

AKTUELLE MEINUNG

Offener Zugang



Praktische Empfehlungen für das Bewegungstraining bei Patienten mit Long-COVID mit oder ohne Unwohlsein nach Belastung: Ein Best-Practice-Vorschlag

Rainer Glöckl^{1,2}, Ralf H. Zwick³, Ulrich Furlinger³, Tessa Schneeberger^{1,2}, Daniela Leitl^{1,2}, Inga Jarosch^{1,2}, Uta Behrends^{4,5}, Carmen Scheibenbogen⁶ und Andreas Rembert Koczilla^{1,2,7*}

Abstrakt

Menschen mit langem COVID können unter einer Vielzahl anhaltender Symptome leiden, darunter Müdigkeit, Belastungsdyspnoe, verminderte Trainingsleistung und andere. Insbesondere eine eingeschränkte körperliche Leistungsfähigkeit ist ein Zustand, der bei vielen Menschen durch ein individuelles körperliches Trainingsprogramm behoben werden kann. Die klinische Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass das Vorliegen einer postexertionalen Malaise (PEM) ein erhebliches Hindernis für körperliches Trainingstraining bei Menschen mit langem COVID darstellt. Derzeit gibt es keine Richtlinie oder keinen Konsens darüber, wie Bewegungstraining in dieser Kohorte angewendet werden soll. Daher haben wir eine Literaturrecherche in der PubMed-Bibliothek mit den folgenden Suchbegriffen durchgeführt: „COVID“, „post-COVID“, „long COVID“ und „exercise“ und nach Studien von Januar 2020 bis Januar 2024 gesucht. Daten aus 46 Studien waren inbegriffen. Die Trainingsprogramme waren sehr heterogen und keine dieser Studien berichtete über die Behandlung von PEM im Rahmen eines Trainingsprogramms. Basierend auf dem Feedback einer zusätzlichen Umfrage, die von 14 internationalen Experten auf dem Gebiet des Bewegungstrainings bei Long-COVID beantwortet wurde, kombiniert mit der eigenen umfangreichen Praxiserfahrung der Autoren, wurde ein Best-Practice-Vorschlag für Bewegungstrainingsempfehlungen entwickelt. Dieser Vorschlag unterscheidet Übungsverfahren nach dem Vorliegen von keinem, leichtem/mittelschwerem oder schwerem PEM bei Menschen mit langem COVID. Diese Empfehlungen können allen medizinischen Fachkräften auf der ganzen Welt als Orientierungshilfe bei der Einführung und Anpassung von Trainingsprogrammen für Menschen mit langem COVID dienen, geschichtet nach Vorliegen und Schweregrad der PEM.

Wichtige Punkte

- Übungstraining gilt als entscheidender Bestandteil langfristiger COVID-Rehabilitationsprogramme, kann jedoch durch das Vorhandensein von Unwohlsein nach der Belastung erschwert werden.
- Derzeit besteht kein Konsens über die optimalen Trainingsstrategien für Personen mit langem COVID, mit oder ohne Unwohlsein nach Belastung (PEM).
- Wir schlagen einen Best-Practice-Vorschlag für Trainingsempfehlungen vor, der zwischen Übungsverfahren basierend auf dem Vorliegen von keinem, leichtem/mittelschwerem oder schwerem PEM bei Personen mit langem COVID unterscheidet.

* Korrespondenz:

Andreas Rembert Koczilla RKoczilla@schoen-klinik.de ;
koczilla@med.uni-marburg.de Die vollständige Liste der
Autoreninformationen finden Sie am Ende des Artikels



© Die Autoren 2024. **Offener Zugang** Dieser Artikel ist unter einer Creative Commons Attribution 4.0 International-Lizenz lizenziert, die die Nutzung, Weitergabe, Anpassung, Verbreitung und Reproduktion in jedem Medium oder Format erlaubt, sofern Sie den/die Originalautor(en) und die Quelle angemessen angeben, a Link zur Creative Commons-Lizenz und geben Sie an, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die Bilder oder anderes Material Dritter in diesem Artikel sind in der Creative Commons-Lizenz des Artikels enthalten, sofern in der Quellenangabe für das Material nichts anderes angegeben ist. Wenn Material nicht in der Creative-Commons-Lizenz des Artikels enthalten ist und Ihre beabsichtigte Nutzung nicht durch gesetzliche Vorschriften zulässig ist oder über die zulässige Nutzung hinausgeht, müssen Sie die Genehmigung direkt vom Urheberrechtsinhaber einholen. Um eine Kopie dieser Lizenz anzuzeigen, besuchen Sie <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

- Unser Best-Practice-Vorschlag, der auf wissenschaftlicher Literatur und umfassender Expertenerfahrung basiert, kann medizinisches Fachpersonal bei der Einführung und Anpassung von Trainingsprogrammen für Personen mit langem COVID unterstützen, stratifiziert nach dem Vorliegen und der Schwere von PEM.

Schlüsselwörter Rehabilitation, Lungenrehabilitation, Post-COVID, COVID-19, SARS-CoV-2, Müdigkeit, Verschlimmerung der Symptome nach Belastung, PEM, PESE

Hintergrund

Laut der aktuellen NICE-Leitlinie ist „Long COVID“ ein Begriff, der Anzeichen und Symptome beschreibt, die länger als vier Wochen nach der akuten Phase von COVID-19 anhalten oder sich entwickeln [1]. Bei Menschen mit langem COVID kann es zu einer Vielzahl anhaltender Symptome kommen, darunter Müdigkeit, Belastungsdyspnoe, psychoneurologische Beeinträchtigungen, Schmerzen, verminderte Trainingsleistung und andere [2]. Insbesondere eine eingeschränkte körperliche Leistungsfähigkeit ist ein Zustand, der durch ein individuelles körperliches Trainingsprogramm behoben werden kann. Jüngste systematische Überprüfungen haben gezeigt, dass körperliche Rehabilitationsmaßnahmen bei Menschen mit langem COVID machbar, sicher und vorteilhaft sind, indem sie verschiedene physische, klinische und psychologische relevante Ergebnisse verbessern [3]. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass sich lange COVID-bedingte Symptome wie Belastungsdyspnoe oder Müdigkeit nach körperlichen Trainingsinterventionen bessern [4]. Eine aktuelle Cochrane-Überprüfung kam jedoch zu dem Schluss, dass die verfügbaren Erkenntnisse mehrere methodische Einschränkungen aufweisen, die die Formulierung fundierter Vorschläge für die Übungspraxis verhindern [5]. Insbesondere das Vorhandensein von Post-Exertional Malaise (PEM), einer Verschlechterung der Symptome nach körperlicher, kognitiver oder emotionaler Aktivität, die sich typischerweise 12–48 Stunden nach einer Aktivität verstärkt und Tage oder sogar Wochen anhält [6], ist ein erhebliches Hindernis für körperliches Trainingstraining bei Long-COVID. Bisher gibt es keine einheitlichen Trainingsempfehlungen für Menschen mit Long-COVID. Unser Ziel war es daher, praktische Trainingsempfehlungen für Personen mit langem COVID zu entwickeln, abhängig vom Vorliegen und Schweregrad der PEM.

