalysen sowie ärztlichem Telemonitoring auszuwerten. In einem 2022 erschienenen Projektbericht wird beschrieben, dass die verantwortlichen Teams auf Basis klinischer Leitlinien detaillierte Prozessmodelle erstellten und als digitale Workflows implementiert haben [23]. Allerdings steht die klinische Validierung dieser Algorithmen noch aus, und bislang gibt es keine Publikationen, die den Einsatz des Systems im Regelbetrieb dokumentieren.

Neben DIGIVENT gibt es mittlerweile mehrere Telemonitoring-Programme, die das Langzeitmanagement von nichtinvasiv beatmeten Patient/-innen verbessern sollen. In Frankreich wurde 2018 das nationale ETAPES-Programm (Expérimentations de Télé-médecine pour l'Amélioration des Parcours en Santé) gestartet. Es kombiniert die kontinuierliche Übertragung der Beatmungsdaten (zum Beispiel Druck, Nutzungsdauer und Leckagen) mit einem strukturierten, von spezialisierten Pflegekräften betreuten Telecoaching. Die explorative, multizentrische eVENT-Studie zeigte, dass dieses telemedizinische Modell bei Patient/-innen mit häuslicher NIV die Kontrolle der Hyperkapnie verbessert, die Therapienutzung erhöht und unbeabsichtigte Leckagen reduziert [24].

Eine aktuelle retrospektive Analyse aus Frankreich fand zudem, dass Telemonitoring in Verbindung mit proaktivem Support die Rate des Therapieabbruchs im ersten Jahr um rund 67% senkt und die Therapietreue verbessert [25]. Solche Ergebnisse unterstreichen das Potenzial telemedizinischer Betreuungskonzepte, die Versorgung von Beatmungs-Patient/-innen nachhaltig zu optimieren. Auch für die Sauerstofflangzeittherapie (LTOT) werden zunehmend telemetrische Kontrollsysteme eingesetzt. Sie erfassen kontinuierlich Sauerstoffsättigung, Flussrate und Nutzungsverhalten – mit dem Ziel, Hypoxie frühzeitig zu erkennen und die Therapietreue zu verbessern [26].

Für die Überdrucktherapie bei obstructivem Schlafapnoesyndrom (OSAS) hat sich die Plattform AirView etabliert. Sie erlaubt Ärzt/-innen und Leistungserbringern den Fernzugriff auf PAP-Therapiegeräte zur Kontrolle von Nutzungsdauer, Maskensitz, Leckagen und Apnoe-Hypopnoe-Index (AHI). Studien zeigen, dass diese Form des Telemonitorings die Adhärenz verbessert und ärztliche Interventionen zielgerichteter ermöglicht [27].

Solche Systeme tragen dazu bei, die Versorgungskontinuität nach der stationären Rehabilitation sicherzustellen, Versorgungslücken zu schließen und die Lebensqualität sowie klinische Stabilität der Patient/-innen langfristig zu verbessern. Auch wenn bisher keine Telemonitoring-Programme speziell für die Phase nach einer abgeschlossenen Rehabilitation entwickelt und evaluiert wurden, deuten Pilotstudien darauf hin, dass Telemonitoring bei häuslicher NIV immerhin die hausärztlichen Kontakte reduziert, ohne andere Versorgungsparameter zu verschlechtern. Es besteht daher ein klar erkennbares Potenzial für künftige digitale Nachsorgeprogramme, gezielt an die Phase nach der pulmonologischen Rehabilitation anzuknüpfen und die Versorgung weiter zu verbessern.

Implementierungsaspekte und Herausforderungen

Trotz vielversprechender klinischer Daten stehen der breiten Implementierung digitaler Nachsorgeformate in der pneu-

Um digitale Programme erfolgreich zu implementieren, sind klare Leitlinienempfehlungen, integrierte Schnittstellen zu Hausarzt- und Facharztpraxen sowie interoperable Dokumentationssysteme erforderlich

mologischen Rehabilitation noch zahlreiche Barrieren entgegen. Diese betreffen sowohl strukturelle als auch technologische und soziale Ebenen.

Ein zentrales Problem ist die unklare Abrechenbarkeit digitaler Interventionen. Während einige DiGA über das DiGA-Verzeichnis des BfArM erstattungsfähig sind, bleiben viele andere Konzepte – insbesondere außerhalb zertifizierter Apps – bislang ohne finanzielle Grundlage in der Regelversorgung [28]. Auch telemedizinische Leistungen wie Videosprechstunden oder Fernmonitoring werden uneinheitlich vergütet, was zu Unsicherheiten in der Umsetzung führt.

Der Datenschutz und die Datensicherheit stellen weitere Hürden dar. Digitale Programme müssen höchsten Anforderungen der Datenschutz-Grundverordnung genügen, insbesondere wenn Gesundheitsdaten über Clouds oder mobile Geräte verarbeitet werden. Dies erfordert technische Expertise und klare Verantwortlichkeiten – sowohl auf Seiten der Anbieter als auch in der medizinischen Praxis [29].

Technische Zugangshürden betreffen vor allem ältere oder sozioökonomisch benachteiligte Patient/-innen. Fehlende Endgeräte, geringe Internetverfügbarkeit im ländlichen Raum oder unzureichende digitale Gesundheitskompetenz limitieren den Zugang [30]. Schulungsangebote, niedrigschwellige Interfaces und unterstützende Betreuung können helfen, diese Barriere zu überwinden.

Aber auch auf Seite des medizinischen Personals bestehen Hemmnisse. Vielen Fachkräften fehlen Schulungen oder klare Anwendungsprotokolle für digitale Nachsorgeformate. Hier bedarf es Fortbildungskonzepte und interdisziplinärer Zusammenarbeit – etwa zwischen Ärzt/-innen, Physiotherapeut/-innen, IT-Expert/-innen und Pflegepersonal [31].

Nicht zuletzt mangelt es an strukturierter Einbindung digitaler Tools in bestehende Versorgungspfade. Um digitale Programme erfolgreich zu implementieren, sind klare Leitlinienempfehlungen, integrierte Schnittstellen zu Hausarzt- und Facharztpraxen sowie interoperable Dokumentationssysteme erforderlich. Nur durch gezielte Maßnahmen auf allen Ebenen – rechtlich, technisch, personell und organisatorisch – kann das volle Potenzial digitaler Reha-Nachsorge realisiert werden.

Diskussion

Die zunehmende Digitalisierung in der Nachsorge nach pneumologischer Rehabilitation stellt einen Paradigmenwechsel dar – mit enormem Potenzial, aber auch relevanten Risiken und Herausforderungen. Digitale Gesundheitsanwendungen, Telemonitoring Programme können nicht nur Versorgungslücken schließen, sondern auch zur Qualitätssicherung und Patient/-innenzentrierung beitragen.

Chancen bestehen insbesondere dort, wo strukturelle Defizite herrschen: begrenzte Reha-Kapazitäten, lange Anfahrtswege, fehlende Nachbetreuung oder Personal-mangel. Studien zeigen, dass digitale Interventionen – bei entsprechender Adhärenz – vergleichbare Effekte wie Präsenzmaßnahmen erzielen können [5]. Zudem ermöglichen sie ein kontinuierliches Monitoring, personalisierte Inhalte und Feedbackschleifen in Echtzeit. Die in Tabelle 1 dargestellten Vorteile – insbesondere Flexibilität, Personalisierung und kontinuierliches Monitoring – spiegeln sich auch in den zitierten Studien wider. So zeigen Programme wie Kaia-COPD oder myCOPD, dass Inhalte ortsunabhängig verfügbar sind und individuell auf den Krankheitsverlauf abgestimmt werden können. Wearables und digitale Inhalatoren ermöglichen zudem eine engmaschige Datenerfassung, die zur Motivation beiträgt und eine unmittelbare Rückmeldung erlaubt. Gerade für Patient/-innen in ländlichen Regionen oder mit eingeschränkter Mobilität stellt der niedrigschwellige Zugang einen wesentlichen Zugewinn dar.

