

Persönliche PDF-Datei für Sandra Rechberger, Ines Unger, Nico Greco, Joachim M. Schmidt Leuenberger, Peter Suter, Markus Wirz

Mit den besten Grüßen von Thieme

www.thieme.de

**Prähabilitation bei elektiver
Lungen-Teilresektion (PRELS)**

physioscience

2023

10.1055/a-1963-6369

Dieser elektronische Sonderdruck ist nur für die Nutzung zu nicht-kommerziellen, persönlichen Zwecken bestimmt (z. B. im Rahmen des fachlichen Austauschs mit einzelnen Kolleginnen und Kollegen oder zur Verwendung auf der privaten Homepage der Autorin/des Autors). Diese PDF-Datei ist nicht für die Einstellung in Repositorien vorgesehen, dies gilt auch für soziale und wissenschaftliche Netzwerke und Plattformen.

Copyright & Ownership

© 2023. Thieme. All rights reserved.

Die Zeitschrift *physioscience* ist Eigentum von Thieme.

Georg Thieme Verlag KG,
Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany
ISSN 1860-3092



Thieme

Prähabilitation bei elektiver Lungen-Teilresektion (PRELS)

Eine Machbarkeitsstudie

Prehabilitation for Elective Partial Lung Resection (PRELS)

A Feasibility Study

Autorinnen/Autoren

Sandra Rechberger^{1, 6*}, Ines Unger^{2, 6*}, Nico Greco^{2, 3, 6}, Joachim M. Schmidt Leuenberger^{1, 6}, Peter Suter^{4, 6}, Markus Wirz^{5, 6}

Institute

- 1 Institut für Physiotherapie, Inselspital, Universitätsspital Bern, Bern, Schweiz
- 2 Kantonsspital, Winterthur, Schweiz
- 3 Physiotherapie und Ergotherapie Universitätsspital (PEU), Zürich, Schweiz
- 4 Universitätsspital, Basel, Schweiz
- 5 ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Winterthur, Schweiz
- 6 IGPTR-A Interessengemeinschaft Physiotherapie Rehabilitation Akutspital, Wettingen, Schweiz

Schlüsselwörter

präoperatives Training, chirurgische Lungeneingriffe, Enhanced Recovery Protocol

Key words

preoperative exercise, pulmonary surgical procedures, enhanced recovery protocol

eingereicht 29.08.2022

akzeptiert 29.11.2022

online publiziert 09.02.2023

Bibliografie

physioscience

DOI 10.1055/a-1963-6369

ISSN 1860-3092


© 2023, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Markus Wirz

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Katharina-Sulzer-Platz 9, CH-8401 Winterthur, Schweiz
markus.wirz@zhaw.ch

 Zusätzliches Material finden Sie unter
<https://doi.org/10.1055/a-1963-6369>

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund Lungenkrebs weist die höchste krebsbedingte Sterblichkeitsrate auf. Die chirurgische Resektion bei nicht kleinzelligem Lungenkrebs im Frühstadium bildet den Grundstein der Behandlung. Thoraxchirurgische Eingriffe sind mit einer erhöhten Rate an postoperativen Komplikationen verbunden, insbesondere bei verminderter präoperativer Leistungsfähigkeit. Das Enhanced Recovery Protocol stellt einen evidenzbasierten Ansatz für die Versorgung von Patient*innen dar, wobei ein wachsendes Interesse am Wert der Prähabilitation besteht. Prähabilitationsprotokolle, die auf eine Verbesserung der postoperativen Genesung abzielen, wurden als eine Intervention zur Verringerung der postchirurgischen Beschwerden vorgeschlagen. Bis heute gibt es in der Schweiz keine etablierten Protokolle für ein präoperatives, körperliches Training.

Ziel Untersuchung der Machbarkeit eines präoperativen Trainingsprogramms für Patient*innen mit geplanter Lungenteilresektion.

Methoden Im Rahmen einer multizentrischen Machbarkeitsstudie wurden an 4 Schweizer Kliniken je 1 Person in ein präoperatives Training aufgenommen. Die Intervention bestand aus einem ambulanten Übungsprogramm mit Krafttraining und High-Intensity Intervall-Ausdauertraining für mindestens 1 Woche vor dem chirurgischen Eingriff. Die Endpunkte der Studie waren die Durchführbarkeit der präoperativen Rehabilitation und der Assessments sowie eine erste Abschätzung der Effekte.

Ergebnisse 4 Patient*innen wurden eingeschlossen. In allen Kliniken begannen die Patient*innen 21,5 ± 3 Tage vor der Operation mit dem Training, es gab keine Trainingsunterbrechungen. Es wurden keine unerwünschten Ereignisse beobachtet, was darauf hinweist, dass das präoperative Bewegungstraining sicher ist. Das vorgesehene Studiendesign konnte eingehalten werden. Die ausgewählten funktionellen Assessments sind durchführbar, sicher und die Ergebnisse sind für die Studie geeignet. Die Rekrutierung erwies sich jedoch als große Herausforderung.

Diskussion Die Ergebnisse zeigen, dass ein präoperatives Training durchführbar ist. Um das Rekrutierungspotenzial voll auszuschöpfen, ist es notwendig, die Risikostratifizierung, die organisatorischen Abläufe der beteiligten Kliniken zu spezifi-

* Erstautorenschaft

zieren und eine hohe Kooperationsbereitschaft aller beteiligten Disziplinen sicherzustellen bzw. zu definieren.

Schlussfolgerung Ein präoperatives, intensives Training vor einer geplanten Lungenteilresektion in 4 großen Spitälern der Schweiz war machbar. Es zeigten sich positive Effekte bezüglich Kraft und Ausdauer, zudem fühlten sich die Patient*innen in dieser Phase gut betreut. Ängste und Bedenken konnten frühzeitig adressiert und besprochen werden. Die Machbarkeitsstudie lieferte wertvolle Erkenntnisse für das Protokoll einer nachfolgenden Effektivitätsstudie.

ABSTRACT

Background Lung cancer has the highest cancer-related mortality rate. Surgical resection for early-stage non-small cell lung cancer is the cornerstone of treatment. Thoracic surgery is associated with an increased rate of postoperative complications, especially when preoperative performance is reduced. The Enhanced Recovery Protocol represents an evidence-based approach to patient care, with growing interest in the value of prehabilitation. Prehabilitation protocols aimed at improving postoperative recovery have been proposed as an intervention to reduce post-surgical discomfort. To date, there are no established protocols for preoperative physical training in Switzerland.

Aim To investigate the feasibility of a preoperative exercise programme in patients with planned partial lung resection in 4 Swiss hospitals.

Methods In a multicentre feasibility study, 1 patient each was enrolled in a preoperative training programme at 4 sites. The intervention consisted of an outpatient exercise programme with strength training and high-intensity interval endurance training, for at least 1 week before surgery. The endpoints of the study were the feasibility of preoperative rehabilitation and assessments and an initial assessment of the effects.

Results 4 patients were included. In all centres, patients started training 21.5 ± 3 days before surgery, there were no training interruptions. No adverse events were observed, indicating that preoperative exercise training is safe. The intended study design was adhered to. The selected functional assessments are feasible, safe and the results are appropriate for the study. However, recruitment proved to be very challenging.

Discussion The results show that preoperative training is feasible. In order to fully exploit the recruitment potential, it is necessary to specify the risk stratification, the organisational procedures of the clinics involved and to ensure or define a high willingness to cooperate of all disciplines involved.

Conclusion Preoperative intensive training before a planned partial lung resection in 4 large hospitals in Switzerland was feasible. There were positive effects on strength and endurance, and patients felt well cared for during this phase. Fears and concerns could be addressed and discussed at an early stage. The feasibility study provided valuable insights for the protocol of a subsequent effectiveness study.

