



Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID-19. The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect, the company's public news and information website.

Elsevier hereby grants permission to make all its COVID-19-related research that is available on the COVID-19 resource centre - including this research content - immediately available in PubMed Central and other publicly funded repositories, such as the WHO COVID database with rights for unrestricted research re-use and analyses in any form or by any means with acknowledgement of the original source. These permissions are granted for free by Elsevier for as long as the COVID-19 resource centre remains active.



Zusammenfassung

6 Monate nach einer akuten Infektion mit dem SARS-CoV-2 Virus bleiben bei einer Mehrheit der erkrankten Patienten mit moderatem oder schwerem Verlauf Krankheitsfolgen im Sinne eines post- oder Long-COVID-Syndroms. Die Symptome sind sehr heterogen und können respiratorischer, neurologischer, muskuloskelettaler, kardiovaskulärer, psychischer oder kognitiver Natur sein. Die Lunge scheint als Eintrittspforte für das Virus über die Atmung in besonderem Maße betroffen zu sein. Die Abnormalitäten der Lunge, die sich als Folge der Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) entwickeln, können zu einem eingeschränkten Gasaustausch und damit einer reduzierten Oxygenierung insbesondere unter Belastung führen. Um diese Symptome in ihrer Intensität und Vielfalt umfassend zu adressieren, wird eine stationäre pneumologische Rehabilitation empfohlen. Der multimodale Ansatz, der neben eingehender Diagnostik und medikamentöser Optimierung diverse therapeutische Komponenten (z.B. Trainingstherapie, Atemphysiotherapie, psychologische Beratung) beinhaltet, muss mit stetig steigendem Erkenntniszugewinn an die Besonderheiten der COVID-19 Krankheitsfolgen angepasst werden. Eine optimale Nachsorge, die bereits im Akutkrankenhaus beginnen kann, zielt auf eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Lebensqualität sowie eine Reduktion der noch vorhandenen Symptome, so dass die Selbstständigkeit des Patienten im Alltag verbessert, erhalten oder wiederhergestellt wird.

Schlüsselwörter

COVID-19 – SARS-CoV-2 – Rehabilitation – Training – Interstitielle Lungenerkrankungen

REVIEW / SPECIAL ISSUE

Rehabilitation nach COVID-19-Erkrankung

Inga Jarosch^{a,b}, Andreas Rembert Koczulla^{a,b}

^aForschungsinstitut für pneumologische Rehabilitation, Schön Klinik Berchtesgadener Land, Schönau am Königssee

^bPhilipps-Universität Marburg, Pneumologische Rehabilitation, Deutsches Zentrum für Lungenforschung (DZL), Marburg

Eingegangen/submitted: 29.03.2021; akzeptiert/accepted: 28.04.2021

Online verfügbar seit/Available online: 28 July 2021

Krankheitsfolgen von COVID-19

Während der Infektion mit dem Sars-CoV-2 Virus entwickelt eine Mehrheit der Erkrankten Symptome, zu denen typischerweise Husten, Fieber, Atemnot, muskuloskeletale Symptome (Myalgie, Schmerz, Fatigue), gastrointestinale Symptome sowie Geruchs- und/oder Geschmacksverlust gehören. Im Anschluss an eine Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) Erkrankung können Symptome unterschiedlicher Art anhalten oder entstehen, die je nach zeitlichem Auftreten wie folgt klassifiziert werden [1]:

- **Akute COVID-19-Erkrankung:** Zeichen und Symptome von COVID-19 bis zu 4 Wochen
- **Anhaltende COVID-19-Symptome:** Zeichen und Symptome von COVID-19 von 4 bis 12 Wochen
- **Post-COVID-19-Syndrom:** Zeichen und Symptome, die sich während oder nach einer SARS-CoV-2-Infektion entwickeln und länger als 12 Wochen anhalten
- **„Long-COVID“:** Wird gewöhnlich verwendet, um Zeichen und Symptome zu beschreiben, welche die akute COVID-19-Erkrankung überdauern oder sich nach der Akut-

phase entwickeln. Dieser Begriff beinhaltet die Phase der anhaltenden COVID-19-Symptome und des Post-COVID-19-Syndroms (obige Definition)