Gleichzeitig bestehen klare Limitationen. Die Wirksamkeit digitaler Nachsorge hängt stark vom individuellen Nutzungsverhalten, der technischen Ausstattung und der digitalen Gesundheitskompetenz ab. Auch Aspekte wie Datenschutz, Softwarestabilität und fehlende persönliche Interaktion spielen eine Rolle. Besonders gefährdet ist die Entstehung einer „digitalen Zweiklassenversorgung“, bei der vulnerable Gruppen – etwa Ältere, sozial Benachteiligte oder chronisch mehrfach Erkrankte – systematisch benachteiligt werden [32]. Hier verdeutlicht Tabelle 2 die bestehenden Herausforderungen. Ein zentrales Problem ist die unzureichende digitale Gesundheitskompetenz vieler Patient/-innen, wodurch ein Risiko

Tab. 1. Potenzielle Vorteile digitaler Reha-Nachsorge im häuslichen Umfeld.

Vorteile	Beschreibung
Flexibilität	Inhalte sind orts- und zeitunabhängig verfügbar.
Personalisierung	Inhalte lassen sich individuell anpassen und dynamisch auf den Verlauf abstimmen.
Monitoring	Regelmäßige Datenerfassung ermöglicht kontinuierliche Verlaufskontrolle.
Motivation	Interaktive Inhalte und Feedbackfunktionen fördern die Adhärenz.
Zugang	Niedrigschwelliger Zugang auch für Patient/-innen in ländlichen Regionen.

Tab. 2. Potenzielle Herausforderungen digitaler Reha-Nachsorge im häuslichen Umfeld.

Herausforderungen	Beschreibung
Digitale Gesundheitskompetenz	Ältere oder technikferne Patient/-innen benötigen Unterstützung bei der Anwendung.
Technische Barrieren	Mangel an Endgeräten, instabile Internetverbindungen oder Softwareprobleme.
Datenschutz	Erfordert Einhaltung höchster Standards bei Speicherung und Verarbeitung.
Fehlende persönliche Interaktion	Der direkte therapeutische Kontakt kann nicht vollständig ersetzt werden.

Die Aufgabe der nächsten Jahre wird es sein, technologische Innovationen in patientenzentrierte, ethisch verantwortbare und sozial gerechte Rehabilitationskonzepte zu integrieren

der Exklusion entsteht – insbesondere bei älteren oder sozioökonomisch benachteiligten Gruppen. Hinzu kommen technische Barrieren wie fehlende Endgeräte oder instabile Internetverbindungen, die regional sehr unterschiedlich ausgeprägt sind und zu einem klaren Nord-Süd-Gefälle in Europa führen. Auch Fragen des Datenschutzes und die Gefahr des Verlusts persönlicher Interaktion unterstreichen, dass digitale Angebote die klassische Rehabilitation nicht ersetzen, sondern sinnvoll ergänzen können.

Ein wachsender Trend ist die Integration von Assistenzsystemen, Wearables und Algorithmen gesteuerten Feedbacksystemen. Hier stellt sich die kritische Frage: Wird in Zukunft „nur“ noch ein Algorithmus die Reha-Nachsorge steuern? Solche Technologien können unterstützen, aber nicht die menschliche Interaktion vollständig ersetzen. Gerade in der Rehabilitation, die auch psychosoziale und motivationale Aspekte umfasst, bleibt der persönliche Kontakt entscheidend.

Zukünftig könnte eine hybride Struktur aus digitalen und analogen Angeboten ziel führend sein (Abb. 1). Digitale Tools müssen als Ergänzung verstanden werden – nicht als Ersatz für Fachpersonal, sondern als Instrument zur Entlastung und Effizienzsteigerung. Dies setzt eine tiefgreifende Veränderung in den Versorgungsstrukturen voraus – inklusive rechtlicher Absicherung und standardisierter Prozesse. Auch die Interoperabilität

spielt eine entscheidende Rolle, denn die digitalen Anwendungen und Geräte müssen zwischen den Systemen die Daten reibungslos austauschen, interpretieren und wiederverwenden können. Sie erfordert nicht nur technische Standards sondern auch ein gemeinsames semantisches Verständnis der Inhalte sowie klare rechtliche und organisatorische Rahmenbedingungen. Nur wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, können digitale Nachsorgeangebote sinnvoll mit bestehenden Versorgungspfaden verknüpft und so die Effizienz gesteigert werden.

Für die Berufsgruppen in der Rehabilitation – wie Ärzt/-innen, Therapeut/-innen und Pflegekräfte – eröffnet die Digitalisierung neue Rollenbilder. Sie werden zunehmend zu „digitalen Coaches“, Moderatoren, Dateninterpreten und Anwendungsspezialist/-innen. Dies erfordert gezielte Weiterbildungen, digitale Schulungscurricula und eine strukturelle Aufwertung dieser Berufe innerhalb digital transformierter Reha-Systeme [33].

Die Evidenzbasis für digitale Nachsorge in der pneumologischen Rehabilitation ist derzeit noch begrenzt. Eine aktuelle narrative Übersichtsarbeit weist darauf hin, dass die wenigen vorliegenden Studien heterogene Patientengruppen, Methoden und digitale Formate einsetzen und es an standardisierten Modellen, robusten Wirksamkeits- und Kostenanalysen sowie weiteren hochwertigen Studien fehlt [8]. Zudem zeigen europäi-



Abb. 1. Konzeptuelle Darstellung möglicher Zukunftsszenarien der digitalen Reha-Nachsorge (mit KI erstellt).

sche Analysen ein klares Nord-Süd-Gefälle in der Digitalisierung. Staaten wie Schweden, Finnland und die Niederlande erreichen deutlich höhere Digitalisierungsindizes als südliche Länder wie Italien und Polen, was den Zugang zu und die Akzeptanz digitaler Reha-Angebote beeinflusst [34].

Die Aufgabe der nächsten Jahre wird es sein, technologische Innovationen in patientenzentrierte, ethisch verantwortbare und sozial gerechte Rehabilitationskonzepte zu integrieren.

Fazit

Digitale Nachsorgeprogramme können die Nachhaltigkeit der pulmonalen Rehabilitation verbessern, indem sie eine personalisierte, ortsunabhängige Betreuung bieten und Versorgungslücken schließen. Ihre erfolgreiche Implementierung setzt jedoch eine solide Evidenzbasis, klare rechtliche und organisatorische Rahmenbedingungen sowie ein interprofessionelles Versorgungskonzept voraus, in dem digitale Tools die klassische Reha ergänzen, nicht ersetzen.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen und Autoren erklären, dass sie keine finanziellen oder persönlichen Interessenkonflikte in Bezug auf diesen Beitrag haben

Literatur

- [1] *Executive Summary GOLD*. 2024. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of COPD. <https://goldcopd.org>.
- [2] *Global Initiative for Asthma*. Global Strategy for Asthma Management and Prevention, 2024. Updated May 2024. www.ginasthma.org.
- [3] Dowman L, Hill CJ, May A, Holland AE. Pulmonary rehabilitation for interstitial lung disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021; 2: CD006322. [CrossRef PubMed](#)
- [4] Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, et al. An official ATS/ERS statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013; 188: e13-e64. [CrossRef PubMed](#)
- [5] Gloeckl R, Spielmanns M, Stankeviciene A, et al. Smartphone application-based pulmonary rehabilitation in COPD: a multicentre randomized controlled trial. *Thorax*. 2025; 18: 209-217. [CrossRef PubMed](#)
- [6] Cox NS, McDonald CF, Mahal A, Alison JA, Wootton R, Hill CJ, Zanaboni P, O'Halloran P, Bondarenko J, Macdonald H, Barker K, Crute H, Mellerick C, Wageck B, Boursinos H, Lahham A, Nichols A, Czupryn P, Corbett M, Handley E, et al. Telerehabilitation for chronic respiratory disease: a randomised controlled equivalence trial. *Thorax*. 2022; 77: 643-651. [CrossRef PubMed](#)
- [7] Rochester CL, Vogiatzis I, Holland AE, Lareau SC, Marciniuk DD, Puhon MA, Spruit MA, Masefield S, Casaburi R, Clini EM, Crouch R, Garcia-Aymerich J, Garvey C, Goldstein RS, Hill K, Morgan M, Nici L, Pitta F, Ries AL, Singh SJ, et al; ATS/ERS Task Force on Policy in Pulmonary Rehabilitation. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society policy statement: enhancing implementation, use, and delivery of pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015; 192: 1373-1386. [CrossRef PubMed](#)
- [8] Pimenta S, Hansen H, Demeyer H, Slevin P, Cruz J. Role of digital health in pulmonary rehabilitation and beyond: shaping the future. *ERJ Open Res*. 2023; 9: 00212-2022. [CrossRef PubMed](#)
- [9] Altenburg WA, ten Hacken NHT, Bossenbroek L, Kerstjens HAM, de Greef MHG, Wempe JB. Short- and long-term effects of a physical activity counselling programme in COPD: a randomized controlled trial. *Respir Med*. 2015; 109: 112-121. [CrossRef PubMed](#)
- [10] Spielmanns M, Gloeckl R, Jarosch I, Leitl D, Schneeberger T, Boeselt T, Huber S, Kaur-Bollinger P, Ulm B, Mueller C, Bjoerklund J, Spielmanns S, Windisch W, Pekacka-Egli AM, Koczulla AR. Using a smartphone application maintains physical activity following pulmonary rehabilitation in patients with COPD: a randomised controlled trial. *Thorax*. 2023; 78: 442-450. [CrossRef PubMed](#)
- [11] Coleman SRM, Menson KE, Kaminsky DA, Gaalema DE. Smoking cessation interventions for patients with chronic obstructive pulmonary disease: a narrative review with implications for pulmonary rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2023; 43: 259-269. [CrossRef PubMed](#)
- [12] Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). *NichtraucherHelden-App – Digitale Gesundheitsanwendung zur Tabakentwöh-*