Einleitung

Das Bronchialkarzinom ist in der Schweiz mit einer Inzidenz von jährlich ca. 4500 Fällen die dritthäufigste Krebserkrankung und weist bei einer Mortalität von ca. 3000 Fällen pro Jahr die höchste Sterberate mit 18,9% aller Krebserkrankungen auf [1]. Gemäß des Zentrums für Krebsregisterdaten betrug 2018 in Deutschland die jährliche Inzidenz bösartiger Tumore der Lunge rund 57 000 neue Fälle und 44 900 Sterbefälle [2]. Etwa 80% der Bronchialkarzinome sind nicht kleinzellige Karzinome (Non-small-cell lung cancer, NSCLC). Die Therapiestrategie beim NSCLC hängt vom Stadium ab. Im Stadium I und II werden diese in der Regel mit einer geplanten Operation behandelt, sofern keine Fernmetastasen vorliegen [3]. Körperliche Aktivität und gezieltes Training haben positive Effekte auf Krankheitszeichen wie Fatigue, das psychische Wohlbefinden oder die Schlafqualität. Zudem kann diese nicht pharmakologische Intervention die Herzkreislauf-Fitness, die Lungenfunktion, Muskelmasse und die Lebensqualität steigern. Es besteht zudem ein Zusammenhang zwischen Überleben und körperlicher Fitness [4]. Es zeigt sich jedoch, dass Patient*innen mit Lungenkrebs weniger körperlich aktiv sind und vor großen Barrieren bei der Umsetzung ihres Trainings stehen [4].

Standardisierte chirurgische Behandlungspfade können die Qualität und Effizienz der Patientenversorgung verbessern. Enhanced Recovery Pathways (ERP) sind multimodale und standardisierte Behandlungspfade mit dem Ziel, durch prä-, peri- und post-

operatives, interprofessionelles Management operativen Stress, postoperative Komplikationen und verlängerte Klinikaufenthalte zu reduzieren [5]. Damit wird eine Verbesserung der Lebensqualität der Patient*innen angestrebt [6]. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Fachpersonen aus verschiedenen Professionen trägt dazu bei, die Therapiemaßnahmen zu koordinieren und optimieren. Neben weiteren Maßnahmen ist die frühe postoperative Mobilisation von Patient*innen ein zentrales und für die Physiotherapie relevantes Element der ERP. Vor der Hospitalisation werden ärztliche Untersuchungen sowie eine Instruktion über den ERP durchgeführt. Gezieltes körperliches Training vor dem operativen Eingriff ist im ERP bislang nicht vorgesehen [6].

Größere operative Eingriffe sind mit einer Belastung des Herzkreislauf- und Stoffwechselsystems verbunden. Studien haben gezeigt, dass vor allem Personen mit einer stark beeinträchtigten körperlichen Fitness von einem präoperativen Training profitieren können [7]. Eine systematische Übersicht über 5 Studien mit 167 Patient*innen, die an einem Training vor einer geplanten Lungenoperation teilnahmen, zeigte eine Reduktion des Risikos für postoperative Lungenkomplikationen und eine verkürzte Hospitalisierungsdauer im Vergleich zu Patient*innen, die nicht an einem solchen Training teilnahmen [8]. Die Autor*innen halten in ihrer Schlussfolgerung aber auch fest, dass die methodische Qualität der eingeschlossenen Studien stark schwankte [8]. Trotz der vielversprechenden Hinweise hat sich in der Schweiz ein solches präoperatives Training noch nicht etabliert. Die Zeit zwischen der Indikationsstellung und der Operation ist in der Regel kurz. Um

ein körperliches Training mit maximaler Effektivität durchführen zu können, müssen Abläufe und Verantwortlichkeiten gut definiert werden. Bevor so eine Intervention wissenschaftlich untersucht wird, sollten diese Abläufe im Sinne einer Machbarkeitsstudie evaluiert werden [9]. Das Ziel der vorliegenden Fallserie war deshalb, in 4 Schweizer Kliniken bei Patient*innen mit geplanter Lungenteilresektion die Machbarkeit eines physiotherapeutischen Trainingsprogramms vor der Operation zu untersuchen. Das Programm trägt den Namen „Prehabilitation in Elective Lung Resection Surgery (PRELS)“.

Methoden

In dieser multizentrischen Machbarkeitsstudie wurde untersucht, wie ein Training vor geplanter Lungenoperation umsetzbar ist. Es ging deshalb nicht primär um die Effekte des Trainings. Vielmehr sollten Rekrutierung, Abläufe, Testverfahren, Verträglichkeit sowie weitere Elemente untersucht werden [10, 11]. Die Erkenntnisse der Machbarkeitsstudie sind eine wichtige Grundlage für die Planung einer randomisierten kontrollierten Studie, dem Referenzstandard für die Untersuchung der Effekte des präoperativen Trainings.

Für diese Studie wurde eine umfangreiche Dokumentation entwickelt, die sicherstellte, dass in den teilnehmenden Kliniken die Instruktionen, Trainingseinheiten sowie Assessments in gleicher Weise durchgeführt resp. erhoben werden. Die Ethikkommission des Kantons Zürich beurteilte diese Studie als nicht bewilligungspflichtig, da sie nicht unter das Schweizerische Humanforschungsgesetz fällt (BASEC-Nr. Req-2018-00 768). Alle Studienteilnehmenden wurden vor Einschluss mündlich und schriftlich informiert und gaben das informierte (schriftliche) Einverständnis zur Teilnahme an der Studie. Alle Prozeduren erfolgten in Übereinstimmung mit der Helsinki-Deklaration. An jedem Studienort verfügte mindestens ein Mitglied des Studienteams über eine Weiterbildung in Guter Klinischer Praxis (Good Clinical Practice, GCP).

Teilnehmende Spitäler

Diese Machbarkeitsstudie ist auf Initiative der Schweizer Interessengemeinschaft Physiotherapie Rehabilitation Akutspital (IGPTR-A) durchgeführt worden. Folgende 4 Kliniken haben sich daran beteiligt.

Inselspital Bern

Die Therapie von Patient*innen mit NSCLC erfolgt am Inselspital Bern über das Lungenkrebszentrum, das von einem interprofessionellen Fachteam geleitet wird [12]. Das Lungenkrebszentrum ist nach den Vorgaben der Deutschen Krebsgesellschaft sowie nach DIN EN ISO 9001:2008 zertifiziert. Die Ambulante Pulmonale Rehabilitation (APR) wurde im Jahr 2012 gemeinsam von der Universitätsklinik für Pneumologie und dem Institut für Physiotherapie aufgebaut und von der Schweizerischen Gesellschaft für Pneumologie akkreditiert.

Kantonsspital Winterthur (KSW)

Die Therapie von Patient*innen mit NSCLC erfolgt im KSW über das Lungen-, Tumorzentrum [13]. Das Lungen-, Tumorzentrum im KSW ist nach den Vorgaben von OnkoZert der Deutschen Krebsgesellschaft zertifiziert. Die APR wurde im Jahr 2008 ge-

meinsam von der Pneumologie und dem Institut für Therapien und Rehabilitation aufgebaut und von der Schweizerischen Gesellschaft für Pneumologie akkreditiert.

Universitätsspital Basel (USB)

Die Therapie von Patient*innen mit NSCLC erfolgt am USB über das Zentrum für Lungentumore, das von einem interprofessionellen Fachteam betrieben wird. Das Lungentumorzentrum USB ist Teil des Lungenzentrums und des Tumorzentrums, das nach Vorgaben der Deutschen Krebsgesellschaft zertifiziert ist [14]. Die APR wurde im Jahr 2008 im Rahmen von „Respirare“ aufgebaut und von der Schweizerischen Gesellschaft für Pneumologie akkreditiert.