In einer italienischen Kohorte von hospitalisierten Patienten zeigte sich, dass 2 Monate nach dem ersten Auftreten von Symptomen nur 12.6% der Erkrankten wieder frei von COVID-19-Symptomen war und 55% der Patienten sogar von 3 oder mehr Symptomen berichteten [2]. Zu den häufigsten Symptomen zählten in diesem Zusammenhang Fatigue (53%), Dyspnoe (43%), Gelenkschmerzen ändern (27%) und Brustschmerzen (22%). Knapp die Hälfte der Patienten bewertete ihre Lebensqualität dadurch als vermindert. Huang et al. konnten in neueren Daten einer großen Kohorte von 1733 hospitalisierten COVID-19-Patienten zeigen, dass auch nach einem Zeitraum von 6 Monaten im Anschluss an die Akuterkrankung diverse Symptome weiterhin persistieren (vor allem Muskelschwäche/ Fatigue (63%) und Schlafstörungen (26%)) [3]. Patienten mit schwereren Verläufen der Erkrankung zeigten langfristig eine stärkere Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit

I. Jarosch, A.R. Koczulla

Rehabilitation in post acute COVID-19

Summary

6 months following an acute infection with SARS-CoV-2 virus with a moderate or severe course of Corona Virus Disease 2019 (COVID-19), a majority of patients is still suffering from sequelae which are defined as „post COVID syndrome“ or „long COVID“. Symptoms are heterogenous and can be of respiratory, neurological, musculoskeletal, cardiovascular, mental or cognitive nature. As the virus entrance into the organism via the lungs, this organ is involved in a unique manner. As a consequence of COVID-19, abnormalities of the lungs may lead to impaired gas exchange and result in a reduced blood oxygenation, especially during exercise. In order to address the intensity and diversity of symptoms, an inpatient pulmonary rehabilitation program is recommended. Beside diagnostics and pharmaceutical optimization, the multimodal approach includes several therapeutic components like exercise training, breathing therapy and psychological counseling. According to constantly new insights into this field, therapies have to be adapted permanently. An optimal postacute care, which ideally already starts during hospital stay, targets the improvement of exercise capacity, health-related quality of life as well as a reduction of ongoing symptoms in order to optimize patients daily life self-sufficiency.

Keywords

COVID-19 – SARS-CoV-2 – Rehabilitation – Exercise training – Interstitial lung diseases

und der Diffusionskapazität der Lunge. Zur Analyse der Symptomentwicklung nach COVID-19 wurden Daten einer großen Patientengruppe, bestehend aus Mitgliedern einer Facebook-COVID-Gruppe und der Lung Foundation Netherlands, ausgewertet (insgesamt n = 2113 Patienten, davon n = 345 bestätigte, n = 882 symptom-basierte und n = 774 vermutete COVID-19-Erkrankungen, mittleres Alter: 47 Jahre). 112 Patienten waren aufgrund von COVID-19 hospitalisiert, 61% der Patienten hatten keine Komorbiditäten und 85% der Patienten gaben einen guten Gesundheitszustand vor der Erkrankung an. Die Auswertung ergab, dass die häufigsten Symptome (Fatigue und Dyspnoe) im zeitlichen Verlauf von der akuten Infektion bis zum Follow-up zwar seltener wurden, sie bei einem Großteil der Patienten jedoch das Follow-up 79 Tage nach Symptombeginn überdauerten (Fatigue: 95% vs. 87%, Dyspnoe: 90% vs. 71%) [4]. In einer multiplen Regressionsanalyse sagten die Faktoren Gesundheitsstatus vor der Erkrankung, Alter, Komorbiditäten und die Anzahl der Symptome während der Infektion am besten die Symptomanzahl beim Follow-up voraus. Darüber hinaus machen die Autoren auf die Gruppe der Patienten mit leichtem COVID-19-Verlauf aufmerksam: Eine Subgruppe mit leichtem Verlauf entwickelte bis zum Follow-up Symptome im Sinne eines Post-COVID-19-Syndroms. Auch Logue et al. (2020) zeigten durch die Befragung von Erwachsenen mit bestätigter COVID-19-Erkrankung, die nicht hospitalisiert waren, dass 33% der Patienten 6 Monate nach Diagnosestellung noch mind. ein persistierendes Symptom beklagten [5]. Einer Befragung des National Institute for Health Research zufolge sind vermehrt junge Menschen (inklusive

Kinder) betroffen, 67% der Patienten, die Long COVID entwickelten, waren zwischen 25 und 54 Jahre alt [6].

Insgesamt werden die Post-COVID-Symptome als sehr heterogen beschrieben und betreffen respiratorische, kardiovaskuläre, neurologische, psychische und/oder muskuloskelettale Systeme. Aufgrund des häufig auftretenden Symptoms Fatigue wird diskutiert, dass durch SARS-CoV-2 ein chronisches Fatigue-Syndrom (CFS) auslöst werden kann (Symptombdauer mind. 6 Monate) [7]. Diese komplexe Multisystemerkrankung ist durch eine geringe körperliche und psychische Belastbarkeit sowie Erschöpfungszustände gekennzeichnet, für die es pathophysiologisch bislang keine überzeugende Erklärung gibt. Obwohl diese Komplikationen vermehrt bei Risikopatienten zu beobachten sind, können schwere Symptome und Verläufe auch bei jungen Personen auftreten [8].