- nung. Bonn: BfArM; 2023; <https://diga.bfarm.de/de/verzeichnis/01085>.
- [13] North M, Bourne S, Green B, Chauhan AJ, Brown T, Winter J, Jones T, Neville D, Blythin A, Watson A, Johnson M, Culliford D, Elkes J, Cornelius V, Wilkinson TMA. A randomised controlled feasibility trial of E-health application supported care vs usual care after exacerbation of COPD: the RES-CUE trial. *NPJ Digit Med*. 2020; 3: 145. [CrossRef PubMed](#)
- [14] Drummond MB, Hemphill CC, Hill T, Boe A, Yu D, Ohar JA. Use of a digital inhaler to assess COPD disease variability and identify impending acute COPD exacerbations: a pilot study. *Chronic Obstr Pulm Dis (Miami)*. 2025; 12: 250-259. [CrossRef PubMed](#)
- [15] Merchant RK, Inamdar R, Quade RC. Effectiveness of population health management using the Propeller Health asthma platform: a randomized clinical trial. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2016; 4: 455-463. [CrossRef PubMed](#)
- [16] Ljungberg H, Carleborg A, Gerber H, Öfverström C, Wolodarski J, Menshi F, Engdahl M, Eduards M, Nordlund B. Clinical effect on uncontrolled asthma using a novel digital automated self-management solution: a physician-blinded randomised controlled crossover trial. *Eur Respir J*. 2019; 54: 1900983. [CrossRef PubMed](#)
- [17] Chan AHY, Pleasants RA, Dhand R, Tilley SL, Schworer SA, Costello RW, Merchant R. Digital inhalers for asthma or chronic obstructive pulmonary disease: a scientific perspective. *Pulm Ther*. 2021; 7: 345-376. [CrossRef PubMed](#)
- [18] Martins RL, Monteiro EDSS, de Lima AMJ, Santos ADC, Brasileiro-Santos MDS. Effect of telerehabilitation on pulmonary function, functional capacity, physical fitness, dyspnea, fatigue, and quality of life in COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. *Telemed J E Health*. 2024; 30: e2256-e2286. [CrossRef PubMed](#)
- [19] Zwiers LC, Brakenhoff TB, Goodale BM, Veen D, Downward GS, Kovacevic V, Markovic A, Mitratza M, van Willigen M, Franks B, van de Wijgert J, Montes S, Korkmaz S, Kjellberg J, Risch L, Conen D, Risch M, Grossman K, Weideli OC, Rispens T, et al; COVID-RED consortium. Remote early detection of SARS-CoV-2 infections using a wearable-based algorithm: Results from the COVID-RED study, a prospective randomised single-blinded crossover trial. *PLoS One*. 2025; 20: e0325116. [CrossRef PubMed](#)
- [20] Moor CC, Wapenaar M, Miedema JR, Geelhoed JJM, Chandoesing PP, Wijsenbeek MS. A home monitoring program including real-time wireless home spirometry in idiopathic pulmonary fibrosis: a pilot study on experiences and barriers. *Respir Res*. 2018; 19: 105. [CrossRef PubMed](#)
- [21] Aktan R, Tertemiz KC, Yiğit S, Özalevli S, Ozgen Alpaydin A, Uçan ES. Effects of home-based telerehabilitation-assisted inspiratory muscle training in patients with idiopathic pulmonary fibrosis: A randomized controlled trial. *Respirology*. 2024; 29: 1077-1084. [CrossRef PubMed](#)
- [22] Brighton LJ, Spain N, Gonzalez-Nieto J, Ingram KA, Harvey J, Man WD, Nolan CM. Remote pulmonary rehabilitation for interstitial lung disease: developing the model using experience-based codesign. *BMJ Open Respir Res*. 2024; 11: e002061. [CrossRef PubMed](#)
- [23] Cornelissen CG, Winter S, Keuchel D, Spicher N, Boeckmann B, Stephan C, Saygi T, Windisch W, Vollmer T, Dreher M. Toward a digital decision- and workflow-support system for initiation and control of long-term non-invasive ventilation in stable hypercapnic COPD patients. *Ther Adv Chronic Dis*. 2022; 13: 20406223221099338. [CrossRef PubMed](#)
- [24] Prigent A, Texereau JB, Schmitz C, Ropars C, Degreef JM, Teulier M, Darne C, Lavergne F, Pasche H, Morelot-Panzini C. Real-world telemonitoring and remote support for home non-invasive ventilation to improve therapy effectiveness: the exploratory, multicentre randomised eVENT study. *Thorax*. 2025; 80: 720-729. [CrossRef PubMed](#)
- [25] Le Mao R, Gut Gobert C, Texereau JB, Kremer F, Goret M, Chekroun Martinot A, Rosé M, Trzepizur W, Gagnadoux F. Effect of telemonitoring on the rate of dropout during home non-invasive ventilation: a retrospective study using a home care provider database. *BMJ Open*. 2024; 14: e088496. [CrossRef PubMed](#)
- [26] Burioka N. Telemonitoring of home oxygen therapy: a review of the state of the art and introduction of a new cloud-based system. *Yonago Acta Med*. 2020; 63: 239-245. [CrossRef PubMed](#)
- [27] Woehrle H, Schoebel C, Ficker JH, Graml A, Schnepf J, Fietze I, Young P, Arzt M. Positive airway pressure telehealth models and long-term therapy termination: a healthcare database analysis. *ERJ Open Res*. 2024; 10: 00424-2023. [CrossRef PubMed](#)
- [28] Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Verzeichnis digitaler Gesundheitsanwendungen (DiGA). <https://diga.bfarm.de/de/verzeichnis>.
- [29] Hennemann S, Beutel ME, Zwerenz R. Ready for eHealth? Health professionals' acceptance and adoption of eHealth interventions in inpatient routine care. *J Health Commun*. 2017; 22: 274-284. [CrossRef PubMed](#)
- [30] Krick T, Huter K, Domhoff D, Schmidt A, Rothgang H, Wolf-Ostermann K. Digital technology and nursing care: a scoping review on acceptance, effectiveness and efficiency studies of informal and formal care technologies. *BMC Health Serv Res*. 2019; 19: 400. [CrossRef PubMed](#)
- [31] Ross J, Stevenson F, Lau R, Murray E. Factors that influence the implementation of e-health: a systematic review of systematic reviews (an update). *Implement Sci*. 2016; 11: 146. [CrossRef PubMed](#)
- [32] Nouri SS, Adler-Milstein J, Thao C, Acharya P, Barr-Walker J, Sarkar U, Lyles C. Patient characteristics associated with objective measures of digital health tool use in the United States: A literature review. *J Am Med Inform Assoc*. 2020; 27: 834-841. [CrossRef PubMed](#)
- [33] Pearce L, Costa N, Sherrington C, Hassett L. Implementation of digital health interventions in rehabilitation: A scoping review. *Clin Rehabil*. 2023; 37: 1533-1551. [CrossRef PubMed](#)
- [34] Vironen H, Kah S. Meeting the Challenges of Digitalisation: Implications for Regional and Rural Development. European Policy Research Paper No. 111. University of Strathclyde Publishing; 2019.