Universitätsspital Zürich (USZ)

Das Comprehensive Cancer Center Zürich (CCCZ) hat sich gemeinsam mit dem Cancer Research Center der Universität Zürich zum CCCZ weiterentwickelt [15]. Das CCCZ ist nach den Vorgaben der Deutschen Krebsgesellschaft und der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Tumorzentren (ADT) als Zentrum zur Tumordokumentation und Qualitätssicherung bei der Versorgung krebskranker Patient*innen zertifiziert. Die seit 2017 bestehende APR ist aus der Zusammenarbeit der Physiotherapie, Ergotherapie USZ und der Klinik für Pneumologie entstanden.

Patient*innen

Die Zielpopulation stellen Patient*innen mit NSCLC zur elektiven Lungenresektion mit oder ohne Chemo/-Radiotherapie dar. Für diese Machbarkeitsstudie war vorgesehen, pro Standort 1–2 Patient*innen einzuschließen. Die Einschlusskriterien waren:

- Alter: 18 Jahre oder älter
- Diagnose eines NSCLC
- Geplante offene oder thorakoskopische, einfache oder mehrfache Segmentresektion oder Lobektomie, Bilobektomie, Pneumonektomie oder nicht anatomische Teilresektionen
- ASA Score I–III [16]
- Zeit für Prähabilitation 7 Tage oder mehr
- Ausreichende Deutschkenntnisse, um Studieninformationen und Instruktionen zu verstehen

Die Ausschlusskriterien waren:

- ASA-Score \geq IV
- Eingeschränkte körperliche Belastbarkeit und somit Trainierbarkeit aufgrund
 - neurologischer und/oder neuromuskulärer Erkrankungen
 - kardiovaskulärer Erkrankungen
 - muskuloskelettaler Einschränkungen

Intervention

Um das Zeitintervall zwischen der Indikation und der Operation optimal zu nutzen, ist eine adäquate Trainingsbelastung notwendig. Für Notfallsituationen wurde ein eigenes Konzept entwickelt.

Ambulantes prähabilitatives Training in der Physiotherapie

Das Prähabilitationsprogramm begann mindestens 7 Tage präoperativ und endete spätestens 48 Stunden vor der Operation.

Das Trainingsprotokoll orientierte sich an bereits publizierten Studien [8]. 3-mal wöchentlich trainierten die Teilnehmenden im ambulanten Setting mit Fokus auf die kardio-respiratorische Ausdauerleistungsfähigkeit sowie Kraft der Beine, Arme und des Rumpfes. Das Rehabilitationsprogramm wurde von geschulten Physiotherapeut*innen geleitet. Diese Schulung basierte einerseits auf den Zertifizierungsvorgaben der jeweiligen Fachgesellschaften. Andererseits wurden die beteiligten Physiotherapeut*innen für das Training im Rahmen dieser Studie instruiert oder sie waren bei der Entwicklung der Intervention direkt beteiligt.

Aerobes Ausdauertraining

Das bis zu 30-minütige aerobe Ausdauertraining wurde auf einem Fahrradergometer oder Laufband als Intervalltraining durchgeführt. Die Länge der Intervalle wurde anhand der Empfehlungen von Gloeckl et al. [17] durchgeführt. Dabei ermöglichen die kurzen, jedoch intensiven Belastungssequenzen einen starken Trainingsreiz für die periphere Muskulatur. Diese Art von intensivem Training zielt auf eine Verbesserung des anaeroben Metabolismus ab und resultiert in einer Zunahme der Sauerstoffkapazität sowie einer raschen Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit. Die unvollständigen Pausen gewährleisteten eine nicht vollständige Regeneration. Das Intervalltraining wurde auf 20–30 Minuten Dauer festgelegt und auf das Vorliegen einer chronisch obstruktiven Ventilationsstörung abgestimmt (siehe Abbildung 1 im **Zusatzmaterial**).

Kraftausdauertraining intensiv

Das Ziel des Krafttrainings war die Steigerung der submaximalen Leistungskapazität, die ein wichtiger Faktor für die Alltagsautonomie ist. Das Training orientierte sich an publizierten Trainingsprotokollen und bestand aus 6 Übungen zur Kräftigung aller großen Muskelgruppen und wurde an Geräten ausgeführt [17, 18]. Pro Übung wurden 2–3 Serien mit der individuell maximal möglichen Wiederholungszahl absolviert. Konkret wurde das Training mit 50–85 % des Ein-Repetition-Maximums (1RM) dosiert, was 8–12 Repetitionen für jede Muskelgruppe entspricht (15–20 Wiederholungen, 2–3 Serien, Serienpause 1 min; Borg 13–15/20 an ► **Abb. 1a–d**).

Heimprogramm/Übungsprogramm

Da im angeleiteten Training in der Physiotherapie eine Ausbelastung angestrebt wurde, wurde kein Heimprogramm instruiert und keine weiteren körperlichen Aktivitäten empfohlen, wie z. B. Gehtraining oder Treppentraining.

Postoperative Physiotherapie

Die teilnehmenden Patient*innen wurden postoperativ durch Fachpersonen der Physiotherapie behandelt. Der Behandlungsfokus lag auf der Prophylaxe von Atelektasen und Pneumonien sowie der Frühmobilisation.

Outcomes

Soziodemografische Daten der Versuchspersonen

Bei Einschluss der Probanden wurden die soziodemographischen Daten erfasst.



► **Abb. 1a–d** Geräte für das Training der Kraftausdauer intensiv.

Machbarkeit

Die Merkmale, die sich auf die Machbarkeit beziehen, wurden entweder direkt erhoben, z. B. Zeitaufwand, oder aus den erfassten Daten berechnet, z. B. Adhärenz. Folgende Aspekte wurden für die Beurteilung der Machbarkeit berücksichtigt:

- Sind die Outcome-Instrumente geeignet hinsichtlich Praktikabilität und Durchführbarkeit? Bilden sie Veränderungen ab?
- Kooperation: Wie ist die Zusammenarbeit unter den beteiligten Berufsgruppen?
- Einschussrate
- Adhärenz zum Trainingsprotokoll
- Beurteilung von PRELS durch Patient*innen (siehe Tabelle im **Zusatzmaterial**)
- Beurteilung von PRELS durch Physiotherapeut*innen (siehe Tabelle im **Zusatzmaterial**)
- Zeitaufwand für Rekrutierung inklusive Information an Patient*innen
- Zeitaufwand für selbst- und fremderhobene Assessments
- Zeitaufwand für die Intervention

Funktionsfähigkeit

In dieser Machbarkeitsstudie wurde bewusst ein breites Spektrum von standardisierten und publizierten Messinstrumenten für die Erfassung der Funktionsfähigkeit eingesetzt [19]. Es war Ziel der Studie, die Eignung der verschiedenen Tests zu evaluieren. Tabelle 2 im **Zusatzmaterial** gibt einen Überblick über die erfassten Dimensionen und die entsprechenden Erhebungsinstrumente, in ► **Tab. 1** sind die Zeitpunkte der jeweiligen Erhebungen dargestellt.

Studienablauf

Nach der Indikationsstellung für eine elektive Lungenoperation wurden geeignete Patient*innen mündlich und schriftlich über die Studie informiert. Nachdem sie ihre schriftliche Einwilligung für die Teilnahme gegeben hatten, erfolgte das Baseline-Assess-

► **Tab. 1** Übersicht über die Zeitpunkte der Assessments.

Studienphase	Baseline	Präoperativ	Postoperativ	Entlassung	Follow-up
Zeitpunkt (Tage bezogen auf OP = Tag 0)	-21/-14	-2	2	7	28-33
Demografie	x				
ASA-Score	x				
Labortests (Spiroergo/LuFu/Röntgen)	x				
Cycle Endurance Test	x	x			x
Handkraft	x		x	x	x
1MSTS	x			x	x
6MWT	x			x	x
DEMMI			x	x	
EORTC QLQ-C30 / LC13	x	x			x
IPAQ	x				x

ASA = American Society of Anesthesiologists; DEMMI = De Morton Mobility Index; 1MSTS = 1-Minuten-Sit-to-Stand-Test; EORTC QLQ = European Organisation for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire; IPAQ = International Physical Activity Questionnaire; LuFu = Lungenfunktion; OP = Operation; 6MWT = 6-Minuten-Gehtest

ment. Danach wurde das präoperative Training aufgenommen und es erfolgten die weiteren Messungen. Abbildung 2 im **Zusatzmaterial** und ► **Tab. 1** geben einen Überblick über den zeitlichen Ablauf der Studie.

Analyse

Die erhobenen Merkmale wurden deskriptiv ausgewertet und sind als Rohwerte, Spannweite oder Median sowie in Tabellen und Grafiken dargestellt.

Die Fragebögen zur Lebensqualität wurden mit dem EORTC QLQ-C30 und LC13 Scoring Manual, dem offiziellen Handbuch der EORTC zur Auswertung des QLQ-C30- und QLQ-LC13-Fragebogens, ausgewertet [20, 29]. Dabei wurden Einzelfragen teilweise zusammengefasst und in lineare Scores von 1–100 transformiert. Bei dieser Umrechnung zeigt ein hoher Wert in der Funktions- und Lebensqualitätsskala ein hohes Maß an Funktion und Lebensqualität an. Bei den Symptomskalen geht ein hoher Wert mit einem größeren Maß an Symptomen und reduzierter Lebensqualität einher [30].

Ergebnisse

Stichprobe

Die Rekrutierung von Patient*innen fand zwischen März und Oktober 2019 statt. In die Studie wurde an jedem der 4 Standorte je 1 Person in die Studie eingeschlossen. Die Merkmale der Studienteilnehmenden und ihre chirurgische Behandlung sind in ► **Tab. 2** zusammengefasst. In ► **Tab. 1** wird ersichtlich, dass die Teilnehmenden unterschiedliche Ausmaße an körperlicher Aktivität, gemessen am IPAQ, aufweisen. Die geschätzte Anzahl möglicher Probanden in 6 Monaten, welche die Einschlusskriterien erfüllen, sind im **Zusatzmaterial** dargestellt.

► **Tab. 2** Merkmale der Patient*innen und ihrer Behandlungen.

Alter	57,0 ± 11,2
Geschlecht männlich n (%)	4 (100)
BMI	22,1 ± 7,5
ASA-Score	
▪ I n (%)	2 (50)
▪ III n (%)	2 (50)
Spirometrie	
▪ FVC (%)	108 ± 0,3
▪ FEV1 (%)	107 0,3
▪ DLCO (%)	78 ± 0,1
Zeit bis OP (d)	21,5 ± 3
Anzahl Trainingseinheiten	6 ± 1,8
Hospitalisierungstage	7 ± 2,5
IPAQ präoperativ	
▪ high	1 (25 %)
▪ moderate	1 (25 %)
▪ low	2 (50 %)
Operationsart	
▪ Thorakotomie	1 (25 %)
▪ Thorakoskopie	3 (75 %)
▪ Lobektomie	3 (75 %)
▪ Wedgerektion	1 (25 %)

ASA = American Society of Anesthesiologists; BMI = Body Mass Index; d = Tag; DLCO = Diffusing capacity factor of the lung for carbon monoxide; FEV1 = Einsekundenkapazität; FVC = forcierte Vitalkapazität; IPAQ = International physical activity questionnaire; OP = Operation

► **Tab. 3** Zeitaufwand für die Teilaufgaben von PRELS.

Teilaufgabe	Minute (Spannweite)
Rekrutierung	118 (65–215)
Interventionen	471 (270–670)
Assessments	165 (150–220)
Total	754

Zeitaufwand

Um die Machbarkeit des präoperativen Trainings bei Patient*innen mit Lungenteilresektion aufzuzeigen, wurde der Zeitaufwand für die Rekrutierung, die Durchführung der Interventionen und die Erhebung der Assessments gemessen. In ► **Tab. 3** ist der durchschnittliche Zeitaufwand in den 4 teilnehmenden Kliniken für die verschiedenen Arbeitsschritte ersichtlich. Es zeigte sich, dass der größte Zeitaufwand für die Durchführung der Interventionen aufgewendet wurde. Der Zeitaufwand für die Interventionen war in den 4 Standorten zudem sehr unterschiedlich, was damit zu erklären ist, dass unterschiedlich viele Interventionen durchgeführt wurden (► **Tab. 2**).

Beurteilung PRELS

Die Patient*innen beurteilten PRELS überwiegend positiv. Die Befragung zeigte, dass sie das Training als nicht anstrengend empfunden haben (► **Abb. 2**).

Aus der Befragung der Therapeut*innen, die PRELS durchführten, wird deutlich, dass das Erheben der Assessments als zu umfangreich erlebt wurde (► **Abb. 3**).

Intervention

Wichtig für die Machbarkeit der Studie war die Zeit zwischen der Baseline und der eigentlichen Operation (siehe **Zusatzmaterial**). Die für ein präoperatives Training zur Verfügung stehende Zeit musste mindestens 7 Tage betragen, was mindestens 3 Trainingstagen entspricht. Die durchschnittliche Zeit war mit 21,5 Tagen deutlich länger. Auch die Anzahl der Trainingseinheiten mit einem Durchschnitt von 6 Einheiten pro Patient*in übertraf die Minimalvorgaben (► **Tab. 1**).

Funktionsfähigkeit

Grundsätzlich zeigte sich, dass die Durchführung der funktionellen Assessments bei dieser Population von Patient*innen machbar und sicher sind, und dass sie sich für eine Effektivitätsstudie eignen.

Die funktionellen Assessments der 4 Proband*innen sind im Zusatzmaterial grafisch dargestellt. Die erfassten Daten wurden je nach Assessment zu den verschiedenen Zeitpunkten Baseline (BL), letzter präoperativer Trainingstag (prä-OP), erster postoperativer Tag (post-OP), letzter Tag im Spital vor dem Austritt (Entlassg.) und 30 Tage postoperativer Follow-up (FU) einander gegenübergestellt. Die Probandenzahl von n = 4 ist nicht verallgemeinerbar, bei der Auswertung zeigten sich aber Tendenzen. In der präoperativen Phase konnte im Cycle Endurance Test eine funktionelle Verbesserung festgestellt werden, die im Follow-up nach dem

operativen Eingriff wieder abnahm. Auch in den funktionellen Assessments Handkraft, 1MSTS und 6MWT zeigten sich nach dem operativen Eingriff je eine Abnahme im Vergleich zur Baseline-Messung. Im 1MSTS ist die Abnahme der Werte im Follow-up im Vergleich zur Messung bei Entlassung den fehlenden Daten eines Probanden mit hoher Wiederholungszahl geschuldet. Der DEMMI konnte bei allen Patient*innen am zweiten Tag post-OP und am Entlassungstag durchgeführt werden. Es zeigte sich eine Verbesserung des Mobilitätsstatus der 4 Patient*innen im Verlauf des Klinikaufenthalts. Am Entlassungstag hatten 2 von 4 Patient*innen den vollständigen Mobilitätsstatus des DEMMI erreicht, 2 Patient*innen hatten noch Einschränkungen beim dynamischen Gleichgewicht.