Methodische Aspekte

Informationen zu Übungstrainingsverfahren bei Menschen mit langem COVID wurden aus drei verschiedenen Quellen gewonnen. Zunächst wurde im Juli 2023 eine systematische Literaturrecherche durchgeführt und im Januar 2024 aktualisiert. Die elektronische Suche erfolgte in der PubMed-Bibliothek mit einem Suchzeitraum von Januar 2020 bis Januar 2024 und den folgenden Schlüsselwörtern: „COVID“, „Post-„COVID“, „Long COVID“ und „Übung“. Wir schlossen Studien ein, in denen jegliche Art von körperlichem Trainingsprogramm bei Menschen mit anhaltenden Symptomen im Zusammenhang mit COVID eingesetzt wurde. Es gab keine Einschränkungen hinsichtlich der Studienmethodik (z

randomisiert, beobachtend, retrospektiv usw.). Im Rahmen des Studienauswahlprozesses überprüften zwei unabhängige Forscher (RG und DL) die Titel und Zusammenfassungen der Artikel, überprüften den vollständigen Text aller Artikel, die die Einschlusskriterien des ersten Screenings erfüllten, und extrahierten Daten aus den geeigneten Studien (Feige.1). Zweitens haben wir eine 48 Fragen umfassende Online-Umfrage darüber entwickelt, wie Bewegungstraining bei Menschen mit langem COVID eingeleitet und angepasst wird (zusätzliche Datei).1). Diese Umfrage wurde an internationale Long-COVID-Experten gesendet, die Studien zum Bewegungstraining bei Menschen mit Long-COVID veröffentlicht haben, um über die in Veröffentlichungen berichteten Details hinaus zusätzliche praktische Erfahrungen zu sammeln. Drittens werden praktische Erfahrungen aus den Expertenzentren der vier Autoren [7–9] nach der Behandlung von bisher mehr als 3500 Menschen mit Long-COVID wurden ebenfalls berücksichtigt, um praktische Trainingsempfehlungen zu erstellen.

Ergebnisse

Die Literaturrecherche ergab 46 Originalstudien, die Übungstrainingsprogramme bei Personen mit langem COVID untersuchten (extrahierte Informationen zu Übungstrainingsverfahren finden Sie in Tabelle).1). In den meisten Studien wurden drei bis fünf Trainingseinheiten pro Woche über einen Zeitraum von drei bis zwölf Wochen durchgeführt. Allerdings waren die Ansätze zur Übungsverordnung in der wissenschaftlichen Literatur sehr heterogen. Um die Trainingsintensität beim Ausdauertraining zu bestimmen, wurden verschiedene Methoden eingesetzt. Zehn Studien verwendeten einen Prozentsatz der Spitzenherzfrequenz, der zwischen 40 und 85 % lag. Acht Studien verwendeten Borg-Anstrengungswerte im Bereich von 3 bis 6 auf der 0–10-Punkte-Skala. Sieben Studien wandten einen Prozentsatz der Spitzenarbeitsquote an, der zwischen 20 und 70 % lag. In vier Studien wurde ein Prozentsatz der Herzfrequenzreserve verwendet, der zwischen 30 und 70 % lag. Zehn Studien berichteten nicht, wie sie die Intensität bestimmten, und sieben Studien verwendeten kein Ausdauertraining (Tabelle1). Zwanzig der 46 Studien (43 %) berichteten über die Sicherheit von körperlichem Training bei Menschen mit langem COVID (ohne PEM zu erwähnen). In keiner dieser Studien wurden irgendwelche belastungsbedingten unerwünschten Ereignisse dokumentiert. Allerdings berichteten 57 % der eingeschlossenen Studien nicht über die Prävalenz übungsbedingter unerwünschter Ereignisse. Darüber hinaus haben auch 14 Experten (aus 8 Ländern) an der Umfrage teilgenommen. Auch die Antworten dieser Experten waren sehr heterogen (z. B. Ausdauertrainingsintensität).

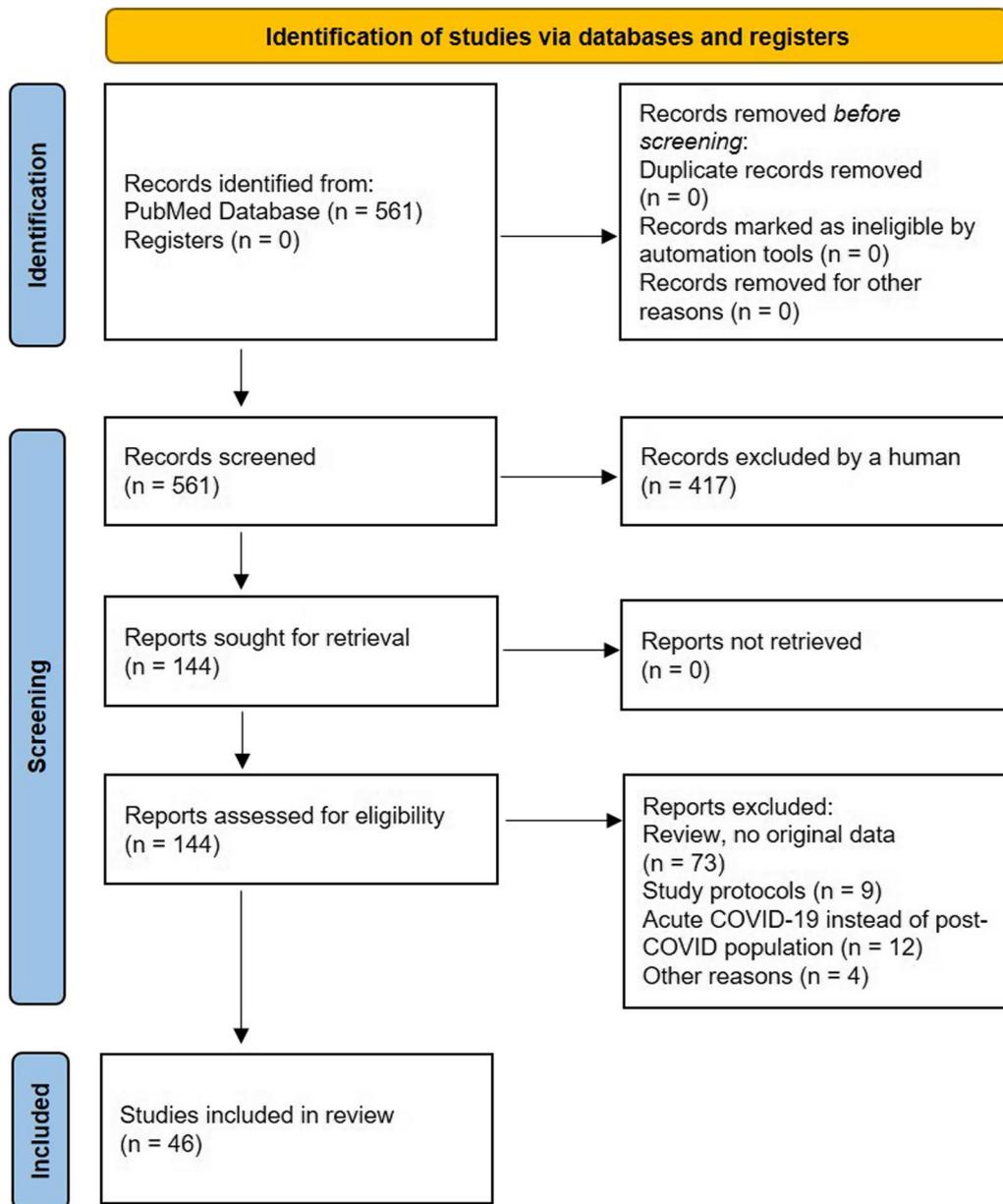


Abb. 1 Flussdiagramm zur Literatursuche

lag zwischen 30 und 70 % der Spitzenherzfrequenz oder 30–60 % der Spitzenarbeitsfrequenz. Basierend auf der Literaturrecherche, der Expertenbefragung und den umfangreichen eigenen Erfahrungen der Autoren wurde ein Vorschlag für praktische Übungsempfehlungen für Menschen mit Long-COVID, stratifiziert nach Vorliegen, Häufigkeit, Schweregrad und Dauer von PEM, entwickelt (Abb.2).