Übersicht

Review

©2026 Dustri-Verlag Dr. K. Feistle
ISSN 0341-3055

Psychologische Einflussfaktoren und Wirkmechanismen in der COPD-Rehabilitation: Eine Analyse von Belastung und Bewältigung im Rehabilitationsprozess

S. Schenk^{1,2}, M.C. Hayden³ und N.M. Stenzel¹

¹Psychologische Hochschule Berlin, ²Philipps-Universität Marburg, ³Klinik Bad Reichenhall der Deutschen Rentenversicherung Bayern Süd, Bad Reichenhall

Schlüsselwörter

COPD – psychische Komorbiditäten – subklinische Begleitsymptomatik – Rehabilitation – psychologische Behandlung – Psychotherapie

Key words

COPD – psychological comorbidities – psychological burdens – rehabilitation – psychological treatment – psychotherapy – long-term management

Psychologische Einflussfaktoren und Wirkmechanismen in der COPD-Rehabilitation: Eine Analyse von Belastung und Bewältigung im Rehabilitationsprozess

Eine chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD) geht häufig mit psychischen Komorbiditäten einher. Diese können das Krankheitserleben und die Lebensqualität zusätzlich beeinflussen und sich negativ auf Adhärenz und Prognose auswirken. Im Rahmen multimodaler Rehabilitationsprogramme kommen zahlreiche Interventionen zum Einsatz, die neben ihren primären somatischen Effekten additive psychologische Wirkmechanismen entfalten können – beispielsweise über motivationale Prozesse (Förderung von Teilhabe, Adhärenz, Selbstwirksamkeitserleben), kognitive Prozesse (Wissensvermittlung, Veränderung von Krankheitsüberzeugungen) oder emotionsregulierende Prozesse (Angstreduktion, Stressbewältigung). Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, diese potenziellen zusätzlichen Wirkmechanismen in der Rehabilitation von COPD-Patient/-innen einzuordnen und zu diskutieren. Ein vertieftes Verständnis dieser Mechanismen könnte dazu beitragen, psychologische Wirkfaktoren in der bestehenden rehabilitativen Versorgung von COPD-Patient/-innen noch bewusster zu berücksichtigen.

Psychological determinants and mechanisms in COPD rehabilitation: an analysis of burdens and coping during the rehabilitation process

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is frequently accompanied by psychiatric comorbidities. These can further affect illness perception and quality of life and may negatively influence adherence and prognosis. Within multimodal rehabilitation programs, numerous interventions are employed that, in addition to their primary somatic effects, may also unfold additive psychological mechanisms of action – for example through motivational processes (enhancing participation, adherence, and self-efficacy), cognitive processes (providing knowledge, modifying illness-related beliefs), or emotion-regulating processes (reducing anxiety, improving stress management). The aim of this article is to discuss these potential additional mechanisms within the rehabilitation of patients with COPD. A deeper understanding of these mechanisms could help to more consciously consider psychological factors within existing rehabilitation programs for COPD.

Schenk S, Hayden MC, Stenzel NM. Psychologische Einflussfaktoren und Wirkmechanismen in der COPD-Rehabilitation: Eine Analyse von Belastung und Bewältigung im Rehabilitationsprozess. Atemwegs- und Lungenkrankheiten. 2026; 52: 48-56. DOI 10.5414/ATX02906

citation

Manuskripteingang: 09.10.2025; akzeptiert in überarbeiteter Form: 22.10.2025

Korrespondenzadresse: Prof. Dr. Nikola M. Stenzel, Psychologische Hochschule Berlin (PHB), Am Köllnischen Park 2, 10179 Berlin, n.stenzel@phb.de



Neben primär somatischen Effekten entfaltet die PR ihre Stärke auch durch unterstützende psychologische Mechanismen

Einleitung

Die chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) gehört weltweit zu den häufigsten pulmonalen Erkrankungen. Sie ist durch eine irreversible, progrediente Atemwegsobstruktion gekennzeichnet, die mit einer starken Einschränkung der körperlichen Belastbarkeit einhergeht [1, 2, 3]. Neben den somatischen Beschwerden treten häufig auch psychische Komorbiditäten auf, insbesondere Angststörungen (einschließlich krankheitsbezogener Ängste) und depressive Erkrankungen [3, 4, 5].

Die Prävalenzraten psychischer Komorbiditäten variieren erheblich. Diese Heterogenität lässt sich unter anderem durch Unterschiede in Stichproben, diagnostischen Instrumenten und durch regionale Besonderheiten erklären. Erschwerend kommt hinzu, dass die Abgrenzung zwischen psychischer Begleitsymptomatik (zum Beispiel subklinische depressive Symptome, erhöhte Ängstlichkeit) und manifesten psychischen Störungen oft unscharf bleibt [6, 7]. Trotz dieser Unterschiede zeichnen aktuelle Übersichtsarbeiten ein klares Bild: COPD-Betroffene sind deutlich häufiger psychisch belastet [6, 7, 8]. Beispielsweise berichten Xie et al. [6] in einer Meta-Analyse eine gepoolte Prävalenz depressiver Symptome von 34,5% (95%-KI 30,9 – 38,1), erhoben mittels strukturierter klinischer Interviews oder standardisierter Screeninginstrumente. Zudem zeigte sich eine Odds Ratio von 3,53 (95%-KI 2,35 – 5,29) für das Auftreten von Depressionen bei COPD-Patient/-innen im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung. Für Angststörungen liegen vergleichbar hohe Prävalenzraten vor: Eine meta-analytische Studie ermittelte eine gepoolte Prävalenz von 36% (95%-KI 19 – 53%) bei COPD-Betroffenen ab 60 Jahren [7]. Dieser Wert deckt sich mit Schätzungen aus früheren Arbeiten [9]. Diese Komorbiditäten haben häufig erhebliche Konsequenzen: Sie sind mit einer verminderten Lebensqualität sowie mit erhöhten Hospitalisierungs- und Exazerbationsraten assoziiert. Zudem können sie die Adhärenz gegenüber medikamentösen und nicht medikamentösen Therapien beeinträchtigen [4, 10, 11, 12] und stehen mit einer insgesamt ungünstigeren somatischen Prognose in Zusammenhang [3, 11, 12, 13].

Eine pneumologische Rehabilitation (PR) stellt ein evidenzbasiertes, multidisziplinäres

Behandlungsverfahren dar, das auf individuellen Assessments basiert und patientenorientierte Interventionen integriert. Dazu gehören u. a. körperliches Training, edukative Maßnahmen und Atemphysiotherapie, mit dem Ziel, körperliche Funktionsfähigkeit und Wohlbefinden nachhaltig zu verbessern [14]. Zahlreiche Studien belegt die positiven Effekte einer PR auf die psychische Symptomatik von COPD-Patient/-innen [15, 16, 17]. Das mag auch darin begründet sein, dass multimodale Rehabilitationsprogramme neben primär somatischen Wirkungen und bereits formalisierten unterstützenden psychologischen Interventionen zusätzliche psychologische Mechanismen aktivieren. Ziel dieses Beitrags ist es, diese Elemente systematisch darzustellen und ihre Bedeutung für die PR zu diskutieren.

Psychosoziale Belastungen bei COPD

Die psychosozialen Konsequenzen der COPD sind vielfältig und können unterschiedliche Dimensionen betreffen (siehe Abb. 1).

Diese Dimensionen beeinflussen sich häufig wechselseitig. Stigmatisierung und der Verlust gewohnter sozialer Rollen fördern sozialen Rückzug [18, 19]. Gleichzeitig verstärken Angst und depressive Symptome die emotionale Belastung [4, 13]. Häufig entwickeln Betroffene Vermeidungsverhalten: Aus Angst vor Atemnot reduzieren sie körperliche Aktivitäten. Dieses als „Fear Avoidance“ bezeichnete Muster führt zu Dekonditionierung, erhöhter Symptomlast und beschleunigter Krankheitsprogression [20]. Schuld- und Schamgefühle entstehen insbesondere dann, wenn die Erkrankung als „selbstverschuldet“ wahrgenommen wird. Da Rauchen als zentraler Risikofaktor für die Entwicklung einer COPD gilt, empfinden sich viele Patient/-innen – auch durch Zuschreibungen aus dem Umfeld – als besonders verantwortlich [18]. Diese Attribution kann die Offenheit im Umgang mit der Erkrankung verringern und die Inanspruchnahme von Hilfe hemmen. Wird die gesellschaftliche Stigmatisierung internalisiert, verschlechtert sich die Krankheitsbewältigung, und die Lebensqualität sinkt zusätzlich [18].

