

Bewegungstraining bei Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen: Werden kardiovaskuläre Komorbiditäten und Outcomes berücksichtigt? Eine systematische Übersichtsarbeit

Ana Machado^{a, b} Kirsten Quadflieg^a Ana Olveira^{b–d} Charly Keytsman^{a, e} Alda Marques^{b, f}
Dominique Hansen^{a, e, g} Chris Burtin^{a, e}

^aREVAL – Rehabilitation Research Center, Faculty of Rehabilitation Sciences, Hasselt University, Diepenbeek, Belgien;

^bRespiratory Research and Rehabilitation Laboratory (Lab3R), School of Health Sciences (ESSUA), University of Aveiro, Aveiro, Portugal;

^cRespiratory Medicine, West Park Healthcare Centre, Toronto, ON, Kanada;

^dSchool of Rehabilitation Sciences, Faculty of Health Sciences, McMaster University, Hamilton, ON, Kanada;

^eBIOMED—Biomedical Research Institute, Hasselt University, Diepenbeek, Belgien;

^fInstitute of Biomedicine (iBiMED), University of Aveiro, Aveiro, Portugal;

^gJessa Hospital, Heart Centre Hasselt, Hasselt, Belgien

Schlüsselwörter

Bewegung · Chronische Lungenerkrankung · Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung · COPD · Asthma · Interstitielle Lungenerkrankung · ILD · kardiovaskuläre Komorbiditäten · kardiovaskuläre Outcomes

Zusammenfassung

Patienten mit chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung (COPD), Asthma und interstitiellen Lungenerkrankungen (ILD) weisen häufig kardiovaskuläre Komorbiditäten (KVK) auf. Bewegungstraining ist eine tragende Säule bei der Behandlung dieser Erkrankungen, doch existieren kaum Empfehlungen zur maßgeschneiderten Anpassung von Programmen für Patienten mit Atemwegserkrankungen und KVK. Ziel der vorliegenden systematischen Übersichtsarbeit war es, die Eignungskriterien zu identifizieren, die für die Auswahl von Patienten mit COPD, Asthma oder ILD und KVK für Bewegungsprogramme herangezogen werden, und die Auswirkungen von Bewegung auf die kardiovaskulären Outcomes zu bewerten. Darüber hinaus sollte festgestellt werden, wie Bewegungsprogramme auf Patienten mit KVK zugeschnitten wurden. Es erfolgte eine Suche in den Datenbanken PubMed, Scopus, Web of Science und Cochrane. Drei Reviewer extrahierten die Daten, und zwei Reviewer bewerteten unabhängig voneinander die Qualität

der Studien mithilfe des Quality Assessment Tool for Quantitative Studies. Bei der Berechnung der individuellen und gepoolten Effektivitätsstärken (ES) kam MetaXL 5.3 zur Anwendung. In den meisten Studien (58,9 %) waren Patienten mit stabiler und instabiler KVK ausgeschlossen. Insgesamt berichteten 26 von 42 Studien kardiovaskuläre Outcomes. Das am häufigsten berichtete Outcome-Maß war die Herzfrequenz in Ruhe ($n = 13$), und es zeigte sich ein geringer statistisch signifikanter Effekt ($ES = -0,23$) des Bewegungstrainings auf die Herzfrequenz in Ruhe bei COPD-Patienten. Es wurden keine speziellen Anpassungen für die verordneten Bewegungstrainings beschrieben. Wenige Studien schlossen Patienten mit KVK ein. Ein individueller Zuschnitt der Bewegungsprogramme fehlte und die beobachteten Effekte waren begrenzt. Zukünftige Studien sollten den Effekt maßgeschneiderter Bewegungsprogramme auf relevante Outcome-Maße bei Patienten mit Atemwegserkrankungen und KVK untersuchen.

© 2019 Die Autoren. Lizenznehmer MDPI, Basel, Schweiz

Hintergrund

Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (chronic obstructive pulmonary disease, COPD), Asthma und interstitielle Lungenerkrankungen (interstitial lung diseases, ILD) gehören zu den weltweit am häufigsten auftretenden chronischen Atemwegserkrankungen [1, 2]. Diese Krankheiten, die mehr als eine Milliarde Menschen betreffen und erhebliche Auswirkungen auf die Behinderung und Lebensqualität der Patienten (9,5% der behinderungsbereinigten Lebensjahre im Jahr 2010 [3]) haben, tragen wesentlich zur Krankheitslast bei und zählen zu den häufigsten Todesursachen weltweit (über 3 Millionen Todesfälle im Jahr 2016) [2–4].

Seit einigen Jahren steht der Zusammenhang zwischen chronischen Atemwegserkrankungen und kardiovaskulären Erkrankungen zunehmend im Interesse der klinischen Forschung [5]. Kardiovaskuläre Erkrankungen (wie arterielle Hypertonie, koronare Herzkrankheit, kongestive Herzinsuffizienz, periphere Gefäßerkrankungen und pulmonale Hypertonie) gehören zu den Komorbiditäten mit der höchsten Prävalenz und den stärksten Auswirkungen bei Patienten mit COPD (13%–68% der Bevölkerung), Asthma (3%–25% der Bevölkerung) und ILD (8%–86% der Bevölkerung) [6–13]. Sie verschlechtern den funktionellen Status und die gesundheitsbezogene Lebensqualität der Patienten noch weiter, erhöhen das Hospitalisierungs- und Mortalitätsrisiko (Hazard Ratio (HR) 1,1–3,4 [14–17]) und tragen so zu einer erhöhten wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Belastung sowie zu einer Verschlechterung der Prognose bei [7, 9, 10, 12]. Daher sollte bei der Behandlung dieser Patienten der Blick über die Lunge hinaus gehen [18] und eine umfassende Beurteilung sowie Behandlung der kardiovaskulären Komorbiditäten mit maßgeschneiderten Interventionen wurde empfohlen [7, 12, 19, 20].

Bewegungstraining ist eine tragende Säule bei der pulmonalen und kardialen Rehabilitation [21, 22]. Es bewirkt eine Symptomlinderung sowie eine Verbesserung der Funktionsfähigkeit, Belastungstoleranz und gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Patienten mit chronischen Atemwegs- und kardiovaskulären Erkrankungen [21, 22] und ist daher möglicherweise eine erfolgversprechende Intervention für die Behandlung von Patienten mit diesen Begleiterkrankungen. Studien haben allerdings gezeigt, dass die Effekte bei Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen und gleichzeitig vorliegenden kardiovaskulären Komorbiditäten in der Regel geringer ausfallen als bei Patienten ohne kardiovaskuläre Komorbiditäten [7, 19, 23]. Zudem existieren kaum Empfehlungen dazu, wie Bewegungsprogramme in Hinblick auf kardiovaskuläre Begleiterkrankungen bei COPD, Asthma und ILD angepasst werden können.

Zur Untermauerung evidenzbasierter Aussagen zielte die vorliegende systematische Übersichtsarbeit deshalb darauf ab: 1. zu ermitteln, welche Eignungskriterien in Bezug auf kardiovaskuläre Erkrankungen herangezogen wurden, um Patienten mit COPD, Asthma oder ILD für Studien auszuwählen, in denen die Wirksamkeit von Bewegungsprogrammen über eine Dauer von mindestens drei Monaten untersucht wurde, 2. die Auswirkungen eines mindestens dreimonatigen Bewegungstrainings auf die kar-

diovaskulären Outcomes dieser Patienten zu bewerten und 3. festzustellen, wie die Bewegungsprogramme auf die kardiovaskulären Komorbiditäten der Patienten zugeschnitten wurden.

Methoden

Suchstrategie

Die vorliegende systematische Übersichtsarbeit folgte bei der Berichterstattung den Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA)-Richtlinien [24] und wurde in zwei Phasen durchgeführt. In Phase 1 wurde ermittelt, welche Eignungskriterien zur Auswahl von Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten in klinischen Studien zur Wirksamkeit von Bewegungsprogrammen herangezogen wurden. In Phase 2 wurde der Einfluss des Bewegungstrainings auf die kardiovaskulären Outcomes bewertet und untersucht, wie die Bewegungsprogramme auf Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten zugeschnitten wurden.

Im Mai 2019 erfolgte eine systematische Literaturrecherche in den folgenden elektronischen Datenbanken: PubMed, Scopus, Web of Science und Cochrane. Die Suchbegriffe waren auf Titel, Abstracts und Schlüsselwörter/MeSH-Termini beschränkt. Die vollständige Suchstrategie ist in Appendix A (Original abrufbar unter www.mdpi.com/2077-0383/8/9/1458/htm#app1-jcm-08-01458) beschrieben.

Eignungskriterien und Auswahl der Studien

In Phase 1 wurden Studien eingeschlossen, die 1. erwachsene Patienten mit stabiler COPD, Asthma und/oder ILD (d.h. seit 4 Wochen keine Exazerbation) untersuchten, 2. als Intervention ein mindestens 12-wöchiges Bewegungstraining (d.h. Ausdauer- und/oder Krafttraining) beinhalteten [25], 3. mindestens zwei unter direkter Aufsicht durchgeführte Trainingseinheiten pro Woche vorsahen [26], und bei denen es sich 4. um prospektive quantitative Originalstudien handelte, die 5. in portugiesischer, englischer, französischer, niederländischer oder spanischer Sprache verfasst waren. Retrospektive Studien, Fallstudien, Fallserien, Abstracts und Studien, die andere Bewegungsmodalitäten beinhalteten (z.B. Yoga, Tai-Chi oder Qigong) wurden ausgeschlossen. Nach Bereinigung von Dubletten nahmen drei Reviewer (A.M., K.Q. und A.O.) eine Bewertung aller identifizierten, potenziell infrage kommenden Studien vor. Die Auswahl der Studien erfolgte auf Grundlage von Studientiteln und Abstracts. Waren Titel und Abstract für den Zweck der Übersichtsarbeit potenziell relevant, dann lasen die Reviewer den Volltext sorgfältig durch und entschieden über den Einschluss der Studie. Bei etwaigen Differenzen wurde ein vierter Reviewer (C.B.) hinzugezogen.

In Phase 2 wurden Studien aufgenommen, die in Phase 1 eingeschlossen worden waren und Angaben zur Prävalenz kardiovaskulärer Komorbiditäten (d.h. alle kardiovaskulären Erkrankungen, die zusätzlich zur Atemwegserkrankung vorlagen und durch eine objektive Untersuchung der Patienten, Überprüfung der Patientenakte oder Selbstauskunft der Patienten bezüglich ihrer Begleiterkrankungen festgestellt wurden) in den Baseline-Merkma-

len der untersuchten Patientenpopulation enthielten und/oder in denen mindestens ein kardiovaskuläres Outcome (d.h. Herzfrequenz, systolischer und diastolischer Blutdruck, flussvermittelte Vasodilatation, Pulswellengeschwindigkeit, Intimadicke der Arteria carotis, Herzfunktion und -struktur, Herzfrequenzvariabilität, EKG-Analyse und Serumlipidprofil) angegeben war.

Qualitätsbeurteilung und Datenextraktion

Zwei Reviewer (K.Q. und A.O.) beurteilten unabhängig voneinander die Qualität der in Phase 2 aufgenommenen Studien mithilfe des Quality Assessment Tool for Quantitative Studies, das vom Effective Public Health Practice Project, Kanada, entwickelt worden war [27]. Dieses Instrument dient der Bewertung von sechs Domänen der methodischen Qualität: 1. Selektionsbias, 2. Studiendesign, 3. Confounders, 4. Verblindung, 5. Datenerhebungsmethoden und 6. Withdrawals und Dropouts [27]. Dabei wird jede Domäne gemäß einem standardisierten Leitfaden als «stark», «mäßig» oder «schwach» eingestuft, und die Gesamtbewertung der Studie erfolgt auf Grundlage der Gesamtzahl an «starken» und «schwachen» Einstufungen [27].

In Phase 1 wurden aus allen eingeschlossenen Studien die Daten zu den Auswahlkriterien (d.h. Einschluss- und Ausschlusskriterien), die zur Auswahl der Patienten für die Studie verwendet worden waren, extrahiert. Danach wurden alle Erkrankungen, die ein etwaiger Hinderungsgrund für die Teilnahme der Patienten an den Bewegungsprogrammen gewesen wären, und die als Gründe für den Einschluss (z.B. Fehlen einer schweren kardiovaskulären Erkrankung) oder den Ausschluss (z.B. Vorliegen einer schweren kardiovaskulären Erkrankung) dieser Patienten angegeben wurden, zusammengetragen und als Ausschlusskriterien berichtet. Darüber hinaus erfolgte eine Datenextraktion aus den in Phase 2 eingeschlossenen Studien in ein zuvor entwickeltes strukturiertes Tabellenformat, das folgende Themen umfasste: Studie (Erstautor, Jahr der Veröffentlichung, Land), Studiendesign, Patientenpopulation (Teilnehmerzahl, Diagnose, Alter, Geschlecht, forciertes expiratorisches Volumen in 1 s (forced expiratory volume in second 1, FEV₁), forcierte Vitalkapazität (forced vital capacity, FVC), Kohlenmonoxid-Diffusionskapazität (diffusing capacity for carbon monoxide, DLCO), Intervention (Art und Intensität der Intervention), Dauer und Häufigkeit (Dauer der Intervention, Dauer und Häufigkeit der Trainingseinheiten), Outcome und Outcome-Maß sowie Ergebnisse. Im Rahmen dieser Übersichtsarbeit wurden nur kardiovaskuläre Outcomes und Outcome-Maße berücksichtigt.