Die Symptommhäufigkeit, -intensität und -vielfalt der Post-COVID-Symptome machen deutlich, dass COVID-19-Erkrankte, insbesondere jene mit schwereren Verläufen, eine Nachsorge nach überstandener Akutphase benötigen, um die Langzeitfolgen der Erkrankung zu reduzieren.

Pulmonale Besonderheiten nach COVID-19

Von anderen aus der Coronavirus-Familie stammenden Infektionen wie z.B. Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV), die dem SARS-CoV-2 genetisch ähneln, ist bereits bekannt, dass sie pulmonale Komplikationen zur Folge haben können. Ein Drittel der MERS-CoV-Erkrankten zeigten 43 Tage nach Erkrankung CT-Abnormalitäten der Lunge, die als Lungenfibrosen beschrieben wurden [9]. Das Auftreten

von Fibrosen korrelierte eng mit dem Schweregrad und der Dauer der akuten Erkrankung [10,11]. Auch bei COVID-19 gibt es Hinweise darauf, dass das Risiko für die Entwicklung oder Exazerbation einer fibrosierenden Lungenerkrankung (unterschiedliche Pathologien wie organisierende Pneumonien, nicht-spezifische interstitielle Pneumonien (NSIP), gewöhnliche interstitielle Pneumonien (UIP)) erhöht ist [12]. Da pulmonale Fibrosen durch altersbedingte, proliferatorische Prozesse begünstigt werden und das Durchschnittsalter bei SARS-CoV-2-Infektionen höher ist als das bei MERS-CoV, scheint das Risiko für eine Lungenfibrose nach COVID-19-Erkrankung ebenfalls erhöht zu sein [13]. Übereinstimmend damit fand die CovILD-Studie 100 Tage nach Symptombeginn bei 21% der COVID-19-Patienten eine weiterhin eingeschränkte Lungenfunktion mit einer reduzierten Diffusionskapazität [14]. 63% der Patienten zeigten CT-Abnormalitäten der Lunge im Sinne bilateraler Milchglastrübungen und Retikulationen im unteren Lungenlappen, die durch Lungenfunktionsmessungen nicht ausreichend abgebildet wurden. Diese Lungenschäden können für Sportler und deren körperliche Belastbarkeit im Training eine besondere Relevanz darstellen. Hier können bereits leichte restriktive Veränderungen die maximale Ventilation einschränken und die Atemökonomie deutlich reduzieren. Der dadurch eingeschränkte Gasaustausch limitiert die körperliche Leistungsfähigkeit und kann langfristig zu einer erhöhten Rechts-herzbelastung führen. Diese respiratorischen Krankheitsfolgen können durch die Messung der Diffusionskapazität der Lunge für CO sowie eine Spiroergometrie mit Blutgasanalyse diagnostiziert werden [15].

Management der COVID-19-Folgen

Zur langfristigen Wiederherstellung des Gesundheitszustandes wird von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) und der European Respiratory Society (ERS) eine Rehabilitation nach COVID-19-Erkrankung empfohlen [1,16]. Diese Maßnahme kann demnach zu unterschiedlichen Zeitpunkten begonnen werden [1]:

- Frühe Rehabilitation bereits im Akutkrankenhaus
- Anschlussheilbehandlung (AHB) als Direktverlegung aus dem Akutkrankenhaus
- AHB nach vorübergehender häuslicher Entlassung
- stationäre Behandlung nach gesundheitlicher Stabilisierung

Aufgrund der Komplexität der Krankheitsfolgen und häufig vorhandener Komorbiditäten ist ein stationäres Rehabilitationssetting von Vorteil, um eine permanente pneumologisch-internistische Supervision zu gewährleisten [17]. Bei frühzeitiger AHB kann der Verlauf noch komplikationsbehaftet sein und die Betroffenen benötigen intensive pflegerische und therapeutische Unterstützung. Patienten, die intensivmedizinisch betreut wurden, weisen bei Entlassung sehr häufig Restinfiltrate und/ oder fibrosierende/ interstitielle Veränderungen mit Störungen des Gasaustausches auf [12]. Insbesondere bei Patienten mit einer bereits vor der COVID-19-Erkrankung bestehenden pneumologischen Erkrankung konnte eine ausgeprägte respiratorische Insuffizienz beobachtet werden, die mittels Langzeitsauerstofftherapie (LTOT) oder nicht-invasiver Beatmung behandelt werden muss. Auch zuvor lungengesunde Patienten zeigen unter Belastung zum Teil