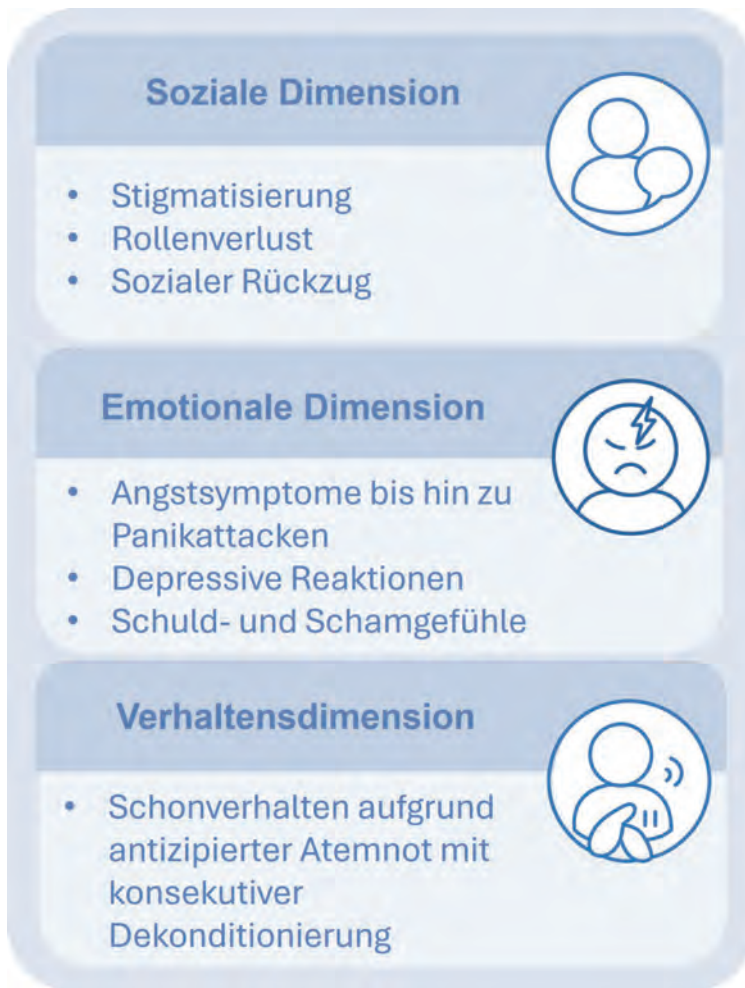


Abb. 1. Psychosoziale Konsequenzen der COPD.

Psychosoziale Konsequenzen der COPD können sich in verschiedenen Dimensionen zeigen, die sich wechselseitig beeinflussen

Depressionen sind mit einer höheren Rauchprävalenz assoziiert [21]. Antriebsminderung und sozialer Rückzug verringern das Aktivitätsniveau, wodurch wichtige Therapieansätze wie Bewegungstherapie und körperliches Training erschwert werden. Zudem können Depressionen und Angsterkrankungen die Therapieadhärenz insgesamt negativ beeinflussen [13, 22]. Schuld- und Schamgefühle wirken dabei oft als zusätzliche Verstärker maladaptiver Muster, indem sie Motivation und Selbstwirksamkeit untergraben. Psychische Belastungen sind somit nicht nur Begleiterscheinungen, sondern integrale Bestandteile der Krankheitsdynamik. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die klinischen Folgen von Angst und Depression bei COPD.

Wirkung von Reha auf psychische Symptomatik

Die PR ist eine umfassende, patientenorientierte Maßnahme, die individuell zugeschnittene Interventionen umfasst und in Deutschland im Kontext der COPD-Versorgung verankert ist. Sie basiert meist auf einem multidimensionalen Assessment (= „biopsychosoziale rehabilitationsspezifische Diagnostik“, vgl. [24]) und umfasst ein für die Patient/-innen individuell erstelltes Therapieprogramm. Ziel ist die Verbesserung der physischen und psychischen Gesundheit sowie die Förderung gesundheitsförderlicher Verhaltensweisen [24]. Aktuelle Übersichtsarbeiten zufolge sind neben den schwerpunktbildenden somatisch-fokussierten Interventionen auch unterstützende psychologische und psychosoziale Interventionen Bestandteil von PR-Programmen und spielen für die soziale (Re-)Integration eine wichtige Rolle [14, 23]. Studien zeigen, dass eine PR die körperliche Belastbarkeit, respiratorische Symptome, Lebensqualität und auch psychische Begleitsymptomatik nachhaltig verbessern kann [14, 15, 24, 25]. Allerdings profitieren nicht alle Patient/-innen gleichermaßen. Zumindest ein Teil dieser Variabilität wird auf unzureichende Adhärenz und psychische Komorbiditäten zurückgeführt, beispielsweise in Form von angstbezogenen Einschränkungen, welche Bewegung und Alltagsaktivität hemmen (s. o.) [26]. Eine Längsschnittstudie von Carl et al. [27] zeigte, dass ein erheblicher Anteil von COPD-Patient/-innen (20,5%) nach der PR zwar körperlich in der Lage war, aktiv zu bleiben, diese Fähigkeit jedoch nicht in tatsächliche Aktivität umsetzte („Can do, don't do“). Charakteristische Merkmale dieser Gruppe im Vergleich zu Patient/-innen, die sowohl körperlich leistungsfähig waren als auch aktiv blieben („Can do, do do“), waren vor allem angstvermeidende Verhaltensweisen und Schwierigkeiten bei der emotionalen Regulation im Zusammenhang mit körperlicher Aktivität [27]. In einer prospektiven Studie wurde der Einfluss eines spezifischen Rehabilitationsprogramms auf COPD-bezogene Angst im Kontext von „Fear-Avoidance“ untersucht. Es zeigte sich eine signifikante, wenngleich kleine, Reduktion der Angst nach der PR (Cohen's $d = 0,32$; $p = 0,018$). Qualitative Befunde betonen den



Abb. 2. Klinische Auswirkungen von Angst und Depression bei COPD. Übersetzt und adaptiert nach Siraj R.A., 2025 [13].

Psychische Begleitsymptome können sich auf Adhärenz und Krankheitsbewältigung auswirken

subjektiven Nutzen neu erlernter Bewältigungsstrategien, die häufig durch den Austausch mit Fachpersonal und Mitpatient/-innen angestoßen wurden (zum Beispiel Planung, Problemlösen, Akzeptanz). Die Autor/-innen schlussfolgern, dass sich diese psychologischen Mechanismen graduell PR-Verlauf entfalten, und zu verbessertem Kontrollerleben, größerer Selbstwirksamkeit und einer verbesserten Krankheitsbewältigung beitragen können [28].

Psychologische Wirkfaktoren und Inhalte der Rehabilitation

Beschreibung psychologischer Wirkmechanismen

Neben Interventionen zur Förderung der physischen Gesundheit können in einer PR auch gezielte psychologische und psychosoziale Interventionen zum Einsatz kommen [23]. Je nach Indikationsstellung können dazu auch Gruppeninterventionen wie Entspannungs-, Stressbewältigungs- und Krankheitsbewältigungstrainings, sowie psychologische oder psychotherapeutische Einzelgespräche zählen. Allerdings lassen sich Faktoren, die auf die psychische Begleitsymptomatik einwirken können, nicht nur in strukturell verankerten psychologischen Interventionen beobachten. Auch darüber hinaus treten im Verlauf der PR Dynamiken auf, die implizite psychologische Wirkmechanismen aktivieren können. Einige dieser Aspekte – wie der Austausch mit Mitpatient/-innen – wurden bereits erwähnt. Im Folgenden möchten wir daher auf zusätzliche, spezifische Erfahrungen einge-

hen, die Betroffene während der PR machen und deren psychologische Wirkmechanismen bislang noch wenig konzeptualisiert sind.