Datenanalyse und -synthese

Um die Konsistenz der Qualitätsbeurteilung beider Reviewer zu untersuchen, wurde eine Analyse der Inter-Rater-Übereinstimmung mittels Cohen-Kappa-Koeffizient durchgeführt. Der Wert des Cohen-Kappa-Koeffizienten liegt zwischen 0 und 1 und kann als «schwache» ($\leq 0,2$), «leichte» (0,21–0,4), «moderate» (0,41–0,6), «hohe» (0,61–0,8) oder «(fast) vollständige» ($\geq 0,81$) Übereinstimmung interpretiert werden [28]. Die statistische Analyse erfolgte mittels IBM SPSS 24.0 (IBM, Armonk, New York, NY, USA).

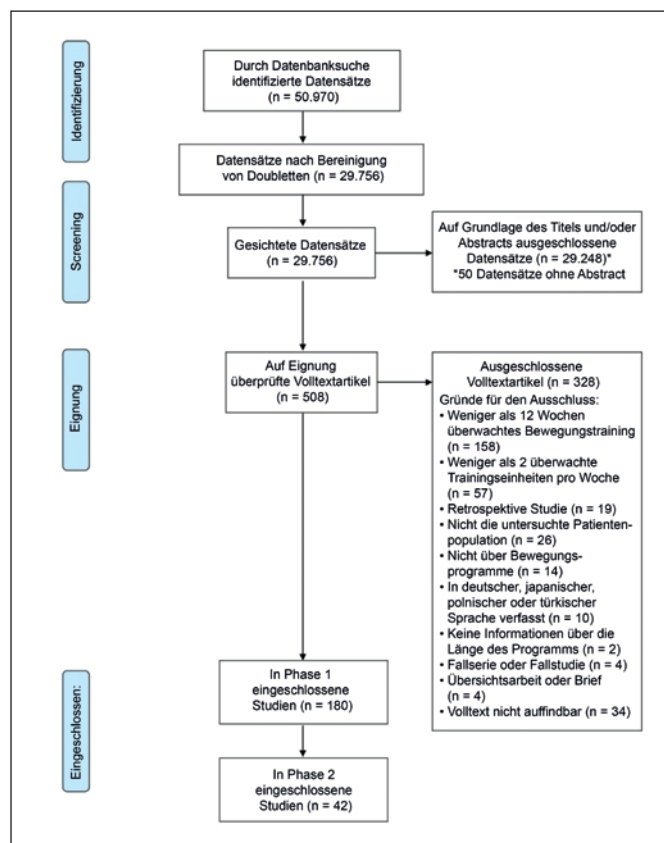


Abb. 1. PRISMA-Flowchart der eingeschlossenen Studien.

Wenn möglich, wurden die Effektstärken (ES) berechnet und es erfolgte eine Metaanalyse. Die Effektstärken wurden als Cohen's-d-Wert auf Grundlage der Prä-/Post-Mittelwerte und Standardabweichungen oder Mittelwertdifferenzen und Standardabweichungen nach der Formel von Morris berechnet [29], und als «klein» ($\geq 0,2$), «mittelmäßig» ($\geq 0,5$) oder «groß» ($\geq 0,8$) interpretiert [30]. Für die Metaanalyse wurde MetaXL 5.3 verwendet. Die Berechnung der gepoolten Effektschätzungen erfolgte mithilfe der Inverse-Varianz-Methode unter Annahme eines Modells mit festen Effekten. Input-Daten waren der Cohen's-d-Wert jeder Studie und der jeweilige Standardfehler. Output-Daten waren der gepoolte Cohen's-d-Wert und die entsprechenden Konfidenzintervalle. Zur Beurteilung der Homogenität der Studien wurden der Cochran's-Q-Test und die I²-Statistik verwendet.

Ergebnisse

Auswahl der Studien

Die Literatursuche ergab eine Gesamtzahl von 50.970 Datensätzen. Nach Bereinigung der Dubletten wurden 29.756 Datensätze anhand von Titel und Abstract auf relevante Inhalte gesichtet und 29.248 Datensätze wurden ausgeschlossen. Von 508 potenziell relevanten Artikeln wurde die Volltextversion beurteilt und 180 dieser Artikel wurden in Phase 1 und 42 in Phase 2 eingeschlossen (Abb. 1).

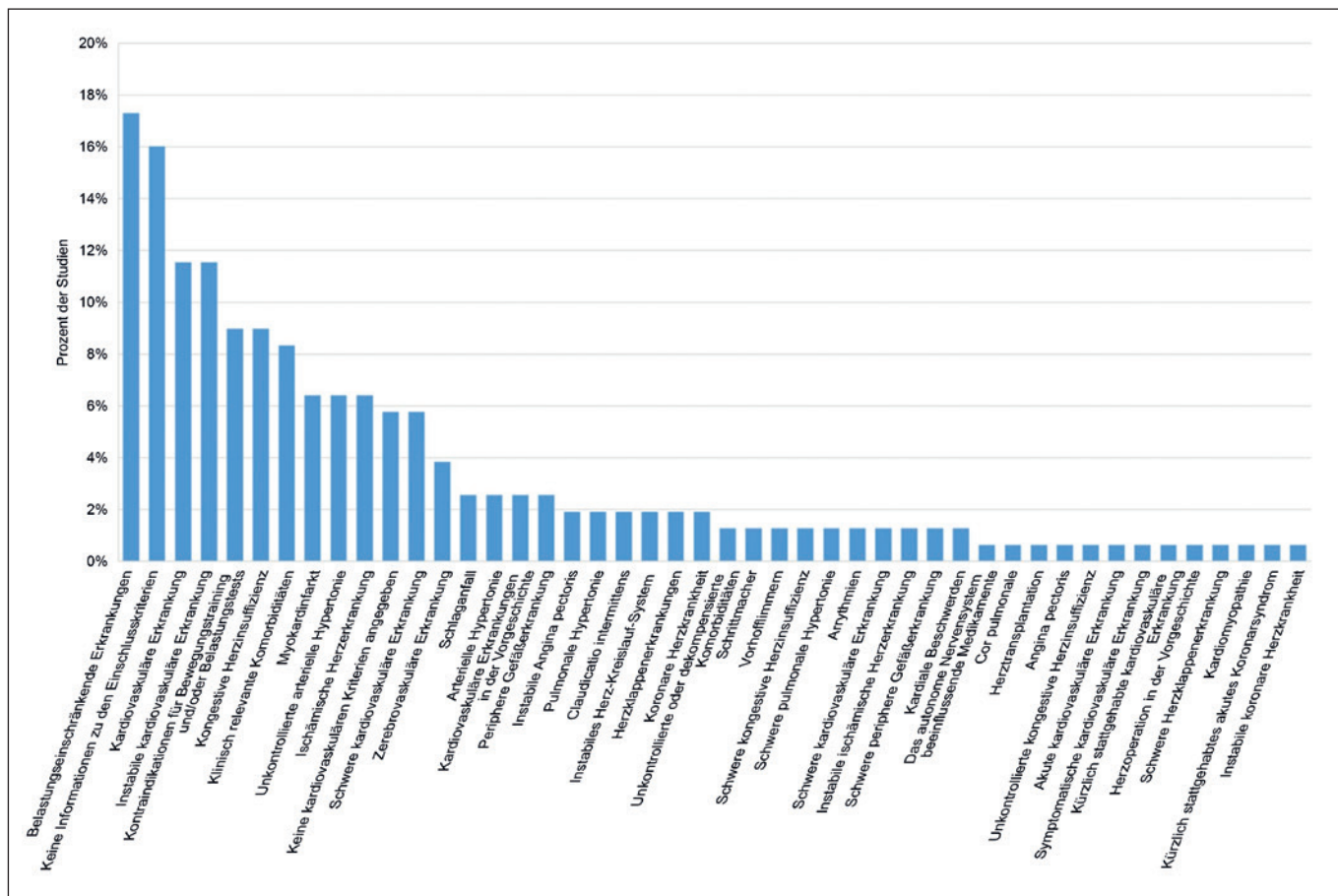


Abb. 2. Ausschlusskriterien von Studien mit COPD-Patienten (n = 156 Studien).

Phase 1: Kriterien zum Ausschluss von Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten von Bewegungsprogrammen

Die 180 eingeschlossenen Studien waren zwischen 1987 und 2019 durchgeführt worden. Insgesamt schlossen 156 Studien Patienten mit COPD ein [23, 31–185], 15 Studien schlossen Patienten mit Asthma ein [46, 52, 63, 78, 185–195] und 16 Studien schlossen Patienten mit ILD ein [87, 185, 196–209].

In den Studien mit COPD-Patienten fanden sich 44 verschiedene Ausschlusskriterien (Abb. 2). Von diesen waren belastungseinschränkende Erkrankungen [34, 36, 40, 53, 60, 61, 89, 92, 104, 114, 125, 134, 135, 138, 148, 157, 166–170, 173, 174, 179, 181, 183, 184] (n = 27; 17,3%) das am häufigsten berichtete Ausschlusskriterium, gefolgt von allgemeiner kardiovaskulärer Erkrankung [32, 39, 44, 70, 74, 75, 94, 100, 103, 107, 109, 112, 130, 152, 153, 160, 164, 171] (n = 18; 11,5%) und instabiler kardiovaskulärer Erkrankung 38, 47, 53, 65, 66, 98, 99, 101, 108, 116–119, 133, 137, 146, 147, 180] (n = 18; 11,5%). Vierunddreißig Studien (21,8%) [23, 48, 50, 55, 63, 67, 69, 73, 77–80, 83, 84, 86, 88, 91, 95, 97, 110, 111, 115, 122, 126, 127, 132, 142, 149, 150, 155, 161, 165, 175, 185] enthielten keine Angaben zu den Eignungskriterien für kardiovaskuläre Komorbiditäten.

In Studien mit Asthma-Patienten fanden sich 10 verschiedene Ausschlusskriterien (Abb. 3). Allgemeine kardiovaskuläre Er-

krankung [186, 191, 192] (n = 3; 20,0%) war das am häufigsten berichtete Kriterium, gefolgt von Kontraindikationen für Bewegungstraining und/oder Belastungstests [194, 195] (n = 2; 13,3%). Sieben Studien (46,7%) [63, 78, 185, 187, 189, 190, 193] machten keine Angaben zu den Ausschlusskriterien.

In Studien mit Patienten mit ILD waren 10 verschiedene Ausschlusskriterien angegeben (Abb. 4). Von diesen waren instabile kardiovaskuläre Erkrankungen [198, 199, 202, 203, 208, 209] (n = 6; 37,5%) das am häufigsten berichtete Kriterium gefolgt von Kontraindikationen für Bewegungstraining und/oder Belastungstests (z.B. instabile Angina, kürzlich stattgehabter Myokardinfarkt oder zerebrovaskuläres Ereignis) [201, 204, 207] (n = 3; 18,8%). Vier Studien (25,0%) [185, 197, 205, 206] enthielten keine Angaben zu Ausschlusskriterien.

Allgemein enthielten 22,8% der Studien [23, 48, 50, 55, 63, 67, 69, 73, 77–80, 83, 84, 86, 88, 91, 95, 97, 110, 111, 115, 122, 126, 127, 132, 142, 149, 150, 155, 161, 165, 175, 185, 187, 189, 190, 193, 197, 205, 206] keine Informationen über die Eignungskriterien, 18,3% der Studien [33, 42, 54, 65, 66, 72, 82, 96, 98, 99, 101, 108, 116–119, 128, 137, 141, 143, 145, 146, 180, 182, 194, 195, 200–203, 207–209] schlossen nur Patienten mit akuten oder instabilen kardiovaskulären Komorbiditäten, die eine Kontraindikation für Bewegungstraining darstellten, aus, und 58,9% der Studien [31, 32, 34–41,

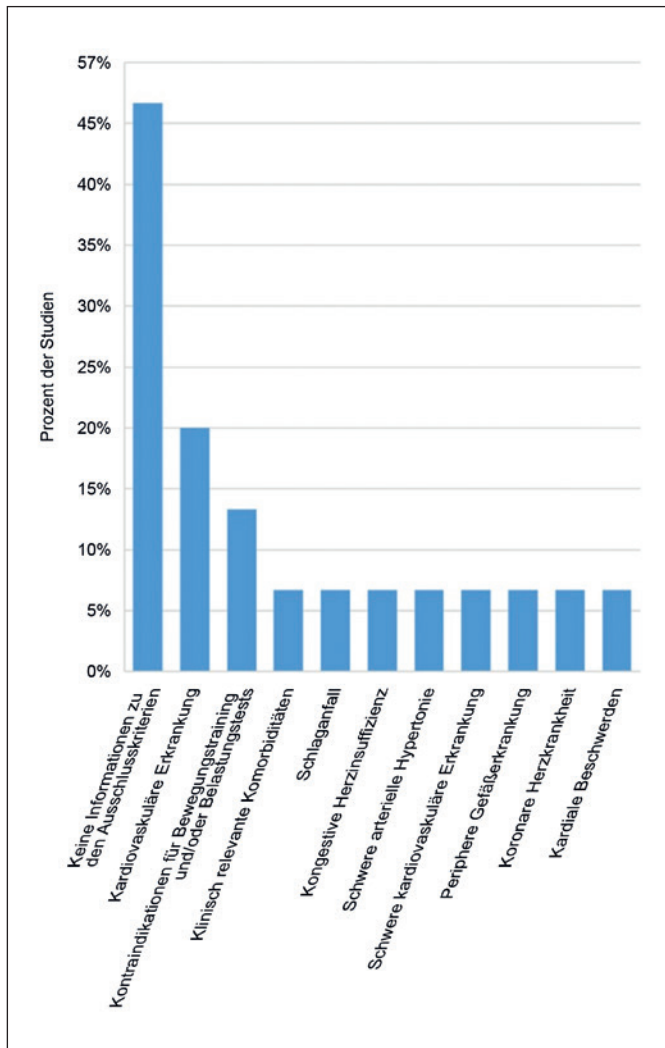


Abb. 3. Ausschlusskriterien von Studien mit Asthma-Patienten (n = 15 Studien).

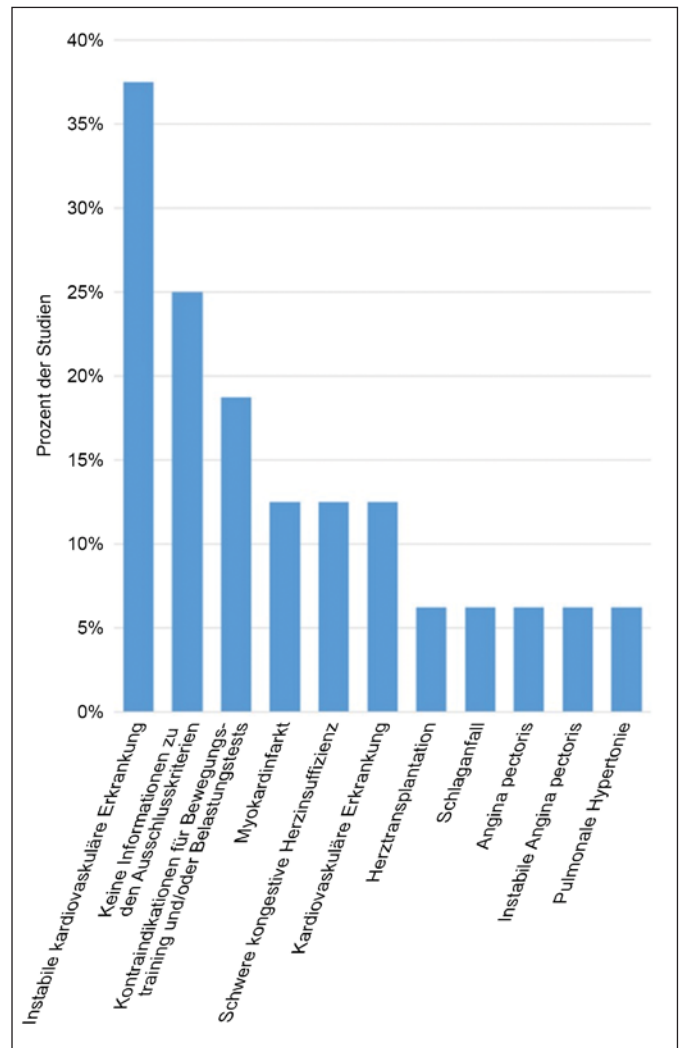


Abb. 4. Ausschlusskriterien von Studien mit Patienten mit interstitiellen Lungenerkrankungen (ILD) (n = 16 Studien).

43–47, 49, 51–53, 56–62, 64, 68, 70, 71, 74–76, 81, 85, 87, 89, 90, 92–94, 100, 102–107, 109, 112–114, 120, 121, 123–125, 129–131, 133–136, 138–140, 144, 147, 148, 151–160, 162–164, 166–174, 176–179, 181, 183, 184, 186, 188, 191, 192, 196, 198, 199, 204] schlossen sowohl stabile als auch instabile kardiovaskuläre Komorbiditäten aus.

Phase 2: Auswirkungen des Bewegungstrainings auf die kardiovaskulären Outcomes und Design der Bewegungsprogramme

Qualitätsbeurteilung

Die Ergebnisse der Beurteilung der methodischen Qualität sind in Tabelle 1 dargestellt. Die meisten Studien (n = 24; 57,1%) waren von schwacher Qualität, es zeigte sich eine hohe Übereinstimmung zwischen den beiden Reviewern (k = 0,72; 95%-Konfidenzintervall (KI) = 0,53–0,91; p < 0,001; Prozent Übereinstimmung = 85,7%).

Studiencharakteristika

Die Charakteristika der eingeschlossenen Studien sind in Tabelle 2, Tabelle 3 und Tabelle 4 dargestellt. Von den 42 eingeschlossenen Studien schlossen 32 Patienten mit COPD ein [33, 37, 42–44, 48, 49, 53–55, 57, 59, 68, 80, 85, 90, 101, 104, 106–108, 120, 121, 123, 124, 128, 129, 136, 146, 147, 151, 167], 2 Studien schlossen Patienten mit Asthma ein [186, 189] und 8 Studien schlossen Patienten mit ILD ein [196, 198, 201–203, 207–209]. Bei den meisten Studien handelte es sich um randomisierte kontrollierte Studien (n = 24; 57,1%) [37, 43, 44, 49, 53, 80, 85, 120, 121, 123, 124, 129, 146, 147, 151, 167, 186, 189, 196, 198, 202, 207–209].

Insgesamt wurden 1704 Patienten (65,2% Männer; Daten aus 34 Studien) mit einem gewichteten Durchschnittsalter von 65,4 Jahren und einem mittleren FEV₁ von 53,7% des Sollwerts (Daten aus 36 Studien) in die eingeschlossenen Studien aufgenommen.

Nur 13 Studien mit COPD-Patienten [33, 42–44, 48, 54, 55, 59, 68, 85, 101, 151, 167] und 6 Studien mit ILD-Patienten [196, 198, 203, 207–209] enthielten in den Baseline-Merkmalen der Patientenpo-

Tab. 1. Qualitätsbewertung der in Phase 2 eingeschlossenen Studien (n = 42) mithilfe des Quality Assessment Tool for Quantitative Studies

Studie	Selektionsbias	Studiendesign	Confounder	Verblindung	Datenerhebungsmethode	Withdrawals und Drop-outs	Global Rating
Cochrane et al., 1990	3	1	1	3	1	3	3
Berry et al., 1999	2	2	3	3	1	1	3
Foy et al., 2001	3	1	3	3	1	1	3
Berry et al., 2003	2	1	1	2	1	1	1
Panton et al., 2004	2	1	3	3	1	1	3
Marquis et al., 2008	2	1	3	1	1	3	3
Averna et al., 2009	3	1	1	3	1	1	2
Berry et al., 2010	3	1	1	2	1	1	2
Rejbi et al., 2010	2	1	2	3	1	1	2
Camillo et al., 2011	2	1	1	3	1	1	2
Lan et al., 2011	3	2	2	3	1	3	3
Corhay et al., 2012	3	2	3	2	1	2	3
Georgiopoulou et al., 2012	2	2	n.z.	3	1	1	2
Lan et al., 2013	2	2	n.z.	3	1	3	3
Cheng et al., 2014	3	2	n.z.	3	1	3	3
Gaunaud et al., 2014	3	1	1	3	1	1	3
Vainshelboim et al., 2014	3	1	1	3	1	1	3
Borghi-Silva et al., 2015	2	1	1	2	1	1	1
Campos et al., 2015	2	2	n.z.	3	1	1	2
Leite et al., 2015	2	1	1	3	1	3	3
Marcellis et al., 2015	2	2	n.z.	3	1	2	2
Mkacher et al., 2015	2	1	1	3	1	1	2
Spielmanns et al., 2015	3	1	1	2	1	3	3
Vainshelboim et al., 2015	2	1	1	3	1	1	2
Boström et al., 2016	3	1	1	2	1	1	2
Cardoso et al., 2016	2	1	3	3	1	1	3
El-Kader et al., 2016	3	1	1	3	1	1	3
Engel et al., 2016	3	1	1	1	1	1	2
Boeselt et al., 2017	3	1	1	3	1	2	3
Kanao et al., 2017	3	2	n.z.	3	1	1	3
Pacheco et al., 2017	2	3	n.z.	3	1	1	3
Papp et al., 2017	3	1	3	3	1	2	3
Vainshelboim et al., 2017	2	1	1	3	1	1	2
Vasilopoulou et al., 2017	3	1	3	3	1	1	3
Lan et al., 2018	3	2	n.z.	3	1	1	3
Moezy et al., 2018	3	1	1	3	1	1	3
Naz et al., 2018a	2	2	n.z.	3	1	1	2
Naz et al., 2018b	3	1	1	3	1	1	3
Silva et al., 2018	2	1	1	3	1	1	2
Charikiopoulou et al., 2019	2	2	3	3	1	1	3
Mekki et al., 2019	2	1	1	2	1	2	2
Silva et al., 2019	2	1	1	3	1	1	2

Legende: 1 = hohe Qualität; 2 = mäßige Qualität; 3 = schwache Qualität; n.z.: nicht zutreffend.

pulation Angaben zu Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten. Es wurden keine Studien gefunden, in denen die Aufnahme von Asthma-Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten berichtet wurde. Studien mit COPD-Patienten schlossen Patienten mit arterieller Hypertonie [33, 42–44, 48, 54, 68, 85, 151] (9 Studien; 314 Patienten), kardiovaskulären Erkrankungen [43, 44, 48, 55, 59, 85, 101, 151, 167] (9 Studien; 247 Patienten), Durchblutungsstörungen [42–44, 85] (4 Studien; 84 Patienten), koronarer Herzkrankheit [42] (1 Studie; 54 Patienten), kongestiver Herzinsuffizienz [33, 54] (2 Studien; 10 Patienten), Dyslipidämie [33, 54] (2 Studien; 11 Patienten) und ischämischer Kardiomyopathie [33]

(1 Studie; 3 Patienten) ein. Studien mit ILD-Patienten schlossen Patienten mit arterieller Hypertonie [196, 203, 207–209] (5 Studien; 49 Patienten), koronarer Herzkrankheit [207–209] (3 Studien; 21 Patienten), kongestiver Herzinsuffizienz [203] (1 Studie; 2 Patienten), pulmonaler Hypertonie [207–209] (3 Studien; 15 Patienten) und einer Herzerkrankung in der Vorgeschichte [198] (1 Studie; 1 Patient) ein. Von diesen enthielten nur 3 Studien [196, 207, 209], an denen Patienten mit ILD teilnahmen, Angaben zu kardiovaskulären Outcomes und Outcome-Maßen.

Neunzehn Studien mit COPD-Patienten [37, 49, 53, 57, 80, 90, 104, 106–108, 120, 121, 123, 124, 128, 129, 136, 146, 147], 2 Studien mit

Tab. 2. Charakteristika der in Phase 2 eingeschlossenen Studien mit COPD-Patienten (d.h. Studien, die Angaben zur Prävalenz kardiovaskulärer Komorbiditäten in den Baseline-Merkmalen der untersuchten Patientenpopulation enthielten und/oder in denen mindestens ein kardiovaskuläres Outcome angegeben war) (**n** = 32)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
Berry et al., 1999 USA	Nicht-kontrollierte Studie	151 Patienten mit COPD Gruppe mit leichter Erkrankung: 99 (54 ♂; 67,4±6,1 Jahre; FEV ₁ : 68,0±1,2%pred) Arterielle Hypertonie: n = 44 Durchblutungsstörungen: n = 14 Koronare Herzkrankheit: n = 34 Gruppe mit mittelschwerer Erkrankung: 36 (22 ♂; 68,3±6,2 Jahre; FEV ₁ : 41,9±0,7%pred) Arterielle Hypertonie: n = 16 Durchblutungsstörungen: n = 5 Koronare Herzkrankheit: n = 12 Gruppe mit schwerer Erkrankung: 16 (10 ♂; 66,1±5,6 Jahre; FEV ₁ : 30,1±0,9%pred) Arterielle Hypertonie: n = 7 Durchblutungsstörungen: n = 2 Koronare Herzkrankheit: n = 8	Alle Gruppen: Ausdauer- + Krafttraining Dyspnoe 3–4 gemäß mBorg	Alle Gruppen: 12 Wochen 3 Einheiten/Woche 1 h/Einheit		
Foy et al., 2001 USA	Randomisierte kontrollierte Studie	140 Patienten mit COPD Kurzzeitinterventionsgruppe: 70 (39 ♂; 66,9±5,9 Jahre; FEV ₁ : 59,1±17,2%pred) Arterielle Hypertonie: n = 29 Durchblutungsstörungen: n = 14 Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 27 Langzeitinterventionsgruppe: 70 (39 ♂; 68,4±6,0 Jahre; FEV ₁ : 57,6±18,4%pred) Arterielle Hypertonie: n = 32 Durchblutungsstörungen: n = 9 Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 24	Alle Gruppen: Ausdauer- + Krafttraining Dyspnoe 3–4 gemäß mBorg	3 Einheiten/Woche 55–65 min/Einheit Kurzzeitinterventionsgruppe: 12 Wochen Langzeitinterventionsgruppe: 72 Wochen		
Berry et al., 2003 USA	Randomisierte kontrollierte Studie	140 Patienten mit COPD Kurzzeitinterventionsgruppe: 70 (39 ♂; 66,9 (95%-KI 65,5; 68,3) Jahre.; FEV ₁ : 59,1 (95%-KI 55,0; 63,2) %pred) Arterielle Hypertonie: n = 29 Durchblutungsstörungen: n = 14 Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 27 Langzeitinterventionsgruppe: 70 (39 ♂; 68,4 (95%-KI 67,0; 69,8) Jahre.; FEV ₁ : 57,6 (95%-KI 53,2; 62,0) %pred) Arterielle Hypertonie: n = 32 Durchblutungsstörungen: n = 9 Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 24	Alle Gruppen: Ausdauer- + Krafttraining Dyspnoe 3–4 gemäß mBorg	3 Einheiten/Woche 1 h/Einheit Kurzzeitinterventionsgruppe 1: 3 Monate Langzeitinterventionsgruppe: 18 Monate		
Panton et al., 2004 USA	Nicht-randomisierte kontrollierte Studie	17 Patienten mit COPD Gruppe «Ausdauertraining»: 8 (2 ♂; 63,0±8,0 Jahre; FEV ₁ : 39,5±31,9%pred) Gruppe «Ausdauer- u. Krafttraining»: 9 (6 ♂; 61,0±7,0 Jahre; FEV ₁ : 41,9±16,0%pred)	Gruppe «Ausdauertraining»: Ausdauertraining 50–70% der HF-Reserve Gruppe «Ausdauer- + Krafttraining»: Ausdauer- + Krafttraining 50–70% der HF-Reserve	12 Wochen Gruppe «Ausdauertraining»: 2 Einheiten/Woche 60 min/Einheit Gruppe «Ausdauer- + Krafttraining» 4 Einheiten/Woche (2 je Training) 45–60 min/Einheit	Rate-Pressure-Product	Gruppe «Ausdauertraining»: Prä 177,0±29,0 vs. Post 186,0±30,0, p > 0,05 ES = 0,31 Gruppe «Ausdauer- + Krafttraining»: Prä 195,0±35,0 vs. Post 199,0±35,0, p > 0,05 ES = 0,11

Tab. 2 (Fortsetzung)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes							
Marquis et al., 2008 Kanada	Randomisierte kontrollierte Studie	16 Patienten mit COPD Gruppe «Ibesartan + Bewegung»: 10 (7 ♂; 67,0±7,0 Jahre; FEV ₁ : 50,0±19,0%pred; FVC 63,0±16,0%pred; DLCO 80,0±19,0%pred) Gruppe «Placebo + Bewegung»: 6 (1 ♂; 72,0±5,0 Jahre; FEV ₁ : 39,0±9,0%pred; FVC 63,0±15,0%pred; DLCO 63,0±18,0%pred)	Alle Gruppen: Ausdauertraining 80% WRmax	Alle Gruppen: 12 Wochen 3 Einheiten/Woche 30 min/Einheit	Gesamtkholesterin i. S. (mg/dl)	Gruppe «Ausdauertraining»: Prä 217,0±46,0 vs. Post 217,0±46,0, p > 0,05 ES = 0,00 Gruppe «Ausdauer- + Krafttraining»: Prä 201,0±34,0 vs. Post 193,0±23,0, p > 0,05 ES = -0,28							
						HDL-Cholesterin (mg/dl)	Gruppe «Ausdauertraining»: Prä 62,0±20,0 vs. Post 62,0±20,0, p > 0,05 ES = 0,00 Gruppe «Ausdauer- + Krafttraining»: Prä 55,0±16,0 vs. Post 53,0±12,0, p > 0,05 ES = -0,14						
							LDL-Cholesterin (mg/dl)	Gruppe «Ausdauertraining»: Prä 129,0±34,0 vs. Post 132,0±35,0, p > 0,05 ES = 0,09 Gruppe «Ausdauer- + Krafttraining»: Prä 122,0±21,0 vs. Post 118,0±15,0, p > 0,05 ES = -0,22					
								Cholesterin – Triglyzeride (mg/dl)	Gruppe «Ausdauertraining»: Prä 151,0±65,0 vs. Post 185,0±87,0, p < 0,05 ES = 0,44 Gruppe «Ausdauer- + Krafttraining»: Prä 141,0±132,0 vs. Post 135,0±73,0, p > 0,05 ES = -0,06				
									Gesamtkholesterin/ HDL-Quotient	Gruppe «Ausdauertraining»: Prä 3,8±1,1 vs. Post 3,9±1,1, p > 0,05 ES = 0,09 Gruppe «Ausdauer- + Krafttraining»: Prä 3,8±0,8 vs. Post 3,8±0,8, p > 0,05 ES = 0,00			
										Systolischer Blutdruck in Ruhe (mmHg)	Gruppe «Ibesartan + Bewegung»: Prä 151,0±19,0 vs. Post 131,0±18,0, p < 0,05 ES = -1,08 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 140,0±15,0 vs. Post 136,0±15,0, p > 0,05 ES = -0,27		
											Mittlerer systolischer Blutdruck über 24 h (mmHg)	Gruppe «Ibesartan + Bewegung»: Prä 135,0±9,0 vs. Post 126,0±12,0, p < 0,01 ES = -0,85 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 130,0±14,0 vs. Post 128,0±8,0, p > 0,05 ES = -0,18	
												Mittlerer systolischer Blutdruck am Tag (mmHg)	Gruppe «Ibesartan + Bewegung»: Prä 139,0±11,0 vs. Post 129,0±15,0, p < 0,01 ES = -0,76 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 130,0±14,0 vs. Post 131,0±8,0, p > 0,05 ES = 0,09

Tab. 2 (Fortsetzung)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
					Mittlerer systolischer Blutdruck in der Nacht (mmHg)	Gruppe «Irbesartan + Bewegung»: Prä 125,0±8,0 vs. Post 121,0±10,0, p > 0,05 ES = -0,44 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 128,0±16,0 vs. Post 121,0±9,0, p > 0,05 ES = -0,54
					Diastolischer Blutdruck in Ruhe (mmHg)	Gruppe «Irbesartan + Bewegung»: Prä 78,0±8,0 vs. Post 71,0±10,0, p < 0,05 ES = -0,77 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 72,0±8,0 vs. Post 68,0±10,0, p > 0,05 ES = -0,44
					Mittlerer diastolischer Blutdruck über 24 h (mmHg)	Gruppe «Irbesartan + Bewegung»: Prä 76,0±9,0 vs. Post 72,0±8,0, p < 0,05 ES = -0,47 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 70,0±3,0 vs. Post 70,0±8,0, p > 0,05 ES = 0,00
					Mittlerer diastolischer Blutdruck am Tag (mmHg)	Gruppe «Irbesartan + Bewegung»: Prä 80,0±11,0 vs. Post 74,0±10,0, p < 0,05 ES = -0,84 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 71,0±2,0 vs. Post 72,0±7,0, p > 0,05 ES = 0,19
					Mittlerer diastolischer Blutdruck in der Nacht (mmHg)	Gruppe «Irbesartan + Bewegung»: Prä 68,0±6,0 vs. Post 67,0±7,0, p > 0,05 ES = -0,15 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 66,0±6,0 vs. Post 65,0±8,0, p > 0,05 ES = -0,14
					Standardabweichung aller NN-Intervalle (ms)	Gruppe «Irbesartan + Bewegung»: Prä 102,0±28,0 vs. Post 144,0±36,0, p > 0,05 ES = 1,30 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 121,0±27,0 vs. Post 113,0±38,0, p > 0,05 ES = -0,24
					Benachbarte Normal-to-Normal (NN)-Intervalle, die um mehr als 50 ms voneinander abweichen (%)	Gruppe «Irbesartan + Bewegung»: Prä 9,0±9,0 vs. Post 9,0±8,0, p > 0,05 ES = 0,00 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 10,0±9,0 vs. Post 10,0±8,0, p > 0,05 ES = 0,00
					Quadratwurzel der mittleren quadrierten Differenzen aufeinander folgender NN-Intervalle (ms)	Gruppe «Irbesartan + Bewegung»: Prä 30,0±12,0 vs. Post 29,0±11,0, p > 0,05 ES = -0,09 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 31,0±11,0 vs. Post 30,0±10,0, p > 0,05 ES = -0,10

Tab. 2 (Fortsetzung)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
					Sehr niedrige Frequenz (ms)	Gruppe «Ibessartan + Bewegung»: Prä 3,3±0,2 vs. Post 3,3±0,2, p > 0,05 ES = 0,00 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 3,1 ±0,2 vs. Post 3,1±0,5, p > 0,05 ES = 0,07
					Niedrige Frequenz (ms)	Gruppe «Ibessartan + Bewegung»: Prä 2,9±0,3 vs. Post 2,9±0,3, p > 0,05 ES = -0,03 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 2,8±0,4 vs. Post 2,8±0,4, p > 0,05 ES = 0,02
					Hohe Frequenz (ms)	Gruppe «Ibessartan + Bewegung»: Prä 2,4±0,3 vs. Post 2,4±0,4, p > 0,05 ES = -0,03 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 2,4±0,4 vs. Post 2,4±0,5, p > 0,05 ES = -0,12
					Verhältnis von niedrigen und hohen Frequenzanteilen	Gruppe «Ibessartan + Bewegung»: Prä 3,0±1,3 vs. Post 3,1±1,3, p > 0,05 ES = 0,08 Gruppe «Placebo + Bewegung»: Prä 2,1 ±1,0 vs. Post 2,4±1,0, p > 0,05 ES = 0,27
Aveina et al., 2009 Italien	Randomisierte kontrollierte Studie	56 Patienten mit COPD (29 σ ; 69,0±5,0 Jahre; FEV ₁ : 82,0±16,6%pred; FVC 91,0±17,4%pred)	Ausdauer- + Krafttraining 40–50% der HF-Reserve 50% TRM	12 Wochen 3 Einheiten/Woche 60 min/Einheit	HF in Ruhe (Schläge pro Minute)	Prä 65,0±10,0 vs. Post 65,0±9,0, p = 0,64 ES = 0,00
Berry et al., 2010 USA	Randomisierte kontrollierte Studie	89 Patienten mit COPD (48 σ ; 66,0±10,0 Jahre; FEV ₁ : 53,0±18,5%pred) Arterielle Hypertonie: n = 47 Durchblutungsstörungen: n = 17 Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 39	Ausdauer- + Krafttraining Dyspnoe 3–5 gemäß mBorg	12 Wochen 3 Einheiten/Woche 1 h/Einheit	Systolischer Blutdruck in Ruhe (mmHg) Diastolischer Blutdruck in Ruhe (mmHg)	Prä 137,0±12,0 vs. Post 131,0±12,0, p = 0,001 ES = -0,70 Prä 84,0±6,0 vs. Post 80,0±7,0, p = 0,001 ES = -0,61
Rejbet al., 2010 Tunesien	Nicht-randomisierte kontrollierte Studie	26 Patienten mit COPD (61,0±4,0 Jahre; FEV ₁ 48,9±11,3%pred; FVC 58,8±9,8%pred)	Pulmonale Rehabilitation HR der Gasaustauschschwelle	3 Monate 3 Einheiten/Woche 45 min/Einheit	HF in Ruhe (Schläge pro Minute)	Prä 75,6±13,9 vs. Post 76,5±14,0, p > 0,05 ES = 0,06
Camillo et al., 2011 Brasilien	Randomisierte kontrollierte Studie	40 Patienten mit COPD High-Intensity-Gruppe: 20 (10 σ ; 67,0±7,0 Jahre; FEV ₁ : 40,0±13,0%pred) Low-Intensity-Gruppe: 20 (11 σ ; 65,0±10,0 Jahre; FEV ₁ : 39,0±14,0%pred)	High-Intensity-Gruppe: Ausdauer- und Krafttraining 60% WRmax 75% der durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit im 6MWT 70% TRM Low-Intensity-Gruppe: Krafttraining	Alle Gruppen: 12 Wochen 3 Einheiten/Woche 1 h/Einheit	Standardabweichung der NN-Intervalle (ms)	High-Intensity-Gruppe: Prä 29,0±15,0 vs. Post 36,0±19,0, p < 0,05 ES = 0,41 Low-Intensity-Gruppe: Prä 25,0±12,0 vs. Post 22,0±10,0, p > 0,05 ES = -0,27

Tab. 2 (Fortsetzung)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
					Quadratwurzel der mittleren quadrierten Differenzen aufeinander folgender NN-Intervalle (ms)	High-Intensity-Gruppe: Prä 22,0±14,0 vs. Post 28,0±22,0, p < 0,05 ES = 0,33 Low-Intensity-Gruppe: Prä 22,0±22,0 vs. Post 19,0±14,0, p > 0,05 ES = -0,16
					Niedrige Frequenz in Rückenlage (%)	High-Intensity-Gruppe: Prä 44,0±15,0 vs. Post 42,0±24,0, p > 0,05 ES = -0,10 Low-Intensity-Gruppe: Prä 48,0±19,0 vs. Post 43,0±19,0, p > 0,05 ES = -0,26
					Niedrige Frequenz bei aufrechter Körperhaltung (%)	High-Intensity-Gruppe: Prä 55,0±21,0 vs. Post 50,0±20,0, p > 0,05 ES = -0,24 Low-Intensity-Gruppe: Prä 58,0±15,0 vs. Post 62,0±20,0, p > 0,05 ES = 0,23
					Hohe Frequenz in Rückenlage (%)	High-Intensity-Gruppe: Prä 56,0±15,0 vs. Post 58,0±24,0, p > 0,05 ES = 0,10 Low-Intensity-Gruppe: Prä 51,0±19,0 vs. Post 56,0±19,0, p > 0,05 ES = 0,26
					Hohe Frequenz bei aufrechter Körperhaltung (%)	High-Intensity-Gruppe: Prä 44,0±21,0 vs. Post 50,0±20,0, p > 0,05 ES = 0,29 Low-Intensity-Gruppe: Prä 41,0±15,0 vs. Post 37,0±20,0, p > 0,05 ES = -0,23
					Verhältnis von niedrigen und hohen Frequenzanteilen in Rückenlage	High-Intensity-Gruppe: Prä 0,9±0,8 vs. Post 1,3±1,5, p > 0,05 ES = 0,60 Low-Intensity-Gruppe: Prä 1,2±0,9 vs. Post 1,1±1,2, p > 0,05 ES = -0,09
					Verhältnis von niedrigen und hohen Frequenzanteilen bei aufrechter Körperhaltung	High-Intensity-Gruppe: Prä 2,3±3,1 vs. Post 1,3±0,9, p > 0,05 ES = -0,44 Low-Intensity-Gruppe: Prä 1,7±1,0 vs. Post 2,8±2,8, p > 0,05 ES = 0,52
Lan et al., 2011 Taiwan	Nicht-kontrollierte Studie	44 Patienten mit COPD Gruppe «Untergewicht»: 22 (21 ♂; 69,1±12,0 Jahre; FEV ₁ 52,8±17,1%pred; FVC 79,5±21,4%pred) Gruppe «kein Untergewicht»: 22 (21 ♂; 71,4±7,5 Jahre; FEV ₁ 51,5±13,3%pred; FVC 79,1±15,1%pred)	Alle Gruppen: Pulmonale Rehabilitation 50–75% VO ₂ peak	Alle Gruppen: 12 Wochen 2 Einheiten/Woche 40–50 min/Einheit	HF in Ruhe (Schläge pro Minute)	Gruppe «Untergewicht»: Prä 85,2±13,0 vs. Post 83,1±11,7, p = 0,315 ES = -0,17 Gruppe «kein Untergewicht»: Prä 88,2±11,6 vs. Post 86,0±10,8, p = 0,029 ES = -0,20