Entsättigungen ($SpO_2 < 90\%$), die nicht mit einer reduzierten Oxygenierung in Ruhe, Dyspnoe oder Unwohlsein assoziiert sind [16]. Diese Gegebenheiten erfordern eine engmaschige Verlaufsbeobachtung mit Funktionsdiagnostik und bildgebenden Verfahren. Um diese pneumologischen Spätfolgen umfassend zu adressieren, empfehlen Carda et al. [18] und die ERS eine stationäre pneumologische Rehabilitation (PR), wie sie für Lungenfibrose-Patienten angeboten wird [19]. PR-Einrichtungen sind aufgrund ihrer Erfahrung mit chronisch Lungenerkrankten, die ebenfalls Abnormalitäten des Gasaustauschs zeigen, besonders gut für eine krankheitsspezifische Behandlung von COVID-19-Patienten ausgestattet. Der multimodale Ansatz berücksichtigt neben den pulmonalen Folgen auch weitere Komplikationen wie z.B. Critical Illness-Polyneuropathie und -Myopathie, Dysphagie, Dekubiti mit Wundheilungsstörungen, multiresistente Keime sowie kognitive und psychische Folgen. Voraussetzungen für die Durchführung einer Rehabilitation nach COVID-19 sind [1]:

- Die Akutsymptomatik ist seit mind. 2 Tagen abgeklungen
- Lunge (ausreichende Oxygenierung) und Kreislauf (keine dekompensierte Herzinsuffizienz) sind so stabil, dass eine Rückverlegung in ein Akutkrankenhaus nicht absehbar ist
- Keine Direktverlegungen aus dem Intensivbereich in die Rehabilitationsklinik
- Keine Infektiösität (aktuelle RKI-Kriterien)

Eine Indikation für eine PR besteht auf Grundlage der „International Classification of Functioning Disability, and Health (ICF)“ in Deutschland grundsätzlich dann, wenn durch eine chronische Erkrankung

der Atmungsorgane beeinträchtigende körperliche oder psychosoziale Krankheitsfolgen persistieren, die alltagsrelevante Aktivitäten und die Teilhabe am privaten, öffentlichen und beruflichen Leben einschränken. Diese allgemeine Definition ist im IX. Sozialgesetzbuch verankert und bildet auch bei einem PR-Antrag für COVID-19-Patienten die Grundlage. Eine besondere Rehabilitationsbedürftigkeit weisen jene Patienten auf, die in der Akutphase mechanisch beatmet werden mussten (ca. 5-10% der hospitalisierten COVID-19 Patienten).

Evidenz für Pneumologische Rehabilitation nach COVID-19

Das übergeordnete Ziel der PR ist die Wiederherstellung und Sicherung der Teilhabe an Beruf und sozialem Alltag sowie der Erhalt der Selbstständigkeit nach überstandener COVID-19-Erkrankung. Speziell für COVID-19 bedeutet dies, dass die PR so ausgerichtet sein sollte, dass sie Symptome der Dyspnoe und psychologische Fehlbelastungen reduziert und die körperliche Leistungsfähigkeit und Lebensqualität verbessert [20]. Insbesondere nach langem und komplikationsbehaftetem Krankenhausaufenthalt unterstützt die PR-Maßnahme die Patienten bei der Krankheitsverarbeitung auf psychischer Ebene.

Einige retrospektive Analysen haben bereits 2020 gezeigt, dass eine (cardio-) pulmonale Rehabilitation im Anschluss an eine COVID-19-Erkrankung machbar, sicher und effektiv ist [21,22]. Neuere prospektive Studien, insbesondere aus Deutschland und der Schweiz bestätigen diese ersten Studiendaten [23]. In einer prospektiven Beobachtungsstudie ohne Kontrollgruppe wurden 50 Patienten bei Rehabilitationsbeginn eingeschlossen, die nach einer mil-