Aus der Psychotherapieforschung ist bekannt, dass Wirkfaktoren wie therapeutische Beziehung, Ressourcenaktivierung, Problemaktualisierung, Problembewältigung und motivationale Klärung wesentlich zum Therapieerfolg beitragen [29]. Obwohl die PR primär somatisch ausgerichtet ist, liegt die Annahme nahe, dass zentrale Elemente dieser Programme vergleichbare psychologische Wirkprozesse aktivieren. Tabelle 1 gibt einen Überblick über potenzielle psychologische Wirkmechanismen, die im Rahmen verschiedener PR-Interventionen direkt oder indirekt realisiert werden können. In der Praxis können sich verschiedene Einrichtungen hinsichtlich der Anwendung und Umsetzung unterscheiden.

Während der PR sind Patient/-innen mit unterschiedlichen Belastungen konfrontiert, darunter körperliche Aktivität, belastungsbedingte Atemnot und die Beobachtung des Krankheitsverlaufs anderer Patient/-innen [14, 23]. Wie sich diese spezifischen Erfahrungen auf die psychische Begleitsymptomatik auswirken, ist bislang nicht abschließend geklärt. Gleichwohl lassen sich Parallelen zu psychologischen bzw. psychotherapeutischen Interventionen erkennen, etwa Erfahrungen, die Patient/-innen im Kontext von Expositionsverfahren, Verhaltensaktivierung oder Modelllernen machen. Psychoedukative Angebote können einen Beitrag zur Entlastung von Schuldzuschreibungen leisten, indem sie die multifaktorielle Genese der COPD verdeutlichen und neben individuellen Verhaltensfaktoren auch Umweltbedingungen und genetische Dispositi-

Tab. 1. Psychologische Wirkmechanismen in der COPD-Rehabilitation.

Interventionsebene	Inhalte	Psychologische Wirkmechanismen
(Psycho-)Eduktion	Krankheitswissen, Symptommanagement, Exazerbationsprävention	Kognitive Neubewertung, Reduktion von Schuld- und Schamgefühlen, Coping-Strategien
Bewältigung von (atemnotbezogener) Angst und Panik	Atemübungen, Auseinandersetzung/Exposition mit Atemnot	Partielle Angstreduktion durch Habituation, kognitive Neubewertung, Selbstwirksamkeit
Entspannungsverfahren	PMR, Autogenes Training, Achtsamkeitstraining, Atemtechniken	Stressreduktion, Selbstregulation, Achtsamkeitsförderung, Selbstakzeptanz, Selbstwirksamkeit
Ressourcenaktivierung	Selbstwirksamkeit, positive Krankheitsbewältigung	Verhaltensaktivierung, Resilienzförderung
Soziale Unterstützung	Gruppentherapie-Elemente, Peer-Support	Soziale Verstärkung, Zugehörigkeit, Modelllernen, Reduktion von Schamgefühlen
Motivationsförderung	Rauchentwöhnung, Bewegungsförderung, Adhärenz	Motivierende Gesprächsführung, Verstärkerprinzipien

In einer PR können neben gezielten psychologischen und psychosozialen Interventionen auch implizite psychologische Mechanismen wirksam werden

onen berücksichtigen [30, 31]. Darüber hinaus vermitteln sie Patient/-innen konkrete Handlungsalternativen im Umgang mit der Erkrankung und fördern deren Umsetzung. Gruppensettings und Peer-Support reduzieren Scham und soziale Isolation, da Betroffene erfahren, dass ihre Situation geteilt wird und ein Gefühl von Zugehörigkeit entsteht [32, 33, vgl. Yalom [34] „Universalität des Leidens“]. Entspannungsverfahren und ressourcenorientierte Interventionen senken nicht nur das allgemeine Stressniveau, sondern stärken zudem Selbstakzeptanz, Selbstwirksamkeit und ein positives Selbstbild [35, 36]. Sie fördern adaptive Bewältigungsstrategien in Belastungssituationen und leisten so einen wichtigen Beitrag zur Stabilisierung des Krankheitsverlaufs.

Kritische Einordnung und Abgrenzung

Die genannten psychologischen Inhalte und Wirkfaktoren können neben den somatischen Interventionen einen wesentlichen Beitrag zum Erfolg rehabilitativer Maßnahmen leisten, da sie sowohl das Krankheitsverständnis der Betroffenen im Sinne eines biopsychosozialen Modells vertiefen als auch einen wichtigen Grundstein für das Erkennen und Bewältigen psychischer Begleitsymptomatik legen. Dennoch kann der Bedarf für eine weiterführende psychotherapeutische Behandlung über das rehabilitative Setting hinaus bestehen bleiben, insbesondere bei ausgeprägter Psychopathologie oder manifesten psychischen Komorbiditäten.

Vor diesem Hintergrund kommt einer strukturierten Nachsorge, auch im Hinblick auf psychische Stabilisierung, besondere Bedeutung zu. Nur durch die fortlaufende Anwendung der in der Rehabilitation erlernten Strategien lässt sich sicherstellen, dass kurzfristig entlastende, aber dysfunktionale Muster durch funktionale und nachhaltige Bewältigungsstrategien ersetzt werden.

Nachsorge

Die langfristige Wirksamkeit der pneumologischen Rehabilitation (PR) hängt maßgeblich davon ab, inwieweit die vermittelten Inhalte in den Alltag übertragen werden können. Evidenzbasierte Ansätze betonen daher die Notwendigkeit, Reha-Strategien auch nach dem stationären Aufenthalt nachhaltig zu verankern [37, 38]. Die Deutsche Rentenversicherung (DRV) bietet hierfür standardisierte Nachsorgeprogramme, die der Stabilisierung und Weiterführung rehabilitativer Effekte dienen. Dazu zählen die trainingstherapeutische Reha-Nachsorge (T-RENA), die intensivierte Reha-Nachsorge (IRENA) und die psychosoziale Reha-Nachsorge (psyRENA). Diese Programme bilden den Kern der formalisierten Nachsorge und stellen sicher, dass rehabilitative Effekte systematisch fortgeführt werden können. Bei bestehender Indikation kann grundsätzlich auch eine psychosoziale Reha-Nachsorge (psyRENA) im Anschluss an eine PR verordnet werden. In der Praxis erfolgt dies jedoch relativ selten, da bei COPD die somatische Nachsorge in der Regel im Vordergrund steht.

Ein systematisches Screening auf psychische Auffälligkeiten kann als Grundlage für eine weitere Anbindung an geeignete Versorgungsstrukturen dienen

Neben strukturierten Programmen bestehen zahlreiche wohnortnahe, niedrigschwellige Angebote, die insbesondere dort relevant sind, wo formalisierte Maßnahmen fehlen oder geringere Intensität ausreicht. Es ist anzunehmen, dass viele Nachsorgeangebote neben den zentralen somatischen auch psychologische Wirkfaktoren beinhalten – etwa durch die Stärkung der Selbstwirksamkeit, Förderung sozialer Unterstützung oder den Abbau von Schuld- und Schamgefühlen.

Psychotherapie bei klinisch relevanten psychischen Komorbiditäten

Während niedrigschwellige Angebote vor allem der Stabilisierung und der Integration von Therapieelementen in den Alltag dienen, benötigen Patient/-innen mit klinisch relevanten psychischen Komorbiditäten eine gezielte psychotherapeutische und gegebenenfalls medikamentöse Weiterbehandlung. Ein entsprechender Bedarf sollte frühzeitig erkannt und eine adäquate Versorgung eingeleitet werden.

Im Rahmen der PR ist bei Verdacht auf psychische Auffälligkeiten ein systematisches Screening angezeigt. Hierfür empfiehlt sich der Einsatz validierter (Screening-)Instrumente, mit denen zentrale Symptombdimensionen wie Angst, Depression oder posttraumatische Belastungsreaktionen erfasst werden können. Der PR kommt hier eine „Gatekeeper-Funktion“ [14] zu: Sie bildet die Schnittstelle zwischen rehabilitativen Unterstützungsangeboten und spezialisierter psychotherapeutischer Versorgung. Bei positiven Befunden sollte nach Möglichkeit bereits während des Aufenthalts eine weiterführende diagnostische Abklärung erfolgen. Liegt eine entsprechende Psychopathologie vor, ist nach Abschluss der PR die Anbindung an geeignete Versorgungsstrukturen indiziert, in der Regel durch eine Zuweisung zu approbierten Psychotherapeut/-innen im ambulanten Setting. Für Patient/-innen mit COPD stehen strukturierte, evidenzbasierte Programme, wie etwa das Marburger Programm (s. u.), zur Verfügung. Erweist sich eine intensivere therapeutische Unterstützung als erforderlich, kann zusätzlich eine ambulant-psychiatrische Behandlung oder

sogar eine (teil-)stationäre psychiatrisch-psychotherapeutische Versorgung indiziert sein. Ziel dieses gestuften Vorgehens ist es, ausgeprägte psychische Problemlagen adäquat zu behandeln, einer Verschlechterung der Psychopathologie vorzubeugen, Rückfällen in maladaptive Bewältigungsstrategien entgegenzuwirken und die Gesamtprognose der Patient/-innen nachhaltig zu verbessern.