Tab. 2 (Fortsetzung)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
Corhay et al., 2012 Belgien	Nicht-kontrollierte Studie	140 Patienten mit COPD Gruppe < 65 Jahre: 69 (42 ♂; 57,6±5,2 Jahre; FEV ₁ : 38,1±10,8%pred) Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 19 Gruppe < 65–74 Jahre: 50 (36 ♂; 69,5±2,6 Jahre; FEV ₁ : 39,5±11,7%pred) Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 23 Gruppe < 75 Jahre: 21 (17 ♂; 77,4±2,5 Jahre; FEV ₁ : 39,9±9,2%pred) Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 14	Alle Gruppen: Pulmonale Rehabilitation 50–80% WRmax 60% der maximalen Gehgeschwindigkeit im 6MWT 50% 1RM	Alle Gruppen: 6 Monate 2–3 Einheiten/Woche 2 h/Einheit		
Georgiopoulos et al., 2012 Griechenland	etPrä-Post-Studie	45 Patienten mit COPD (40 ♂; 66,5±7,6 Jahre; FEV ₁ : 45,7±18,7%pred; FVC 78,3±18,6%pred)	Pulmonale Rehabilitation 60–80% WRmax	12 Wochen 3 Einheiten/Woche 40 min/Einheit	HF in Ruhe (Schläge pro Minute)	Prä 88,0±10,7 vs. Post 83,3±10,5, p = 0,004 ES = -0,63
Lan et al., 2013 Taiwan	Prä-Post-Studie	26 Patienten mit COPD (71,0±10,7 Jahre; FEV ₁ : 64,8±23,0%pred; FVC 88,3±34,5%pred)	Pulmonale Rehabilitation 75–100% VO ₂ max	12 Wochen 2 Einheiten/Woche 40 min/Einheit	HF (Schläge pro Minute)	Prä 134,5±14,9 vs. Post 137,4±19,9, p = 0,36 ES = 0,16
Cheng et al., 2014 Taiwan	Prä-Post-Studie	64 Patienten mit COPD (55 ♂; 70,1±8,7 Jahre; FEV ₁ : 44,9±11,7%pred; FVC 78,2±17,4%pred)	Pulmonale Rehabilitation 60–100% VO ₂ peak	12 Wochen 2 Einheiten/Woche 50 min/Einheit	Mittlerer Blutdruck (mmHg)	Prä 109,6±15,7 vs. Post 110,3±15,1, p = 0,72 ES = 0,05
					Sauerstoffpuls (ml/Schlag)	Prä 9,2±2,5 vs. Post 9,8±2,7, p = 0,02 ES = 0,23
					HF in Ruhe (Schläge pro Minute)	Prä 87,2±12,7 vs. Post 83,9±13,5, p = 0,048 ES = -0,25
					Sauerstoffpuls (ml/Schlag)	Prä 7,2±1,9 vs. Post 7,9±2,2, p = 0,005 ES = 0,34
					Sauerstoffpuls (%)	Prä 76,8±18,4 vs. Post 85,2±24,8, p = 0,003 ES = 0,38
					NN-Standardabweichung	In Ruhe: Prä vs. Post, p < 0,05 Unter Belastung: Prä vs. Post, p < 0,05
					Quadratwurzel aus der mittleren Summe der Quadrate der Differenz zwischen benachbarten normalen RR-Intervallen	In Ruhe: Prä vs. Post, p < 0,05 Unter Belastung: Prä vs. Post, p < 0,05
					Niedrige Frequenz	In Ruhe: Prä vs. Post, p < 0,05 Unter Belastung: Prä vs. Post, p < 0,05
					Hohe Frequenz	In Ruhe: Prä vs. Post, p < 0,05 Unter Belastung: Prä vs. Post, p < 0,05
					Verhältnis von niedrigen und hohen Frequenzanteilen	In Ruhe: Prä vs. Post, p < 0,05 Unter Belastung: Prä vs. Post, p < 0,05
Borghi-Silva et al., 2015 Brasilien	Randomisierte kontrollierte Studie	10 Patienten mit COPD (7 ♂; 67,0±7,0 Jahre; FEV ₁ : 32,0±11,0%pred; FVC 58,0±15,0%pred)	Ausdauertraining 70% der Höchstgeschwindigkeit im CPET	12 Wochen 3 Einheiten/Woche 30 min/Einheit	RR-Mittelwert und seine Standardabweichung in Ruhe (ms)	Prä 17,2±7,3 vs. Post 25,4±5,5, p < 0,05 ES = 1,27

Tab. 2 (Fortsetzung)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
					RR-Mittelwert und seine Standardabweichung bei konstanter Geschwindigkeit (ms)	Prä 12,7±5,1 vs. Post 18,3±4,7, p > 0,05 ES = 1,14
					Quadratwurzel der mittleren quadrierten Differenzen aufeinander folgender RR-Intervalle in Ruhe (ms)	Prä 11,7±6,0 vs. Post 22,9±0,2, p < 0,05 ES = 2,64
					Quadratwurzel der mittleren quadrierten Differenzen aufeinander folgender RR-Intervalle bei konstanter Geschwindigkeit (ms)	Prä 3,5±1,7 vs. Post 16,9±7,0, p < 0,05 ES = 2,63
					Nichtlineare Indizes – SD1 in Ruhe	Prä 7,1±4,2 vs. Post 19,2±11,8, p < 0,05 ES = 1,37
					Nichtlineare Indizes – SD1 bei konstanter Geschwindigkeit	Prä 3,7±1,7 vs. Post 13,6±8,8, p < 0,05 ES = 1,56
					Nichtlineare Indizes – SD2 in Ruhe	Prä 31,2±6,6 vs. Post 46,1±22,0, p < 0,05 ES = 0,92
					Nichtlineare Indizes – SD2 bei konstanter Geschwindigkeit	Prä 17,3±5,9 vs. Post 25,4±6,5, p < 0,05 ES = 1,30
					Niedrige Frequenz (NU)	Prä 0,6±0,2 vs. Post 0,5±0,2, p > 0,05 ES = -0,60
					Hohe Frequenz (NU)	Prä 0,4±0,2 vs. Post 0,5±0,2, p > 0,05 ES = 0,60
					Verhältnis von niedrigen und hohen Frequenzanteilen	Prä 2,4±2,3 vs. Post 1,8±1,7, p > 0,05 ES = -0,31
					Sample-Entropie	Prä 0,7±0,2 vs. Post 0,9±0,2, p > 0,05 ES = 1,03
Campos et al., 2015 Chile	Prä-Post-Studie	39 Patienten mit COPD (36 ♂; 67,3±8,5 Jahre; FEV ₁ 598±21,0%pred) Arterielle Hypertonie: n = 31 Dyslipidämie: n = 5 Kongestive Herzinsuffizienz: n = 3	Pulmonale Rehabilitation 70–80% 6MWT	12 Wochen 2 Einheiten/Woche 90 min/Einheit		
Leite et al., 2015 Brasilien	Nicht-randomisierte kontrollierte Studie	10 Patienten mit COPD (62,0 (60,3; 69,3) Jahre; FEV ₁ 55,0 (39,0; 70,0) %pred; FVC 78,0 (66,3; 83,5) %pred)	Ausdauertraining 60–100% VO ₂ peak	12 Wochen 3 Einheiten/Woche 20–50 min/Einheit	Standardabweichung des Mittelwerts aller normalen RR-Intervalle (ms)	Prä 19,8±6,2 vs. Post 24,9±8,6, p > 0,05 ES = 0,67
					Quadratischer Mittelwert der Differenzen zwischen benachbarten normalen RR-Intervallen in einem Zeitintervall (ms)	Prä 14,2±5,7 vs. Post 18,3±6,2, p > 0,05 ES = 0,69
					Spektralkomponente niedriger Frequenz (ms ²)	Prä 146,1±118,9 vs. Post 177,7±125,6, p > 0,05 ES = 0,26
					Spektralkomponente niedriger Frequenz (NU)	Prä 67,5±16,0 vs. Post 58,5±13,6, p > 0,05 ES = -0,61

Tab. 2 (Fortsetzung)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
Mkacher et al., 2015 Tunesien	Randomisierte kontrollierte Studie	68 Patienten mit COPD Gruppe «Pulmonale Rehabilitation»: 33 (33 σ); 61,2±3,2 Jahre; FEV ₁ 38,6±8,6(%pred) Gruppe «Pulmonale Rehabilitation + Gleichgewicht»: 35 (35 σ); 58,3±4,3 Jahre; FEV ₁ 39,4±10,3(%pred)	Alle Gruppen: Pulmonale Rehabilitation	Alle Gruppen: 6 Monate 6 Einheiten/Woche (3x/Woche, 2 Einheiten/Tag)	Spektral Komponente hoher Frequenz (ms ²) Spektral Komponente hoher Frequenz (NU) Verhältnis von niedrigen und hohen Frequenzanteilen	Prä 62,3±46,8 vs. Post 113,2±62,2, p < 0,05 ES = 0,92 Prä 32,6±15,9 vs. Post 41,5±13,6, p > 0,05 ES = 0,60 Prä 2,9±2,2 vs. Post 1,6±0,8, p > 0,05 ES = -0,78
Spielmanns et al., 2015 Deutschland	Randomisierte kontrollierte Studie	36 Patienten mit COPD Gruppe «Korrigierte Luft»: 17 (64,0±8,4 Jahre; FEV ₁ 43,0±12,0(%pred) Arterielle Hypertonie: n = 7 Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 2 Sauerstoff-Gruppe: 19 (65,0±8,7 Jahre; FEV ₁ 44,0±10,0(%pred) Arterielle Hypertonie: n = 8 Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 4	Alle Gruppen: Kontinuierliches Ausdauertraining 70–85% WRmax Intervall-Ausdauertraining 110–125% WRmax	Alle Gruppen: 24 Wochen 3 Einheiten/Woche 30 min/Einheit	HF in Ruhe (Schläge pro Minute)	Gruppe «Pulmonale Rehabilitation»: Prä 72,7±8,9 vs. Post 73,0±4,3, p > 0,05 ES = 0,04 Gruppe «Pulmonale Rehabilitation + Gleichgewicht»: Prä 75,3±3,9 vs. Post 73,5±4,5, p > 0,05 ES = -0,43
Cardoso et al., 2016 Brasilien	Nicht-randomisierte kontrollierte Studie	10 Patienten mit COPD (65,2±4,2 Jahre; FEV ₁ 41,8±21,3(%pred); FVC 60,7±18,0(%pred) Arterielle Hypertonie: n = 7	Pulmonale Rehabilitation 75% WRmax 60% 1RM	12 Wochen 3 Einheiten/Woche 30 min/Einheit	Systolischer Blutdruck (mmHg)	Mittlere Prä-/Post-Differenz Gruppe 1: -3,6, 95%-KI (-13,5; 6,3) Gruppe 2: -10,6, 95%-KI (-19,6; -1,5) Gruppe 3: -8,3, 95%-KI (-20,5; 3,8)
Engel et al., 2016 Australien	Randomisierte kontrollierte Studie	33 Patienten mit COPD (16 σ; 65,5±4,0 Jahre; FEV ₁ 1,6±0,5 l; FVC 2,3±0,7 l)	Pulmonale Rehabilitation	16 Wochen	Systolischer Blutdruck (mmHg)	Mittlere Prä-/Post-Differenz Gruppe 1: -3,5, 95%-KI (-12,6; 5,6) Gruppe 2: -7,7, 95%-KI (-17,1; 1,8) Gruppe 3: -4,7, 95%-KI (-13,5; 4,2)
Boeselt et al., 2017 Deutschland	Nicht-randomisierte kontrollierte Studie	20 Patienten mit COPD (16 σ; 65,9±8,2 Jahre; FEV ₁ 67,9±29,2(%pred) Arterielle Hypertonie: n = 5 Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 2	Krafttraining 35–75 % 1RM	3 Monate 2 Einheiten/Woche 90 min/Einheit	Diastolischer Blutdruck (mmHg)	Mittlere Prä-/Post-Differenz Gruppe 1: -3,5, 95%-KI (-12,6; 5,6) Gruppe 2: -7,7, 95%-KI (-17,1; 1,8) Gruppe 3: -4,7, 95%-KI (-13,5; 4,2)
Kanao et al., 2017 Japan	Prä-Post-Studie	29 Patienten mit COPD (26 σ; 73,2±5 Jahre; FEV ₁ 51,0±121,3(%pred) Arterielle Hypertonie: n = 10 Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 5	Pulmonale Rehabilitation 60% WRpeak	12 Wochen 2 Einheiten/Woche		
Pacheco et al., 2017 Spanien	Beobachtungsstudie	35 Patienten mit COPD (88,6% σ; 65,1±9,0 Jahre; FEV ₁ 42,2±10,5; FVC 67,8±13,3(%pred); DLCO 47,9±21,0(%pred) Arterielle Hypertonie: n = 20 Dyslipidämie: n = 6 Kongestive Herzinsuffizienz: n = 7 Ischämische Kardiomyopathie: n = 3	Pulmonale Rehabilitation 70% WRmax 75% 1RM	12 Wochen 3 Einheiten/Woche > 30 min/Einheit		

Tab. 2 (Fortsetzung)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
Papp et al., 2017 Schweden	Randomisierte kontrollierte Studie	17 Patienten mit COPD (7 ♂; 69,0 (62,0; 72,1) Jahre; FEV ₁ 64,3±15,4%pred)	Ausdauer- + Krafttraining 70% 1RM Anstrengungsempfinden 12–14 gemäß Borg	12 Wochen 2 Einheiten/Woche 60–70 min/Einheit	HF in Ruhe (Schläge pro Minute)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 0,6, p = 0,82
Vasilopoulou et al., 2017 Griechenland	Randomisierte kontrollierte Studie	50 Patienten mit COPD (38 ♂; 66,7±7,3 Jahre; FEV ₁ 51,8±17,3%pred); FVC 78,4±18,4%pred; DLCO 57,0±20,4%pred) Kardiovaskuläre Erkrankung; n = 15	Pulmonale Rehabilitation	12 Monate 2 Einheiten/Woche	Systolischer Blutdruck in Ruhe Diastolischer Blutdruck in Ruhe Anzahl an Paaren benachbarter NN-Intervalle, die in der 5-Minuten-Ableitung um mehr als 50 ms voneinander abweichen, dividiert durch die Anzahl aller NN-Intervalle (%) Quadratwurzel des Mittelwerts der Summe der Quadrate der Differenzen zwischen benachbarten NN-Intervallen	Mittlere Prä-/Post-Differenz 4,2; Mittlere Prä-/Post-Differenz 5,7, p = 0,04 Mittlere Prä-/Post-Differenz 0,6, p = 0,56
Lan et al., 2018 Taiwan	Prä-Post-Studie	43 Patienten mit COPD (31 ♂; 69,7±8,8 Jahre; FEV ₁ 49,5±19,9%pred; FVC 76,5±22,3%pred)	Pulmonale Rehabilitation	12 Wochen 2 Einheiten/Woche 40 min/Einheit	HF in Ruhe: Mittlerer Blutdruck in Ruhe (mmHg) Sauerstoffpuls	Prä vs. Post, p > 0,05 Prä vs. Post, p < 0,05 Prä vs. Post, p < 0,05
Moezy et al., 2018 Iran	Randomisierte kontrollierte Studie	14 Patienten mit COPD (71,4% ♂; 64,7±7,5 Jahre; FEV ₁ 60,2±14,0%pred)	Ausdauertraining Dyspnoe 3–4 gemäß mBorg	12 Wochen 3 Einheiten/Woche 15–60 min/Einheit	HF in Ruhe (Schläge pro Minute)	Prä 80,4±12,6 vs. Post 77,8±11,9, p = 0,968 ES = -0,21
Silva et al., 2018 Brasilien	Randomisierte kontrollierte Studie	48 Patienten mit COPD Gruppe «Elastische Widerstände»: 32 (69,4±9,0 Jahre; FEV ₁ 50,7±16,7%pred; FVC 72,5±13,2%pred) Gruppe «Kraftgeräte»: 16 (64,9±11,2 Jahre; FEV ₁ 45,4±15,2%pred; FVC 66,1±14,0%pred)	Alle Gruppen: Krafttraining	Alle Gruppen: 12 Wochen 3 Einheiten/Woche 60 min/Einheit	Gesamtcholesterin (mg/dl) HDL-Cholesterin (mg/dl)	Gruppe «Elastische Widerstände»: Prä 108,4±25,3 vs. Post 104,6±14,3, p > 0,05 ES = -0,18 Gruppe «Kraftgeräte»: Prä 84,6±27,0 vs. Post 71,1±32,0, p > 0,05 ES = -0,46 Gruppe «Elastische Widerstände»: Prä 38,4±23,2 vs. Post 63,4±17,3, p > 0,05 ES = 0,24 Gruppe «Kraftgeräte»: Prä 132,3±43,6 vs. Post 150,3±52,3, p > 0,05 ES = 0,37

Tab. 2 (Fortsetzung)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
					Cholesterin – Triglyzeride (mg/dl)	Gruppe «Elastische Widerstände»: Prä 154,2±62,3 vs. Post 129,7±40,3, p > 0,05 ES = -0,47 Gruppe «Kraftgeräte»: Prä 104,8±38,4 vs. Post 99,9±32,9, p > 0,05 ES = -0,14
					Gesamtcholesterin/HDL-Quotient (mg/dl)	Gruppe «Elastische Widerstände»: Prä 50,7±39,9 vs. Post 40,9±25,8, p > 0,05 ES = -0,29 Gruppe «Kraftgeräte»: Prä 71,9±31,2 vs. Post 61,3±15,4, p > 0,05 ES = -0,43
Charikiopoulou et al., 2019 Griechenland	Randisierte kontrollierte Studie	32 Patienten mit COPD (25 ♂; 66,0±6,0 Jahre; FEV ₁ 43,1±15,1%pred; DLCO 38,2±22,8%pred) Kardiovaskuläre Erkrankung: n = 22	Pulmonale Rehabilitation 100% WRpeak	13 Wochen 2 Einheiten/Woche ≥ 1 h/Einheit	HF in Ruhe (Schläge pro Minute)	Gruppe «Pulmonale Rehabilitation + NMES»: Prä 80,0±9,0 vs. Post 78,0±9,0, p < 0,001 ES = -0,22 Gruppe «Pulmonale Rehabilitation»: Prä 80,0±7,0 vs. Post 77,0±7,0, p < 0,001 ES = -0,43
Mekki et al., 2019 Tunesien	Randisierte kontrollierte Studie	45 Patienten mit COPD Gruppe «Pulmonale Rehabilitation + NMES»: 25 (25 ♂; 59,6±4,8 Jahre; FEV ₁ 57,7±14,4%pred; FVC 76,0±13,2%pred) Gruppe «Pulmonale Rehabilitation»: 20 (20 ♂; 59,5±3,1 Jahre; FEV ₁ 57,1±10,2%pred; FVC 75,9±7,8 %pred)	Alle Gruppen: Pulmonale Rehabilitation 60–70% HRmax im 6MWT 50–85% 10RM	Alle Gruppen: 6 Monate 3 Einheiten/Woche 80 min/Einheit	HF (Schläge pro Minute)	Gruppe «Elastische Widerstände»: Prä 74,1±8,8 vs. Post 76,8±8,9, p > 0,05 ES = 0,30 Gruppe «Kraftgeräte»: Prä 71,4±6,4 vs. Post 68,9±9,9, p > 0,05 ES = -0,30
Silva et al., 2019 Brasilien	Randisierte kontrollierte Studie	19 Patienten mit COPD Gruppe «Elastische Widerstände»: 9 (65,9±8,9 Jahre; FEV ₁ 45,2±16,2%pred; FVC 64,7±19,0%pred) Gruppe «Kraftgeräte»: 10 (65,5±9,8 Jahre; FEV ₁ 57,6±16,3%pred; FVC 79,8±11,5%pred)	Alle Gruppen: Krafttraining	Alle Gruppen: 12 Wochen 3 Einheiten/Woche 60 min/Einheit	HF (Schläge pro Minute)	Gruppe «Elastische Widerstände»: Prä 120,0 (105,0; 135,0) vs. Post 120,0 (110,0; 120,0), p > 0,05 Gruppe «Kraftgeräte»: Prä 120,0 (117,5; 130,0) vs. Post 120,0 (110,0; 120,0), p > 0,05
					Systolischer Blutdruck (mmHg)	Gruppe «Elastische Widerstände»: Prä 120,0 (105,0; 135,0) vs. Post 120,0 (110,0; 120,0), p > 0,05 Gruppe «Kraftgeräte»: Prä 120,0 (117,5; 130,0) vs. Post 120,0 (110,0; 120,0), p > 0,05
					Diastolischer Blutdruck (mmHg)	Gruppe «Elastische Widerstände»: Prä 70,0 (70,0; 80,0) vs. Post 70,0 (70,0; 75,0), p > 0,05 Gruppe «Kraftgeräte»: Prä 80,0 (70,0; 90,0) vs. Post 75,0 (67,5; 80,0), p > 0,05

Daten dargestellt als Mittelwert ± Standardabweichung oder Median (Interquartilsabstand), sofern nicht anders angegeben. Legende: 6MWT: 6-min walk test (6-Minuten-Gehtest); 12MWT: 12-min walk test (12-Minuten-Gehtest); 1RM: one repetition maximum (Einwiederholungsmaximum); 10RM: ten repetition maximum (Zehnwiederholungsmaximum); 15RM: fifteen repetition maximum (Fünfzehnwiederholungsmaximum); 95%-KI: 95%-Konfidenzintervall; %pred, percentage predicted (Prozent des Sollwerts); COPD: chronic obstructive pulmonary disease (chronisch obstruktive Lungenerkrankung); CPET: cardiopulmonaler Ausdauerstest; DLCO: diffusing capacity for carbon monoxide (Kohlenmonoxid-Diffusionskapazität); ES: Effektivität; FEV₁: forciertes expiratorisches Volumen in 1 s; FVC: forced vital capacity (forcierte Vitalkapazität); HDL: High-Density-Lipoprotein; HF, Herzfrequenz; HF_{max}: maximale Herzfrequenz; ILD: interstitial lung disease (interstitielle Lungenerkrankung); ILF: idiopathische Lungenfibrose; LDL: Low-Density-Lipoprotein; mBorg: modifizierte Borg-Skala; NMES: neuromuskuläre Elektrostimulation; VO_{2max}: maximum oxygen uptake (maximale Sauerstoffaufnahme); VO_{2peak}: peak oxygen uptake (Peak-Sauerstoffaufnahme); WR: work rate (Arbeitsleistung); WR_{max}: maximum work rate (maximale Arbeitsleistung); WR_{peak}: peak work rate (Peak-Arbeitsleistung).

Tab. 3. Charakteristika der in Phase 2 eingeschlossenen Studien mit Asthma-Patienten (d.h. Studien, die Angaben zur Prävalenz kardiovaskulärer Komorbiditäten in den Baseline-Merkmalen der untersuchten Patientenpopulation enthielten und/oder in denen mindestens ein kardiovaskuläres Outcome angegeben war) (n = 2)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
Cochrane et al., 1990 Schottland	Randomisierte kontrollierte Studie	18 Patienten mit Asthma (27,0±17,0 Jahre; FEV ₁ 76,0±12,0%pred)	Ausdauer- und Krafttraining 75% HFmax	3 Monate 3 Einheiten/Woche 30 min/Einheit	Sauerstoffpuls (ml/Schlag)	Prä 8,8±2,3 vs. Post 10,8±2,4, <i>p</i> < 0,001 <i>ES</i> = 0,85
					Gesamt Cholesterin i. S. (mmol/l)	Prä 5,4±1,1 vs. Post 5,3±1,1, <i>p</i> > 0,05 <i>ES</i> = -0,09
					HDL-Cholesterin (mmol/l)	Prä 1,7±0,4 vs. Post 1,6±0,3, <i>p</i> > 0,05 <i>ES</i> = -0,28
					LDL-Cholesterin (mmol/l)	Prä 3,2±1,2 vs. Post 2,9±0,9, <i>p</i> > 0,05 <i>ES</i> = -0,28
El-Kader et al., 2016 Saudi-Arabien	Randomisierte kontrollierte Studie	40 Patienten mit Asthma (23 ♂; 47,2±6,5 Jahre; FEV ₁ 1,4±0,7 l)	Ausdauertraining 60–80% HFmax	6 Monate 3 Einheiten/Woche 30 min/Einheit	HDL-Cholesterin (mg/dl)	Prä 34,7±5,6 vs. Post 37,9±4,6, <i>p</i> < 0,05 <i>ES</i> = 0,62
					LDL-Cholesterin (mg/dl)	Prä 133,7±13,2 vs. Post 120,3±11,5, <i>p</i> < 0,05 <i>ES</i> = -1,08
					Cholesterin – Triglyzeride (mg/dl)	Prä 155,4±12,6 vs. Post 127,7±11,3, <i>p</i> < 1,05 <i>ES</i> = -2,31

Daten dargestellt als Mittelwert±Standardabweichung, sofern nicht anders angegeben. Legende: %pred: percentage predicted (Prozent des Sollwerts); ES: Effektstärke; FEV₁: forciertes expiratorisches Volumen in 1 s; HDL: High-Density-Lipoprotein; HF: Herzfrequenz; HF_{max}: maximale Herzfrequenz; LDL: Low-Density-Lipoprotein.

Asthma-Patienten [186, 189] und 5 Studien mit ILD-Patienten [196, 201, 202, 207, 209] enthielten Angaben zu kardiovaskulären Outcomes und Outcome-Maßen. In Studien mit COPD-Patienten fand sich eine Vielzahl von Outcome-Maßen, wohingegen Studien mit Asthma-Patienten hauptsächlich auf das Serumlipidprofil ausgerichtet waren [187, 190] (n = 2), und in Studien mit ILD-Patienten vornehmlich die Herzfrequenz in Ruhe [196, 201, 209] (n = 3) und der Blutdruck [196, 207, 209] (n = 3) berichtet wurden. Das am häufigsten berichtete Outcome-Maß war die Herzfrequenz in Ruhe [37, 57, 90, 106, 107, 121, 123, 124, 129, 136, 196, 201, 209] (n = 13; Effektstärke (effect size, ES) = [-0, 63; 0, 11]). In den meisten Studien (n = 20; 71,4 %) waren nur geringe bis moderate Effekte bei den berichteten kardiovaskulären Outcome-Maßen zu beobachten. Die Standardabweichung der RR-Intervalle [49, 108] (n = 2; ES = [0, 67; 2, 64]) und der quadratische Mittelwert der Differenzen aufeinander folgender RR-Intervalle [49, 57, 108] (n = 3; ES = [0, 69; 2, 64]) waren die Outcome-Maße, die stärkere Effekte zeigten. Bei Patienten mit COPD führten die Effekte des Bewegungsprogramms auf die Herzfrequenz in Ruhe zu einer gepoolten Gesamt-Effektstärke von -0,23 (95%-KI) -0,33 bis -0,13) (Abb. 5).