Vor Beginn eines Trainingsprogramms sollte eine Herz- und Lungenuntersuchung durchgeführt werden, um mögliche Kontraindikationen für das Training auszuschließen. Ein weiterer entscheidender Aspekt vor der Verschreibung von körperlichem Training ist die Beurteilung einer PEM (durch klinische Befragung und bei Verdacht auf PEM).

unter Verwendung des DePaul Symptom Questionnaire-Post-Exertional Malaise, DSQ-PEM) [54]. PEM ist auch das Hauptsymptom der myalgischen Enzephalomyelitis/des chronischen Müdigkeitssyndroms (ME/CFS) und daher sollten bei langen COVID-Fällen mit PEM die diagnostischen ME/CFS-Kriterien (kanadische Konsens- oder IOM-Kriterien) überprüft werden [55,56]. Wenn keine Anzeichen einer PEM vorliegen, kann ein „konventionelles“ Trainingsprogramm verwendet werden, das mäßiges bis intensives Ausdauer- und Krafttraining kombiniert. Wenn Menschen jedoch nach täglicher körperlicher Aktivität PEM entwickeln, ist eine individuelle Aktivitätsmanagementstrategie namens Pacing erforderlich

Tabelle 1 Übersicht über Übungsverordnungen in Studien, die Übungsstrahlungsprogramme bei Personen mit langem COVID untersuchen

Studie	Referenz <small>NEIN</small>	Einbeziehung von Leute mit langes COVID und Müdigkeit Symptome?	Bewerten für PEM?	Modalitäten des Ausdauertrainings			Krafttraining Modalitäten		IMT-Modalitäten		Ausbildung- verwandt ernst nachteilig <small>Veranstaltungen</small>
				Intensität	Kontinuierlich oder Intervall Ausbildung Modus	Intervall Modalität	Gesamt Dauer <small>(Mindest)</small>	Intensität	Sets und Wiederholungen	Intensität	
Liu et al. 2020	[10]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	N/A				N/A	60 % P1max	3 × 10 Wiederholungen	Nicht gemeldet
Glöckl et al. 2021	[7]	Ja	Nicht gemeldet	60–70 % PWR	CT	–	10–20 Min	15–20 RM	N/A	3 × 15–20 <small>Wiederholungen</small>	Kein Nachteil <small>Veranstaltungen</small>
Daynes et al. 2021	[11]	Ja	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet		–	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	N/A		Kein Nachteil <small>Veranstaltungen</small>
Abodonya et al. 2021	[12]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	N/A				N/A	50 % des MIP	6 × 5 Min	Nicht gemeldet
Dalbosco-Salas et al. 2021	[13]	Ja	Nicht gemeldet	Borg 3–6 (Skala 0–10)	CT	–	20–30 Min	N/A	N/A		Nicht gemeldet
Martin et al. 2021	[14]	Ja	Nicht gemeldet	Borg 6 (Skala 0–10)	CT	–	30 Minuten	8–12 RM	N/A	3 × 8–12 Wiederholungen	Kein Nachteil <small>Veranstaltungen</small>
Nambi et al. 2021	[15]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	40–60 % bzw 60–80 % der Spitzen-HR	CT	–	30 Minuten	10RM	N/A	3 × 10 Wiederholungen	Nicht gemeldet
Stavrou et al. 2021	[16]	Ja	Nicht gemeldet	75 % der Spitze <small>Personalkaren</small>	CT	–	50 Min	Nicht gemeldet	N/A	2 × 12 Wiederholungen	Nicht gemeldet
Mohamed et al. 2021	[17]	Ja	Nicht gemeldet	60–75 % der Spitzen-HR	CT	–	30 Minuten	N/A	N/A		Nicht gemeldet
Betschart et al. 2021	[18]	Ja	Nicht gemeldet	20–30 % PWR	CT	–	30 Minuten	50–85 % des 1RM	3 × 10–12 <small>Wiederholungen</small>	N/A	Kein Nachteil <small>Veranstaltungen</small>
Hayden et al. 2021	[19]	Ja	Nicht gemeldet	Borg 4–6 (Skala 0–10)	CT	–	30–60 Min	12 RM	N/A	3 × 12 Wiederholungen	Nicht gemeldet
Spielmanns et al. 2021	[20]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	55–70 % der Spitzen-HR	ES	30–60 s	10–30 Min	12 RM	N/A	3 × 12 Wiederholungen	Nicht gemeldet
Udina et al. 2021	[21]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	Borg 3–5 (Skala 0–10)	CT	–	15 Minuten	30–80 % von 1RM	N/A	2 × 10 Wiederholungen	Nicht gemeldet
Zampogna et al. 2021	[22]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	Borg 4–5 (Skala 0–10)	CT	–	20–30 Min	N/A	N/A		Nicht gemeldet
Bouteleux et al. 2021	[23]	Ja	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	–	–	–	Nicht gemeldet	N/A	–	Nicht gemeldet
Albu et al. 2021	[24]	Ja	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	CT	–	20–30 Min	12 RM	30 % P1max	3 × 12 Wiederholungen	Nicht gemeldet
Al Chikhanie et al. 2021	[25]	Ja	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	–	–	–	Nicht gemeldet	N/A	–	Nicht gemeldet

Tabelle 1(Fortsetzung)

Studie	Referenz <small>NEIN</small>	Einbeziehung von Leute mit langes COVID und Müdigkeit Symptome?	Bewerten für PEM?	Modalitäten des Ausdauertrainings			Krafttraining Modalitäten		IMT-Modalitäten		Ausbildung- verwandt ernst nachteilig Veranstaltungen	
				Intensität	Kontinuierlich oder Intervall Ausbildung Modus	Intervall Modalität	Gesamt Dauer (Minuten)	Intensität	Sets und Wiederholungen	Intensität		Dauer
Besnier <i>et al.</i> 2022	[26]	Ja	Nicht gemeldet	CT	–	–	30 Minuten	40 % von 1RM	3 × 10 Wiederholungen	Nicht gemeldet	3 × 10 Wiederholungen	Nicht gemeldet
Jimeno-Almazan <i>et al.</i> 2022	[27]	Ja	Nicht gemeldet	ES	4–6 × 3–5 Min	erste Beatmung tony thresh- alt (VT1)	30 Minuten	50 % von 1RM	3 × 8 Wiederholungen	N/A	3 × 8 Wiederholungen	Kein Nachteil Veranstaltungen
Li <i>et al.</i> 2022	[28]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	CT	–	40–60 % von HRR	45–60 Min	N/A	N/A	N/A	N/A	Kein Nachteil Veranstaltungen
Capin <i>et al.</i> 2022	[29]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	ES	10 s bis 5 min	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	8 RM	1 × 8 Wiederholungen	N/A	1 × 8 Wiederholungen	Kein Nachteil Veranstaltungen
McNarry <i>et al.</i> 2022	[30]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	–	N/A	N/A	N/A	N/A	> 80 % von P1max	6 × 6 Wiederholungen	Nicht gemeldet
Nopp <i>et al.</i> 2022	[8]	Ja	Nicht gemeldet	ES	60 Sek	30–70 % PWR	20 Minuten	8–15RM	3 × 8–15 Wiederholungen	80 % P1max	1 × 20 Wiederholungen	Kein Nachteil Veranstaltungen
Contreras-Briceno <i>et al.</i> 2022	[31]	Ja	Nicht gemeldet	CT	–	30–60 % von HRR	40–60 Min	N/A	N/A	N/A	N/A	Nicht gemeldet
Hockele <i>et al.</i> 2022	[32]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	CT	–	Nicht gemeldet	20 Minuten	"Licht zu intensiv"	3 × 10 Wiederholungen	30 % P1max	–	Nicht gemeldet
Teixeira Mach Amaral <i>et al.</i> 2022	[33]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	CT	–	Borg 11–13 (Skala 6–20)	30 Minuten	Borg 15–17 (Skala 6–20)	3 × 15–20 Wiederholungen	N/A	N/A	Kein Nachteil Veranstaltungen
Palau <i>et al.</i> 2022	[34]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	N/A	–	N/A	N/A	N/A	N/A	30 % P1max	20 Minuten	Kein Nachteil Veranstaltungen
Estebanez-Pérez <i>et al.</i> 2022	[35]	Ja	Nicht gemeldet	CT	–	Nicht gemeldet	20–30 Min	Nicht gemeldet	3 × 8–12 Wiederholungen	N/A	N/A	Kein Nachteil Veranstaltungen
Rutkowski <i>et al.</i> 2022	[36]	Ja	Nicht gemeldet	CT	–	60–80 % von Submaxi- mal HR	30 Minuten	Nicht gemeldet	–	N/A	N/A	Nicht gemeldet
Corna <i>et al.</i> 2022	[37]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	CT	–	55–85 % der Spitzen-HR	20 Minuten	N/A	N/A	N/A	N/A	Kein Nachteil Veranstaltungen