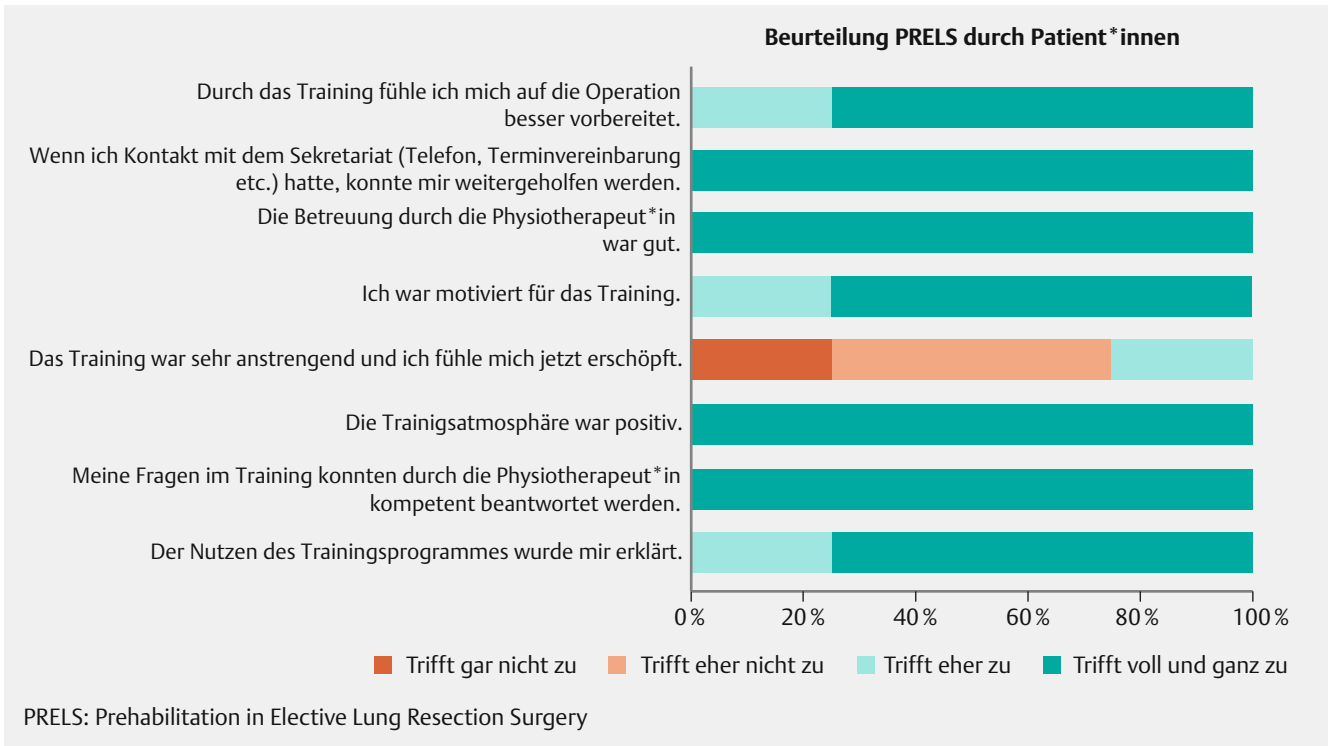
Lebensqualität

In den ► **Abb. 4**, ► **Abb. 5**, ► **Abb. 6** sind die Scores zur Lebensqualität den Zeitpunkten Baseline, letzter präoperativer Trainingstag und 30 Tage postoperativer Follow-up gegenübergestellt. Bei der Darstellung wurde der Fokus auf die Items mit Bezug zur Prähabilitation gelegt. Für eine übersichtliche Darstellung wurde auf die Items Rollenfunktion, soziale Funktion, Übelkeit und Erbrechen, Appetitmangel, Verstopfung, Durchfall, finanzielle Situation, Bluthusten, Haarausfall, periphere Neuropathie, Schluckbeschwerden und Mundschmerzen verzichtet.

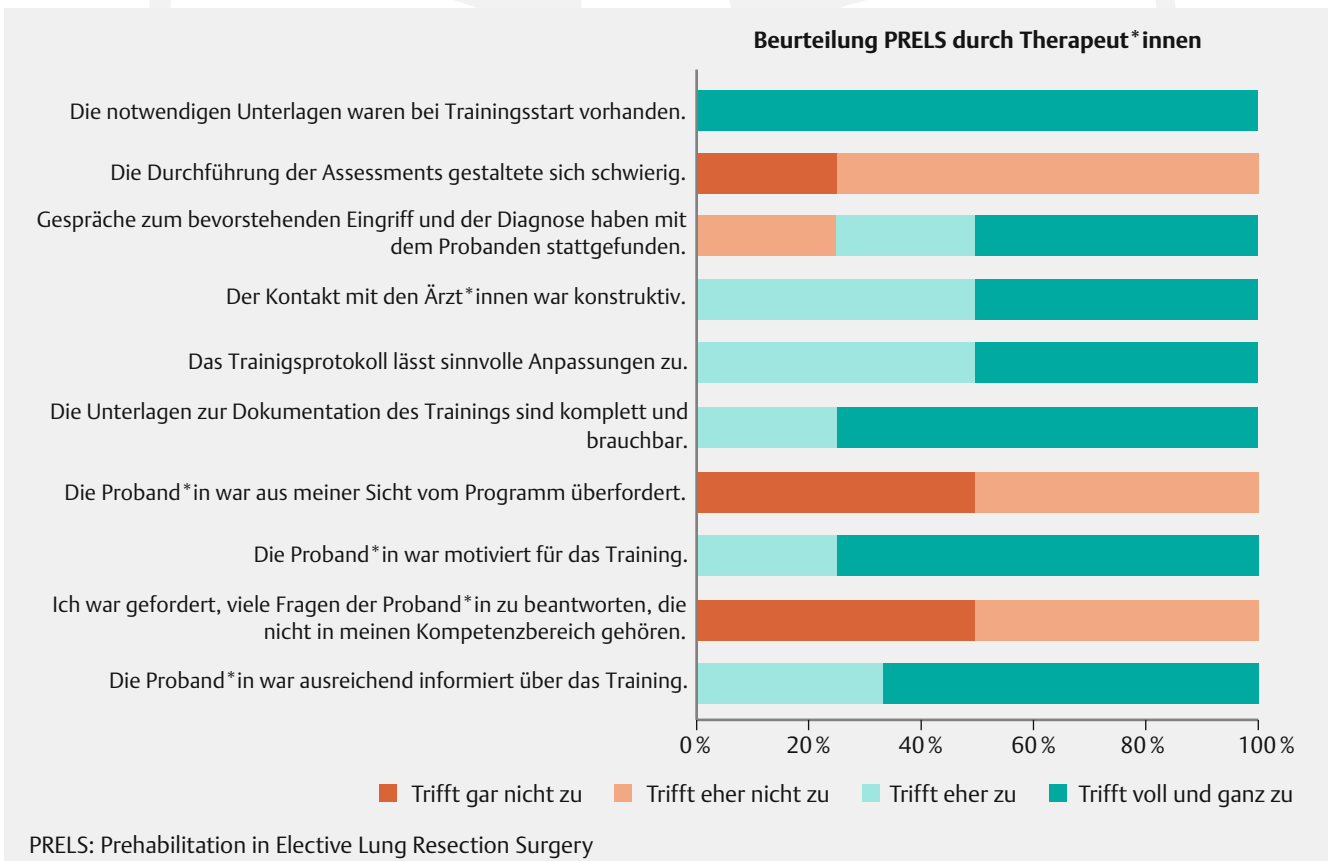
Die Anzahl der Proband*innen von 4 ist nicht repräsentativ, jedoch lässt sich ein Trend erkennen. In ► **Abb. 4** zeigt sich einhergehen mit dem präoperativen Training eine Verbesserung der Lebensqualität, des körperlichen Funktionszustands und der emotionalen Funktion, die sich mit dem operativen Eingriff wieder verschlechterten. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit den Aussagen der Patient*innen im Training und im Follow-up. In den ► **Abb. 5** und ► **Abb. 6** lassen sich bei der Symptomskala präoperativ eine Verbesserung im Bereich der Fatigue und Schlaflosigkeit aufzeigen, die anderen Items haben sich bis auf „Schmerz“ während der Trainingsphase nicht verändert. Beim Item Schmerz zeigte sich eine Diskrepanz zwischen den 2 Versionen der EORTC-QLQ. Im EORTC QLQ-C30 wurde „Schmerz“ global abgefragt, dort zeigte sich während des Trainings eine leichte Verschlechterung (► **Abb. 5**). Bei der Abfrage der Schmerzen im EORTC QLQ-LC13 aufgeteilt in die verschiedenen Körperregionen zeigte sich keine Schmerzzunahme während des Trainings (► **Abb. 6**). Diese Unterschiede können nicht abschließend beurteilt werden, verschiedene Faktoren könnten darauf Einfluss haben.

Diskussion

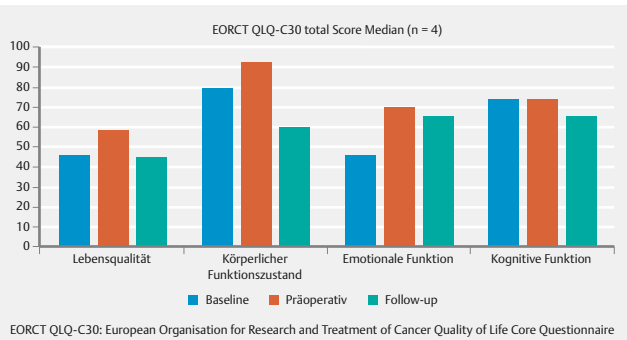
Basierend auf Studien ist gezieltes körperliches Training in allen Phasen der Behandlung von Lungenkrebs empfohlen [31]. Positive Effekte eines präoperativen Trainings zeigten sich bezüglich Gehausdauer, Trainingskapazität, Dyspnoe und postoperative Komplikationen [32, 33]. Das Ziel der vorliegenden multizentrischen Studie war deshalb, die Machbarkeit eines physiotherapeutischen Trainings für Patient*innen vor einer geplanten Lungenteilresektion in 4 Kliniken zu untersuchen. Die Erfahrung mit dem PRELS-Programm wurden anhand der Checkliste für eine Machbarkeitsstudie [11] zusammengefasst. Studiendesign und Trainingsprotokoll konnten grundsätzlich wie geplant eingehalten werden. Dabei gilt es zu beachten, dass nur 1 Patient*in pro Klinik eingeschlossen



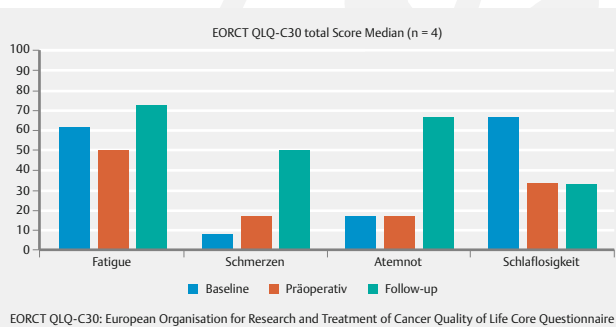
► **Abb. 2** Beurteilung von PRELS durch die Patient*innen. Die Fragen sind in Tabelle 1 Zusatzmaterial dargestellt.



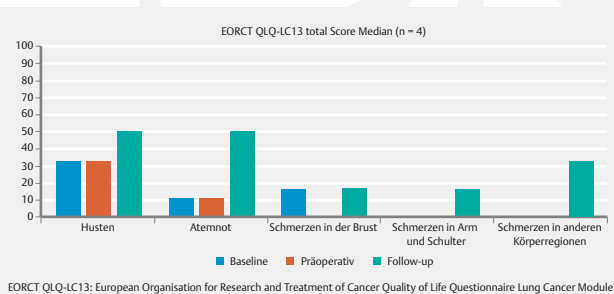
► **Abb. 3** Beurteilung von PRELS durch die Therapeut*innen. Die Fragen sind in Tabelle 1 Zusatzmaterial dargestellt.



► **Abb. 4** Medianwerte der Funktionskaskalen zu den verschiedenen Erhebungszeitpunkten. Je höher der Score ist, desto besser sind das Ausmaß der Funktion und die Lebensqualität, n = 4.



► **Abb. 5** Medianwerte der Symptomskalen des EORCT-QLQ-C30 zu den verschiedenen Erhebungszeitpunkten. Je höher der Score ist, desto belastender sind die Symptome, n = 4.



► **Abb. 6** Medianwerte der Symptomskalen des EORCT QLQ-LC13 zu den verschiedenen Erhebungszeitpunkten. Je höher der Score ist, desto belastender sind die Symptome, n = 4.

wurde. Ob sich PRELS für ein breiteres Spektrum von Patient*innen eignet, gilt es noch zu untersuchen.

Patient*innen

Die Rekrutierung der Patient*innen erwies sich als große Herausforderung. Gründe dafür waren einerseits organisatorischer Art und sind auf unterschiedliche Prozesse in den beteiligten Kliniken zurückzuführen. Um die Rekrutierung zu verbessern, sind eine hohe Kooperationsbereitschaft und ein hohes Engagement der beteilig-

ten Fachpersonen aus den verschiedenen Disziplinen elementar. Bestehende klinikinterne Prozesse zum Informationsaustausch, z. B. Pflege-Sprechstunde oder Kontakte zu zuweisenden Ärzt*innen, könnten für eine erfolgreiche Rekrutierung nutzbar gemacht werden. Andererseits war die Rekrutierung aus Sicht der Patient*innen herausfordernd. Barrieren waren vorgängige Chemo- oder Radiotherapien, ein höheres Alter, ausgeprägtere Frailty sowie fehlende Trainingserfahrung. Die räumliche Distanz vom Wohnort zur Klinik erwies sich als ein wichtiges Kriterium zur Teilnahme an PRELS. Übungsprogramme, die Zuhause durchgeführt werden, könnten eine Lösung sein. Untersuchungen zu solchen Heimprogrammen zeigen ebenfalls vielversprechende Resultate [33]. Der Zeitumfang für das Training selbst sowie die meist kurze Zeitspanne zwischen der Festlegung des Operationstermins und der Operation haben ebenfalls einen Einfluss auf die Durchführung von PRELS. Ein offener Punkt für künftige Forschungen ist, wie diese Zeitspanne festgelegt wird. Es gilt durch das präoperative Training einen besseren körperlichen Zustand zu erreichen und das Fortschreiten der Grunderkrankung zu kontrollieren. Die meisten bisherigen Prähabilitationsprogramme dauern 1–4 Wochen [8]. In den 4 Kliniken erfüllen jährlich rund 300 Patient*innen die Einschlusskriterien. Wie viele davon an einem präoperativen Training teilnehmen würden, kann mit dieser Machbarkeitsstudie jedoch nicht beantwortet werden. Die Ergebnisse geben Hinweise darauf, dass es lediglich ein Drittel sein könnte. Patient*innen, die im Rahmen der Machbarkeitsstudie am Programm teilnahmen, hätten auch teilgenommen, wenn eine Randomisierung in eine Interventions- oder Kontrollgruppe stattgefunden hätte. Es ist davon auszugehen, dass Patient*innen mit guter körperlicher Leistungsfähigkeit weniger vom präoperativen Training profitieren als jene mit geringerer Leistungsfähigkeit. Mittels Risikostratifizierung durch geeignete Assessments sind daher jene Patient*innen zu identifizieren, die ein größeres Risiko für postoperative Komplikationen oder eine verlängerte Hospitalisierungsdauer haben [7].

Trainingsprogramm

Das Trainingsprogramm konnte mit den Studienteilnehmenden bezogen auf seinen Umfang wie vorgesehen durchgeführt werden. Entscheidend war, dass die meisten in guter körperlicher Verfassung und mobil waren. Bezogen auf die Dosierung zeigte sich aufgrund der Trainingsbegleitung durch geschulte Physiotherapeut*innen, dass die Zielbelastung weitgehend eingehalten werden konnte. Die Dosierung für das Ausdauertraining war mit 70–80% des erreichten Wertes im CET zu hoch und entsprach eher einem hochintensiven Intervalltraining (HIIT). Für eine multizentrische Studie mit einem standardisierten Training sollte die Anzahl der Kraftgeräte auf 4 Geräte reduziert werden. Inzwischen zeigt die Studie von Ge et al. [30, 35], dass das Training der inspiratorischen Atemmuskeln zu einer Reduktion von pulmonalen Komplikationen führte, und so im Vergleich zum Zeitpunkt der Planung von PRELS an Stellenwert gewann. Offen ist, wie ein Trainingsprotokoll für Patient*innen, die zum Training nicht in eine Klinik kommen können oder wollen, gestaltet sein sollte, z. B. als Heimtraining mit Unterstützung einer entsprechenden Applikation [34]. Künftige Studien müssen zudem evaluieren, wie passend das PRELS-Programm auch für Personen mit stärker eingeschränkter Funktionsfähigkeit ist. Ein Vorbereitungsprogramm im Sinne einer

Prähabilitation könnte zudem weitere Elemente, wie Instruktion postoperativer Atem- und Bewegungsübungen, strukturiertes Coaching, Ernährungsberatung, Rauchstopp, enthalten. Dabei gilt es zu beachten, dass das Zeitfenster klein ist und bereits das Training zu einem erheblichen organisatorischen Aufwand führt. Einzelne Elemente werden inzwischen von den teilnehmenden Kliniken routinemäßig eingesetzt.

Trainingseffekte

Die Resultate deuten darauf hin, dass das präoperative Training zu einer Verbesserung von Ausdauer und Kraft führt. Zudem wurden weitere, unspezifische Effekte beobachtet. Während des Trainings mit einer 1:1-Betreuung konnten Patient*innen ihre Sorgen und Ängste rund um die Operation ansprechen und sich mit Patient*innen, die gleichzeitig eine ambulante pulmonale Rehabilitation absolvierten, austauschen. Das Training hatte daher nicht nur körperlich, sondern auch psychisch positive Effekte. Letztere waren nicht geplant, scheinen aber dem Bedürfnis der Patient*innen zu entsprechen.

Assessments

Grundsätzlich waren alle Assessments vor Trainingsbeginn und bei Trainingsende gut durchführbar. Bei der Baseline und Follow-up-Messung war die gleichzeitige Erhebung von 1MSTS und 6MWT allerdings sehr belastend, am Austrittstag war die gleichzeitige Erhebung beider Tests von den Patient*innen nicht umsetzbar. Gleiches galt für die Gesamtheit der Tests zum Follow-up-Zeitpunkt. Die Anzahl der funktionellen Assessments war insgesamt zu groß, zeitlich zu umfangreich und verlangte großen organisatorischen Aufwand. Bewusst wurde in dieser Machbarkeitsstudie eine große Anzahl Assessments, die ein breites Spektrum abdeckten, ausgewählt. Eine Klärung der für ein künftiges Programm zu verwendenden Assessments ist daher vorzunehmen. Ebenso sollten die Testprotokolle auf deren Einheitlichkeit, z. B. durch die Untersuchung der Inter-Tester-Übereinstimmung, genau geprüft werden. Als wertvoll hat sich das Manual mit genauen Instruktionen erwiesen.

In dieser Studie konnten die Assessments nicht durch verblindetes Studienpersonal erhoben werden. Für eine künftige Effektivitätsstudie wäre es jedoch ratsam, dass die Assessments und das Training von unterschiedlichen Physiotherapeut*innen vorgenommen werden und zudem die Analyse der Daten verblindet erfolgt. Für ein klinisches Programm scheint diese Vorgehensweise jedoch nicht sinnvoll.

Studienablauf

Der zeitliche Aufwand, den die Therapeut*innen für eine teilnehmende Person aufwendeten, betrug insgesamt rund 13 Stunden. Aufgeteilt in 2 Stunden Rekrutierung, 8 Stunden Training und 3 Stunden Assessments. Der Informationsaustausch zwischen den teilnehmenden Kliniken, der während der Vorbereitung und Durchführung dieser Machbarkeitsstudie stattfand, führte zu einer stärkeren Vereinheitlichung. Demnach kann ein standardisiertes und evidenzbasiertes Prähabilitationsprogramm ein Qualitätsmerkmal werden.

Limitationen

Eine wichtige Limitation dieser Machbarkeitsstudie ist die geringe Anzahl an Teilnehmenden, die möglicherweise besonders motiviert waren. Es ist daher anzunehmen, dass das Studienteam noch nicht mit allen Barrieren konfrontiert wurde, die in einer größer angelegten Effektivitätsstudie auftreten könnten. Zudem wurden in dieser Studie alle Patient*innen trainiert. Eine nachfolgende Effektivitätsstudie würde eine Randomisierung beinhalten, die in der vorliegenden Studie nicht getestet wurde. Präoperative Assessments und Trainings konnten über eine ambulante Verordnung für Physiotherapie abgerechnet werden. Die postoperativen Assessments erfolgten im Rahmen der stationären Physiotherapie. Die Rekrutierung der Proband*innen war nicht abrechenbar. Eine Kosten-Nutzen-Analyse war im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie nicht vorgesehen. Diese müsste ein Element einer künftigen Effektivitätsstudie sein und mit den durch die Intervention hervorgerufenen Effekte in Beziehung gesetzt werden.

Schlussfolgerungen

Sowohl im fachlichen als auch im organisatorischen Bereich konnten durch die Studie viele wertvolle Erfahrungen im Hinblick auf eine multizentrische Effektivitätsstudie gemacht werden. Die Erkenntnisse aus der Entwicklung des Studienprotokolls haben auch Auswirkungen auf die tägliche Praxis.

Ein präoperatives, intensives Training vor einer geplanten Lungenteilresektion in 4 Kliniken der Schweiz war machbar. Es zeigten sich positive Effekte bezüglich Kraft und Ausdauer, zudem fühlten sich die Patient*innen in dieser Phase gut betreut. Ängste und Bedenken konnten frühzeitig adressiert und besprochen werden. Die funktionellen Tests waren teilweise belastend und zeitaufwändig. Sie sollten auf das notwendige Maß beschränkt werden.

Zustimmung zur Veröffentlichung: Nicht zutreffend.

Verfügbarkeit von Daten und Materialien: Die in dieser Studie generierten und/oder analysierten Daten sind auf begründete Anfrage beim korrespondierenden Autor erhältlich.

Registrierung: Nicht zutreffend.

Finanzielle Unterstützung: Diese Forschung erhielt keine spezifische Finanzierung von öffentlichen, kommerziellen oder gemeinnützigen Stellen.

Beiträge von Autor*innen: Konzeption der Arbeit: SR, IU, NG, JS, PS und MW. Erhebung, Analyse und Interpretation der Daten: SR, IU, NG, JS, PS, MW. Entwurf des Manuskripts: PS, MW. Kritische Überarbeitung des Manuskripts hinsichtlich wichtiger geistiger Inhalte: MW. Alle Autor*innen erklären, dass sie für alle Aspekte der Arbeit verantwortlich sind und gewährleisten, dass Fragen im Zusammenhang mit der Richtigkeit oder Integrität eines jeden Teils der Arbeit angemessen untersucht und gelöst wurden.