In Bezug auf die Bewegungsprogramme beinhalteten die meisten Studien mit COPD-Patienten ein pulmonales Rehabilitationspro-

gramm [33, 54, 55, 57, 59, 68, 80, 90, 101, 104, 106, 107, 121, 123, 136, 167] (n = 16) oder ein kombiniertes Bewegungsprogramm aus Ausdauer- und Krafttraining [38, 43–45, 54, 86, 129, 130] (n = 8). Die Trainingseinheiten erfolgten 2 bis 6 Mal pro Woche und dauerten jeweils zwischen 15 Minuten und 2 Stunden. Die Programmdauer betrug zwischen 12 Wochen und 18 Monaten. Die verordneten Bewegungsprogramme wiesen ein breites Intensitätsspektrum auf: 60% bis 80% der maximalen Herzfrequenz, 50% bis 100% der Peak- oder maximalen Sauerstoffaufnahme, 50% bis 125% der Peak- oder maximalen Arbeitsbelastung, 35% bis 75% des Einer-Wiederholungs-Maximums, Dyspnoe und Anstrengungsempfinden zwischen 3 und 6 auf der modifizierten Borg-Skala und 12 bis 16 auf der Borg-Skala. Keine der Studien enthielt Angaben über etwaige Anpassungen der Bewegungsprogramme für Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten. Nur eine Studie [108] berichtete über eine Anpassung des Bewegungsprogramms in verschiedenen Mesozyklen, um bestimmte kardiovaskuläre Outcomes zu verbessern.

In Studien mit Asthma-Patienten erfolgte ein dreimonatiges kombiniertes Bewegungsprogramm aus Ausdauer- und Krafttraining [189] oder ein sechsmonatiges Ausdauertraining [186]. Die Trainingseinheiten fanden 3 Mal pro Woche statt und dauerten jeweils 30 Minuten. Die Intensität lag bei 60% bis 80% der

Tab. 4. Charakteristika der in Phase 2 eingeschlossenen Studien mit ILD-Patienten (d.h. Studien, die Angaben zur Prävalenz kardiovaskulärer Komorbiditäten in den Baseline-Merkmalen der untersuchten Patientenpopulation enthielten und/oder in denen mindestens ein kardiovaskuläres Outcome angegeben war) (n = 8)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
Gaunaurd et al., 2014 USA	Randomisierte kontrollierte Studie	11 Patienten mit ILF (71,0±6,0 Jahre; FVC 60,0±11,0%pred; DLCO 44,0±11,0%pred) Herzerkrankung in der Vorgeschichte: n = 1	Pulmonale Rehabilitation 70–80% HRmax	12 Wochen 2 Einheiten/Woche 90 min/Einheit		
Vainselboim et al., 2014 Israel	Randomisierte kontrollierte Studie	15 Patienten mit ILF (10 ♂; 68,8±6 Jahre; FEV ₁ 68,5±15,8%pred); FVC 66,1±14,8%pred; DLCO 48,6±17,2%pred) Arterielle Hypertonie: n = 12 Koronare Herzerkrankung: n = 7 Pulmonale Hypertonie: n = 5	Ausdauer- und Krafttraining 50–70% WRpeak 70–90% der durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit im 6MWT 3–6 gemäß mBorg	12 Wochen 2 Einheiten/Woche 60 min/Einheit	HF in Ruhe (Schläge pro Minute) Systolischer Blutdruck in Ruhe (mmHg)	Mittlere Prä-/Post-Differenz -2,4±9,1 ES = -0,26 Mittlere Prä-/Post-Differenz -2,9±13,6 ES = -0,21
Marcellis et al., 2015 Niederlande	Prä-Post-Studie	18 Patienten mit Sarkoidose (14 ♂; 50,3±10,4 Jahre; FEV ₁ 93,6±17,0%pred); FVC 102,2±18,1%pred; DLCO 91,2±18,4%pred)	Ausdauer- und Krafttraining 40% 1RM 60% der maximalen Gehgeschwindigkeit im 6MWT 50% WRmax	13 Wochen 3 Einheiten/Woche 1 h/Einheit	HF in Ruhe (Schläge pro Minute)	Prä 82,7±13,1 vs. Post 77,1±12,8, p = 0,11 ES = -0,43
Vainselboim et al., 2015 Israel	Randomisierte kontrollierte Studie	15 Patienten mit ILF (10 ♂; 68,8±6 Jahre; FVC 66,1±14,8%pred; DLCO 48,6±17,2%pred) Arterielle Hypertonie: n = 12 Koronare Herzerkrankung: n = 7 Pulmonale Hypertonie: n = 5	Ausdauer- und Krafttraining 50–70% WRpeak 70–90% der durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit im 6MWT Anstrengungsempfinden 3–6 gemäß mBorg	12 Wochen 2 Einheiten/Woche 60 min/Einheit		
Bostrom et al., 2016 Schweden	Randomisierte kontrollierte Studie	18 Patienten mit systemischem Lupus erythematodes (0 ♂; 52,0±10,0 Jahre) Arterielle Hypertonie: n = 6	Pulmonale Rehabilitation 65–80% HRmax Anstrengungsempfinden 13–16 gemäß Borg	12 Wochen 2 Einheiten/Woche 60 min/Einheit	HF in Ruhe Blutdruck in Ruhe	Prä vs. Post, p = 0,04 Prä vs. Post, p > 0,05
Vainselboim et al., 2017 Israel	Randomisierte kontrollierte Studie	15 Patienten mit ILF (10 ♂; 68,8±6,0 Jahre; FVC 66,1±14,8%pred; DLCO 48,6±17,2%pred) Arterielle Hypertonie: n = 12 Koronare Herzerkrankung: n = 7 Pulmonale Hypertonie: n = 5	Ausdauer- und Krafttraining 50–70% WRpeak 70–90% der durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit im 6MWT	12 Wochen 2 Einheiten/Woche 60 min/Einheit	HF (Schläge pro Minute)	Mittlere Prä-/Post-Differenz -2,4±9,1 ES = -0,26
					HF-Reserve (Schläge pro Minute)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 6,7±11,0 ES = 0,61
					Systolischer Blutdruck (mmHg)	Mittlere Prä-/Post-Differenz -2,9±13,6 ES = -0,21
					Diastolischer Blutdruck (mmHg)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 1,5±7,1 ES = 0,21
					Rate-Pressure-Product (Schläge pro Minute/mmHg)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 1.685,0±3.338,0 ES = 0,50
					Linksatrialer Durchmesser (cm)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 0,0±0,5 ES = 0,04
					Linksatriale Fläche (cm ²)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 0,2±2,7 ES = 0,07

Tab. 4 (Fortsetzung)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
					Linksventrikuläre Hinterwanddicke (cm)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 0,0±0,1 ES = 0,30
					Intraventrikuläre Septumdicke (cm)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 0,1±0,1 ES = 0,60
					Linksventrikulärer end-systolischer Durchmesser Index (cm/m ²)	Mittlere Prä-/Post-Differenz -0,1±0,3 ES = -0,40
					Linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser Index (cm/m ²)	Mittlere Prä-/Post-Differenz -0,1±0,3 ES = -0,47
					Schlagvolumen (ml/Schlag)	Mittlere Prä-/Post-Differenz -4,5±13,4 ES = -0,34
					Herzeitvolumen (l/min)	Mittlere Prä-/Post-Differenz -0,4±0,8 ES = -0,50
					Herzindex (l/min/m ²)	Mittlere Prä-/Post-Differenz -0,2±0,4 ES = -0,50
					Ejektionsfraktion (%)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 0,8±3,0 ES = 0,27
					Fraktionsverkürzung (%)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 0,9±6,2 ES = 0,15
					Frühe transmitrale Geschwindigkeit (E) (ms)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 0,8±16,9 ES = 0,05
					Späte transmitrale Geschwindigkeit (A) (ms)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 5,1±20,7 ES = 0,25
					E/A-Verhältnis	Mittlere Prä-/Post-Differenz 0,0±0,4 ES = 0,00
					Isovolumetrische Relaxationszeit (ms)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 9,1±32,1 ES = 0,28
					Dezelerationszeit (ms)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 11,0±52,7 ES = 0,21
					Systolischer pulmonalarterieller Blutdruck (mmHg)	Mittlere Prä-/Post-Differenz -0,5±6,8 ES = -0,07
					Peak Circulatory Power (mIO ₂ /kg/min/mmHg)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 490,0±637,0 ES = 0,77
					Peak Cardiac Power Output (W)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 0,3±0,3 ES = 0,94
					Maximale Schlagarbeit (mIO ₂ /Schlag/mmHg)	Mittlere Prä-/Post-Differenz 221,0±343,0 ES = 0,64

Tab. 4 (Fortsetzung)

Studie und Land	Studiendesign	Patientenpopulation	Intervention	Dauer und Häufigkeit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
Naz et al., 2018a Türkei	Prä-Post-Studie	14 Patienten mit ILD (5 ♂; 63,0 (53,0; 70,0) Jahre; FEV ₁ 78,0 (69,0; 83,0) %pred; FVC 74,0 (67,0; 78,0) %pred; DLCO 40,0 (19,0; 45,0) %pred) Arterielle Hypertonie: n = 7 Kongestive Herzinsuffizienz: n = 2	Ausdauer- und Krafttraining 80% der Spitzen-Gehgeschwindigkeit im 6MWT 70% WRmax Dyspnoe und Anstrengungsempfinden 4–6 gemäß mBorg	12 Wochen 2 Einheiten/Woche 60–90 min/Einheit	Kardio-vaskuläre Outcomes und Outcome-Maße	Ergebnisse der kardio-vaskulären Outcomes
Naz et al., 2018b Türkei	Randomisierte kontrollierte Studie	9 Patienten mit Sarkoidose (33,3% ♂; 59,0 (52,0; 64,0) Jahre; FEV ₁ 73,0 (65,0; 85,0) %pred; FVC 76,0 (66,0; 90,0) %pred; DLCO 45,0 (36,0; 54,0) %pred)	Ausdauer- und Krafttraining 80% der Spitzen-Gehgeschwindigkeit im 6MWT Fatigue 4–6 gemäß mBorg	12 Wochen 2 Einheiten/Woche	HF (Schläge pro Minute)	Mediane Prä/Post-Differenz 0,0 [–6,0; 5,0], <i>p</i> > 0,05

Daten dargestellt als Mittelwert ± Standardabweichung oder Median (Interquartilsabstand), sofern nicht anders angegeben. Legend: 6MWT: 6-min walktest (6-Minuten-Gehtest); IRM: 10er repetition maximum (Einwiederholungsmaximum); %pred: percentage predicted (Prozent des Sollwerts); DLCO: diffusing capacity for carbon monoxide (Kohlenmonoxid-Diffusionskapazität); ES: Effektsstärke; FEV₁: forciertes expiratorisches Volumen in 1 s; FVC: forced vital capacity (forcierte Vitalkapazität); HF: Herzfrequenz; HF_{max}: maximale Herzfrequenz; ILD: interstitielle Lungenerkrankung; ILF: idiopathische Lungenfibrose; mBorg: modifizierte Borg-Skala; WR: work rate (Arbeitsleistung); WR_{max}: maximum work rate (maximale Arbeitsleistung); WR_{peak}: peak work rate (Peak-Arbeitsleistung).

maximalen Herzfrequenz. Spezielle Anpassungen zur Verbesserung bestimmter kardiovaskulärer Outcomes wurden nicht berichtet.

In den meisten Studien mit ILD-Patienten erfolgte ein kombiniertes Bewegungsprogramm aus Ausdauer- und Krafttraining [201–203, 207–209] (n = 6). Der Großteil der Programme dauerte 12 Wochen mit 2 Trainingseinheiten pro Woche [196, 198, 202, 203, 207–209] (n = 7). Die Trainingseinheiten dauerten jeweils 60 bis 90 Minuten bei einer verordneten Intensität zwischen 65% und 85% der maximalen Herzfrequenz, einer Peak-Arbeitsbelastung von 50% bis 90% und Dyspnoe und Anstrengungsempfinden zwischen 3 und 6 auf der modifizierten Borg-Skala. Keine der Studien enthielt Angaben über etwaige Anpassungen der Bewegungsprogramme für Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten.

Diskussion

Nach bestem Wissen der Autoren handelt es sich bei der vorliegenden Arbeit um die erste umfassende Übersicht über die wissenschaftliche Literatur, die zusammenfasst, welche Eingangskriterien in Bezug auf kardiovaskuläre Erkrankungen herangezogen wurden, um Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen für Studien zu Bewegungsprogrammen auszuwählen und welche Auswirkungen ein mindestens dreimonatiges Bewegungstraining auf die kardiovaskulären Outcomes hat sowie welche Anpassungen vorgenommen wurden, um die verordneten Bewegungsprogramme auf Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten zuzuschneiden. Dabei zeigte sich zum einen, dass im Großteil der Studien (58,9%) Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten *a priori* ausgeschlossen waren, zum anderen, dass die Evidenzlage über die Auswirkungen von Bewegungstraining auf die kardiovaskulären Outcomes von Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen begrenzt ist und keine der Studien explizite Angaben enthielt, wie die Trainingsmodalitäten in Hinblick auf kardiovaskuläre Komorbiditäten angepasst werden können.