den bis schweren COVID-19 Erkrankung wieder genesen waren (n = 24: 178 Tage nach mildem/moderatem Verlauf, 52 Jahre, 6MWD: 509m; n = 26: 61 Tage nach schwerem/kritischem Verlauf, 66 Jahre, 6MWD: 344m). Die Patienten waren durch eine reduzierte forcierte Vitalkapazität (FVC), 6-Minuten-Gehstrecke (6MWD) und Lebensqualität (SF-36 Score, mentaler Summenscore) gekennzeichnet. Durch eine 3- bis 5-wöchige stationäre multimodale PR konnten die körperliche Leistungsfähigkeit, Lungenfunktion (FVC) und die Lebensqualität signifikant verbessert werden. Dies galt im Hinblick auf die körperliche Leistungsfähigkeit und Lungenfunktion sowohl für Patienten mit leichten/moderaten (6MWD: +48m, $p < 0.001$, FVC: +7,7%, $p > 0.01$) als auch schweren/kritischen Verläufen (6MWD: +124m, $p < 0.001$, FVC: +11,3%, $p < 0.001$). Der PR-Erfolg war somit unabhängig von der Schwere der vorausgegangenen COVID-19-Erkrankung. Bedingt durch das Studiendesign sind die Verbesserungen im PR-Zeitraum nicht eindeutig von der regulären Genesung abzugrenzen. [23] Eine chinesische Veröffentlichung konnte jedoch bei dem Vergleich einer Rehabilitationsgruppe mit einer Kontrollgruppe ohne Rehabilitation einen signifikanten PR-Effekt auf die Lungenfunktion und die körperliche Leistungsfähigkeit (6MWD) nachweisen, sodass von einem guten Effekt der PR nach COVID-19 ausgegangen werden kann [24]. Eine Studie aus der Schweiz beobachtete ähnliche PR-Erfolge an einem Kollektiv, das bei Aufnahme eine im Vergleich zur deutschen Studie stärker eingeschränkte körperliche Leistungsfähigkeit aufwies. Diese Post-COVID-19-Patienten zeigten dementsprechend größere Anpassungen der 6MWD (+180m, $p < 0,001$) und darüber hinaus eine signifikante Verbesserung des

Wohlbefindens (Feeling Thermometer) sowie in den vom Patienten selbst eingeschätzten Alltagsfähigkeiten (Functional Independence Measurement). Die verwendete Vergleichsgruppe chronisch Atemwegserkrankter zeigte beim Vergleich mit post-COVID-19 geringere PR-induzierte Verbesserungen. Dies bezog sich sowohl auf die körperliche Leistungsfähigkeit als auch auf das Wohlbefinden und die funktionelle Alltagsfähigkeit [25].

Eine weitere Untersuchung zur Wirkungsweise pneumologischer Rehabilitation bei post-COVID-19 stellte darüber hinaus fest, dass die bei einem überwiegenden Anteil der Patienten bei Rehabilitationsbeginn deutlich reduzierte Diffusionskapazität der Lunge durch eine 3- bis 5-wöchige stationäre PR um 20% verbessert werden konnte [26].

Besondere Inhalte der post-COVID-19-Rehabilitation

Neben der zu Rehabilitationsbeginn üblichen *pneumologischen Diagnostik* (Bodyplethysmographie, DLCO, Blutgasanalyse) sollten aufgrund möglicher kardiovaskulärer und thromboembolischer Komplikationen *internistische Diagnostiken* wie z.B. Elektrokardiographie, Echokardiographie (linksventrikuläre Pumpfunktion, Abklärung pulmonale Hypertonie), Röntgen der Thoraxorgane möglich sein. Ein unauffälliges Belastungs-EKG sollte die Voraussetzung für die erste Trainingseinheit während der Rehabilitation sein. Es muss desweiteren die Möglichkeit zur notfallmäßigen Labordiagnostik (z.B. zur Bestimmung von CRP, pro-BNP, D-Dimere, Troponin, Kreatinin, Elektrolyte, Hb) und zur Initialisierung oder Fortführung einer LTOT geben. Die Einstellung der LTOT sollte in Anlehnung an die aktuellen Guidelines für unterschiedliche

Tabelle 1. Mögliche therapeutische Komponenten einer Post-COVID-19-Rehabilitation [1–3].