Tabelle 1(Fortsetzung)

Studie	Referenz <small>NEIN</small>	Einbeziehung von Leute mit langes COVID und Müdigkeit Symptome?	Bewerten für PEM?	Modalitäten des Ausdauertrainings			Krafttraining Modalitäten		IMT-Modalitäten		Ausbildung- verwandt ernst nachteilig Veranstaltungen
				Intensität	Kontinuierlich oder Intervall Ausbildung Modus	Intervall Modalität	Gesamt Dauer <small>(Minuten)</small>	Intensität	Sets und Wiederholungen	Intensität	
Vitacca et al. 2022	[38]	Ja	Nicht gemeldet	70 % PWR oder 100 % / 40 % PWR	CT und IT	-	-	N/A	N/A	N/A	Kein Nachteil Veranstaltungen
Asimakos et al. 2023	[39]	Ja	Nicht gemeldet	50 % PWR	ES	30 Sekunden	30 Minuten	60-70 % von 1RM	3 x 10 Wiederholungen	N/A	Kein Nachteil Veranstaltungen
Ostrowska et al. 2023	[40]	Ja	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	-	-	Nicht gemeldet	-	-	N/A	Nicht gemeldet
Jimeno-Almazan et al. 2023	[41]	Ja	Nicht gemeldet	70-80 % von HRR vs. 55-65 % von HRR	CT und IT	-	-	-	-	N/A	Kein Nachteil Veranstaltungen
Spielmanns et al. 2023	[42]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	55-70 % der Spitzen-HR	ES	30-60 s	10-30 Min	12 RM	3 x 12 Wiederholungen	N/A	Nicht gemeldet
Colas et al. 2023	[43]	Nicht gemeldet	PEM war exklusiv sonskriterien	Nicht gemeldet	-	-	90 Min	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	N/A	Nicht gemeldet
Alsharida et al. 2023	[44]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	60-80 % der Spitzen-HR	CT	-	20-30 Min	10 RM	3 x 10 Wiederholungen	N/A	Kein Nachteil Veranstaltungen
Ghasemi et al. 2023	[45]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	N/A	-	-	N/A	65-75 % von 1RM	12-15 Wiederholungen	N/A	Nicht gemeldet
Minko et al. 2023	[46]	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	CT und IT	Nicht gemeldet	90 Min	70-85 % von 1RM	8-12 Wiederholungen	N/A	Nicht gemeldet
Espinoza-Bravo et al. 2023	[47]	Ja	Nicht gemeldet	Borg-Dyspnoe Punktzahl 4 (Skala 0-10)	CT	-	25-45 Min	Nicht gemeldet	2-3 x 10 Wiederholungen	N/A	Kein Nachteil Veranstaltungen
Mooren et al. 2023	[48]	Ja	Nicht gemeldet	50 % oder 60 %/30 % PWR	CT und IT	50-100 s	18 Min	N/A	N/A	N/A	Nicht gemeldet
Del Corral et al. 2023	[49]	Ja	Nicht gemeldet	N/A	-	-	N/A	N/A	N/A	N/A	Kein Nachteil Veranstaltungen
Rodriguez-Blanco et al. 2023	[50]	Ja	Nicht gemeldet	N/A	-	-	N/A	Nicht gemeldet 12 Wiederholungen	Nicht gemeldet 12 Wiederholungen	N/A	Nicht gemeldet

Tabelle 1(Fortsetzung)

Studie	Referenz <small>NEN</small>	Einbeziehung von Leute mit langes COVID und Müdigkeit Symptome?	Bewerten für PEM?	Modalitäten des Ausdauertrainings			Gesamt Dauer (Mindest)	Krafttraining Modalitäten		IMT-Modalitäten		Ausbildung- verwandt ernst nachteilig Veranstaltungen
				Intensität	Kontinuierlich oder Intervall Ausbildung Modus	Intervall Modalität		Intensität	Intensität	Sets und Wiederholungen	Intensität	
Romanet et al. 2023	[51]	Ja	Nicht gemeldet	60–70 % von PWR oder Borg-Dysp- nea 4–6 (Skala 0–10)	CT	15–60 Min	Ausbildung bis Muskel Ermüdung	4 × 6–12 Wiederholungen	N/A	Nicht gemeldet		
Kerling et al. 2024	[52]	Ja	Nicht gemeldet	60–75 % der Spitzen-HR	CT		Nicht gemeldet	Nicht gemeldet	N/A	Nicht gemeldet		
Pietranis et al. 2024	[53]	Ja	Nicht gemeldet	45–55 % der Spitzen-HR oder 70–80 % der Spitzen-HR	CT und IT	15–45 Min	Nicht gemeldet	8–12 Wiederholungen	45–80 % von P1max	6 × 6 Wiederholungen	Kein Nachteil Veranstaltungen	

6MWT – 6-Minuten-Gehtest, CT – kontinuierliches Ausdauertraining, HR – Herzfrequenz, HRR – Herzfrequenzreserve, IMT – inspiratorisches Muskeltraining, IT – Intervallausdauertraining, MIP – maximaler Inspirationsdruck, NA – nicht angewendet, P1max – maximaler Inspirationsdruck, PEM – Unwohlsein nach Belastung, PWR – Spitzenarbeitsfrequenz, Ref – Referenz, RM – Wiederholungsmaximum, Wiederholungen – Wiederholungen, Sek – Sekunden

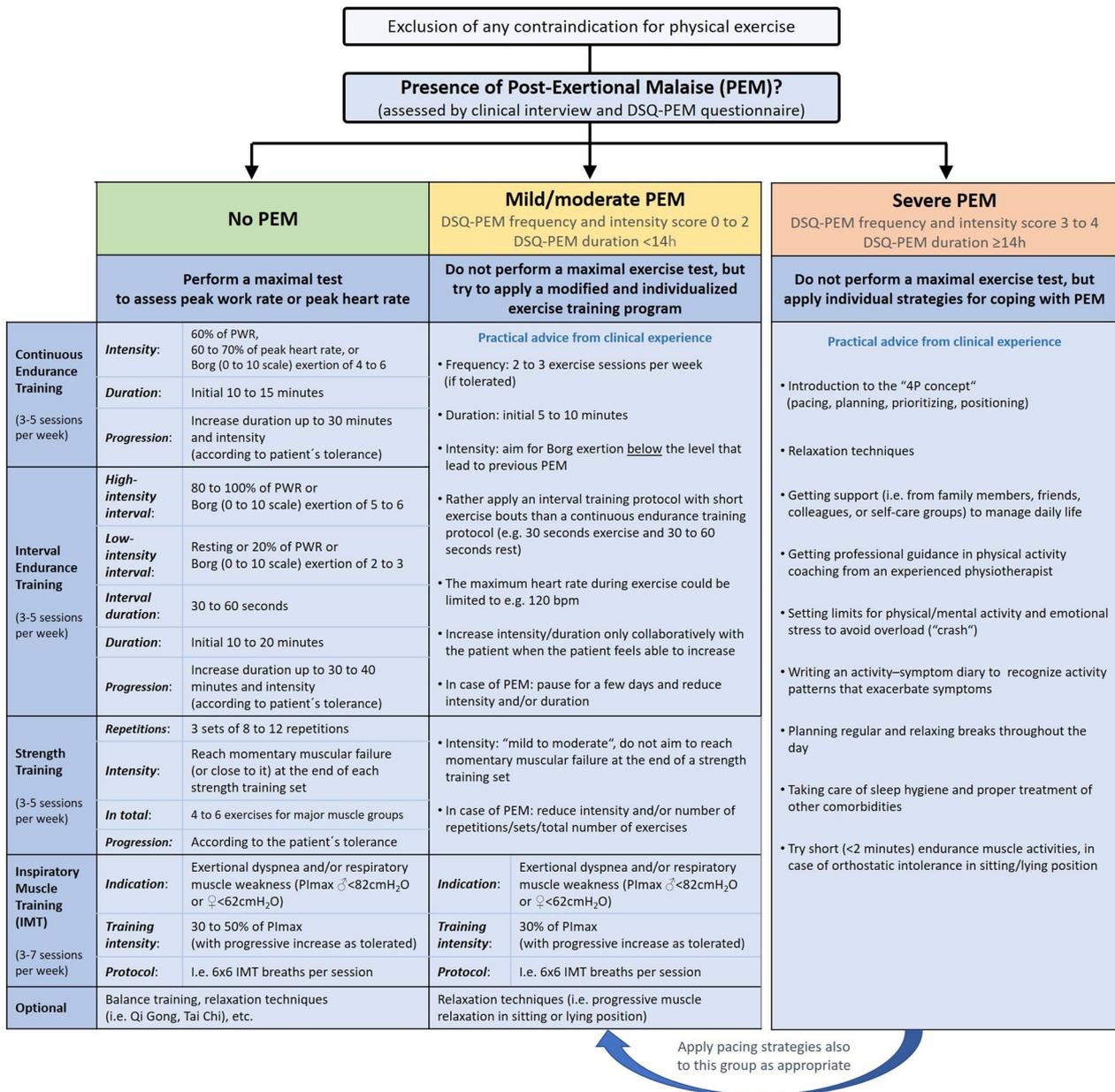


Abb. 2 Ein Best-Practice-Vorschlag für Trainingsempfehlungen bei Patienten mit langem COVID (Schläge pro Minute = Schläge pro Minute, DSQ-PEM = DePaul Symptom Questionnaire-Post-Exertional Malaise, IMT = inspiratorisches Muskeltraining, P_{lmax} = maximaler inspiratorischer Druck, PWR = Spitzenarbeit). Rate)

oder Wartung der Energiehülle [57] sollte angewendet werden (Abb.2).

Diskussion

Basierend auf einer Mischung aus wissenschaftlicher Literatur, einer internationalen Expertenbefragung und unseren eigenen praktischen Erfahrungen haben wir Best-Practice-Empfehlungen für das Bewegungstraining bei Menschen mit Long-COVID präsentiert. Wir glauben, dass die Unterscheidung, ob Menschen mit langem COVID in der Vergangenheit an PEM erkrankt sind und/oder nach körperlicher Betätigung PEM entwickeln, von entscheidender Bedeutung ist

wichtige Überlegung hinsichtlich der Anpassung von Trainingsprogrammen. Wenn Probanden mit langem COVID kein PEM entwickeln, könnte wie bei gesunden, untrainierten Personen ein ziemlich regelmäßiges Fitnesstrainingsprogramm mit kombiniertem Ausdauer- und Krafttraining angewendet werden. Wenn Menschen eine leichte bis mittelschwere PEM entwickeln, kann ein modifiziertes Trainingsprogramm verwendet werden (abhängig von der individuellen Verträglichkeit). Bei Menschen mit langem COVID und schwerem PEM sollte der Schwerpunkt auf Stimulationsstrategien liegen, die denen ähneln, die bei Patienten mit ME/CFS angewendet werden.

Im Januar 2023 schlug die Weltgesundheitsorganisation (WHO) vor, dass Menschen mit langem COVID und erheblichen Auswirkungen auf die Alltagsfunktionen an Rehabilitationsdienste überwiesen werden sollten [58,59]. Es gab auch eine Empfehlung, dass das Vorliegen von PEM eine Änderung der Eingriffe erforderlich macht, ohne weitere Einzelheiten zu nennen [58]. Die WHO sowie das Cochrane Institute kamen zu dem Schluss, dass es derzeit keine direkten Belege für die Wirksamkeit der Rehabilitation in der Untergruppe der Menschen mit Long-COVID und PEM gibt [58,60]. Unsere Literaturrecherche stützt diese Aussagen, da keine der 46 Studien speziell über PEM berichtete (Tabelle 1). Allerdings gaben 12 von 14 Umfrageteilnehmern an, dass Personen mit langer COVID-Erkrankung auf PEM untersucht werden sollten.

Eine Erkrankung, bei der PEM eine wichtige Rolle spielt, ist ME/CFS. Die aktualisierte NICE-Leitlinie 2021 für ME/CFS empfiehlt jedoch keine abgestufte Bewegungstherapie (GET) mehr [61] mehr (im Vergleich zur vorherigen Leitlinienversion). GET ist definiert als „zuerst die Festlegung der Basiswerte für erreichbare sportliche Betätigung oder körperliche Aktivität einer Person und anschließende feste schrittweise Steigerungen der Zeit, die sie mit körperlicher Aktivität verbringt, einschließlich der Aufsicht durch einen Physiotherapeuten in einem ME/CFS-Spezialistenteam“ [6]. Bisher wurden in Studien, die GET als Intervention bei Patienten mit ME/CFS untersuchten, auch sehr heterogene Trainingsansätze verwendet (z. B. Intensität bei 50 % der Spitzenherzfrequenz, bei 70 % der anaeroben Schwelle oder einfach der Ratschlag „beginnen bei ...“) ein Niveau, von dem Patienten glauben, dass sie es schaffen können“) [62]. Dieser Paradigmenwechsel in der NICE-Leitlinie bezüglich GET führte auch zu einer kontroversen Debatte über die Rolle des körperlichen Trainings [63–65]. Es wird jedoch als gesunder Menschenverstand angesehen, dass bei Patienten mit PEM die Aktivitätsmanagementstrategien sorgfältig angepasst werden müssen, um die individuellen Bedürfnisse und Grenzen jedes Einzelnen widerzuspiegeln [66,67]. Wir schlagen daher bei Patienten mit leichter/mittelschwerer PEM einen individualisierten und symptombezogenen Ansatz anstelle von GET mit einer festen Progression der Belastungsbelastung vor. Unsere Empfehlung zur Stimulation (Aufrechterhaltung der Energiehülle) bei schwerer PEM basiert auf einer aktuellen britischen Studie, die zeigt, dass ein strukturiertes Stimulationsprotokoll die Inzidenz von PEM deutlich reduziert und den Allgemeinzustand von Patienten mit langer COVID-19-Erkrankung verbessert [68]. Das Screening und die Bewertung von PEM erwiesen sich als nützliches Verfahren zur Beurteilung der Verträglichkeit bestimmter Interventionen bei Patienten mit chronischer Müdigkeit [69]. Es wurde gezeigt, dass Pacing mit besseren Ergebnissen bei der Behandlung von Menschen mit langem COVID verbunden ist [70] und kann besonders für Personen mit höherer verfügbarer Energie von Vorteil sein, die über ihre Energiegrenzen hinausgehen [57]. Da bei Menschen mit leichter bis mittelschwerer PEM das Risiko besteht, dass sie häufiger, schwerer und länger anhaltend an PEM erkranken, das täglich ausgelöst wird

Aktivitäten müssen sie sorgfältig angeleitet werden, um so aktiv wie möglich zu bleiben und gleichzeitig „Unfälle“ aufgrund zu großer Anstrengung zu vermeiden [57].

Eine Einschränkung unserer Literaturrecherche besteht darin, dass wir nur eine einzige Datenbank (PubMed) verwendet haben. Unsere Literaturrecherche war jedoch nicht darauf ausgelegt, einen Nachweis der Wirksamkeit zu erbringen. Vielmehr wollten wir Ansätze zum Bewegungstraining bei Menschen mit langem COVID vergleichen, und diese erwiesen sich als sehr heterogen. Eine weitere Einschränkung unseres Vorschlags besteht darin, dass der Nachweis der Wirksamkeit unserer Empfehlungen bei Menschen mit langem COVID bisher begrenzt ist. Darüber hinaus könnten für Kinder mit Long-COVID andere Empfehlungen erforderlich sein. Einige einzelne Komponenten unserer praktischen Empfehlungen wurden jedoch bereits in spezifischen klinischen Studien untersucht und haben sich bei vielen Menschen mit langer COVID-19-Erkrankung als vorteilhaft und sicher erwiesen (z. B. Intervall-Ausdauertraining [38] oder inspiratorisches Muskeltraining [30]).

Abschluss

In unserem Best-Practice-Vorschlag haben wir die wissenschaftliche Literatur und internationale Expertenerfahrungen zusammengeführt, um ein homogeneres Bewegungstrainingskonzept für Menschen mit langem COVID vorzuschlagen, stratifiziert nach Vorliegen und Schweregrad der PEM. Diese Empfehlungen können allen medizinischen Fachkräften auf der ganzen Welt als Orientierungshilfe bei der Einführung und Anpassung von Trainingsprogrammen bei Long-COVID-Patienten dienen.

Abkürzungen

6MWT	6-Minuten-Gehtest
CT	Kontinuierliches Ausdauertraining
DSQ-PEM	DePaul-Symptomfragebogen – Unwohlsein nach Belastung
<small>Personalwesen</small>	Herzfrequenz
HRR	Herzfrequenzreserve
IMT	Inspiratorisches Muskeltraining.
ES	Intervall-Ausdauertraining
ME/CFS	Myalgische Enzephalomyelitis/chronisches Müdigkeitssyndrom
<small>N / A</small>	Nicht anwendbar
PImax	Maximaler Inspirationsdruck.
PEM	Unwohlsein nach Belastung.
PWR	Höchste Arbeitsleistung
<small>Vertreter</small>	Wiederholungen
Ref	Verweise
RM	Wiederholungsmaximum
Sek	Sekunden
WER	Weltgesundheitsorganisation

Ergänzende Angaben

Die Online-Version enthält ergänzendes Material, das unter verfügbar ist <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00695-8>.

Zusatzdatei 1. Ergänzender Materialanhang S1.

Danksagungen

Die Autoren danken allen Experten, die an der Umfrage teilgenommen haben. Wir danken den Teilnehmern für den Austausch ihres Wissens und ihrer Erfahrungen, die medizinisches Fachpersonal weltweit durch die Bereitstellung von Übungstraining für Patienten mit langem COVID unterstützen können. Die folgenden Experten haben an der Umfrage teilgenommen und zugestimmt

Hier genannt (in alphabetischer Länderreihenfolge): Ralf H. Zwick (Österreich), Vinicius Maldaner (Brasilien), Florent Besnier (Kanada), Enya Daynes (England), Rainer Gloeckl (Deutschland), Gopal Nambi (Saudi-Arabien), Carlos Bernal Utrera (Spanien), Joan Ars Ricart (Spanien), Marc Spielmanns (Schweiz), Spencer Rezek (Schweiz) und Daudi Jjinga (Uganda).

Autorenbeiträge

Alle Autoren haben zur Konzeption und Gestaltung der Studie beigetragen. Die Datenerhebung für die Überprüfung und die Umfrage wurde von RG durchgeführt. Die Dateninterpretation wurde von allen Autoren durchgeführt. Der erste Entwurf des Manuskripts wurde von RG verfasst. Alle Autoren kommentierten nachfolgende Versionen des Manuskripts. Alle Autoren haben das endgültige Manuskript gelesen und genehmigt.

Finanzierung

Open-Access-Förderung ermöglicht und organisiert durch Projekt DEAL. Die Autoren erhielten für die eingereichten Arbeiten keine Förderung oder Unterstützung von irgendeiner Organisation.

Verfügbarkeit von Daten und Materialien

Alle während der aktuellen Studie (systematische Überprüfung und Online-Umfrage) generierten Daten sind im Manuskript und/oder im Online-Supplement verfügbar.

Erklärungen

Ethische Genehmigung und Zustimmung zur Teilnahme

Unzutreffend.

Einwilligung zur

Veröffentlichung Unzutreffend.

Konkurrierende Interessen

Die Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Angaben zum Autor

1Abteilung für Lungenrehabilitation, Philipps-Universität Marburg, Marburg, Deutschland.2Institut für Lungenrehabilitationsforschung, Schön Klinik Berchtesgadener Land, Schönau am Königssee, Deutschland.3Therme Wien Med, Ludwig Boltzmann Institut für Rehabilitationsforschung, Wien, Österreich.4 Kinderkrankenhaus, Medizinische Fakultät, Technische Universität von München, München, Deutschland.5Deutsches Zentrum für Infektionsforschung (DZIF), Berlin, Deutschland.6Institut für Medizinische Immunologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, korporatives Mitglied der Freien Universität Berlin und der Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland.7Lehrkrankenhaus, Paracelsus Medizinische Universität Salzburg, Salzburg, Österreich.

Eingegangen: 24. Oktober 2023 Angenommen: 5. März 2024

Published online: 24 April 2024

Verweise

- SCHÖN. COVID-19-Schnelleitlinie: Bewältigung der langfristigen Auswirkungen von COVID-19. 2024.www.nice.org.uk/guidance/ng188.
- Nalbandian A, Desai AD, Wan EY. Zustand nach COVID-19. *Annu Rev Med*. 2023;74:55–64.
- Oliveira MR, et al. Einfluss der Lungenrehabilitation auf körperliche Leistungsfähigkeit, Dyspnoe, Müdigkeit und periphere Muskelkraft bei Patienten mit Post-COVID-19-Syndrom: eine systematische Überprüfung und Metaanalyse.*Arch Phys Med Rehabil* 2024.
- Ahmed I, et al. Auswirkung von Lungenrehabilitationsansätzen auf Dyspnoe, körperliche Leistungsfähigkeit, Müdigkeit, Lungenfunktionen und Lebensqualität bei Patienten mit COVID-19: eine systematische Überprüfung und Metaanalyse. *Arch Phys Med Rehabil*. 2022;103(10):2051–62.
- Arienti C, et al. Rehabilitation und COVID-19: systematische Überprüfung durch Cochrane Rehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2023;59(6):800–18.
- NICE-Leitlinie – Myalgische Enzephalomyelitis/chronisches Müdigkeitssyndrom: Diagnose und Behandlung. 2021.www.nice.org.uk/guidance/ng206.
- Gloeckl R, et al. Vorteile der Lungenrehabilitation bei COVID-19: eine prospektive Beobachtungskohortenstudie. *ERJ Open Res*. 2021;7(2):00108–2021.
- Nopp S, et al. Die ambulante Lungenrehabilitation bei Patienten mit langem COVID verbessert die körperliche Leistungsfähigkeit, den Funktionsstatus, Atemnot, Müdigkeit und die Lebensqualität. *Respir Int Rev Thorac Dis*. 2022;101(6):593–601.
- Gloeckl R, et al. Verschreibung und Anpassung von Bewegungstraining bei chronischen Atemwegserkrankungen – EXPERTENbasierte praktische Empfehlungen. *Pulmonologie*. 2023;29:306–14.
- Liu K, et al. Respiratorische Rehabilitation bei älteren Patienten mit COVID-19: eine randomisierte kontrollierte Studie. *Ergänzen Sie Ihre Klinikpraxis*. 2020;39:101166.
- Daynes E, et al. Frühe Erfahrungen mit der Rehabilitation von Personen nach COVID zur Verbesserung der Müdigkeit, Atemnot, der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Kognition – eine Kohortenstudie. *Chronische Atemdis*. 2021;18:14799731211015692.
- Abodonya AM, et al. Inspiratorisches Muskeltraining für genesene COVID-19-Patienten nach Entwöhnung von der mechanischen Beatmung: eine klinische Pilot-Kontrollstudie. *Medizin*. 2021;100(13):e25339.
- Dalbosco-Salas M, et al. Wirksamkeit eines Telerehabilitationsprogramms in der Grundversorgung für Post-COVID-19-Patienten: eine Machbarkeitsstudie. *J Clin Med*. 2021;10(19):4428.
- Martin I, et al. Nachverfolgung der funktionellen Belastbarkeit bei Patienten mit COVID-19: Sie wird durch Telerehabilitation verbessert. *Respir Med*. 2021;183:106438.
- Nambi G, et al. Vergleichende Wirksamkeitsstudie von niedrig- und hochintensivem Aerobic-Training mit Krafttraining bei in Wohngemeinschaften lebenden älteren Männern mit Post-COVID-19-Sarkopenie: eine randomisierte kontrollierte Studie. *Klinik Rehabil*. 2022;36(1):59–68.
- Stavrou VT, et al. Achtwöchige unbeaufsichtigte Lungenrehabilitation bei zuvor hospitalisierten Patienten mit einer SARS-CoV-2-Infektion. *J Pers Med*. 2021;11(8):806.
- Mohamed AA, Alawna M. Die Wirkung von Aerobic-Übungen auf Immunbiomarker sowie die Schwere und das Fortschreiten der Symptome bei Patienten mit COVID-19: eine randomisierte Kontrollstudie. *J Bodyw Mov Ther*. 2021;28:425–32.
- Betschart M, et al. Machbarkeit eines ambulanten Trainingsprogramms nach COVID-19. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(8):3978.
- Hayden MC, et al. Wirksamkeit eines dreiwöchigen stationären Lungenrehabilitationsprogramms für Patienten nach COVID-19: eine prospektive Beobachtungsstudie. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(17):9001.
- Spielmanns M, et al. Auswirkungen einer umfassenden Lungenrehabilitation bei schweren Post-COVID-19-Patienten. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:2695.
- Udina C, et al. Rehabilitation bei erwachsenen Post-COVID-19-Patienten in der Postakutversorgung mit therapeutischer Bewegung. *J Gebrechliches Altern*. 2021;10(3):297–300.
- Zampogna E, et al. Lungenrehabilitation bei Patienten, die sich von COVID-19 erholen. *Respir Int Rev Thorac Dis*. 2021;100(5):416–22.
- Bouteleux B, et al. Atemwegsrehabilitation bei Covid-19-bedingter anhaltender Dyspnoe: eine einjährige Erfahrung. *Respir Med*. 2021;189:106648.
- Albu S, et al. Multidisziplinäre ambulante Rehabilitation von körperlichen und neurologischen Folgen und anhaltenden Symptomen von Covid-19: eine prospektive, beobachtende Kohortenstudie. *Behindertenrehabilitation*. 2022;44(22):6833–40.
- Al Chikhanie Y, et al. Wirksamkeit der Lungenrehabilitation bei Patienten mit COVID-19-Atemversagen nach der Intensivstation. *Respir Physiol Neurobiol*. 2021;287:103639.
- Besnier F, et al. Kardiopulmonale Rehabilitation bei Langzeit-COVID-19-Patienten mit anhaltender Atemnot und Müdigkeit: die COVID-Reha-Studie. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(7):4133.
- Jimeno-Almazán A, et al. Rehabilitation für Post-COVID-19-Erkrankungen durch eine überwachte Übungsintervention: eine randomisierte kontrollierte Studie. *Scand J Med Sci Sports*. 2022;32:1797–801.
- Li J, et al. Ein Telerehabilitationsprogramm für COVID-19-Patienten nach der Entlassung (TERECO): eine randomisierte kontrollierte Studie. *Thorax*. 2022;77(7):697–706.
- Capin JJ, et al. Sicherheit, Durchführbarkeit und anfängliche Wirksamkeit eines App-gestützten Telerehabilitationsprogramms (AFTER) für COVID-19-Überlebende: eine randomisierte Pilotstudie. *BMJ offen*. 2022;12(7):e061285.
- McNarry MA, et al. Inspiratorisches Muskeltraining verbessert die Erholung nach COVID-19: eine randomisierte kontrollierte Studie. *Eur Respir J*. 2022;60(4):2103101.

31. Contreras-Briceno F, et al. Exzentrisches Training in der Lungenrehabilitation von Post-COVID-19-Patienten: eine Alternative zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit, Entzündungen und oxidativem Stress. *Biologie*. 2022;11(10):1446.
32. Hocke LF, et al. Lungen- und Funktionsrehabilitation verbessert die Funktionsfähigkeit, Lungenfunktion und Atemmuskulatur bei Patienten nach COVID-19: klinische Pilotstudie. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(22):14899.
33. Teixeira DOAV, et al. Kardiovaskuläre, respiratorische und funktionelle Auswirkungen von Heimtraining nach einem COVID-19-Krankenhausaufenthalt. *Med Sci Sportübung*. 2022;54(11):1795–803.
34. Palau P, et al. Auswirkung eines Heimtrainingsprogramms für die Inspirationsmuskulatur auf die Funktionsfähigkeit bei postentlassenen Patienten mit langem COVID: die InsCOVID-Studie. *BMJ Open Respir Res*. 2022;9(1):e001439.
35. Estebanez-Perez MJ, Pastora-Bernal JM, Martin-Valero R. Die Wirksamkeit einer vierwöchigen digitalen Physiotherapie-Intervention zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit und Einhaltung der Intervention bei Patienten mit langer COVID-19-Erkrankung. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(15):9566.
36. Rutkowski S, et al. Wirksamkeit eines stationären, auf virtueller Realität basierenden Lungenrehabilitationsprogramms bei COVID-19-Patienten auf Symptome von Angstzuständen, Depressionen und Lebensqualität: vorläufige Ergebnisse einer randomisierten kontrollierten Studie. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(24):16383.
37. Corna S, et al. Auswirkungen von Aerobic-Training bei Patienten mit subakutem COVID-19: eine randomisierte kontrollierte Machbarkeitsstudie. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(24):16383.
38. Vitacca M, et al. Intermittierendes versus gleichwertiges Zyklusstraining mit konstanter Belastung bei COVID-19-Patienten. *Pulmonologie*. 2022;28(4):312–4.
39. Asimakos A, et al. Additiver Nutzen der Rehabilitation für den körperlichen Zustand, die Symptome und die psychische Gesundheit nach einem Krankenhausaufenthalt wegen schwerer COVID-19-Pneumonie. *BMJ Open Respir Res*. 2023;10(1):e001377.
40. Ostrowska M, et al. Auswirkungen eines multidisziplinären Rehabilitationsprogramms bei Patienten mit langer COVID-19-Erkrankung: Post-COVID-19-Rehabilitationsstudie (PCR SIRIO 8). *J Clin Med*. 2023;12(2):420.
41. Jimeno-Almazan A, et al. Auswirkungen eines gleichzeitigen Trainings, Atemmuskulübungen und Empfehlungen zum Selbstmanagement auf die Genesung von Post-COVID-19-Erkrankungen: die RECOVE-Studie. *J Appl Physiol*. 2023;134(1):95–104.
42. Spielmanns M, et al. Ergebnisse der Lungenrehabilitation von postakuten COVID-19-Patienten während verschiedener Wellen der Pandemie. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(10):5907.
43. Colas C, et al. Körperliche Aktivität bei Long-COVID: Eine vergleichende Studie zum Nutzen von körperlicher Rehabilitation bei Patienten mit Long-COVID, koronarer Herzkrankheit und Fibromyalgie. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(15):6513.
44. Alsharidah AS, et al. Ein pulmonales Telerehabilitationsprogramm verbessert die körperliche Leistungsfähigkeit und Lebensqualität junger Frauen nach einer COVID-19-Erkrankung. *Ann Rehabil Med*. 2023;47(6):502–10.
45. Ghasemi M, et al. Erfahrung mit Telemedizin in einer neuromuskulären Klinik während der COVID-19-Pandemie. *Acta Myol*. 2023;42(1):14–23.
46. Minko A, et al. Auswirkungen einer umfassenden Rehabilitation auf die Lungenfunktion bei Patienten, die sich von COVID-19 erholen. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(5):3985.
47. Espinoza-Bravo C, et al. Wirksamkeit von Funktions- oder Aerobic-Übungen in Kombination mit Atemtechniken in der Telerehabilitation für Patienten mit langem COVID: eine randomisierte kontrollierte Studie. *Phys. Ther*. 2023;103(11):pzad118.
48. Mooren JM, et al. Medizinische Rehabilitation von Patienten mit Post-COVID-19-Syndrom – ein Vergleich von aerobem Intervall und kontinuierlichem Training. *J Clin Med*. 2023;12(21):6739.
49. Del Corral T, et al. Heimliches Atemmuskultraining zur Verbesserung der Lebensqualität und Belastungstoleranz im Langzeitverlauf nach COVID-19: randomisierte kontrollierte Studie. *Ann Phys Rehabil Med*. 2023;66(1):101709.
50. Rodriguez-Blanco C, et al. Ein 14-tägiges therapeutisches Übungs-Telerehabilitationsprotokoll der Physiotherapie ist bei nicht-hospitalisierten Post-COVID-19-Erkrankungen wirksam: eine randomisierte kontrollierte Studie. *J Clin Med*. 2023;12(3):776.
51. Romanet C, et al. Wirksamkeit von körperlichem Training auf die Dyspnoe von Personen mit langem COVID: eine randomisierte kontrollierte multizentrische Studie. *Ann Phys Rehabil Med*. 2023;66(5):101765.
52. Kerling A, et al. Auswirkungen einer randomisierten, kontrollierten und online-gestützten körperlichen Aktivitätsintervention auf die körperliche Leistungsfähigkeit, Müdigkeit und gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Patienten mit Post-COVID-19-Syndrom. *BMC Sportwissenschaft Med Rehabil*. 2024;16(1):33.
53. Pietranis KA, et al. Auswirkungen der Lungenrehabilitation auf die Atemfunktion und die Dicke des Zwerchfells bei Patienten mit Post-COVID-19-Syndrom: eine randomisierte klinische Studie. *J Clin Med*. 2024;13(2):425.
54. Cotler J, et al. Ein kurzer Fragebogen zur Beurteilung des Unwohlseins nach einer Belastung. *Diagnose*. 2018;8(3):66.
55. Nacul L, et al. Europäisches Netzwerk zu myalgischer Enzephalomyelitis/chronischem Müdigkeitssyndrom (EUROMENE): Expertenkonsens über Diagnose, Leistungserbringung und Pflege von Menschen mit ME/CFS in Europa. *Medizin*. 2021;57(5):510.
56. Peo LC, et al. Pädiatrische und erwachsene Patienten mit ME/CFS nach COVID-19: Ein strukturierter Ansatz zur Diagnose mithilfe des Munich Berlin Symptom Questionnaire (MBSQ). *Eur J Pediatr*. 2023.
57. O'Connor K, et al. Aufrechterhaltung der Energiehülle bei Patienten mit myalgischer Enzephalomyelitis und chronischem Müdigkeitssyndrom: Auswirkungen begrenzter Energiereserven. *Chronische Krankheit* 2019;15(1):51–60.
58. WER. Klinisches Management von COVID-19: Lebensleitlinie, 13. Januar. 2023.
59. Negrini S, et al. Cochrane „relevante Beweise“ für die Rehabilitation von Menschen mit einer Erkrankung nach COVID-19. Was es ist und wie es kartiert wurde, um die Entwicklung der Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation zu beeinflussen. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2022;58(6):853–6.
60. Arienti C, et al. Müdigkeit, Unwohlsein nach Belastung und orthostatische Intoleranz: eine Karte der Cochrane-Evidenz, die für die Rehabilitation von Menschen mit einer Erkrankung nach COVID-19 relevant ist. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2022;58(6):857–63.
61. Beaumont M, et al. Auswirkungen des inspiratorischen Muskeltrainings bei COPD-Patienten: eine systematische Überprüfung und Metaanalyse. *Clin Respir J*. 2018;12(7):2178–88.
62. White PD, Etherington J. Unerwünschte Ergebnisse in Studien zur abgestuften Bewegungstherapie für erwachsene Patienten mit chronischem Müdigkeitssyndrom. *J Psychosom Res*. 2021;147:110533.
63. Flottorp SA, et al. Neue NICE-Leitlinie zum chronischen Müdigkeitssyndrom: Mehr Ideologie als Wissenschaft? *Lancette*. 2022;399(10325):611–3.
64. Vink M, Vink-Niese A. Die aktualisierten NICE-Leitlinien deckten die gravierenden Mängel bei CBT- und abgestuften Bewegungstherapiestudien für ME/CFS auf. *Gesundheitspflege*. 2022;10(5):898.
65. White P, et al. Anomalien im Überprüfungsprozess und der Interpretation der Beweise in der NICE-Leitlinie für chronisches Müdigkeitssyndrom und myalgische Enzephalomyelitis. *J Neurol Neurochirurgische Psychiatrie*. 2023;94:1056–63.
66. Davenport TE, et al. Konzeptionelles Modell für die physiotherapeutische Behandlung des chronischen Müdigkeitssyndroms/myalgischen Enzephalomyelitis. *Phys. Ther*. 2010;90(4):602–14.
67. Singh SJ, et al. Wert und Risiko einer bewegungs-basierten Therapie nach COVID-19 abwägen: eine narrative Übersicht. *Eur Respir Rev*. 2023;32(170):230110.
68. Parker M, et al. Auswirkung der Verwendung eines strukturierten Stimulationsprotokolls auf die Verschlimmerung der Symptome nach Belastung und den Gesundheitszustand in einer Längsschnittkohorte mit dem Post-COVID-19-Syndrom. *J Med Virol*. 2023;95(1):e28373.
69. Kielland A, Liu J, Jason LA. Sind diagnostische Kriterien für ME für die Patientenerfahrung mit Dienstleistungen und Interventionen von Bedeutung? Wichtige Ergebnisse einer Online-Studie RDS-Umfrage für Fatigue-Patienten in Norwegen. *J Gesundheitspsychol*. 2023;28:13591053231169192.
70. Ghali A, et al. Die Relevanz von Stimulationsstrategien bei der Behandlung der Symptome des Post-COVID-19-Syndroms. *J Transl Med*. 2023;21(1):375.

Anmerkung des Herausgebers

Springer Nature bleibt neutral hinsichtlich der Zuständigkeitsansprüche in veröffentlichten Karten und institutionellen Zugehörigkeiten.