Das Spektrum der kardiovaskulären Erkrankungen, die in trainingsbezogenen wissenschaftlichen Untersuchungen Ausschlusskriterien bilden, war breit. Interessanterweise gilt die Mehrzahl der berichteten Ausschlusskriterien (34/45) nicht als Kontraindikation für Bewegungstraining. Tatsächlich schlossen wenige Studien (18,3%) nur Patienten mit akuter/instabiler kardiovaskulärer Erkrankung, die eine Kontraindikation für die Teilnahme an einem Bewegungstraining darstellt, aus. Die meisten Studien schlossen Patienten sowohl mit stabilen als auch mit instabilen kardiovaskulären Komorbiditäten aus, obwohl mindestens 20% bis 50% der Patienten mit COPD, Asthma oder ILD kardiovaskuläre Komorbiditäten aufweisen [5, 7, 18, 20, 210, 211]. Werden Patienten mit kardiovaskulären oder anderen Komorbiditäten, die keine Kontraindikation für ein Bewegungstraining darstellen, ausgeschlossen, hat dies zur Folge, dass die gewonnenen Erkenntnisse nur für eine Untergruppe oder in einigen Fällen sogar nur für eine Minderheit der Patienten in die klinische Praxis übertragen werden können. Dies könnte weitreichende Kon-

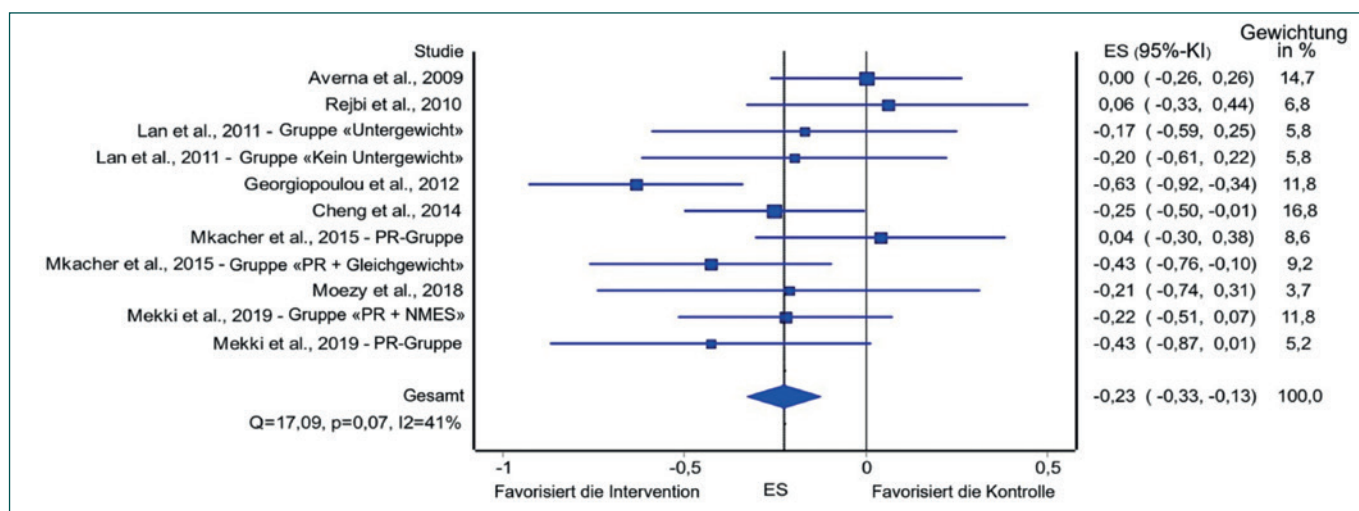


Abb. 5. Forest-Plot des Vergleichs «Kontrolle vs. Intervention» bei Patienten mit COPD; Outcome: Herzfrequenz in Ruhe. ES: Effektstärke; NMES: neuromuskuläre Elektrostimulation; PR: pulmonale Rehabilitation.

sequenzen haben, da das aktuelle Wissen (einschließlich der klinischen Leitlinien) krankheitszentriert ist und daher nicht ausreicht, um Kliniker entsprechend zu unterstützen oder anzuleiten, wie Bewegungsprogramme für Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen und multiplen chronischen Erkrankungen zu verordnen sind [13, 212]. Zudem waren einige der berichteten Kriterien (z.B. kardiovaskuläre Erkrankung) zu vage, um nachzuvollziehen, welche Erkrankungen tatsächlich ausgeschlossen wurden, und mehr als 20% der eingeschlossenen Studien enthielten keine Angaben zu den Auswahlkriterien, obwohl diese Informationen von zentraler Bedeutung sind, um Klarheit und Transparenz der Forschungsarbeit zu gewährleisten [213].

Bewegungsprogramme führten bei Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten zu ähnlichen signifikanten Verbesserungen der berichteten allgemeinen Outcomes, d.h. der Symptome, der Funktionsfähigkeit, der Belastungskapazität, der Muskelkraft und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität, wie sie normalerweise bei Patienten mit Atemwegserkrankungen zu beobachten sind [22]. In Bezug auf die kardiovaskulären Outcomes wurden in den meisten Studien (71,4%) jedoch nur geringe bis mäßige Effekte gefunden, wobei bei den Maßen der Herzfrequenzvariabilität (ES = [-0,78; 2,64]) und des Serumlipidprofils (ES = [-2,31; 0,62]) größere Effekte berichtet wurden. Daneben war ein leichter, aber signifikanter Gesamteffekt der Bewegungsprogramme auf die Ruheherzfrequenz von Patienten mit COPD nachweisbar. Diese Ergebnisse sind gegenüber den zuvor berichteten Ergebnissen für Patienten mit Kardiovaskulären Erkrankungen, bei denen positive Effekte des Bewegungstrainings auf die Herzfrequenzvariabilität und die Erholung der Herzfrequenz zu beobachten waren, nicht unterlegen [214], und für den arteriellen Blutdruck sowie das Serumlipidprofil wurden uneinheitliche, aber signifikante und bescheidene Effekte berichtet [214–217]. Unserer Vermutung nach könnten mehrere Gründe zu den gefundenen begrenzten Wirkungen beitragen. Zum einen enthielten die meis-

ten Studien keine Angaben zu speziellen Anpassungen der verordneten Bewegungsprogramme für Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten, doch kann es durchaus sein, dass die Anpassungen erfolgten, ohne dass in der Veröffentlichung speziell darüber berichtet wurde. Man weiß, dass kardiovaskuläre Erkrankungen ein besonderes Augenmerk bei der Erstellung des Trainingsplans erfordern [22], und je nach Art und Schweregrad der vorliegenden kardiovaskulären Erkrankung (z.B. koronare Herzkrankheit, kongestive Herzinsuffizienz, periphere arterielle Verschlusskrankheit, pulmonale arterielle Hypertonie) existieren unterschiedliche Empfehlungen [218]. Tatsächlich müssen Dauer, Häufigkeit, Modus, Intensität und Überwachung des Trainings an die Besonderheiten und Bedürfnisse des Patienten, seine klinischen Erkrankungen, den kardiovaskulären Phänotyp (Risikofaktoren und Krankheiten), den Fitness-Level, die Medikamenteneinnahme (Betablocker, Statine, Glinide, Sulfonylharnstoff), abnorme Reaktionen auf Belastung (Myokardischämie, Vorhofflimmern, ventrikuläre Tachykardie) und die angestrebten Rehabilitationsziele angepasst werden [1, 218–221]. Außerdem hängt der Effekt des Bewegungstrainings vom richtigen Zuschnitt des Trainingsprogramms ab, da es sich gezeigt hat, dass unterschiedliche Trainingsverordnungen mit signifikant unterschiedlichen klinischen Outcomes verbunden sind [221]. Zukünftige Studien sollten daher den Effekt von Bewegungsprogrammen, die speziell auf Patienten mit gleichzeitig bestehenden Atemwegserkrankungen und kardiovaskulären Komorbiditäten zugeschnitten sind, bewerten [7] und in allen Einzelheiten über die Intervention berichten. Ferner empfehlen die Leitlinien für kardiale Rehabilitation der führenden wissenschaftlichen Gesellschaften, das Training dreimal wöchentlich durchzuführen und die Intensität von moderat zu stark zu steigern [21]. In einigen der eingeschlossenen Studien erfolgte das Training jedoch bei geringerer Intensität und/oder weniger häufig pro Woche, und dies könnte ebenfalls zum relativen Mangel an Effekt beigetragen haben, weil die Min-

destbelastungsdosis für einen kardiovaskulären Nutzen (>150 min/Woche Ausdauertraining, Energieverbrauch 1000–2000 kcal/Woche) möglicherweise nicht erreicht wurde [218, 222]. Zudem beinhalteten einige der eingeschlossenen Studien nur Krafttraining als Trainingsprogramm. Tatsächlich wird Krafttraining für Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen empfohlen, allerdings zusätzlich zum Ausdauertraining, das eine zentrale Komponente in der Rehabilitation dieser Patienten bildet [21]. Diese Beobachtungen zeigten, dass die derzeitige Verordnung von Bewegungsprogrammen für Patienten mit COPD, Asthma oder ILD und kardiovaskulären Komorbiditäten bei weitem nicht optimal ist und gründlich überdacht werden muss. Digitale Unterstützung für die Verordnung von Bewegungsprogrammen für diese Patienten entsprechend den verschiedenen klinischen Leitlinien für unterschiedliche kardiovaskuläre Erkrankungen ist jedoch verfügbar und kann daher zur Unterstützung der Ärzte eingesetzt werden [218]. Und schließlich waren die meisten Studien, die Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten einschlossen, nur auf die Beurteilung der Herzfrequenz in Ruhe ausgerichtet. Zwar handelt es sich dabei um ein relevantes Outcome-Maß und die Ergebnisse der Metaanalyse bei COPD-Patienten fallen zugunsten einer Intervention aus, doch plädieren die Empfehlungen für Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen für eine umfassendere Beurteilung, bei der auch Outcomes wie arterieller Blutdruck, Serumlipidprofil oder die Ergebnisse der Echokardiographie, die den Zielen der Rehabilitation bei diesen Patienten besser entsprechen, berücksichtigt werden [223, 224]. Daher sollten die Outcomes besser auf die kardiovaskulären Komorbiditäten der Patienten ausgerichtet werden [19].

Trotz der bekannten Prävalenz und dem erhöhten Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko, das kardiovaskuläre Komorbiditäten für Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen darstellen [7, 211], wurden nur in 3 Studien [196, 207, 209] (alle aus den vergangenen 5 Jahren) Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten aufgenommen und eine Bewertung der kardiovaskulären Outcome-Maße durchgeführt. Dies verdeutlicht die derzeit in der Literatur bestehende Kluft in Bezug auf Bewegungsprogramme und zeigt, dass spezielle Studien erforderlich sind, die auf die kardiovaskulären Outcomes bei diesen Patienten ausgerichtet sind.

Die vorliegende systematische Übersichtsarbeit hat etliche Einschränkungen, die es zu berücksichtigen gilt. Zum einen wurden unter der Annahme, dass eine große Anzahl von Studien gefunden werden würde, nur Übungsprogramme mit einer Dauer von mindestens 12 Wochen eingeschlossen, wodurch möglicherweise andere relevante Studien verloren gegangen sind. Eine Mindestübungsdauer von 12 Wochen wird jedoch empfohlen, um bei Pa-

tienten mit kardiovaskulären Erkrankungen einen Nutzen zu erzielen [25]. Aufgrund der Tatsache, dass nur wenige der gefundenen Studien Patienten mit ILD einschlossen, erfolgte zudem eine Gruppierung aller ILD-Arten, obwohl verschiedene Arten von ILD unterschiedliche Merkmale aufweisen und möglicherweise mit unterschiedlichen kardiovaskulären Komorbiditäten und Reaktionen auf Bewegungsprogramme verbunden sind. Und zum Dritten war die Mehrzahl der eingeschlossenen Studien von schwacher Qualität. Da eine Verblindung der Probanden bei Bewegungsinterventionen jedoch nicht möglich ist und die Patienten meist vom Arzt überwiesen werden, um ihre Sicherheit zu gewährleisten, war es praktisch unmöglich, eine hohe Qualität mit dem zur Qualitätsbeurteilung verwendeten Instrument sicherzustellen.

Schlussfolgerungen

Zwar untersuchten zahlreiche Studien die Effekte eines mindestens dreimonatigen Bewegungstrainings bei Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen, doch nur wenige Studien schlossen Patienten mit kardiovaskulären Komorbiditäten ein. Die festgestellten Effekte der Bewegungsprogramme auf die kardiovaskulären Outcome-Maße waren begrenzt, was daran liegen könnte, dass keine Anpassung des verordneten Bewegungsprogramms erfolgte und der Umfang der kardiovaskulären Outcome-Maße nicht ausreichend war. Um die bestehende Lücke in der Literatur zu schließen, sind zukünftige Studien erforderlich, die auf Patienten mit gleichzeitig vorliegenden respiratorischen und kardiovaskulären Erkrankungen ausgerichtet sind und die die Effekte von speziell auf diese Patienten zugeschnittenen Bewegungsprogrammen untersuchen.

Disclosure Statement

Die Autoren erklären, dass keine Interessenskonflikte bestehen.

Lizenzangabe

Machado A, Quadflieg K, Oliveira A, Keytsman C, Marques A, Hansen D, Burtin C: Exercise Training in Patients with Chronic Respiratory Diseases: Are Cardiovascular Comorbidities and Outcomes Taken into Account? – A Systematic Review. *J Clin Med.* 2019;8(9):1458. (DOI: 10.3390/jcm809145) © 2019 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland (Übersetzung; Beiträge der einzelnen Autoren, Finanzielle Unterstützung und Danksagungen gekürzt), lizenziert unter CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>).

Literatur

Die Literatur ist unter <https://www.karger.com/Article/Fulltext/509305> abrufbar.