Danksagung: Die Autor*innen danken den Patient*innen für ihre Teilnahme sowie der IGPTR-A Interessengemeinschaft Physiotherapie Rehabilitation Akutspital für die beratende Unterstützung.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Krebsliga, Hrsg. Lungenkrebs (Bronchialkarzinom). Im Internet (Stand: 03.07.2020): www.krebsliga.ch/ueber-krebs/krebsarten/lungenkrebs-bronchialkarzinom/
- [2] Erdmann F, Spix C, Katalinic A et al. Krebs in Deutschland für 2017/2018. 13. Aufl. Berlin: Robert Koch-Institut; 2021
- [3] Howington JA, Blum MG, Chang AC et al. Treatment of Stage I and II Non-small Cell Lung Cancer. *Chest* 2013; 143: e2785–e3135. doi:10.1378/chest.12-2359
- [4] Avancini A, Sartori G, Gkoutakos A et al. Physical Activity and Exercise in Lung Cancer Care: Will Promises Be Fulfilled? *The Oncologist* 2020; 25: e555–e569. doi:10.1634/theoncologist.2019-0463
- [5] Gustafsson UO, Scott MJ, Hubner M et al. Guidelines for Perioperative Care in Elective Colorectal Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society Recommendations: 2018. *World J Surg* 2019; 43: 659–695. doi:10.1007/s00268-018-4844-y
- [6] Rogers LJ, Bleetman D, Messenger DE et al. The impact of enhanced recovery after surgery (ERAS) protocol compliance on morbidity from resection for primary lung cancer. *J Thorac Cardio Surg* 2018; 155: 1843–1852. doi:10.1016/j.jtcvs.2017.10.151
- [7] Hoogboom TJ, Dronkers JJ, Hulzebos EHJ et al. Merits of exercise therapy before and after major surgery. *Curr Opin Anaesthesiol* 2014; 27: 161–166. doi:10.1097/ACO.0000000000000062
- [8] Cavalheri V, Granger C. Preoperative exercise training for patients with non-small cell lung cancer. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2017. doi:10.1002/14651858.CD012020.pub2
- [9] Arain M, Campbell MJ, Cooper CL et al. What is a pilot or feasibility study? A review of current practice and editorial policy. *BMC Med Res Methodol* 2010; 10: 67. doi:10.1186/1471-2288-10-67
- [10] Eldridge SM, Chan CL, Campbell MJ et al. CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and feasibility trials. *BMJ* 2016; i5239. doi:10.1136/bmj.i5239
- [11] Bowen DJ, Kreuter M, Spring B et al. How We Design Feasibility Studies. *Am J Prev Med* 2009; 36: 452–457. doi:10.1016/j.amepre.2009.02.002
- [12] Inselgruppe Bern, Hrsg. Lungenkrebszentrum – UCI – Das Tumorzentrum Bern. Im Internet (Stand: 02.08.2022): www.tumorzentrum.insel.ch/de/behandlungszentren/lungenkrebszentrum
- [13] Kantonsspital Winterthur; Hrsg. Lungentumorzentrum. KSW Kantonsspital Winterthur. Im Internet (Stand: 02.08.2022): www.ksw.ch/fachabteilungen/lungentumorzentrum/
- [14] Universitätsspital Basel, Hrsg. Tumorzentrum. Unispital Basel. Im Internet (Stand: 02.08.2022): www.unispital-basel.ch/ueber-uns/medizinische-zentren/tumorzentrum/
- [15] Universitätsspital Zürich, Hrsg. Comprehensive Cancer Center Zürich. Universitätsspital Zürich. Im Internet (Stand: 02.08.2022): www.usz.ch/fachbereich/comprehensive-cancer-center-zuerich/
- [16] Saklad M. GRADING OF PATIENTS FOR SURGICAL PROCEDURES. *Anesthesiology* 1941; 2: 281–284. doi:10.1097/0000542-194105000-00004
- [17] Gloeckl R, Marinov B, Pitta F. Practical recommendations for exercise training in patients with COPD. *Euro Respiratory Rev* 2013; 22: 178–186. doi:10.1183/09059180.00000513
- [18] Ni HJ, Pudasaini B, Yuan XT et al. Exercise Training for Patients Pre- and Postsurgically Treated for Non-Small Cell Lung Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. *Integr Cancer Ther* 2017; 16: 63–73. doi:10.1177/1534735416645180
- [19] Sebío Garcia R, Yáñez Brage MI, Giménez Moolhuyzen E et al. Functional and postoperative outcomes after preoperative exercise training in patients with lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2016; 23: 486–497. doi:10.1093/icvts/iwv152
- [20] Aaronson NK, Ahmedzai S, Bergman B et al. The European Organization for Research and Treatment of Cancer QLQ-C30: A Quality-of-Life Instrument for Use in International Clinical Trials in Oncology. *JNCI* 1993; 85: 365–376. doi:10.1093/jnci/85.5.365
- [21] Bergman B, Aaronson NK, Ahmedzai S et al. The EORTC QLQ-LC13: a modular supplement to the EORTC core quality of life questionnaire (QLQ-C30) for use in lung cancer clinical trials. *Euro J Cancer* 1994; 30: 635–642. doi:10.1016/0959-8049(94)90535-5
- [22] Booth M. Assessment of Physical Activity: An International Perspective. *Res Quarterly Exercise & Sport* 2000; 71: 114–120. doi:10.1080/02701367.2000.11082794
- [23] de Morton NA, Davidson M, Keating JL. The de Morton Mobility Index (DEMMI): An essential health index for an ageing world. *Health Qual Life Outcomes* 2008; 6: 63. doi:10.1186/1477-7525-6-63
- [24] Steiber N. Strong or Weak Handgrip? Normative Reference Values for the German Population across the Life Course Stratified by Sex, Age, and Body Height. *PLoS ONE* 2016; 11: e0163917. doi:10.1371/journal.pone.0163917
- [25] Strassmann A, Steurer-Stey C, Lana KD et al. Population-based reference values for the 1-min sit-to-stand test. *Int J Pub Health* 2013; 58: 949–953. doi:10.1007/s00038-013-0504-z
- [26] Enright PL, Sherrill DL. Reference Equations for the Six-Minute Walk in Healthy Adults. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 1384–1387. doi:10.1164/ajrccm.158.5.9710086
- [27] van't Hul A, Gosselink R, Kwakkel G. Constant-load Cycle Endurance Performance: TEST-RETEST RELIABILITY AND VALIDITY IN PATIENTS WITH COPD. *J Cardiopulm Rehabil* 2003; 23: 143–150. doi:10.1097/00008483-200303000-00012
- [28] Lubin MF, Smith RB, Hrsg. Medical management of the surgical patient: a textbook of perioperative medicine. 4th Ed. Cambridge, New York: Cambridge University Press; 2006
- [29] Fayers P, Aaronson NK, Bjordal K et al. EORTC QLQ-C30 Scoring Manual. Brussels: European Organisation for Research and Treatment of Cancer; 1995
- [30] Hechtner M, Eichler M, Wehler B et al. Quality of Life in NSCLC Survivors – A Multicenter Cross-Sectional Study. *J Thorac Oncol* 2019; 14: 420–435. doi:10.1016/j.jtho.2018.11.019
- [31] Cavalheri V, Granger CL. Exercise training as part of lung cancer therapy. *Respirology* 2020; 25: 80–87. doi:10.1111/resp.13869
- [32] Rosero ID, Ramírez-Vélez R, Lucia A et al. Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials on Preoperative Physical Exercise Interventions in Patients with Non-Small-Cell Lung Cancer. *Cancers* 2019; 11: 944. doi:10.3390/cancers11070944
- [33] Avancini A, Cavallo A, Trestini I et al. Exercise prehabilitation in lung cancer: Getting stronger to recover faster. *Euro J Surg Oncol* 2021; 47: 1847–1855. doi:10.1016/j.ejso.2021.03.231
- [34] van Gestel T, Groen LCB, Puik JR et al. Fit4Surgery for cancer patients during covid-19 lockdown – A systematic review and meta-analysis. *Euro J Surg Oncol* 2022; 48: 1189–1197. doi:10.1016/j.ejso.2022.02.010
- [35] Ge X, Wang W, Hou L et al. Inspiratory muscle training is associated with decreased postoperative pulmonary complications: Evidence from randomized trials. *J Thorac Cardio Surg* 2018; 156: 1290–1300.e5. doi:10.1016/j.jtcvs.2018.02.105