Komponenten	Beschreibung
Medikamentöse Behandlung	<ul style="list-style-type: none"> • Fortlaufende Anpassung der medikamentösen Therapie • Optional: Anpassung/ Initialisierung einer Langzeitsauerstofftherapie
Ausdauertraining	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrradergometer/ Laufband • Dauer: 10-20 Min. • Intensität: 60-70% der Peak Work Rate (PWR), alternativ ein Intervalltraining bei 100% der PWR (30 Sek. Belastung vs. 30 Sek. Pause) • Häufigkeit: 5 Tage/ Woche • Zusätzlich 2x pro Woche: Nordic walking oder Aqua Fitness (à 30 Min.) <div style="text-align: center;">  <p>Kontrolle der Oxygenierung (Pulsoximetrie, Blutgase)</p> </div>
Krafttraining	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschiedliche Krafttrainingsgeräte • Dauer: 3 Serien à 10-15 Wdh., ca. 30 Min. pro Session • Intensität: Provokation einer momentanen, lokalen muskulären Ermüdung • Häufigkeit: 5x pro Woche • Optional: Ganzkörpervibrationstraining unter Beachtung der Kontraindikationen <div style="text-align: center;">  <p>(thromboembolische Ereignisse) [4]</p> </div>
Atemphysiotherapie	<ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung unterschiedlicher Techniken wie Atemökonomisierung, Hustentechniken, Mucociliäre Clearance, Bindegewebsmassage, muskelenergiesparende Techniken (2-4x pro Woche à 30 Min.)
Activities of daily living (ADL)	<ul style="list-style-type: none"> • ADL-Übungen mit Kleingeräten (Gewichte, Theraband etc.) (4-5x pro Woche) • Hirnleistungstraining (Gedächtnisleistung und Konzentration) Optional: Behandlung neurologischer Störungen wie z.B. reduzierte motorische Fähigkeiten der Hände, Gangunsicherheit
Entspannung	<ul style="list-style-type: none"> • Qi Gong oder progressive Muskelentspannung (2x pro Woche à 30 Min.)
Patientenschulung	<ul style="list-style-type: none"> • Inhalte: COVID-19, aktiver Lebensstil, Ernährungsberatung (ggf. Nahrungsergänzungsmittel); optional: Raucherentwöhnung, Sauerstofftherapie (2x pro Woche)
Psychologischer Support	<ul style="list-style-type: none"> • Krankheitsmanagement • Coping Strategien • Einzel- oder Gruppentherapie

1. Glockl, R., et al., [Recommendations from the German Respiratory Society for Pulmonary Rehabilitation in Patients with COVID-19]. *Pneumologie*, 2020. **74**(8): p. 496-504.
2. Gloeckl, R., et al., Benefits of pulmonary rehabilitation in COVID-19 – a prospective observational cohort study. *ERJ open research*, 2021. **accepted**.
3. Spruit, M.A., et al., *An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation*. *Am J Respir Crit Care Med*, 2013. **188**(8): p. e13-64.
4. Sanudo, B., et al., *Potential Application of Whole Body Vibration Exercise For Improving The Clinical Conditions of COVID-19 Infected Individuals: A Narrative Review From the World Association of Vibration Exercise Experts (WAVex) Panel*. *International journal of environmental research and public health*, 2020. **17**(10).

Anforderungen (Ruhe, Belastung, Nacht) individuell titriert und differenziert werden [27].

Um die körperliche Leistungsfähigkeit und deren PR-induzierte Veränderungen zu evaluieren, eignen sich die in der PR üblicherweise bei Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen eingesetzten *kardio-pulmonalen Leistungstests* wie der 6-Minuten Gehstest, der Endurance Shuttle Walk Test oder die Spiroergometrie [28]. Messungen der Sauerstoffsättigung oder Blutgasanalysen vor und nach den Tests ermöglichen eine Aussage über die Oxygenierung des Patienten in Ruhe und unter Belastung und ermöglichen bei Bedarf die Intitialisierung oder individuelle Anpassung einer LTOT. Zur Messung der Kraftleistung eignen sich isometrische Maximalkraftmessungen des M. quadriceps [28].

Die *Hygiene-Maßnahmen* richten sich nach den aktuellen Empfehlungen des RKI zu "Prävention und Management in Einrichtungen des Gesundheitswesens". Zum Zeitpunkt des Rehabilitationsbeginns sollten die Patienten ausreichende Immunität besitzen und nicht mehr ansteckend sein. Eine in einigen Fällen in der PCR noch nachzuweisende Virus-RNA darf nicht mit einer infektiösen Viruslast gleichgesetzt werden [1].

Mögliche *therapeutische Inhalte* einer multimodalen Post-COVID-19-Rehabilitation sind in [Tabelle 1](#) dargestellt. Im Hinblick auf das körperliche Training nach COVID-19-Erkrankung gibt es folgende Empfehlungen:

- Bei sehr leichten Symptomen sollte inaktives Verhalten vermieden und leichte Aktivität durchgeführt werden (≤ 3 MET (Metabolisches Äquivalent)). Wenn die Symptome sich verschlechtern, sollten die Erholungszeiten verlängert werden. Längere anstrengende Belastun-

gen oder hohe Intensitäten sollen vermieden werden.