Um zu verdeutlichen, wie psychotherapeutische Interventionen bei Patient/-innen mit COPD ausgestaltet sein können, wird im Folgenden das Marburger Programm zur Verbesserung der Lebensqualität bei COPD (MarCo) [39] kurz vorgestellt: Das MarCo integriert verschiedene verhaltenstherapeutische Module, die auf Krankheitsverarbeitung, Angst- und Depressionsbewältigung sowie die Förderung der Lebensqualität abzielen. Im Modul Krankheitsverarbeitung werden die Zusammenhänge zwischen psychischen und körperlichen Symptomen der COPD psychoedukativ vermittelt. Zur Angstbewältigung werden dysfunktionale kognitive und behaviorale Reaktionen auf Atemnot anhand eines individualisierten Teufelskreismodells (Panik-Teufelskreis der Atemnot bei COPD) erarbeitet und potenzielle Veränderungsstrategien abgeleitet. Ergänzend kommen evidenzbasierte Verfahren wie Entspannungstechniken (zum Beispiel progressive Muskelrelaxation), sowie – sofern indiziert und medizinisch möglich – spezifische Konfrontationsmethoden zum Einsatz. Das Modul Depressionsbewältigung fokussiert auf dysfunktionale Kognitionen, soziale Isolation und Inaktivität. Hierbei werden klassische verhaltenstherapeutische Techniken, wie kognitive Umstrukturierung und Verhaltensaktivierung, eingesetzt, ergänzt durch Maßnahmen zum Aufbau sozialer Unterstützung und zur Förderung langfristiger Selbstfürsorge. Zusätzlich können Interventionen zur Stärkung von Selbstständigkeit, Ressourcenaktivierung sowie – bei Bedarf – Lebensrückblickinterventionen integriert werden.

Diskussion

Chancen und Grenzen

Die bisherigen Ausführungen verdeutlichen, dass rehabilitative Interventionen

an vielen Stellen psychologische Wirkmechanismen beinhalten können. Durch kognitive Neubewertung, habituelle Prozesse oder Verhaltensaktivierung kann sowohl das Krankheitsverhalten (zum Beispiel Aktivität, Selbstfürsorge, Selbstwirksamkeit), als auch eine psychische Begleitsymptomatik positiv beeinflusst werden [13, 16, 17]. Somit bieten rehabilitative Programme einen guten Rahmen, psychische Belastungen niedrigschwellig zu adressieren [13, 40].

Die zeitliche Befristung der Rehabilitation kann aber die Reichweite und Langfristigkeit der Effekte limitieren; ohne Nachsorge droht neben der neuerlichen somatischen Symptomintensivierung auch ein Abfall der psychischen Effekte. Alltagsintegration und Kontinuität erlernter Strategien sind daher zentrale Nachsorgeaufgaben. Für Patient/-innen mit stark ausgeprägten psychischen Komorbiditäten ist eine PR allein daher häufig nicht ausreichend. Hier ist entscheidend, dass Betroffene mit höherem Unterstützungsbedarf frühzeitig an spezialisierte Versorgungsangebote angebunden werden. Rehabilitations- und Nachsorgeteams stehen vor der komplexen Aufgabe, je nach Schweregrad der psychischen Begleitsymptomatik eine adäquate Weiterbehandlung einzuleiten. Bei persistierenden oder schweren psychischen Störungen sollte eine Überleitung in ambulante Psychotherapie oder (teil-)stationäre Behandlung erfolgen; gegebenenfalls sind auch medikamentöse Ansätze indiziert. Dabei gilt es, ein Gleichgewicht zu wahren: Auch wenn psychische Komorbiditäten gravierend sein können und eine gezielte Behandlung erfordern, bleibt bei COPD und vergleichbaren Erkrankungen die somatische Versorgung zentral. Psychologische Elemente bzw. Interventionen sollten daher als sinnvolle Ergänzung verstanden werden, die in das somatische Gesamtkonzept eingebettet werden müssen.

Weiterer Forschungsbedarf

Während die bisherigen Ergebnisse die Bedeutung psychologischer Faktoren in der PR unterstreichen, ist deren genaue Wirkweise bislang kaum differenziert untersucht. Unklar ist insbesondere, welche Interventionselemente bei welchen Patient/-innengruppen den größten Nutzen für die psychische Symptomatik entfalten.

Dismantling-Studien könnten hier wertvolle Erkenntnisse liefern, indem sie spezifische Komponenten isoliert betrachten und deren Wirkung differenziert prüfen. Darüber hinaus sind prospektive Verlaufsstudien erforderlich, um zu untersuchen, wie stabil die in der Rehabilitation erzielten psychischen Effekte langfristig bleiben. Zukünftige Forschung sollte aufzeigen, wie die in der Rehabilitation angestoßenen psychologischen Prozesse bei Bedarf fortgeführt und in die weiterführende Versorgung eingebettet werden können, ohne den somatischen Schwerpunkt zu vernachlässigen.

Fazit für die Praxis

In einer PR kommen zahlreiche Interventionen zum Einsatz, die neben ihren primären somatischen Effekten psychologische Wirkmechanismen aktivieren. Über Prozesse wie Selbstwirksamkeitserleben, soziale Unterstützung oder kognitive Neubewertung können sich daraus psychologische Wirkungen ergeben, etwa eine Entlastung bei Angst und Depressivität sowie eine verbesserte Krankheitsbewältigung. Diese Effekte lassen sich im interdisziplinären Setting sinnvoll berücksichtigen.

Für die Praxis zeigt sich: Die in der PR wirksamen psychologischen Mechanismen können patientenseitige Ressourcen stärken und psychische Belastung mindern. Bei fortbestehender psychischer Symptomatik kann jedoch eine weiterführende psychotherapeutische oder gegebenenfalls medikamentöse Behandlung angezeigt sein.

Interessenkonflikt

Es bestehen keine Interessenkonflikte.

Literatur

- [1] López-Campos JL, Tan W, Soriano JB. Global burden of COPD. *Respirology*. 2016; 21: 14-23. [Cross-Ref PubMed](#)
- [2] Al Wachami N, Guennouni M, Iderdar Y, Boumendil K, Arraji M, Mourajid Y, Bouchachi FZ, Barkaoui M, Louerdi ML, Hilali A, Chahboune M. Estimating the global prevalence of chronic obst-

- ructive pulmonary disease (COPD): a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2024; 24: 297. [CrossRef PubMed](#)
- [3] *Miravittles M, Ribera A*. Understanding the impact of symptoms on the burden of COPD. *Respir Res*. 2017; 18: 67. [CrossRef PubMed](#)
- [4] *Zareifopoulos N, Bellou A, Spiropoulou A, Spiropoulos K*. Prevalence, Contribution to disease burden and management of comorbid depression and anxiety in chronic obstructive pulmonary disease: a narrative review. *COPD*. 2019; 16: 406-417. [CrossRef PubMed](#)
- [5] *Kühl K, Kuhn C, Kenn K, Rief W*. Der COPD-Angst-Fragebogen (CAF): Ein neues Instrument zur Erfassung krankheitsspezifischer Ängste bei COPD-Patienten. *Psychother Psychosom Med Psychol*. 2011; 61: e1-e9. [CrossRef PubMed](#)
- [6] *Xie H, Jiang Y, Liu L, Peng H, Li J, Chen Z*. Global prevalence and risk factors of depression in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis from 2000 to 2022. *J Psychosom Res*. 2023; 175: 111537. [CrossRef PubMed](#)
- [7] *Sulaimanova G, Talapbek Kyzy S*. The prevalence of anxiety disorders among older patients with COPD: Systematic review and meta-analysis. *Geriatr Nurs*. 2025; 64: 103405. [CrossRef PubMed](#)
- [8] *Matte DL, Pizzichini MMM, Hoepers ATC, Diaz AP, Karloh M, Dias M, Pizzichini E*. Prevalence of depression in COPD: A systematic review and meta-analysis of controlled studies. *Respir Med*. 2016; 117: 154-161. [CrossRef PubMed](#)
- [9] *Yohannes AM, Baldwin RC, Connolly MJ*. Mood disorders in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Rev Clin Gerontol*. 2000; 10: 193-202. [CrossRef](#)
- [10] *Fuentes-Alonso M, Lopez-Herranz M, López-de-Andrés A, Ji Z, Jiménez-García R, Maestre-Miquel C, Zamorano-León JJ, Jimenez-Trujillo I, de Miguel-Diez J*. Prevalence and Determinants of Mental Health among COPD Patients in a Population-Based Sample in Spain. *J Clin Med*. 2021; 10: 2786. [CrossRef PubMed](#)
- [11] *Yohannes AM, Müllerová H, Lavoie K, Vestbo J, Rennard SI, Wouters E, Hanania NA*. The Association of Depressive Symptoms With Rates of Acute Exacerbations in Patients With COPD: Results From a 3-year Longitudinal Follow-up of the ECLIPSE Cohort. *J Am Med Dir Assoc*. 2017; 18: 955-959.e6. [CrossRef PubMed](#)
- [12] *Atlantis E, Fahey P, Cochrane B, Smith S*. Bidirectional associations between clinically relevant depression or anxiety and COPD: a systematic review and meta-analysis. *Chest*. 2013; 144: 766-777. [CrossRef PubMed](#)
- [13] *Siraj RA*. COPD and Comorbid Mental Health: Addressing Anxiety, and Depression, and Their Clinical Management. *Medicina (Kaunas)*. 2025; 61: 1426. [CrossRef PubMed](#)
- [14] *Schneeberger T, Jarosch I, Gloeckl R, Leitl D, Mießl M, Koczulla AR*. Lunge? Psyche? Reha! Gemeinsam stark gegen chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD). *Z Pneumol*. 2024; 21: 230-237. [CrossRef](#)
- [15] *Coventry PA, Hind D*. Comprehensive pulmonary rehabilitation for anxiety and depression in adults with chronic obstructive pulmonary disease: Systematic review and meta-analysis. *J Psychosom Res*. 2007; 63: 551-565. [CrossRef PubMed](#)
- [16] *Coventry PA, Bower P, Keyworth C, Kenning C, Knopp J, Garrett C, Hind D, Malpass A, Dickens C*. The effect of complex interventions on depression and anxiety in chronic obstructive pulmonary disease: systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2013; 8: e60532. [PubMed](#)
- [17] *Yohannes AM*. Psychosocial Support in Pulmonary Rehabilitation. *Respir Care*. 2024; 69: 664-677. [CrossRef PubMed](#)
- [18] *Woo S, Zhou W, Larson JL*. Stigma Experiences in People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: An Integrative Review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2021; 16: 1647-1659. [CrossRef PubMed](#)
- [19] *Berger BE, Kapella MC, Larson JL*. The experience of stigma in chronic obstructive pulmonary disease. *West J Nurs Res*. 2011; 33: 916-932. [CrossRef PubMed](#)
- [20] *Keil DC, Stenzel NM, Kühl K, Vaske I, Mewes R, Rief W, Kenn K*. The impact of chronic obstructive pulmonary disease-related fears on disease-specific disability. *Chron Respir Dis*. 2014; 11: 31-40. [CrossRef PubMed](#)
- [21] *Wiesbeck GA, Kuhl HC, Yaldizli O, Wurst FM; WHO/ISBRA Study Group on Biological State and Trait Markers of Alcohol Use and Dependence*. Tobacco smoking and depression – results from the WHO/ISBRA study. *Neuropsychobiology*. 2008; 57: 26-31. [CrossRef PubMed](#)
- [22] *Volpato E, Toniolo S, Pagnini F, Banfi P*. The Relationship Between Anxiety, Depression and Treatment Adherence in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2021; 16: 2001-2021. [CrossRef PubMed](#)
- [23] *Schultz K, Koczulla AR*. Pneumologische Rehabilitation bei chronisch obstruktiven Atemwegserkrankungen. *Pneumologie*. 2021; 75: 457-473. [CrossRef PubMed](#)
- [24] *McCarthy B, Casey D, Devane D, Murphy K, Murphy E, Lacasse Y*. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015; 2015: CD003793. [PubMed](#)
- [25] *Leitl D, Glöckl R*. Übersicht zur pneumologischen Rehabilitation. *Pneumologie (Berl)*. 2022; 19: 130-141. [CrossRef](#)
- [26] *von Leupoldt A, Taube K, Lehmann K, Fritzsche A, Magnussen H*. The impact of anxiety and depression on outcomes of pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest*. 2011; 140: 730-736. [CrossRef PubMed](#)
- [27] *Carl J, Schultz K, Janssens T, von Leupoldt A, Pfeifer K, Geidl W*. The “can do, do do” concept in individuals with chronic obstructive pulmonary disease: an exploration of psychological mechanisms. *Respir Res*. 2021; 22: 260. [CrossRef PubMed](#)
- [28] *Farver-Vestergaard I, Buksted EH, Sørensen D, Jonstrup S, Hansen H, Christiansen CF, Løkke A*. Changes in COPD-related anxiety symptoms during pulmonary rehabilitation: a prospective quantitative and qualitative study. *Front Rehabil Sci*. 2024; 5: 1428893. [CrossRef PubMed](#)
- [29] *Grawe K*. Psychologische Therapie. 2nd ed. Göttingen: Hogrefe; 2000.
- [30] *Askey-Jones R, Hailes K*. Exploring the benefits of a psychoeducation session for patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and

- co-morbid depression and/or anxiety. *Ment Health Pract.* 2020; 23: 24-31.
- [31] Roberts NJ, Kidd L, Kirkwood K, Cross J, Partridge MR. A systematic review of the content and delivery of education in pulmonary rehabilitation programmes. *Respir Med.* 2018; 145: 161-181. [CrossRef PubMed](#)
- [32] Shapiro EL, Powers TA. Shame and the paradox of group therapy. In: Dearing RL, Tangney JP (eds). *Shame in the therapy hour*. Washington: American Psychological Association; 2011. p. 115-135. <https://content.apa.org/books/12326-005>.
- [33] Burlingame GM, McClendon DT, Alonso J. Cohesion in group therapy. *Psychotherapy (Chic.)* 2011; 48: 34-42. [CrossRef PubMed](#)
- [34] Yalom I. *Theorie und Praxis der Gruppenpsychotherapie (Leben Lernen, Bd. 66)* Ein Lehrbuch*. Stuttgart: Klett-Cotta; 2016.
- [35] Maritescu A, Crisan AF, Pescaru CC, Oancea C, Iacob D. The Psychological and Physical Benefits of Progressive Muscle Relaxation in Chronic Respiratory Diseases: A Systematic Review. *Medicina (Kaunas)*. 2025; 61: 1055. [CrossRef PubMed](#)
- [36] Yi QF, Yang GL, Yan J. Self-Efficacy Intervention Programs in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Narrative Review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2021; 16: 3397-3403. [CrossRef PubMed](#)
- [37] Güell MR, Cejudo P, Ortega F, Puy MC, Rodríguez-Trigo G, Pijoan JI, Martínez-Indart L, Gorostiza A, Bdeir K, Celli B, Galdiz JB. Benefits of Long-Term Pulmonary Rehabilitation Maintenance Program in Patients with Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Three-Year Follow-up. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017; 195: 622-629. [CrossRef PubMed](#)
- [38] Spencer LM, McKeough ZI. Maintaining the benefits following pulmonary rehabilitation: Achievable or not? *Respirology.* 2019; 24: 909-915. [CrossRef PubMed](#)
- [39] Stenzel NM, Kühl K, Vaske I, Keil DC, Rief W. *Marburger Programm zur Behandlung psychischer Komorbiditäten bei Chronisch Obstruktiver Lungenerkrankung (COPD)*. Philipps-Univ Marburg internes Behandlungsmanual; 2013.
- [40] Güell R, Resqueti V, Sangenis M, Morante F, Martorell B, Casan P, Guyatt GH. Impact of pulmonary rehabilitation on psychosocial morbidity in patients with severe COPD. *Chest.* 2006; 129: 899-904. [CrossRef PubMed](#)