- Bei starken Halsschmerzen, Gliederschmerzen, Kurzatmigkeit, allgemeiner Fatigue, Brustschmerzen, Husten oder Fieber sollten Trainingseinheiten von > 3 MET für 2–3 Wochen nach Symptomen vermieden werden.
- Nach leichter/ moderater COVID-19-Erkrankung sollte mit einer Woche Stretching (low-level) und einer leichten Muskelkräftigung begonnen werden, bevor kardiovaskuläre Einheiten durchgeführt werden
- Bei vorangegangener Myokarditis sollte ein Training erst dann wieder stattfinden, wenn die linksventrikuläre systolische Funktion und Biomarker für Myokardschäden im Normalbereich sind und wenn keine relevanten Arrhythmien im 24h-EKG und bei der Leistungsdiagnostik nachweisbar sind. Bei Hochleistungssport sollte die ersten 2 Jahre ein regelmäßiges Re-Assessment stattfinden.
- Für Sportler, die im Rahmen der SARS-CoV-2-Infektion an einer Pneumonie litten und weiterhin Symptome zeigen, wird eine Trainingskarenz für mind. 4 Wochen empfohlen (bei Myokarditis: 3–6 Monate)[15,29].

Als PR-Evaluation können allgemeine *patient-reported outcomes* (PRO) verwendet werden, wie sie z.B. für Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen etabliert wurden (Lebensqualität, körperliche Leistungsfähigkeit, Symptome etc.). Darüber hinaus gibt es ein COVID-19 spezifisches Tool, das trotz der Heterogenität der Erkrankung und ihrer Folgen einfach und reproduzierbar ist. Die "Post COVID-19 functional status scale" (PCFS) bildet den Grad der Erholung nach COVID-19-Erkrankung ab, indem sie den Einfluss der Symptome auf den funk-

tionellen Status des Patienten erhebt [30]. Die Skala ist geeignet, um den klinischen Verlauf der Symptome zu beobachten. Die Skala kann entweder vom Patienten selbst ausgefüllt oder in Form eines Interviews abgefragt werden. Wird sie vor und nach PR erhoben, bildet sie als COVID-19 spezifisches PRO den funktionellen Teil des individuellen PR-Erfolgs ab.

Fazit

Die Mehrheit der SARS-CoV-2-Infizierten, darunter auch Erkrankte mit leichten oder moderaten Krankheitsverläufen, leidet über den akuten Krankheitsverlauf hinaus unter länger anhaltenden Krankheitsfolgen, die den Alltag der Betroffenen einschränken. Die Nachsorge der COVID-19-Patienten durch eine stationäre pneumologische Rehabilitationsmaßnahme gewinnt an Bedeutung und verdeutlicht in ersten prospektiven Studien, dass adaptierte multimodale Programme die Limitationen von COVID-19-Patienten adressieren und positiv auf den Krankheitsverlauf einwirken. Es werden laufend neue Erkenntnisse hinzugewonnen, sodass die Inhalte dieses Artikels die tagesaktuelle Sicht widerspiegeln.

Interessenkonflikt

Die Autoren haben keinen Interessenkonflikt im Hinblick auf diesen Artikel.

Literaturverzeichnis

- [1] R. Glockl, et al., [Recommendations from the German Respiratory Society for Pulmonary Rehabilitation in Patients with COVID-19], *Pneumologie* 74 (8) (2020) 496–504.
- [2] A. Carfi, R. Bernabei, F. Landi, *Persistent Symptoms in Patients After Acute*

- COVID-19, *JAMA* 324 (6) (2020) 603–605.
- [3] C. Huang, et al., 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study, *Lancet* 397 (10270) (2021) 220–232.
- [4] T. Schneeberger, et al., Acute effects of supplemental oxygen therapy using different nasal cannulas on walking capacity in patients with idiopathic pulmonary fibrosis: a randomised crossover trial, *ERJ open research* 6 (3) (2020).
- [5] J.K. Logue, et al., Sequelae in Adults at 6 Months After COVID-19 Infection, *JAMA network open* 4 (2) (2021) pe210830.
- [6] NIHR. A dynamic review of the evidence around ongoing Covid19 (often called Long Covid). 2021; Available from: https://evidence.nihr.ac.uk/wp-content/uploads/2021/03/NIHR_COVID_REPORT_FINAL-150321-1_1_.pdf.
- [7] P. Wostyn, COVID-19 and chronic fatigue syndrome: Is the worst yet to come? *Medical hypotheses* 146 (2021) p110469.
- [8] X. Wang, et al., Clinical characteristics of 80 hospitalized frontline medical workers infected with COVID-19 in Wuhan, China, *J Hosp Infect* (2020).
- [9] E.L. Burnham, et al., The fibroproliferative response in acute respiratory distress syndrome: mechanisms and clinical significance, *The European respiratory journal* 43 (1) (2014) 276–285.
- [10] G.M. Tse, et al., Pulmonary pathological features in coronavirus associated severe acute respiratory syndrome (SARS), *Journal of clinical pathology* 57 (3) (2004) 260–265.
- [11] D.M. Hwang, et al., Pulmonary pathology of severe acute respiratory syndrome in Toronto. *Modern pathology: an official journal of the United States and Canadian Academy of Pathology*, Inc 18 (1) (2005) 1–10.
- [12] L.T. McDonald, Healing after COVID-19: are survivors at risk for pulmonary fibrosis? *American journal of physiology. Lung cellular and molecular physiology* 320 (2) (2021) L257–L265.
- [13] P. Spagnolo, et al., Pulmonary fibrosis secondary to COVID-19: a call to arms? *The Lancet. Respiratory medicine* 8 (8) (2020) 750–752.
- [14] L.M. Sinik, et al., Impact of a Streamlined Trauma-Focused Smartphone Application on Protocol Compliance and Delivery of Care, *The Journal of surgical research* 256 (2020) 595–601.
- [15] A.M. Nieß, B.W. Friedmann-Bette, B. Grim, C. Halle, M. Hirschmüller, A. Kopp, C. Meyer, T. Niebauer, J. Reinsberger, C. Röcker, K. Scharhag, J. Scherr, J. Schneider, C. Steinacker, J. M. Urhausen, A. Wolfarth, B.F. Mayer, Position stand: return to sport in the current Coronavirus pandemic (SARS-CoV-2 /COVID-19), *Dtsch Z Sportmed* 71 (2020) E1–E4.
- [16] M.A. Spruit, et al., COVID-19: Interim Guidance on Rehabilitation in the Hospital and Post-Hospital Phase from a European Respiratory Society and American Thoracic Society-coordinated International Task Force, *The European respiratory journal* 56 (6) (2020) p2002197.
- [17] L.M. Sheehy, Considerations for Post-acute Rehabilitation for Survivors of COVID-19, *JMIR public health and surveillance* 6 (2) (2020) pe19462.
- [18] S. Carda, et al., The role of physical and rehabilitation medicine in the COVID-19 pandemic: The clinician's view, *Annals of physical and rehabilitation medicine* (2020).
- [19] K. Kenn, R. Gloeckl, J. Behr, Pulmonary rehabilitation in patients with idiopathic pulmonary fibrosis - a review, *Respiration* 86 (2) (2013) 89–99.
- [20] R.M. Barker-Davies, et al., The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation, *British journal of sports medicine* 54 (16) (2020) 949–959.
- [21] M. Hermann, et al., Feasibility and Efficacy of Cardiopulmonary Rehabilitation After COVID-19, *American journal of physical medicine & rehabilitation* 99 (10) (2020) 865–869.
- [22] Y. Al Chikhanie, et al., Effectiveness of pulmonary rehabilitation in COVID-19 respiratory failure patients post-ICU, *Respiratory physiology & neurobiology* 287 (2021) p103639.
- [23] R. Gloeckl, et al., Benefits of pulmonary rehabilitation in COVID-19 – a prospective observational cohort study, *ERJ open research* (2021), **accepted**.
- [24] K. Liu, et al., Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: A randomized controlled study, *Complement Ther Clin Pract* 39 (2020) p101166.
- [25] M. Spielmanns, et al., Impact of a smartphone application (KAIA COPD app) in combination with Activity Monitoring as a maintenance program following Pulmonary Rehabilitation in COPD: the protocol for the AMOPUR Study, an international, multicenter, parallel group, randomized, controlled study, *Trials* 21 (1) (2020) p636.
- [26] J. Frommhold, [Spezifische pneumologische Post-Corona-Rehabilitation], *Arztblatt Mecklenburg-Vorpommern* 01 (2021) p5.
- [27] P. Haidl, et al., [Guideline for Long-Term Oxygen Therapy - S2k-Guideline Published by the German Respiratory Society], *Pneumologie* 74 (12) (2020) 813–841.
- [28] M.A. Spruit, et al., An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation, *Am J Respir Crit Care Med* 188 (8) (2013) pe13–pe64.
- [29] R.M. Barker-Davies, et al., The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation, *Br J Sports Med* 54 (16) (2020) 949–959.
- [30] H. Saeed, et al., Impact of Advanced Patient Counseling Using a Training Device and Smartphone Application on Asthma Control, *Respiratory care* 65 (3) (2020) 326–332.

Korrespondenzadresse:

Dr. Inga Jarosch, Forschungsinstitut für pneumologische Rehabilitation, Schön Klinik Berchtesgadener Land, Malterhöhe 1, 83471 Schönau am Königssee, Tel.: +8652-93 1730. E-Mail: ijarosch@schoen-klinik.de

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect