

Masterarbeit

Prävention nach Lungentransplantation durch Bewegung

Eingereicht von

Annica Jirasko, Bsc.

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science

in Kardiorespiratorischer Physiotherapie

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt im Rahmen des

Universitätslehrganges Master of Science in

Kardiorespiratorischer Physiotherapie

Unter Anleitung von Dr. Gabriele Teubl, Msc., MBA

Graz, November 2018

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Bad Erlach, 23. November 2018

Annica Jirasko, Bsc.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während des gesamten Studiums und bei der Anfertigung meiner Masterthesis unterstützt und motiviert haben.

Zuerst gebührt mein besonderer Dank Dr. Gabriele Teubl, MSc. MBA die meine Masterthesis mit viel Geduld und Interesse betreut hat. Für die hilfreichen Anregungen, und das immerzu offene Ohr möchte ich mich sehr herzlich bedanken. Des Weiteren möchte ich mich bei Dr. Doris Simhofer bedanken, die mir bei der Verfassung meiner Masterthesis durch konstruktive Kritik mit Rat und Tat zur Seite stand.

Ebenfalls möchte ich mich bei meiner Familie und bei meinen Arbeitskollegen und Arbeitskolleginnen für ihre aufmunternden Worte bedanken.

Abschließend möchte ich mich bei meinem Lebensgefährten Florian für seine Unterstützung und sein Verständnis bedanken. Vor allem seine Geduld hat es mir ermöglicht dieses Studium zu absolvieren.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	I
Danksagung	II
Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Zusammenfassung	VIII
Abstract	IX
1. Einleitung	1
1.2 Anatomie und Physiologie der Lunge und Atemwege	2
1.2 Transplantation in Österreich - OP Technik	7
1.3 Limitationen von lungentransplantierten Patientinnen und Patienten	9
1.4 Training nach Lungentransplantation	11
1.5 Training der oberen Extremität in den ersten drei Monaten	14
2. Material und Methoden	22
2.1 Hypothesen	22
2.2 Literaturrecherche	23
2.3 In- und Exklusionskriterien	23
2.4 Beurteilung der Studien	24
3. Ergebnisse	24
3.1 Qualitative Bewertung der Studien	26
3.2 Qualitative Bewertung der Fachliteratur	29
3.3 Studiendesign	29
3.4 Intervention	34
3.5 Übersicht über die Resultate	37
3.6 Ergebnisse zu den Hypothesen	39
4. Diskussion	41
4.1 Limitationen der Arbeit	44
4.2 Schlussfolgerung	44
4.3 Ausblick	45
5. Literaturverzeichnis	47
Anhang	52

Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
AKH	Allgemeines Krankenhaus
ATS	American Thoracic Society
BOS	Bronchiolitis obliterans syndrome
bzgl.	bezüglich
C3-C5	Cervical vertebrae 3-5
CI	Confidence interval
cm	Zentimeter
CON	Control group
CRQ	Chronic Respiratory Questionnaire
ECMO	Extracorporale Membranoxygenierung
EF	Eigenfactor Score
ERS	European Respiratory Society
FEV1	Forced expiratory volume in one second
HADS	Hospital Anxiety and Depression Scale
HRQoL	Health related Quality of Life
HZ	Hertz
IGF 1	Insulin-like growth factor 1
JIF	Journal Impact Factor
kg	Kilogramm
Lig.	Ligamentum
LTX	Lungentransplantation
MEP	Maximal expiratory pressure
MET	Metabolic equivalent of tasks
MIP	Maximal inspiratory pressure
M.	Musculus
Mm.	Musculi

MWD	Minute walking distance
MWT	minute walking test
N.	Nervus
Nm	Newtonmeter
NULP	No Upper Limb Exercise Program
OP	Operation
p	P-Wert/Signifikanzwert
PEDro	Physiotherapy evidence database
pH	potentia Hydrogenii
RCT	Randomised controlled trial
RT	Randomised trial
SF 36	Short Form Health Survey 36
SD	Standard Deviation
SULP	Supervised Upper Limb Exercise Program
vgl.	vergleiche
VA-Skala	Visuelle Analog Skala
WBVT	whole body vibration training
QoL	Quality of Life

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Trachea und Hauptbronchien.....	2
Abbildung 2: Das Zwerchfell	6
Abbildung 3: Grand Fix Sternumfixation.....	9
Abbildung 4: Sternal Precautions Algorithm	18
Abbildung 5: Flowchart	25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: In- und Exklusionskriterien	24
Tabelle 2: PEDro-Skala	26
Tabelle 3: Methodologische Qualität der inkludierten Studien	27
Tabelle 4: PEDro-Beurteilungsskala	28
Tabelle 5: Qualitative Bewertung der Fachliteratur.....	29
Tabelle 6: Übersicht über die Resultate	37

Zusammenfassung

Einleitung: Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, herauszufinden, welche Limitationen nach einer Lungentransplantation auftreten, wie das Training Lungentransplantierter aufgebaut sein soll um bestmögliche Leistungsfähigkeit zu erreichen. Des Weiteren stellt sich die Frage ob in den ersten drei Monaten nach einer Lungentransplantation die obere Extremität trainiert werden soll, unter besonderer Berücksichtigung der Bewegungslimitationen nach transversaler Sternotomie (Clamshell Inzision).

Methodik: Für die Literaturrecherche wurden die Datenbanken von Pubmed, PEDro und Google Scholar herangezogen. Es wurden aktuelle Studien bis inklusive 2012, randomisiert kontrollierte Studien und klinische Studien in englischer Sprache inkludiert. Die Qualität der Studien wurde anhand der PEDro-Skala beurteilt. In der Auswahl der Studien wurde nach Trainingsanleitungen für die postoperative Rehabilitation Lungentransplantierter gesucht, randomisierte kontrollierte Studien konnten nur wenige gefunden werden.

Resultate: Es konnten insgesamt vier Studien zum Training Lungentransplantierter inkludiert werden. Eine Studie wurde eingeschlossen, die sich mit dem Training der oberen Extremität beschäftigt (Fuller et al., 2017a), eine der Studien befasst sich mit der Dauer und den Inhalten der Rehabilitation Lungentransplantierter (Fuller et al., 2017b). Des Weiteren wurde eine Studie inkludiert, die das Training, unterstützt durch eine Vibrationsplatte erforscht (Glöckl et al., 2015). Auch wurde eine Studie eingeschlossen, die das Training nach Lungentransplantation bezogen auf die Partizipation in täglichen Aktivitäten untersucht (Langer et al., 2012). Die Studien wiesen eine Inhomogenität in Durchführung und Messparametern auf. In Summe wurde in den Studien die Rehabilitation Lungentransplantierter erläutert, bis auf in einer der Studien konnten die erhobenen Messparameter zum Teil signifikant gesteigert werden.

Konklusion: Training stellt eine Schlüsselrolle im Management von Lungentransplantierten dar, detaillierte Guidelines für die Ausführung fehlen jedoch. Nach einer Lungentransplantation treten Limitationen auf, die in der Rehabilitation berücksichtigt werden müssen. Die Rehabilitation Lungentransplantierter wird beschrieben, jedoch wird in den vorhandenen Studien

vermehrt das Training der oberen Extremität exkludiert, obwohl dieses einen Einfluss auf den Schmerz und die Kraft der oberen Extremität hat.

Abstract

Introduction: The aim of this thesis is to find out, which limitations may occur after lung transplantation, how a training should be arranged to get optimum capacity. Furthermore the question emerges, if the upper extremity should be trained after lung transplantation, taking motion limitations after transversale sternotomy (Clemshell Incision) into consideration.

Methods: For the literature research the databases of PubMed, PEDro and Google Scholar were consulted. Included were up-to-date studies including 2012, randomised controlled studies and clinical studies in English language. The quality of the studies was assessed using the PEDro scale. In the range of the studies it was looked for training guidance for the postoperative rehabilitation of lungtransplant recipients, but only a few randomised controlled trials could be found.

Results: Four studies could be included in the topic of training lung transplant recipients. One study was included, dealing with training of the upper extremity (Fuller et al., 2017a), one study dealt with the duration and content of the rehabilitation of lung transplant recipients (Fuller et al., 2017b). Furthermore one study was included, in which training was provided through a vibrationplatform (Glöckl et al., 2015). Another study was included, which explored the training after lung transplantation based on the participation on daily activity (Langer et al., 2012). The studies show an inhomogeneity in performance and raised measured parameters. In total the rehabilitation of lung transplant candidates was expounded, up to one of the studies the measured parameters could be increased significant.

Conclusion: Training represents a key role in management of lung transplant recipients, detailed guidelines for the exact procedure are missing however. After a lung transplantation, limitations occur which have to be considered. The rehabilitation of lung transplant recipients is described, but in existing studies the training of the upper extremity is increasingly excluded, although this has an influence on the pain and the strength of the upper extremity.

1. Einleitung

Die Lungentransplantation stellt ein etabliertes Verfahren für Lungenerkrankungen im Endstadium dar (Tarrant et al., 2018), die Anzahl an Lungentransplantationen steigt jährlich (Mejia-Downs et al., 2018). Durch die aktuellen Medien rückt dieses Thema immer mehr in den Fokus der Gesellschaft (Brandstetter, 2018; David, 2018; Krause, 2018; Teufl, 2018).

Personen mit Lungenerkrankungen im Endstadium sind bereits dekonditioniert mit schlechter Ausdauer und limitierter Belastbarkeit. Die Lungentransplantation kann helfen Funktionen wiederherzustellen, beeinflusst das Überleben und die Lebensqualität (Hatt et al., 2016). Dabei spielt die Rehabilitation von Lungentransplantationskandidaten und -empfängern eine entscheidende Rolle um die körperliche Funktion vor der Transplantation und eine erleichterte Rückkehr nach einer Transplantation zu gewährleisten. Die Mechanismen für eingeschränkte Leistungsfähigkeit sind multifaktoriell, Gründe sind der Umbau von Lungenmechaniken und Gasaustausch, kardiovaskuläre Limitationen sowie periphere Muskeldysfunktionen (Wickerson et al., 2016). Physiologische Veränderungen sind mit den verschiedenen chronischen Lungenerkrankungen assoziiert, Dysfunktionen der Muskulatur der unteren Extremität, Dekonditionierung durch Inaktivität und schlechter Ernährungszustand können die Belastbarkeit und körperliche Funktionen von Lungentransplantationskandidaten beeinflussen. Auch wurde beobachtet, dass trotz beinahe normaler Lungenfunktionen, eine verminderte Belastbarkeit und eine reduzierte Lebensqualität über Jahre nach der Transplant bestehen. (Langer, 2015). Training kann vielen Nebeneffekten einer Transplantation entgegenwirken, wie Nebenwirkungen der Immunsuppression und negativen Auswirkungen von Immobilisation (Mathur et al., 2009). Laut ATS (American Thoracic Society) und ERS (European Respiratory Society) stellt Training eine Schlüsselrolle im Management von Lungentransplantierten dar, detaillierte Guidelines für die Ausführung fehlen jedoch (Gutierrez-Arias et al., 2016).

1.2 Anatomie und Physiologie der Lunge und Atemwege

Um dem nachfolgende Kapitel über die Operationstechnik besser folgen zu können, wird in diesem Kapitel die Anatomie der Lunge erläutert.

Das Atmungssystem wird in obere und untere Atemwege unterteilt, zu den oberen Atemwegen zählen die Nasenhöhle (Cavitas nasi), die Nasennebenhöhlen (Sinus paranasales) und der Rachen (Pharynx) (Rutte & Sturm, 2010; Paulsen & Waschke, 2010). Diese dienen der Reinigung, Erwärmung und Befeuchtung der Atemluft und der Immunabwehr (Paulsen & Waschke, 2010). Der Pharynx mündet in den Kehlkopf (Larynx). Die Glottis bildet die Grenze zwischen oberen und unteren Atemwegen (Bösch, 2014). Die unteren Atemwege bestehen aus dem Kehlkopf (Larynx), der Luftröhre (Trachea), den Bronchien (Bronchus dexter und sinister) und der Lunge (Pulmones) (Rutte & Sturm, 2010; Paulsen & Waschke, 2010). Die Lunge besteht aus drei rechten (Pulmo dexter) und zwei linken Lungenlappen (Pulmo sinister) (Paulsen & Waschke, 2010).

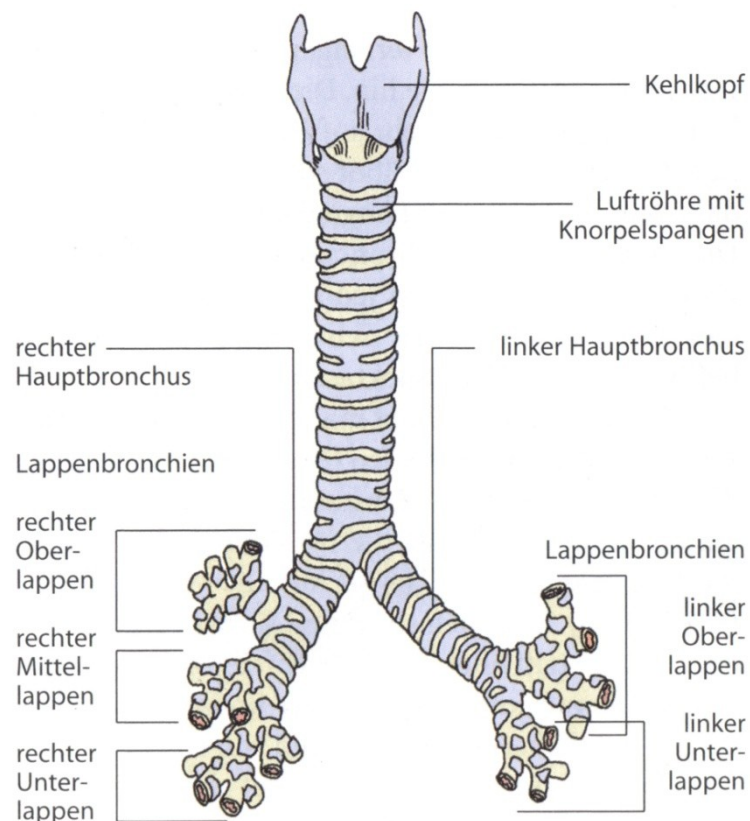


Abbildung 1: Die Trachea und Hauptbronchien

Quelle: Rutte R. & Sturm S. 2010, Atemtherapie, Springer Verlag, Berlin Heidelberg. (mit freundlicher Genehmigung von Springer Verlag)

Die Abbildung zeigt die Trachea und die Aufzweigungen in den rechten und linken Lungenflügel durch die Lappenbronchien.

Jede Lunge ist von einem Pleurasack ummantelt, zwischen den Pleurasäcken liegt das Mediastinum. Der Pleurasack ist außen mit der Brustwand und dem Zwerchfell verwachsen (Pleura parietalis), innen mit den Lungen (Pleura visceralis oder Pleura pulmonalis). Zwischen den zwei Pleurablättern liegt die Pleurahöhle, sie ist ein feuchter Spalt, der die Pleurablätter verbindet und sie gegeneinander verschieblich macht (Waldeyer & Mayet, 1986).

Die Lunge hat eine kegelige Form, die Basis sitzt dem Zwerchfell auf und die Spitze reicht durch die obere Thoraxaperatur in den Halsbereich. Die Lungenspitze (Apex pulmonis) ist durch die erste Rippe gegen die übrige Lunge abgegrenzt, die Lungenbasis sitzt mit ihrer Facies diaphragmatica auf dem Zwerchfell auf. An der Facies medialis treten Gefäße, Nerven und Bronchien aus dem Mediastinum in die Lunge ein, auch gehen hier die beiden Pleurablätter ineinander über. Im Lungenhilus treten die Lungenarterien (Arteriae pulmonales), die Lungenvenen (Venae pulmonales), die Hauptbronchien (Bronchi principales) mit ihren Begleitgefäßen und die Lymphgefäße in die Lunge ein. Die Luftröhre teilt sich auf Höhe des 4. Brustwirbelkörpers in den linken und rechten Bronchus (Bronchus principalis dexter und Bronchus principalis sinister) (Waldeyer & Mayet, 1986). Die Trachea sowie der rechte und linke Hauptbronchus sind elastisch und werden offen gehalten durch Knorpelspangen (Bösch, 2014). Rechts teilt sich der Bronchus in den Oberlappen-, den Mittellappen- und den Unterlappenbronchus, wobei sich diese wiederum in Segmentbronchien unterteilen. Links teilt sich der Bronchus in den Oberlappen- und den Unterlappenbronchus, die sich auch wieder in Segmentbronchien teilen.

Die Segmente werden durch Bindegewebssepten getrennt, hier verlaufen die zugehörigen Venen. Die Segmentarterien verlaufen mit den zugehörigen Segmentbronchien. Ein Segment gliedert sich weiter in kleine Einheiten, die sogenannten Subsegmente, sie sind aus Lungenläppchen (Lobuli pulmonales) aufgebaut. Der Aortenbogen verläuft über die Bifurcatio tracheae und über den linken Bronchus, die anschließende Aorta thoracica zieht hinter dem linken Bronchus abwärts. Die Lungenläppchen (Lobuli pulmonales) werden durch

bindegewebige Septen voneinander getrennt, in diesen Septen laufen die Venen, die das Blut aus benachbarten Läppchen und der Pleura aufnehmen.

Der Truncus pulmonalis teilt sich in die rechte und linke Lungenarterie (A. pulmonales dextra und sinistra), die sich wieder in Ober- und Unterlappenarterien und schließlich in Segmentarterien teilen. Diese verlaufen mit den Segmentarterien und -bronchien zu den Lungensegmenten.

Die Lungenvenen münden in den linken Vorhof, die Vena pulmonales superior dextra und sinistra nehmen das Blut aus dem Ober- und Mittellappen, die Vena pulmonales inferior dextra und sinistra aus dem Unterlappen auf.

Die A. pulmonalis bringt das venöse Blut aus der rechten Kammer in die Lungen, ihr Kapillargebiet liegt den Alveolen oder Lungenbläschen unmittelbar an. Die Vv. pulmonales leiten das arterialisierte Blut in den linken Vorhof, wo es über die linke Kammer, Aorta und Arterien zu den Organen gelangt.

Die Lungen besitzen ein Lymphgefäßsystem, welches für die Abwehrleistung wichtig ist. Das Lymphgefäßnetz nimmt die Lymphe aus der Peripherie der Läppchen auf und verlässt über große Lymphgefäße den Hilus.

Der Nervus vagus schickt in den Lungenhilus ein Nervengeflecht, die Plexi nehmen aus dem Grenzstrang des Sympathikus Fasern auf, dieses Geflecht versorgt die luft- und blutführenden Anteile der Lunge. Die sensiblen Fasern des Vagus registrieren den Spannungszustand der Lungen und regen über das Atemzentrum eine Inspiration oder Expiration an. Die parasympathischen Fasern verengen die Luftwege durch die Innervation der Bronchialmuskulatur, wobei der Sympathikus die Luftwege, durch Herabsetzung des Tonus der Muskulatur, erweitert. Auch wird die Weite der Blutgefäße über den Sympathikus und Parasympathikus geregelt.

Die Luftröhre teilt sich in den linken und rechten Hauptbronchus, die Bronchi principales. Sie zeigen den gleichen Aufbau wie die Luftröhre, mit einem kleineren Durchmesser. Diese teilen sich weiter in die Lappenbronchi (Bronchi lobares) und weiter in die Segmentbronchi (Bronchi segmentales). Das Epithel mit Becherzellen wird mit abnehmender Größe der Bronchien niedriger, das Sekret der Becherzellen und Bronchialdrüsen feuchtet die Wand und die Luft an und bindet

eingeatmete Staubteilchen und die Flimmerhaare befördern das Sekret nach außen. Es erfolgt eine weitere Teilung in die Bronchioli, in denen Knorpel­einlagerungen fehlen, gestützt werden sie durch den Einbau in das elastische System der Lappchen. Die Bronchioli teilen sich in die Bronchioli terminales, durch weitere Teilung entstehen die Bronchioli respiratorii oder alveolares, die in die Ductuli alveolares und schließlich in die Sacculi alveolares münden. Die Verzweigungen eines Bronchiolus terminalis werden auch als Beere bezeichnet (Acinus), 12-18 Acini bilden ein Lungenlappchen (Lobulus). Von den bronchioli respiratorii, Ductuli und Sacculi alveolares gehen die Atmungskammern, die Alveoli pulmonis, ab. Ein feines Netz elastischer Fasern umspinnt die Alveole und ein Netz von Blutkapillaren liegt der Faserschicht auf. Eine feine Membran trennt Luft und Blut und erleichtert den Gasaustausch, die Alveole bildet die eigentliche respiratorische Oberfläche (Waldeyer & Mayet, 1986).

Der wichtigste Atemmuskel ist das Zwerchfell (diaphragma) (Bösch, 2014). Es ist die Trennstruktur zwischen Brust- und Bauchraum und stellt nach dem Herz den wichtigsten Muskel dar. Er ist aufgebaut aus einer zentralen nichtkontraktilen Sehne (Centrum tendineum) und zwei muskulären Anteilen, dem kostalen und dem kruralem Diaphragma (Anraku & Shargall, 2009). Am Centrum tendineum setzen Muskelpartien an, die am Sternum (Pars sternalis), an den Rippen (Pars costalis) und im Lumbalbereich (Pars lumbalis) der Wirbelsäule ihren Ursprung haben (Paulsen & Waschke, 2010). Die Pars sternalis hat seinen Ursprung an der Innenseite des Processus xiphoideus und strahlt in das Centrum tendineum ein.

Die Pars costalis entspringt mit einzelnen Zacken an der Innenfläche des Knorpels der 7. bis 12. Rippe und wechselt sich mit den Ursprungszacken des M. transversus ab (Platzer, 2005).

Der lumbale Teil ist der stärkste Teil des Diaphragmas, er ist neben der Lendenwirbelsäule lokalisiert und formt den rechten und linken Crus. Er setzt am vorderen Anteil der Lendenwirbelsäule, der Bandscheiben und am vorderen longitudinalen Ligament an. Der hintere muskuläre Anteil des Diaphragmas entspringt an der Crus und an den lumbokostalen Bögen. Der rechte und der linke Crus teilen sich in einen medialen, lateralen und intermedialen Teil (Schumpelick et al., 2000). Der Crus dextrum mediale bildet den Hiatus oesophageus, die

Durchtrittspforte für den Oesophagus und die Trunci vagales anterior und posterior (Paulsen & Waschke, 2010). Der linke und der rechte Crus mediale bilden gemeinsam den Hiatus aorticus, auf ungefährer Höhe von TH 12, durch den die Aorta abdominalis und der Ductus thoracicus ziehen. Hier entspringen die Crura lateralis und teilen sich in zwei robuste Sehnen, in das Lig. arcuatum mediale und das Lig. arcuatum laterale. Sie agieren als Brücke zwischen der Fascia thoracolumbalis posterior und Fascia transversalis anterior (Bordoni & Zanier, 2013).

Die Innervation des Zwerchfells erfolgt über den Nervus phrenicus, welcher seinen Ursprung in den Segmenten C3-C5 hat (Schumpelick et al., 2000).

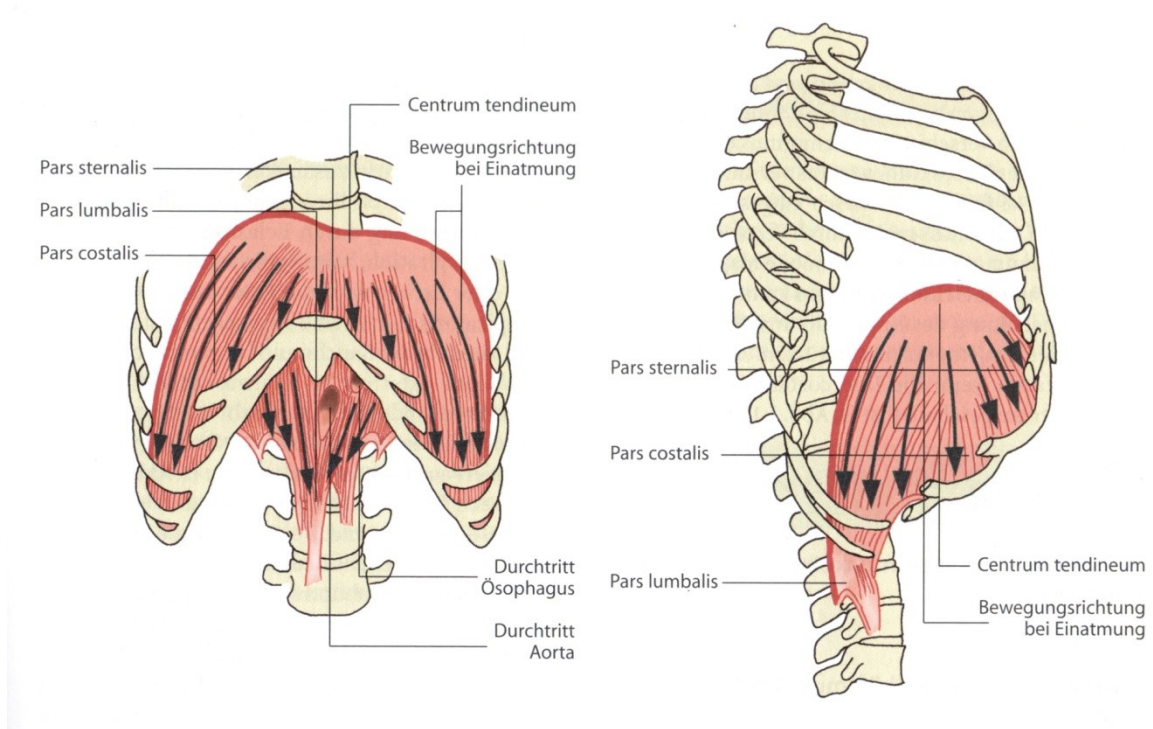


Abbildung 2: Das Zwerchfell

Quelle: Rutte R. & Sturm S. 2010, Atemtherapie, Springer Verlag, Berlin Heidelberg. (mit freundlicher Genehmigung von Springer Verlag)

Abbildung 2 zeigt das Zwerchfell von ventral und lateral, es sind die muskulären Anteile zu sehen, die Bewegungsrichtung bei der Einatmung ist mit Pfeilen angedeutet.

Neben dem Zwerchfell sind sogenannte Atemhilfsmuskeln an der Atmung beteiligt. Dazu gehören die Zwischenrippenmuskeln (Mm. intercostales), die sich in Mm. intercostalis externi, Mm. intercostales interni und Mm. subcostalis untergliedern. Des Weiteren sollte der Musculus transversus thoracis erwähnt sein. Die intercostales externi heben mit den Intercartilaginei die Rippen und erweitern den Brustkorb und zählen daher zu den Inspiratoren. Das Zwerchfell vergrößert durch

seine Kontraktion und Abflachung der Zwerchfellkuppeln den Brustraum und dient damit ebenfalls der Inspiration. An der Expiration sind die Intercostali interni und der Transversus thoracis beteiligt.

Die Einatmung erfolgt durch Muskeltätigkeit des Diaphragmas, der Intercostales externi, der Scaleni und der Intercostalaginei, sie erweitern den Brustraum nach ventral, lateral und kaudal, gegen den Widerstand der elastischen Lungenspannung. Bei starker körperlicher Anstrengung werden weitere Atemhilfsmuskeln beansprucht, dazu gehören die Unterzungenbeinmuskeln, der Sternocleidomastoideus, die Rhomboidei, der Levator scapulae und der Trapezius. Durch Aufstützen können der Pectoralis major, Pectoralis minor und der Serratus anterior aktiviert werden. All diese sind daran beteiligt den Brustkorb zu heben und zu erweitern.

Die Ausatmung erfolgt weitgehend passiv, durch den elastischen Zug der Lungen, der mit der Schwerkraft dazu führt, dass sich der Brustkorb in die Ausgangslage zurück bewegt. Für eine verstärkte Ausatmung treten der Transversus thoracis und die Intercostalis interni in Aktion (Waldeyer & Mayet, 1986).

Nachfolgend wird auf die Operationstechnik einer Lungentransplantation eingegangen, dieses Kapitel soll zeigen, welche Techniken zum Einsatz kommen und welche Kräfte auf den Thorax einwirken, um ein postoperatives Training adäquat planen zu können.

1.2 Transplantation in Österreich - OP Technik

„Das Lungentransplantationszentrum an der Abteilung für Thoraxchirurgie des Allgemeinen Krankenhauses Wien zählt mit bisher über 1000 durchgeführten Lungentransplantationen zu den größten Zentren der Welt" (AKH, n.d.). Die erste Lungentransplantation wurde in Wien 1989 durchgeführt, jährlich sind es derzeit circa 110-120 Lungentransplantationen. 2015 hat das AKH Wien „25 Jahre Lungentransplantationen" gefeiert (Anon., 2015).

Prinzipiell werden drei unterschiedliche Verfahren zur Lungentransplantation unterschieden, die unilaterale Lungentransplantation (Transplantation eines Lungenflügels), die bilaterale Lungentransplantation (sequenzielle Transplantation beider Lungenflügel) und die Herz-Lungen-Transplantation (Übertragung von Herz

und beiden Lungenflügeln). Vor der Transplantation wird mit einem Doppellumentubus intubiert (Warnecke, 2013). Üblicherweise wird eine bilaterale Thorakotomie mit querer Sternotomie durchgeführt. Auch besteht die Möglichkeit, dass über zwei anterolaterale Thorakotomien implantiert wird, da diese Technik das Brustbein schont (Kamler & Pizanis, 2013). Warnecke (2013) beschreibt in „Operative Technik der Lungentransplantation“ den Zugang durch einen anterolateralen Hautschnitt in Höhe des 4.-5. Interkostalraumes. Die Pleura wird eröffnet und durch zwei Spreizer offengehalten. Pleurale Verwachsungen werden gelöst und die Lunge wird mobilisiert. Die Gefäße sowie der Lungenhilus werden freigelegt

Es erfolgt ein Clipping der beiden A. thoracica interna (A. mammaria). Die A. pulmonalis wird mit einem Silikonzügel angeschlungen und nach Absetzen des Lig. pulmonale erfolgt das Anschlingen der oberen und unteren Lungenvene. Die rechte Pulmonalarterie wird probeweise verschlossen. Wenn notwendig wird dann die venoarterielle extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) angeschlossen. Es wird eine Pulmonalisklemme eingebracht, die die obere Hohlvene nicht zu stark komprimiert. Danach erfolgt der Verschluss der Lungenvenen sowie das Absetzen von Gefäßen und Bronchus, die Lunge wird entfernt. Im Anschluss wird der Bronchusstumpf präpariert und die Bronchialarterien werden mit Clips versorgt. Anschließend wird das Perikard eröffnet um eine Klemmebene für die linksatriale Manschett Anastomose zu schaffen, unter Beachtung des N. phrenicus. Zeitgleich wird die Spenderlunge vorbereitet, es wird die Pulmonalarterie und die linksatriale Manschette dargestellt, der rechte Bronchus wird mit Skalpell gekürzt und die linke Lunge wird wieder in die Perfusionslösung gegeben. Es wird mit der Bronchialanastomose begonnen (Fixierung mit Einzelknopftechnik und Fibrinkleber), dann werden die Pulmonalarterienstümpfe gekürzt und mit End- zu- End-Anastomosen fixiert. Des Weiteren folgt die Anastomose mit der Manschette in fortlaufender Endokardnaht. Die Zirkulation wird durch das Öffnen der Pulmonalisklemme freigegeben. Es erfolgt eine Beatmung mit niedrigen Drücken um die Lunge zu überprüfen. Der Lungenhilus wird mit einer Kompresse abgestopft, die Thoraxsperren werden entfernt und es werden 2 Drainagen eingebracht. Die Transplantation der linken Lunge wird in entsprechender Weise vorgenommen. Die Oxygenierung wird überprüft und

anschließend werden die Rippen mit starken Vicrylkordeln verschlossen und es erfolgt der schichtweise Wundverschluss mit resorbierbaren Nähten (Warnecke, 2013). Die Fixation des Sternums kann mit einem Grand Fix vorgenommen werden, welches den Knochen stabilisiert, dieses besteht aus Poly-L-lactic acid (Gunze, 2018).



Abbildung 3: Grand Fix Sternumfixation

Quelle: Firma Gunze (mit freundlichen Genehmigung der Firma Gunze)

Abbildung 3 zeigt ein Grand Fix, welches zur Fixation des Sternums verwendet werden kann.

Vor und nach einer Lungentransplantation können Limitationen der Atmung, des Kreislaufes und der Skelettmuskulatur auftreten (Izoe et al., 2017). In diesem Kapitel soll auf Einschränkungen Lungentransplantierter eingegangen werden.

1.3 Limitationen von lungentransplantierten Patientinnen und Patienten

Postoperativ können Schmerzen auftreten durch die Retraktion, Resektion, Rippenfraktur, Dislokation costovertebraler Gelenke und die Verletzung intercostaler Nerven (Fuller et al., 2017a). Ein ineffektiver Husten kann das Ergebnis von Schmerzen und verminderter Empfindung der Atemwege passend zur Denervierung der Lungen sein (Downs, 1996).

In den meisten Fällen stehen jedoch die Limitationen nach Lungentransplantation nicht in direktem Zusammenhang mit ventilatorischen oder kardiovaskulären Faktoren (Langer et al., 2012).

Eine Belastungsintoleranz und funktionelle Aktivitätseinschränkung besteht häufig nach einer Lungentransplantation trotz der Wiederherstellung von beinahe normaler Lungenfunktion und Gasaustausch (American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation, 2011). Auch wenn die Atemlimitation

als gravierendstes präoperatives Problem beseitigt bzw. verbessert wird, weisen Lungentransplantierte im Vergleich zu Gesunden im gleichen Alter auch noch ein Jahr nach Transplantation erhebliche Defizite der allgemeinen körperlichen Leistungsfähigkeit und der Beinmuskulatur auf (Grünig et al., 2015). Ein vor allem sitzender Lebensstil sowohl vor als auch nach der Transplantation trägt dazu bei (Langer et al., 2012). Die Dysfunktion der Skelettmuskulatur kann durch die Immunsuppression beeinflusst werden und führt zu einer körperlichen Beeinträchtigung. Die Muskelschwäche nach der Transplantation kann bis zu einer Dauer von drei Jahren bestehen und die maximale Leistungsfähigkeit kann laut Prognose bis zu zwei Jahre auf 40-60% beschränkt sein (American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation, 2011). Der Quadrizepsmuskel von Lungentransplantierten hat eine vermindert Anzahl an Typ 1 Muskelfasern, eine geringere Konzentration an oxidativen Enzymen, eine beeinträchtigte Sauerstoffextraktion, einen früheren pH-Abfall bei Belastung und ein Kraftdefizit. Beitragende Faktoren für die Muskelschwäche und -atrophie nach einer Transplantation sind eine Phase der Inaktivität sowie die Einnahme von Kortikosteroiden. Des Weiteren haben diese Faktoren, neben der Ernährung, auch Einfluss auf die Abnahme der Knochendichte (Mathur et al., 2009). Osteoporose und Frakturen der Wirbelsäule können die Konsequenz aus der Einnahme von Kortison und Immunsuppressionstherapie sein (Mitchell et al., 2003). Ungefähr 30-50% der Lungentransplantierten entwickeln im ersten Jahr nach der Transplantation Komorbiditäten wie Osteoporose, Hyperlipidämie und Diabetes (Langer et al., 2012). Dabei spielt die Einnahme von Calcineurininhibitoren und Kortikosteroiden eine Rolle, diese können das Risiko an Bluthochdruck, Diabetes, Hyperlipidämie zu erkranken erhöhen und zu einer Gewichtszunahme führen (Mathur et al., 2009). Es ist bekannt, dass diese Komorbiditäten durch einen körperlich aktiven Lebensstil positiv beeinflusst werden können (Langer et al., 2012).

Des Weiteren kann nach einer Lungentransplantation ein BOS (engl. für bronchiolitis obliterans syndrome) auftreten, dieses Syndrom limitiert das Langzeitüberleben Lungentransplantierten und ist gekennzeichnet durch eine Atemwegsobstruktion, unbegründet durch akute Abstoßung, Infektion oder

anderen koexistenten Konditionen. Die Bronchiolitis Obliterans ist ein Zustand intraluminaler Atemwegsfibrose (Todd & Palmer, 2011).

Auch ist eine Lungentransplantation nicht nur eine physische Herausforderung sondern auch eine psychische. Körperliche Beschwerden, die Angst vor Organabstoßung, die Nebeneffekte der Medikation und die Restriktionen betreffen die Transplantierten in den ersten Monaten nach der Lungentransplantation (Seiler et al., 2016). Es können Symptome wie Übelkeit und Erbrechen, Änderung des Geschmacksempfindens, Tremor, Bauchschmerzen, Gefühllosigkeit in Händen und oder Füßen nach drei bis sechs Monate nach der Operation auftreten (Seiler et al., 2015). Demnach bedeutet eine Lungentransplantation oftmals, dass die eine Erkrankung gegen eine andere ersetzt wird (Seiler et al., 2016).

1.4 Training nach Lungentransplantation

Die Rehabilitation prä- und posttransplant ist weitestgehend als Teil des „best practice management“ anerkannt, auch wenn diese Intervention nicht als evidenzbasiert betrachtet werden kann, weil es an randomisierten kontrollierten Studien fehlt (Langer et al., 2012).

Die postoperative Rehabilitation kann 24 Stunden nach der Operation beginnen. Die Ziele in dieser Phase sind die Optimierung der Atemwegsreinigung und der Lungenexpansion nach der Extubation und die Verbesserung der Stabilität in der aufrechten Körperposition. Der Hustenreflex ist durch die Denervation der Spenderlunge beeinträchtigt und es bedarf die Anleitung eines gezielten Hustens.

Weiter Inhalte sind der Aufbau des Bewegungsumfanges, Basistransfers, Stabilisierung im Gehen und die Kräftigung der oberen und unteren Extremität (American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation, 2011).

Ziele der Atemphysiotherapie nach Lungentransplantation sind die weitere Normalisierung der Ventilation und die Verbesserung der Sekretelimination um die Atemtiefe und somit die Vitalkapazität zu verbessern. Dies bedarf physiotherapeutischer Maßnahmen zur Optimierung der Zwerchfellaktivität. In diesem Zusammenhang sind die Inhalte der Therapie die Atemwahrnehmung, die Narbenbehandlungen und die Verbesserung der Thoraxbeweglichkeit zu nennen (Grünig et al., 2015).

Wenn sich die Kraft und Ausdauer nach der Transplantation verbessern, kann es sein, dass ein intensiveres Training möglich ist als präoperativ, weil weniger Beeinträchtigung von Seiten der Atmung besteht (American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation, 2011).

Eine Beobachtungsstudie aus Australien von Tarrant et al. (2018) hat sich mit der zeitlichen Abstimmung und dem Ausmaß der akuten physiotherapeutischen Einbeziehung nach einer Lungentransplantation beschäftigt. Sie zielte darauf ab, wie früh mit Übungen begonnen und wie viel Zeit mit eben diesen in physiotherapeutischen Settings verbracht wurde. Dabei wurde festgestellt, dass der erste physiotherapeutische Kontakt am zweiten postoperativen Tag stattgefunden hatte. Inhalte der Physiotherapie waren die allgemeine Mobilisation und Ausdauertraining, üblicherweise durch Gehen. Wenige Teilnehmerinnen und Teilnehmer führten in den ersten drei Einheiten Übungen für die untere Extremität durch. Keine Teilnehmerinnen und Teilnehmer führten in der initialen Phase Übungen für den Rumpf oder die obere Extremität durch. Begründet wurde dieses durch Schmerzlimitierung oder Schutz der Wunden nach der Operation am Brustkorb. Allgemein war die Einbeziehung des Rumpfes und der Arme in den Einheiten im Akutspital gering, wobei festgestellt wurde, dass die Langzeiteffekte, bezogen auf Limitationen der Atmung und der Oberkörperfunktionen, die durch das Auslassen des Oberkörpers und der Arme entstehen, weitgehend unbekannt sind.

In der randomisierten kontrollierten Studie von Langer et al. (2012) erhielten die Patientinnen und Patienten ein standardisiertes Mobilisationsprogramm während des Spitalsaufenthalts. Inhalte waren tägliche Übungen wie Gehen, Radfahren, Stufen steigen und Krafttraining, welches jedoch nicht näher definiert wurde.

Das subakute Training nach einer Lungentransplantation im ambulanten oder stationären Setting wird mehrfach in der Literatur beschrieben (Fuller et al., 2017b; Wickerson et al., 2010; Glöckl et al., 2015) .

Munro et al. (2009) beschreibt ein Rehabilitationsprogramm speziell für Lungentransplantierte für das Alfred Spital in Melbourne. Dieses beinhaltet eine Stunde beaufsichtigtes Training, dreimal die Woche und den Besuch einer Gruppenschulung einmal wöchentlich für sieben Wochen. Inhalte des Trainings

sind 30 Minuten Ausdauertraining mit Fahrradergometer oder Laufband, mit einer Trainingsintensität auf der Borg-Skala 13 bis 14, moderat bis etwas hart. Des Weiteren ein Krafttraining der oberen und unteren Extremität: drei bis fünf Übungen, wie Step-Ups, Kniebeugen oder Übungen mit freien Gewichten mit drei Sätzen zu 10-15 Wiederholungen, mit Steigerungen je nach Toleranz der Patientinnen und Patienten. Es wurden Dehnungen der großen Muskeln durchgeführt und bewegungsvergrößernde Übungen für Nacken, Schultern und Rumpf.

Eine Studie von Mitchell et al. (2003) hat aufgezeigt, dass sich die Knochendichte der Wirbelsäule zwei Monate nach einer Lungentransplantation im Vergleich mit der Knochendichte prätransplant verschlechtert hat. Durch ein Training der Rückenextensoren über 6 Monate lang, einmal wöchentlich, konnte den Abbau der Knochenmasse im Bereich der Lendenwirbelsäule durch steroidinduzierte Osteoporose verhindert werden. Im Vergleich dazu nahm die Knochendichte der Kontrollgruppe weiter ab.

Dies bestätigt, wie wichtig ein Krafttraining nach Lungentransplantation ist um Komorbiditäten entgegenzuwirken.

Es konnte keine Studie gefunden werden, die sich mit dem Atemmuskeltraining nach Lungentransplantation beschäftigt. In diesem Zusammenhang wurde eine Studie gesichtet, die das Atemmuskeltraining von Lungentransplantationskandidaten vor einer Lungentransplantation untersucht. Der Titel der Studie lautet: *The effects of inspiratory muscle training on exercise capacity, dyspnea and respiratory functions in lung transplantation candidates: a randomized controlled trial*. Alle Patientinnen und Patienten unterzogen sich einem pulmonologischen Rehabilitationsprogramm an zwei Tagen die Woche für drei Monate, die Interventionsgruppe erhielt zusätzlich ein inspiratorisches Atemmuskeltraining. Die Patientinnen und Patienten wurden angehalten das Atemmuskeltraining für 15 Minuten zweimal am Tag, fünfmal wöchentlich zu absolvieren. Es wurde aufgezeigt, dass inspiratorisches Atemmuskeltraining die Atemmuskelkraft beeinflusst. Des Weiteren wurde durch die Ergänzung einer pulmonalen Rehabilitation durch inspiratorisches Atemmuskeltraining die Übungskapazität mehr gesteigert als nur durch ein pulmonales

Rehabilitationsprogramm. Die präoperative Übungskapazität ist ein Prädiktor der verwendet wird, um den Erfolg einer Lungentransplantation zu bestimmen. Oftmals erfolgt die Messung der Übungskapazität mit dem 6MWT (Pehlivan et al., 2017).

Ein postoperatives Atemmuskeltraining bei Lungentransplantierten könnte die Übungskapazität und die Atemmuskelkraft verbessern, hierfür fehlen jedoch evidenzbasierte Studien, die die Wirksamkeit eines solchen Trainings nach einer Lungentransplantation bestätigen.

Es stellt sich die Frage ob nach einer transversalen Brustbeindurchtrennung in den ersten Wochen nach der Lungentransplantation, eine Schonung oder ein Training der oberen Extremität erforderlich ist. Dies soll im folgenden Kapitel anhand von Literatur erläutert werden.

1.5 Training der oberen Extremität in den ersten drei Monaten

Um die Belastbarkeit der Narben und des Brustbeins zu verstehen, wird anschließend auf die Wundheilungsphasen eingegangen.

Die Phasen der Wundheilung sind eingeteilt in Entzündungsphase, Proliferationsphase und Umbauphase. Die Entzündungsphase teilt sich in die vaskuläre Phase und die zelluläre Phase. In der vaskulären Phase (0.-2. Tag) sollte der operierte Bereich weitestgehend ruhiggestellt werden (Münzing et al., 2010), wobei es sich als schwierig herausstellt das Sternum zu Fixieren, da es als knöcherne Struktur die Atmung unterstützt (El-Ansary et al., 2007). In der zellulären Phase (2.-5. Tag) dürfen Bewegungen im schmerzfreien Bereich durchgeführt werden, die funktionelle Neuorganisation des Bindegewebes wird gefördert. In der Proliferationsphase (5.-21. Tag) klingt die Entzündung ab, aktive Maßnahmen im schmerzfreien Bereich können gefördert werden. In der Umbauphase (21.-360. Tag) nimmt die Belastbarkeit zu, das neu gebildete Gewebe organisiert sich, aktive Maßnahmen stellen einen adäquaten Reiz für den Gewebeumbau dar. In Abhängigkeit von Begleiterkrankungen und Alter der Patientin, des Patienten benötigt Knochengewebe circa 6 Wochen, um einen Defekt zu schließen. (Münzing et al., 2010).

Anschließend wird nun darauf eingegangen, wie das Training der oberen Extremität in der aktuellen Literatur beschrieben wird.

Das Krafttraining der unteren Extremität nach Lungentransplantation ist üblich, jedoch ist die Rehabilitation der oberen Extremität variabel (Fuller et al., 2017a). Vorsichtsmaßnahmen mit intensiven Ausdauer- oder Krafttraining sollten beachtet werden, vor allem wenn die obere Extremität involviert ist, da es vier bis sechs Wochen nach der Transplantation erfordert, um eine Verheilung der Narben zu gewährleisten (American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation, 2011). Mathur et al. (2009) geben an, dass zwei bis drei Monate keine umfangreichen Bewegungen der oberen Extremität durchgeführt werden sollten, um die Operationswunden zu schonen, Armergometer sowie Krafttraining der oberen Extremität sollten acht bis zwölf Wochen lang nach der Transplantation aus diesen Gründen vermieden werden.

Auch Maury et al. (2008) gaben an, dass in den ersten drei Monate nach der Transplantation keine Übungen für die obere Extremität gemacht wurden. Wickerson et al. (2016) beschreibt in einem Review eine Gewichtsgrenze für die ersten drei Monate nach der Transplantation. Es sollte in dieser Zeit kein Heben der Arme, Drücken oder Ziehen mit mehr als 4,5 kg durchgeführt werden. Auch sollten Bauchmuskelübungen in den ersten drei Monaten nach einer Lungentransplantation vermieden werden.

In einer Beobachtungsstudie wurde angegeben, dass in den ersten drei physiotherapeutischen Einheiten nach einer Lungentransplantation im Akutspital keine Übungen für den Rumpf und für die obere Extremität durchgeführt wurden, was die lokalen (Studie aus Australien) physiotherapeutischen Guidelines reflektiert. In den letzten drei Einheiten vor der Spitalsentlassung wurden Übungen für den Rumpf und die obere Extremität eingeschlossen, jedoch nicht näher definiert (Tarrant et al., 2018).

Fuller et al. (2017a) beschreibt, dass Patientinnen und Patienten weniger Schmerzen angaben und über mehr Kraft verfügten, wenn sie in den ersten Wochen nach der Transplantation auch die obere Extremität trainierten. Zuerst wurden die Arme ohne Gewicht bewegt, dann wurde im Laufe der Rehabilitation

auf ein Gewicht von 3,3 Kilogramm gesteigert. Die Übungen wurden mit Hanteln und Seilzug durchgeführt.

Um die Frage, ob nach einer Lungentransplantation mit Durchtrennung des Sternums die obere Extremität trainiert werden soll, beantworten zu können, wurde auch nach Studien gesucht, die sich mit Training nach medianer Sternotomie befassten.

Dabei wurde eine Studie von Cahalin et al. (2011) gefunden, deren Titel lautet „*Sternal Precautions: Is It Time for Change? Cautions versus Restrictions- A Review of Literature and Recommendations for Revision*“. In der Einleitung wird erläutert, dass vielfach davon ausgegangen wird, dass Vorsichtsmaßnahmen oder spezifische Aktivitätsbeschränkungen und die Vermeidung bestimmter Bewegungen das Risiko sternaler Komplikationen reduzieren. Jedoch zeigte die aktuelle Forschung, dass viele Patientinnen und Patienten funktionell eingeschränkt bleiben, lange nach einer herz-thoraxchirurgischen Operation. Es wurde vermutet, dass sternale Vorsichtsmaßnahmen zu eben solchen funktionellen Einschränkungen führen können. Des Weiteren sollten Vorsichtsmaßnahmen auf die Charakteristika der einzelnen Patientin, auf den einzelnen Patienten abgestimmt werden, im Bezug auf Grad und Dauer. Dabei spielen zum Beispiel Risikofaktoren, Komorbiditäten und früherer Aktivitätslevel eine Rolle. Es wurde angegeben, dass die genaue Entstehung von Restriktionen nach Thoraxoperationen nicht bekannt ist, jedoch hat das Thema sternale Infektionen zu der Annahme geführt, dass bestimmte Bewegungen der Arme die sternale Heilung gefährden könnten. Es entstanden Vorgaben, die vor Bewegungen der Arme über 90° Flexion und Abduktion im Schultergelenk warnten und vor Adduktion der Skapula. Andere Vorsichtsmaßnahmen inkludierten das Verbot mehr als 5 bis 10 Pounds (circa 2 bis 5kg) zu heben oder die Arme mit Gewicht zu belasten und einarmig nach hinten zu greifen. Zusammenfassend wurde in der Studie festgelegt, dass in den ersten 5 bis 8 Wochen nach einer Herzthorax-Operation das Heben auf 2,27-3,63kg beschränkt sein sollte. Bewegungsfördernde Übungen für die obere Extremität mit einer Belastung von 0,45-1,36 Kilogramm sind zulässig, wenn keine sternalen Instabilitäten vorliegen.

Auch wurde beschrieben, dass von El-Ansary et al (2007) eine Studie erstellt wurden, in denen bei Patientinnen und Patienten mit chronischer sternaler Instabilität Bewegungen und Aktivitäten ausführten. Dabei zeigte sich, dass das Hochdrücken von einem Sessel beim Aufstehen die größte sternale Separation mit sich brachte, jedoch das beidarmige Überkopfbewegen die geringste Separation erzeugte. Auch wurde angedeutet, dass einseitige Bewegung über 90° Flexion oder Abduktion gegen Widerstand übermäßigen Stress auf das Sternum bringen, und dass das Öffnen und Schließen von Türen und ein Hustenstoß große Kräfte produziert.

Es wurde auch darauf eingegangen, dass die pulmonale Funktion nach Sternotomie eingeschränkt ist. Der MEP (engl. für Maximal Expiratory Pressure- maximaler Ausatemdruck) war eine Woche postoperativ 50% eingeschränkt, im Vergleich mit der Funktion präoperativ, nach 12 Wochen war die Einschränkung immer noch 25%. Der MIP (Maximal Inspiratory Pressure- maximaler Einatemdruck) war eine Woche postoperativ 17% niedriger als vor der Operation und verschlechterte sich nach 12 Wochen auf 20%. In der Zusammenfassung wurde festgestellt dass Vorsichtsmaßnahmen, die Patientinnen und Patienten nach medianer Sternotomie auferlegt wurden, mehr einschränkend als vorbeugend wirkten (Cahalin et al., 2011). Im Zuge der Studie entstand ein Algorithmus, der anschließend abgebildet ist.

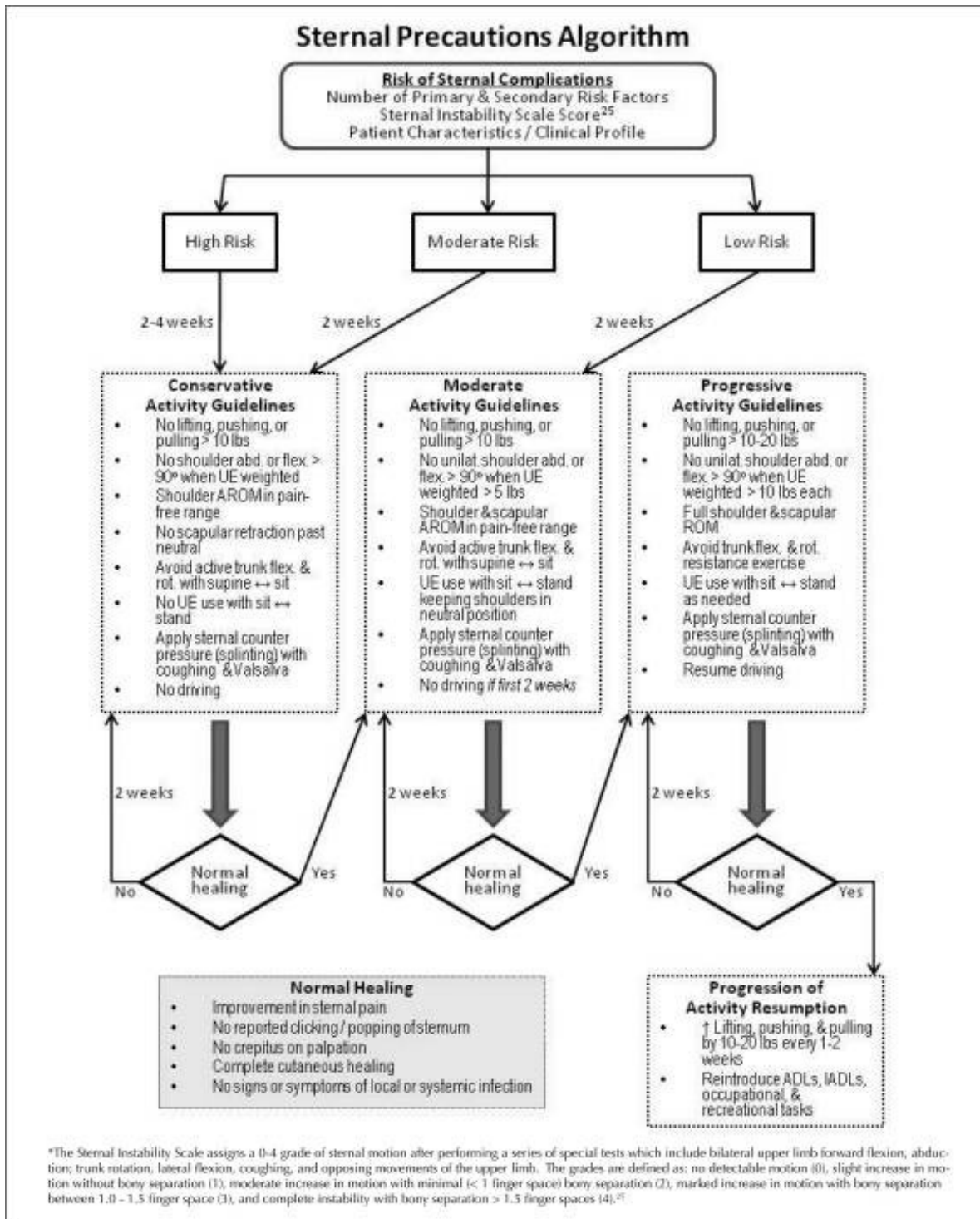


Abbildung 4: Sternal Precautions Algorithm

Quelle:

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/core/lw/2.0/html/tileshop_pmc/tileshop_pmc_inline.html?title=Click%20on%20image%20to%20zoom&p=PMC3&id=3056839_cptj0022-0005-f03.jpg (mit freundlicher Genehmigung von Lawrence P. Cahalin, PT, PhD)

Der Algorithmus zeigt eine Einteilung für das Risiko sternaler Komplikationen in hohes Risiko, moderates Risiko und geringes Risiko und die sich daraus ableitenden Aktivitätsguidelines.

Da Lungentransplantationen auch über den Zugang der lateralen Thorakotomie durchgeführt werden (siehe Kapitel 1.2 Operationstechnik), wurde eine Studie eingeschlossen, deren Titel wie folgt lautet: „*A postoperative shoulder exercise program improves function and decreases pain following open thoracotomy: a randomised trial*“. Diese Studie befasst sich mit einem Schulterübungsprogramm nach Lungenresektion über eine offene Thorakotomie.

Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhielt Maßnahmen am ersten postoperativen Tag, wie Positionswechsel im Bett, Heraussetzen am ersten postoperativen Tag und frühes Gehen. Die Interventionsgruppe erhielt eine gezielte respiratorische Physiotherapie in der tiefes Atmen und Husten angeleitet wurde. Zusätzlich wurden täglich betreute, sich steigernde Schulter- und Brustkorbübungen bis zur Entlassung durchgeführt. Eine Informationsbroschüre zu den Übungen wurde bei Entlassung mitgegeben. Die Messungen erfolgten präoperativ, und nach drei Monaten. Es wurde der postoperative Schmerz, die Schulterfunktion und die QOL (engl. Quality of Life- Lebensqualität) gemessen, die Schulterbeweglichkeit und die Muskelkraft wurde in einer Subgruppe gemessen. In der Interventionsgruppe wurden Bewegungen über Schulterhöhe und nach zwei bis drei Wochen Übungen zur Verbesserung der Thoraxbeweglichkeit angeleitet. Im Durchschnitt wurden sechs betreute Einheiten mit einer Dauer von 15 Minuten absolviert. Die Interventionsgruppe gab im Vergleich zur Kontrollgruppe weniger Schulterschmerzen und allgemein weniger Schmerzen als die Kontrollgruppe an. Der Unterschied in Schulterbeweglichkeit, in Muskelkraft und QOL war statistisch nicht signifikant (Reeve et al., 2010).

Eine weitere Studie mit dem Titel „*Relationship between pain and upper limb movement in patients with chronic sternal instability following cardiac surgery*“ von El-Ansary et al. (2007) untersucht Bewegungen der oberen Extremität bei chronisch sternaler Instabilität. Zu Beginn wird darauf eingegangen, dass es sich als schwierig herausstellt, das Sternum zu fixieren, da das Sternum die Atmung unterstützt, sowie die Bewegung der oberen Extremität und des Rumpfes. Unter sternaler Instabilität versteht man abnormale Bewegungen zwischen den beiden Sternumhälften oder einen Bruch der Sternumcerclagen. Sternale Instabilität ist charakterisiert durch sternales Klicken, ausladenden Bewegungen mit dem Resultat Schmerz, Unbehagen und die Schwierigkeit bei Bewegungen des

täglichen Lebens. In einer „sternal instability scale“ (engl. für sternale Instabilitätsskala) wurde in vier Grade sternaler Instabilität eingeteilt, 0 bedeutet dass keine Instabilität bei bestimmten Bewegungen vorliegt, bei Grad vier liegt eine Separation des Sternums von mehr als 1,5 fingerbreit vor. Die Testung des Sternums erfolgte durch bilaterale Flexion und Abduktion und durch Rumpfrotation und -lateralflexion. Des Weiteren wurde die Stabilität bei Husten und gegensätzlicher Bewegung der oberen Extremität getestet.

Zur Zeit der Studie waren keine physiotherapeutischen Richtlinien für das Management von Patientinnen und Patienten mit instabilen Sternum vorhanden. Nach Sternotomie beschreiben Physiotherapeuten Bewegungen der oberen Extremität in der Akutphase und in der Rehabilitation, abzielend auf die Wiederherstellung der Beweglichkeit und Funktion des Schultergürtels und des oberen Rückens. Die Bewegungen werden mit oder ohne Gewichte, bilateral oder unilateral durchgeführt. Die Rechtfertigung für bilaterale Übungen ist, dass sie symmetrische Belastungen auf beide Seiten des Sternums bringen und dadurch die Heilung fördern. Im Kontrast dazu, könnte die unilaterale Belastung den Stress auf das heilende Sternum minimieren und stellt vorteilhafte Torsionskräfte auf die heilende Stelle dar. Jedoch wurde festgestellt, dass unilaterale Bewegungen mehr Schmerzen als bilaterale erzeugen, da es bei unilateralen Bewegungen zu Scherbelastungen im Bereich des Sternums kommt und unilaterale Bewegungen eine Rumpfrotation erfordern.

Mittels Ultraschall wurde die sternale Separation bei unilateralen und bilateralen Bewegungen mit und ohne einen Kilogramm Gewicht gemessen. Zusätzlich wurden zwei funktionelle Tests durchgeführt, Hochdrücken mit den Armen von einem Sessel, und die Ellbogenbeugung gegen den Zug eines Therabandes mit einem moderaten bis mittleren Widerstand. Bei den Bewegungen wurde der Schmerz mittels VAS-Skala (engl. für Visual Analog Scale) von 0-10 gemessen. Das Ergebnis war, dass bilaterale Bewegungen weniger Schmerzen verursachten. Auch verursachten bilaterale Bewegungen mit Gewicht weniger Schmerzen als unilaterale Bewegungen. Es wurde erläutert, dass Bewegungen der oberen Extremität mit Gewicht die Atemanforderungen erhöhen und die Durchblutung der Thoraxwand und des Schultergürtels verbessern (El-Ansary et al., 2007).

Im Zuge des Trainings der oberen Extremität soll anschließend auf das Dehnen der Atemmuskulatur eingegangen werden.

Es wurde eine Studie näher beleuchtet, die sich mit der Dehnung der Atemmuskulatur bei COPD (engl. für chronic obstructive pulmonary disease, chronische obstruktive Lungenerkrankung) beschäftigt und sich die Frage stellt, wie sich Dehnungsübungen und aerobes Training auf die Übungskapazität von Patientinnen und Patienten auswirkt. Wada et al. (2016) verglichen eine Interventionsgruppe, die zweimal wöchentlich die Atemmuskulatur (M. sternocleidomastoideus, Mm. scaleni, M. trapezius, M. pectoralis major et minor, M. serratus anterior, Mm. intercostales, M. rectus abdominis) für 30 Minuten dehnten zusätzlich zu einem aeroben Training am Laufband, mit einer Kontrollgruppe, die statt der Atemmuskulatur die Unterschenkel und Unterarmmuskulatur dehnten. Gemessen wurde die funktionelle Übungskapazität mittels 6MWT, die Atemnot mittels BORG-Skala, die thorakoabdominalen Atembewegungen mit Hilfe eines optoelektronischen Plethysmografen, die Atemmuskulaturaktivität mit Elektromyografie und die Lungenfunktion mit Spirometrie. Die Ergebnisse der Studie waren, dass die Interventionsgruppe weniger Atemnot zeigte, sich die funktionelle Übungskapazität und auch die Thoraxmobilität sich mehr verbesserte als in der Kontrollgruppe. Auch wurde in der Interventionsgruppe eine stärkere abdominale Atmung aufgezeigt.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass eine Verbesserung der Dehnfähigkeit der Atemmuskulatur auch für Lungentransplantierte einen Nutzen, bezogen auf die Thoraxbeweglichkeit, funktionelle Übungskapazität und Atemmechanik, mit sich bringt. Jedoch stellt sich die Frage, ab wann nach transversaler Sternotomie ein Dehnen gewisser Atemmuskeln, bezogen auf die Heilung des Brustbeins, erfolgen sollte.

2. Material und Methoden

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine systematische Übersichtsarbeit. Um folgende Forschungsfragen „Welche Limitationen treten bei Lungentransplantierten auf“, „Wie soll das Training Lungentransplantiertes aufgebaut sein um bestmögliche Leistungsfähigkeit zu erreichen“ und „Soll in den ersten drei Monaten nach einer Lungentransplantation die obere Extremität trainiert werden, unter besonderer Berücksichtigung der Bewegungslimitationen nach transversaler Sternotomie (Clamshell Inzision)“ beantworten zu können, wird eine umfassende Literaturrecherche nach zuvor definierten Ein- und Ausschlusskriterien durchgeführt. Nach Durchsicht und Qualitätsbewertung der eingeschlossenen Studien werden die Studienergebnisse zusammengefasst und ausgewertet.

2.1 Hypothesen

In dieser Arbeit erfolgt die Gegenüberstellung einzelner Studien, die sich mit dem Training nach Lungentransplantation beschäftigen. Langer (2015) beschreibt die Einschränkungen Lungentransplantiertes vor und nach einer Lungentransplantation und die Rehabilitation dieser. Aus diesen Erkenntnissen ergeben sich die drei Hypothesen:

H1: Nach einer Lungentransplantation treten Limitationen auf, die es im Training Lungentransplantiertes zu berücksichtigen gilt.

H1.0: Nach einer Lungentransplantation treten Limitationen auf, die es im Training nicht zu berücksichtigen gilt.

H2: Lungentransplantierte benötigen ein bestimmtes Training um bestmögliche Leistungsfähigkeit zu erreichen.

H2.0: Lungentransplantierte benötigen kein bestimmtes Training um bestmögliche Leistungsfähigkeit zu erreichen.

H3: In den ersten drei Monaten nach Lungentransplantation sollte ein Training der oberen Extremität erfolgen.

H3.0: In den ersten drei Monaten nach Lungentransplantation sollte kein Training der oberen Extremität erfolgen.

Unter der Voraussetzung, dass die Arbeitshypothesen bestätigt und davon ausgegangen werden kann, dass es eines bestimmten Trainings bedarf um bestmögliche Leistungsfähigkeit Lungentransplantierter zu erreichen, liegt das physiotherapeutische Interesse darin, das optimale Training für Lungentransplantierte herauszufiltern, im besonderen Augenmerk das Training der oberen Extremität in den ersten drei Monaten nach Clamshell Inzision.

2.2 Literaturrecherche

Die Literaturrecherche wurde im Zeitraum von August 2016 bis September 2018 durchgeführt. Es wurden folgenden Datenbanken zur Suche herangezogen: PubMed, PEDro und Google Scholar.

Als Keywords wurden „lung transplant OR lung transplantation OR lung transplant recipients“, „rehabilitation“, „exercise training“, „physical activity“ „physiotherapy“ zur Suche herangezogen und durch boleanischen Funktionen „AND“ und „OR“ miteinander kombiniert. Die Abstracts der Studien wurden gelesen und bei Relevanz im Volltext erworben.

Durch den Onlinezugänge der Medizinischen Universität Graz und durch das Kontaktieren der Autoren konnten die meisten Studien als Volltexte erworben werden. Anhand der Referenzlisten wurde nach dem Schneeballprinzip weitere Studien gefunden.

2.3 In- und Exklusionskriterien

Für die Literaturrecherche wurden In- und Exklusionskriterien definiert, die in der folgenden Tabelle aufgelistet sind.

Tabelle 1: In- und Exklusionskriterien

Inklusionskriterien	Exklusionskriterien
Randomisierte kontrollierte Studien Klinische Studien	Fallberichte, Kohortenstudien, Meta-Analysen, Expertenmeinungen, Querschnittstudien, Reviews
Englisch- und deutschsprachige Literatur	Anders sprachige Literatur
Limitationen und Training nach Lungentransplantation Training der oberen Extremität in den ersten 3 Monaten nach Lungentransplantation	Training nach anderen Organtransplantationen
Alter: 18-75 Jahre	Alter: 0-18 Jahre, 75 Jahre oder älter
Zielgröße: Training nach LTX	
PeDRO-Bewertung höher als 6/11	PeDRO-Bewertung 5/11 oder niedriger

2.4 Beurteilung der Studien

Die inkludierten Studien wurden einer qualitativen Beurteilung unterzogen, um ihre Aussagekraft einschätzen zu können. Die Studien wurden mit der PEDro-Skala beurteilt, welche für die Bewertung von randomisierten Studien herangezogen wird. Die PEDro-Skala basiert auf der Delphi Liste, die von Verhagen et al. (1998) entwickelt wurde. Die PEDro-Skala enthält im Vergleich zur Delphi Liste zwei zusätzliche Items, die Kriterien 8 und 10. Punkt 8 lautet „Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen“ und Punkt 10 lautet „Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet“ (Maher et al., 2003). Anhand des 2016 von Thomsen Reuters veröffentlichten „InCites Journal Citation Report“ wurde die Qualität der Fachzeitschriften, in welchen die Artikel veröffentlicht wurden, bewertet.

3. Ergebnisse

Das folgende Kapitel gibt eine Übersicht über die inkludierten Studien und die Vorgehensweise bei der Literaturrecherche. Es wurden insgesamt 149 Studien gefunden, wobei 95 Studien exkludiert wurden, da nur Studien jünger als 2012

verwendet wurden um die Aktualität der Ergebnisse zu gewährleisten. Des Weiteren wurden 22 Studien nach Analyse des Abstracts ausgeschlossen, 32 Studien wurden im Volltext erworben. Wegen fehlender Relevanz und aufgrund des Studiendesigns wurden 26 weitere Studien exkludiert. Es wurden 4 Studien eingeschlossen die als Grundlage für die vorliegende Arbeit von großer Relevanz sind.

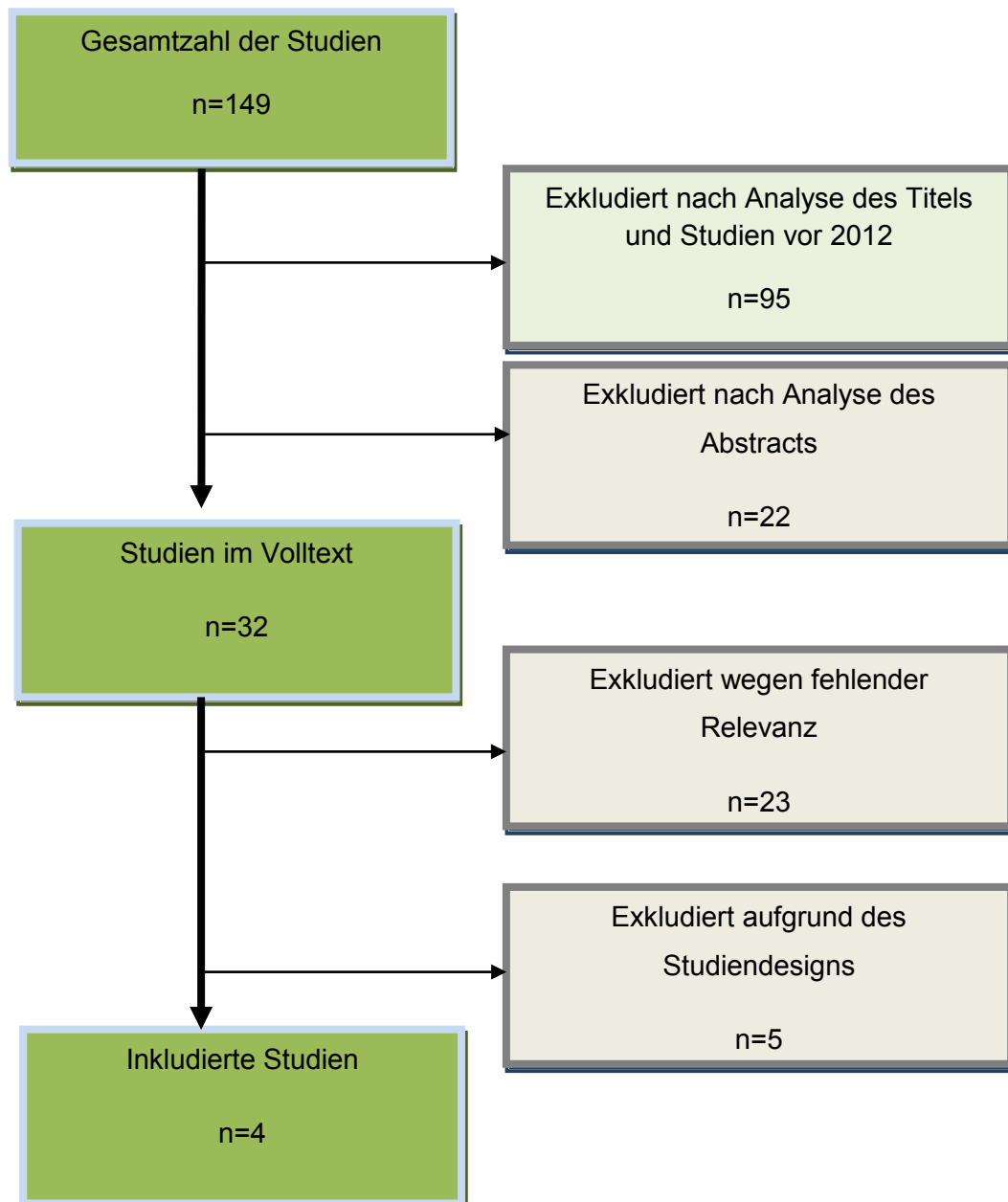


Abbildung 5: Flowchart

Quelle: Annica Jirasko

Es konnten vier Studien eingeschlossen werden. Eine der Studien stammt aus Belgien (Langer et al., 2012), zwei Studien, eine davon zum Training der oberen Extremität, kommen aus Australien (Fuller et al., 2017a) und (Fuller et. al, 2017b). Eine Studie aus Deutschland beschäftigt sich mit dem Training auf einer Vibrationsplatte (Gloeckl et al., 2016). Die Studien wurden an weiblichen und männlichen erwachsenen Lungentransplantierten durchgeführt. In den folgenden Kapiteln sind die Studien von A-D gekennzeichnet, die aktuellste Studie steht zu Beginn.

A: Fuller LM., El-Ansary D., Button BM., Corbett M., Snell G., Marasco S., Holland AE. 2017, „Effect of Upper limb Rehabilitation compared to No Upper limb Rehabilitation in Lung Transplant Recipients - A Randomized Controlled trial"

B: Fuller LM., Button B., Tarrant B., Steward R., Bennett L., Snell G., Holland AE. 2017, „Longer Versus Shorter Duration of Rehabilitation Following Lung Transplantation: A Randomised Trial"

C: Gloeckl R., Heinzelmann I., Seeberg S., Damisch T., Hitzl W., Kenn K., 2015, „Effects of complementary whole-body vibration training in patients after lung transplantation: a randomized controlled trial"

D: Langer D., Schepers L., Ivanova A., Verleden G., Decramer M., Trooster T., Gosselink R. 2012, „Exercise Training After Lung Transplantation Improves Participation in Daily Activity: A Randomized Controlled Trial"

3.1 Qualitative Bewertung der Studien

Die inkludierten Studien wurden mit der PEDro-Skala (Maher et al., 2003) beurteilt, welche auf der Delphi Liste basiert. Entwickelt wurde diese von Verhagen und Kollegen an der Universität Maastricht (Verhagen et al., 1998). Die Punkte, die die PEDro-Skala beinhaltet sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 2: PEDro-Skala

1. Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert
2. Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)

3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen
4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich
5. Alle Probanden waren geblindet
6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet
7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet
8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen
9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet, oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert
10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppen-vergleiche berichtet
11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome

Quelle: https://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_german.pdf

Nun wird auf die methodologische Qualität der inkludierten Studien eingegangen. Die vier Studien wurde mit Hilfe der PEDro Beurteilungsskala analysiert und bewertet.

Tabelle 3: Methodologische Qualität der inkludierten Studien

Autoren Jahr	Titel der Studie	Design	PEDro-Wert
Fuller LM. et al. 2017 a)	Effect of Upper limb Rehabilitation compared to No Upper lim Rehabilitation in Lung Transplant Recipients- A Randomized Controlled trial	RCT	8/10
Fuller LM. et al. 2017 b)	Longer Versus Shorter Duration of Rehabilitation Following Lung Transplantation: A Randomised Trial	RT	8/10
Gloeckl R. et al. 2015	Effects of complementary whole-body vibration training in patients after lung transplantation: a randomized controlled trial	RCT	6/10
Langer D. et al. 2012	Exercise Training After Lung Translantation Improves Participation in Daily Activity: A Randomized Controlled Trial	RCT	8/10

Anschließend folgt eine genaue Aufschlüsselung der PEDro-Beurteilungsskala bezogen auf die inkludierten Studien. Es wurden nur 10 von 11 Punkte bearbeitet, da bei den Studien eine abgeänderte Skala verwendet wurde.

Tabelle 4: PEDro-Beurteilungsskala

Studie A	Studie B	Studie C	Studie D	
				(1. Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert)
x	x	x	x	2. Die Gruppen wurden randomisiert . zugeordnet
x	x	x	x	3. Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen
x	x	x	x	4. Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich
				5. Alle Probanden waren geblindet
				6. Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet
x	x	x	x	7. Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet
x	x		x	8. Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen
x	x		x	9. Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet, oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine ‚intention to treat‘ Methode analysiert
x	x	x	x	10. Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet
x	x	x	x	11. Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome
8/10	8/10	6/10	8/10	Gesamtpunkte

3.2 Qualitative Bewertung der Fachliteratur

Anhand des 2016 veröffentlichten „InCites Journal Citation Report“ von Thomsen Reuters wurden die Fachzeitschriften beurteilt. Aufgelistet wurde das Journal in dem der Artikel erschienen ist, der Rang, die Gesamtzitate (total cites), der Journal Impact Factor (JIF) sowie der Eigenfactor Score (EF). (vgl. Tab. 5)

Tabelle 5: Qualitative Bewertung der Fachliteratur

Studie	Journal	Rank	Total Cites	JIF	EF
Fuller et al. 2017 a	Archives of physical medicine and rehabilitation	1904	20,674	3.289	0,024660
Fuller et al. 2017 b	Archives of physical medicine and rehabilitation	1904	20,674	3.289	0,024660
Glöckl et al. 2015	Journal of Heart and Lung Transplantation	391	9,754	7.114	0,023940
Langer et al. 2012	American Journal of Transplantation	528	21,844	6.165	0,049610

3.3 Studiendesign

Studie A von Fuller et al. (2017a) ist eine randomisierte kontrollierte Studie aus dem Jahr 2017. Die Teilnehmer waren Lungentransplantierte über 18 Jahre und wurden von einem großen Spital rekrutiert. Sie wurden inkludiert, wenn sie eine bilaterale Lungentransplantation erhielten, exkludiert wurden Patientinnen und Patienten die eine Herz-Lungentransplantation über mediane Sternotomie erhielten. Auch wurden Patientinnen und Patienten exkludiert wenn sie Bewohner aus einem anderen Staat waren und nicht in der Nähe des Spitals verbleiben konnten. Alle Lungentransplantierten unterzogen sich als stationär behandelte Patientinnen und Patienten einer Atemphysiotherapie und einer Mobilisation. Die Studie begann nach der Entlassung, wenn die Patientinnen und Patienten an einem ambulanten Rehabilitationsprogramm teilnahmen. Die Teilnehmerinnen und

Teilnehmer wurden mittels Computergenerator in zwei Gruppen randomisiert und nahmen an einer zwölfwöchigen Rehabilitationsprogramm teil. Dreimal wöchentlich wurde ein supervisiertes Ausdauertraining für die untere Extremität mit Fahrradergometer und Laufband, sowie ein Krafttraining für die untere Extremität durchgeführt. Die Interventionsgruppe erhielt zusätzlich ein Krafttraining der oberen Extremität mit Hanteln und verstellbaren Seilzug. In der Kontrollgruppe wurden Bewegungen der oberen Extremität im schmerzfreien Bereich und Aktivitäten des täglichen Lebens erlaubt. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden gebeten, eine Diskussion untereinander zu unterlassen um die Kontamination zu minimieren und keine Kräftigungs- oder bewegungsausmaßfördernden Übungen der oberen Extremität außerhalb des Trainings durchzuführen. Nach der Entlassung aus dem Programm bekamen alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer standardisierte Ratschläge mit Bewegung weiter zu machen, inklusive 30 Minuten Ausdauertraining täglich. Die Ergebnisse wurden zu Beginn, nach 6 und 12 Wochen und nach 6 Monaten durch geblindete Assessoren gemessen.

Studie B von Fuller et al. (2017b) ist eine randomisierte kontrollierte Studie aus Australien aus dem Jahr 2017. Diese Studie erforscht den Effekt von einer supervisierten längeren (14 Wochen) Rehabilitationsdauer, verglichen mit einer kürzeren Rehabilitationsdauer (7 Wochen), in einem ambulanten Rehabilitationssetting. Eingeschlossen wurden Lungentransplantierte älter als 18 Jahre, die sich einer Single- oder Doppellungentransplantation unterzogen hatten. Es nahmen 66 Teilnehmerinnen und Teilnehmer teil, das Durchschnittsalter betrug 51 Jahre (SD 13), hauptsächlich waren sie doppellungentransplantiert (86%) und die Hauptdiagnose war COPD in 41%. Die Randomisierung wurde in Beachtung der Diagnose stratifiziert, Zystische Fibrose wurde mit anderen Erkrankungen verglichen, um die Gruppen bezüglich des Alters vergleichen zu können. Die Zuteilung wurde durch den Computer vorgenommen. Gemessen wurde zu Beginn der Studie, nach 7 Wochen, nach 14 Wochen und nach 6 Monaten, von Assessoren die geblindet waren, was die Gruppenzuteilung betraf. Das Rehabilitationsprogramm beinhaltete dreimal wöchentliche einstündige Ausdauereinheiten am Fahrradergometer oder am Laufband und Krafttraining der oberen und unteren Extremitäten. Nach 7 Wochen wurde die Gruppe, die am

kürzeren Rehabilitationsprogramm teilnahm, angehalten das Training fortzuführen, unterstützt wurden sie durch wöchentliche Anrufe des Researchers, um Rücksprache zu halten und um nach den Bewegungstagebucheinträgen fragen zu können. Die Gruppe die am längeren Rehabilitationsprogramm teilnahm, trainierte weitere 7 Wochen unter Supervision. Alle Patientinnen und Patienten erhielten die Empfehlung, das Training mit einem Minimum von 30 Minuten an den meisten Tagen der Woche fortzuführen. Nach 7 Wochen, 14 Wochen und 6 Monaten wurden die Ergebnisse gemessen. Die Belastbarkeit wurde mit dem 6MWT erfasst, die Kraft von Quadrizeps und Hamstrings wurde mit einem Dynamometer als durchschnittliches Spitzendrehmoment mit 6 Wiederholungen gemessen und die Lebensqualität (engl. Quality of Life- QOL) wurde mit dem SF 36 (engl. Short Form Health Survey 36) Fragebogen und dem QoL (engl. Australian Quality of Life Questionnaire Mark 1) erfasst. Die demographischen Daten Alter, Geschlecht und Grunderkrankung wurden gesammelt vor Behandlungsbeginn, sowie die Lungenfunktion und die Zahl der Wiederaufnahmen im Spital.

Studie C von Glöckl et al. (2015) ist eine randomisierte, kontrollierte Studie aus Deutschland aus dem Jahr 2015. Sie vergleicht in einem multidisziplinären stationären Rehabilitationssetting ein Training für die untere Extremität. Die Interventionsgruppe führte an 3 Tagen der Woche 4x2 Minuten (4 Minuten Pause zwischen den Sätzen) bilaterale dynamische Kniebeugen auf einer seitenalternierenden Vibrationsplatte mit 24-26HZ aus, die Kontrollgruppe führte die gleiche Anzahl an Kniebeugen auf dem Boden aus. Die Rehabilitationsdauer betrug vier Wochen und umfasste ein supervisiertes Ausdauertraining und Krafttraining an fünf bis sechs Tagen pro Woche. 70 Patientinnen und Patienten schlossen die Studie ab, 34 in der Interventionsgruppe und 36 in der Kontrollgruppe. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer waren nicht geblindet, dies wäre aufgrund des Settings nicht möglich gewesen. Die Studie lief von März 2012 bis Mai 2014. Die Inklusionskriterien waren eine Lungentransplantation in den letzten 365 Tagen aufgrund einer COPD (engl. chronic obstructive disease) oder einer interstitiellen Lungenerkrankung, die Teilnehmerinnen und Teilnehmer willigten schriftlich ein. Exkludiert wurden Patientinnen und Patienten, die aufgrund von Kontraindikationen nicht teilnehmen konnten (zum Beispiel tiefe Venenthrombose, akute rheumatische Arthritis, künstliche Gelenke in der unteren

Extremität, Epilepsie) oder keine Compliance gegenüber dem Studienprotokoll hatten. Die Rehabilitationsmaßnahmen beinhalteten die ärztliche Betreuung, Training, Atemtherapie, spezielle Schulung nach Lungentransplantation, Ernährungsberatung und psychologische Unterstützung. Das Training war aus einem Ausdauertraining (15 Minuten Radfahren mit 60% der peak work rate) und Krafttraining (vier bis fünf Übungen für die größeren Muskelgruppen mit der maximalen tolerierten Last, 20 Wiederholungen auf drei Sätze) aufgebaut. Der Winkel im Kniegelenk bei der Kniebeuge sollte zwischen 90° bis 120° liegen. Gemessen wurde der 6 MWT (engl. 6 Minute Walking Test) von geblindeten Ermittlern, bezogen auf die Gruppenzugehörigkeit. Fünf Wiederholungen sit-to-stand (engl. für Aufstehen und Niedersetzen) von einem 42cm hohen Sessel mit verschränkten Armen vor der Brust, wurden erfasst um die Belastbarkeit zu messen. Als zweitrangiger Parameter wurde eine symptomlimitierte Ergometrie durchgeführt. Die Lungenfunktion wurde gemessen nach ATS (engl. American Thoracic Society) Guidelines und die Körperzusammensetzung. IGF 1 (engl. Insulin-like growth factor-1) und Testosteron, als Marker für anabolische Muskelstimulation bei den männlichen Teilnehmern, wurde durch eine venöse Blutabnahme vor der Mahlzeit um 7:30 erfasst. Die Lebensqualität wurde mit der deutschsprachigen Version des CRQ (engl. Chronic Respiratory Questionnaire) und die Mentale Gesundheit mit dem der HADS (engl. Hospital Anxiety and Depression Scale) gemessen. Alle Messdaten wurden in den ersten zwei Tagen der Aufnahme und an den letzten beiden Tagen vor der Entlassung erhoben.

Studie D von Langer (2012) ist eine randomisierte kontrollierte Studie aus Belgien. Sie berichtet, dass körperliches Training nach Lungentransplantation die Partizipation in täglichen Aktivitäten beeinflusst. In der Einleitung wird festgestellt, dass die Effekte von körperlichen Training nach Lungentransplantation noch nicht in einer randomisierten kontrollierten Studie erforscht wurde. Es wurde untersucht, ob ein dreimonatiges supervisiertes Training direkt nach dem Spital, die funktionelle Genesung und kardiovaskuläre Morbidität von Patientinnen und Patienten mehr als ein Jahr nach Lungentransplantation beeinflusst. Patientinnen und Patienten älter als 40 Jahre und die einen unkomplizierten postoperativen Verlauf hatten, wurden in die Einzelblindstudie, paralleler Gruppen, eingeschlossen. Insgesamt nahmen 40 Personen an der Studie teil, 21 in der

Interventionsgruppe und 19 in der Kontrollgruppe. Beendet haben nach einem Jahr die Studie 18 in der Interventionsgruppe und 16 in der Kontrollgruppe. Die täglichen Minuten die gehend verbracht wurden, die körperliche Fitness, die QOL (engl. Quality of Life, Lebensqualität) und die kardiovaskulären Morbidität wurde zwischen den Gruppen verglichen. Die Patientinnen und Patienten gaben eine schriftliche Einverständniserklärung ab, nachdem sie von der behandelten Pulmologin oder dem behandelten Pulmologen über die Studie informiert wurden. Die Intervention startete direkt nach der Spitalsentlassung und wurde nach drei Monaten und nach 12 Monaten evaluiert. Die Patientinnen und Patienten wurden auch vor der Transplantation, auf der Warteliste stehend, beurteilt, um mögliche Unterschiede zwischen den Gruppen auszumachen. Es wurden alle Patientinnen und Patienten eingeschlossen, die einen unkomplizierten Verlauf aufwiesen (Spitalsaufenthalt unter 6 Wochen), in einem Alter von 40-65 Jahren und einzel- oder doppelungentransplantiert waren. Während dem Spitalsaufenthalt erhielten alle Patientinnen und Patienten ein standardisiertes Mobilisationsprogramm mit täglichen Übungen, wie Gehen, Radfahren, Stiegen steigen und Krafttraining. Alle Patientinnen und Patienten erhielten Beratungseinheiten um die Partizipation in täglichen körperlichen Aktivitäten zu erhöhen. In den ersten sechs Monaten nach Spitalsentlassung erhielten sie sechs Einheiten mit einer Dauer von 15-30 Minuten. Patientinnen und Patienten in der Interventionsgruppe trainierten zusätzlich dreimal wöchentlich über drei Monate nach der Spitalsentlassung. Das Training beinhaltete Radfahren, Gehen, Stiegen steigen und Krafttraining an einer Beinpresse. Jede Einheit dauerte 90 Minuten, die anfängliche Trainingsintensität wurde mit 60% der maximalen Belastung beim Radfahren und 75% der Gehgeschwindigkeit im 6 MWT für das Laufbandtraining bemessen. Es wurde wöchentlich mit Hilfe der Borg-Skala gesteigert. Um die Kraft der unteren Extremität zu steigern, wurden dreimal acht Wiederholungen an der Beinpresse durchgeführt, die initiale Last wurde mit 70% des Einwiederholungsmaximums veranschlagt. Es wurde eine Intensität von 4-6 auf der Borg-Skala angestrebt. Die täglich mit Gehen verbrachte Zeit war das primäre Ergebnis, die Zeit verbracht in verschiedenen Positionen, tägliche Schritte, Bewegungsintensität und die Zeit die mit moderaten Aktivitäten verbracht wurde, waren sekundäre Ergebnisse, diese spiegelten die Partizipation in täglicher körperlicher Aktivität. Die Messungen wurden mit einem akzelerometerbasierten Aktivitätsmonitor an fünf

aufeinanderfolgenden Tagen über 12 Stunden erfasst. Die Patientinnen und Patienten wurden gebeten ihre normale körperliche Aktivität unverändert während der Messung beizubehalten. Auch wurde gleichzeitig ein SenseWear Pro Armband getragen. Die Funktionelle- und Spitzenbewegungskapazität, die periphere Muskelkraft, die Lungenfunktion, die HRQoL (engl. health related Quality of Life) und die Stimmungslage wurden als sekundäre Ergebnisse erfasst. Das Vorkommen von kardiovaskulären Morbiditäten wie Hypertension, Hyperlipidämie, Diabetes und Osteoporose wurden aufgezeigt.

3.4 Intervention

Studie A von Fuller et al (2017a): Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden randomisiert und in zwei Gruppen aufgeteilt, eine Gruppe erhielt kein beaufsichtigtes Training der oberen Extremität, die andere Gruppe bekam ein strukturiertes, beaufsichtigtes Training der oberen Extremität. Die Zuteilung in die jeweiligen Gruppen erfolgte computergeneriert und erfolgte je nach Inzisionstyp (bilaterale anteriore Thorakotomie oder Clamshell Inzision). Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer unterzogen sich dreimal wöchentlich einem 12 wöchigen beaufsichtigten Training. Es wurde ein Ausdauertraining der unteren Extremität durchgeführt, mit Fahrradergometer oder Laufband sowie ein Krafttraining der unteren Extremität. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden gebeten, keine Kräftigungs- und bewegungsfördernden Übungen der oberen Extremität außerhalb des Programms durchzuführen. Nach Entlassung wurde ihnen geraten, täglich ein kardiovaskuläres Training mit einer Dauer von 30 Minuten zu absolvieren. Die Kontrollgruppe trainierte nicht die obere Extremität unter Supervision, Bewegungen der oberen Extremität wurden im schmerzfreien Bereich erlaubt und inkludierten Aktivitäten des täglichen Lebens. Die Interventionsgruppe erhielt beaufsichtigtes bewegungsförderndes Training der oberen Extremität in Schulterflexion, -abduktion, -circumduction, und progressives Muskeltraining für die Schultermuskulatur im schmerzfreien Bereich. Weiterfolgend wurden in den Händen gehaltene Gewichte und ein Seilzug verwendet. Für Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit einer Clamshell Inzision, wurden die Übungen mit einer Gewichtsbeschränkung von 2-5 kg durchgeführt, für Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit bilateraler anteriorer Thorakotomie war die einzige Beschränkung

der Schmerz. Die Übungen der oberen Extremität bestanden aus einem Satz mit 12 Wiederholungen von:

- 1) Shoulder press (engl. für Schulterdrücken)
- 2) Shoulder flexion (engl. für Schulterbeugen)
- 3) Shoulder rotations - rotating shoulders side to side with arms at 90° of shoulder flexion (engl. für Schulterrotation bei 90° Schulterbeugung)
- 4) Biceps curls (engl. für Beugen und Strecken im Ellbogengelenk zur Kräftigung des Bizepsmuskels)

Es wurden Gewicht und Wiederholungen gesteigert, nach 6 Wochen wurde den Patientinnen und Patienten erlaubt „lateral pulldowns“ (engl. für seitliches nach unten Ziehen) mit Seilzug durchzuführen. Kräftige Patientinnen und Patienten durften „seated incline chest press“ (engl. für nach vorne drücken im Sitzen) durchführen mit Seilzug. Das Gewicht wurde so gewählt, dass 10-12 Wiederholungen durchgeführt werden konnten.

Studie B von Fuller et al. (2017b): Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden eingeteilt in eine kürzere (sieben Wochen) und eine längere (14 Wochen) Rehabilitationsgruppe. Die Randomisierung wurde anhand der Diagnose (Cystische Fibrose versus andere Diagnosen) stratifiziert um sicherzustellen, dass die Gruppen gut angeglichen auf das Alter bezogen waren. Die Randomisierung erfolgte computergeneriert. Alle Teilnehmerinnen unterzogen sich sieben Wochen lang, dreimal wöchentlich für eine Stunde einer betreuten Trainingssession. Die Einheiten wurden von einer Physiotherapeutin, einem Physiotherapeuten und einem Gesundheitsassistentin, einem Gesundheitsassistenten betreut, beide wurden, bezogen auf die Gruppenzugehörigkeit, geblindet. Kardiovaskuläres Training wurde für 30 Minuten am Fahrradergometer und Laufband durchgeführt. Die initiale Geschwindigkeit auf dem Laufband wurde mit 70% der Gehgeschwindigkeit des 6 MWT veranschlagt, gesteigert wurde anhand der Borg Skala. Stufenweise wurde ein Training der oberen Extremität, unter Berücksichtigung von postoperativen Einschränkungen beim Heben (limitiert mit zwei Kilogramm für sechs Wochen) eingeführt, ein Krafttraining der unteren

Extremität, ein funktionelles Training durch Kniebeugen und Aufstehen und Niedersetzen und Training zur Rumpfstabilität wurde inkludiert.

Nach sieben Wochen wurde die die Gruppe mit der kürzeren Rehabilitationsdauer angehalten, das Training zu Hause fortzuführen, wenn vorhanden mit Fahrradergometer oder durch Gehen und durch Kniebeugen und Aufstehen und Niedersetzen. Nach 7 Wochen sollte die obere Extremität mit Hanteln trainiert werden. Wöchentlich wurden die Teilnehmer von den Researchern kontaktiert, um die Bewegungstagebucheintragungen und den kontinuierlichen Fortschritt zu überprüfen. Auch für Fragen waren sie dadurch verfügbar.

Die Gruppe die 14 Wochen trainierte, führte das Training wie gehabt weiter fort. In den ersten 7 Wochen erhielten alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer die gleichen Beratungssessions zur Schulung von Selbstmanagement und Unabhängigkeit. Inhalte waren die Medikation, Erkennung und Management von Verschlechterungen und Infektionen, Zurückkehr zur Arbeit und Wiederherstellung, Essenshygiene und Gewichtsmanagement, Entspannung und psychologische Aspekte und Training und Aktivität. In der physiotherapeutischen Schulung wurden alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer instruiert Bewegung fortzuführen und sich minimal 30 Minuten an den meisten Tagen der Woche zu bewegen.

Studie C von Glöckl et al. (2015): Die Patientinnen und Patienten nahmen 4 Wochen, an 5-6 Tagen die Woche, an einer stationären Rehabilitation teil. Die pulmonale Rehabilitation beinhalten medizinische Betreuung, Training, Atemtherapie, speziellen Unterricht nach Lungentransplantation, Ernährung und psychologische Betreuung. Das Training bestand aus Ausdauertraining (15 Minuten Radfahren mit 60% der Spitzenbelastung) und Krafttraining (4 bis 5 Übungen für die großen Muskelgruppen mit 3 Sätzen mit 20 Wiederholungen mit der maximal tolerierten Last). Diese Komponenten waren bei allen Probanden gleich. Zusätzlich wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in zwei Gruppen aufgeteilt, in betreute Gruppen die Kniebeugen durchführten. Die Interventionsgruppe führte Kniebeugen auf einer seitenalternierenden Vibrationsplatte (Galileo) bei 24-26 HZ durch. Die Kontrollgruppe führte die Kniebeugen auf dem Boden durch. Es wurden 4x2 Minuten (4 Minuten Pause

dazwischen) dynamische Kniebeugen im eigenen Tempo dreimal wöchentlich durchgeführt. Die Trainingseinheiten waren betreut und es wurde ein Kniewinkel von 90°-120° angestrebt.

Studie D von Langer (2012): Patientinnen und Patienten nach Singel- oder Doppellungentransplantation mit einem unkomplizierten Verlauf und in einem Alter zwischen 45-60 Jahren, wurden berechtigt an der Studie teilzunehmen. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhielten sechs individuelle Beratungsgespräche von 15-30 Minuten, in welchen sie instruiert wurden, die Partizipation in täglicher physischer Aktivität zu steigern. Des Weiteren erhielt die Interventionsgruppe betreutes Training an drei Tagen der Woche für drei Monate nach Spitalsentlassung. Jede Trainingssession dauerte 90 Minuten und beinhaltete Fahrradergometertraining, Gehen, Stiegen steigen und ein Training an der Beinpresse. Das Training wurde als moderates bis intensives Training beschrieben.

3.5 Übersicht über die Resultate

Tabelle 6: Übersicht über die Resultate

Autor Jahr	Design	Fallzahl	Methodik Intervention Dauer	& Outcome Resultate
Fuller LM. et al., 2017 a)	Vergleich von Training der oberen Extremität-Supervised Upper Limb Exercise Program (SULP) gegenüber keinem Training der oberen Extremität-No Upper Limb Exercise Program (NULP)	N=80 43 SULP 37 NULP	In der SULP Gruppe wurden 12 WDH mit einem Satz durchgeführt von: Schulterdrücken Schulterflexion Schulterrotation Bizepscurls	Schmerzen auf der VAS Skala, Kraft bei Schulterflexion und -abduktion und HRQOL mit SF 36 <hr/> Nach 6 Wochen Training hatte die SULP-Gruppe weniger Schmerzen und mehr Kraft, nach 12 Wochen eine bessere HRQOL, nach 6 Monaten kein Unterschied
Fuller LM. et al., 2017 b)	Vergleicht den Effekt von supervisierter	N=66 33 Frauen 34 Personen- 14 Wochen	3x wöchentlich wurde kardiovaskuläres Training mit	6 MWT, Kraft von Quadrizeps und Hamstrings, QOL mittels SF 36 <hr/> Kein signifikanter Unterschied

	längerer Rehabilitation von 14 Wochen, mit kürzerem Rehabilitation sprogramm von 7 Wochen	32 Personen-7 Wochen	Fahrradergometer und Laufband durchgeführt und Krafttraining der oberen und unteren Extremität	zwischen den Gruppen zu irgendeinem Messzeitpunkt
Gloeckl R. et al. 2015	Training auf einer seitenalternierenden Vibrationsplatte- whole body vibration training (WBVT) durch Squats verglichen mit Squats am Boden-control group (CON)	N=70 51% Männer 34 WBVT 26 CON	Es wurden an 3 Tagen die Woche 4x2min Squats bei 24-26HZ auf einer seitenalternierende Vibrationsplattform oder am Boden durchgeführt	6 MWT <u>Peak Work Rate</u> Nach 4 Wochen Rehabilitation hatte die WBVT-Gruppe einen signifikant besseren Fortschritt beim 6 MWT, auch die Peak Work Rate stieg signifikant, mehr in der WBVT- Gruppe als in der CON-Gruppe. Es kam zu keinen ungünstigen Effekten durch die Studie
Langer D. et al., 2012	Vergleich eines supervisierten Trainings und einer Anleitung zur Verbesserung der Partizipation in täglicher körperlicher Aktivität verglichen mit nur einer Anleitung zur Verbesserung der Partizipation in tägliche körperlicher Aktivität	N=34 18 Frauen 18 in der Interventionsgruppe 16 in der Kontrollgruppe	Patienten in der Interventionsgruppe trainierten 3x wöchentlich für ca. 90 Minuten über 3 Monate nach dem Spitalsaufenthalt, das Training inkludierte Radfahren, Gehen, Stiegen steigen, Krafttraining der unteren Extremität mittels Beinpresse. Die Kontrollgruppe erhielt, wie auch die Interventionsgruppe, Instruktionen zur Verbesserung täglicher körperlicher Aktivität in den ersten 6 Monaten nach dem Spitalsaufenthalt mit 6 Einheiten mit einer Dauer von 15-30 Minuten	Tägliche Gehzeit Zeit in verschiedenen Positionen, tägliche Schritte, Bewegungsintensität und Zeit mit Aktivitäten verbracht in moderater Intensität wurde gemessen um die Partizipation in täglicher körperlicher Aktivität aufzuzeigen. Es wurden 5 Tage mit 12 Stunden mittels SenseWearPro Armband gemessen. Belastbarkeit, peripheres Muskelkraft, Lungenfunktion, HRQOL und Stimmungslage waren sekundäre Ergebnisse. Das Vorkommen von kardiovaskulärer Morbidität (Hypertension, Hyperlipidämie und Diabetes) und Osteoporose wurde auch registriert. <u>3 Monate nach der Trainingsintervention wurden statistisch signifikante Unterschiede in täglicher Gehzeit, Bewegungsintensität beim Gehen und den täglichen Schritten, in körperlicher Fitness, gemessen anhand von 6 MWT</u>

				<p>und Quadrizepskraft. Keine signifikanten Unterschiede in der Handgriffkraft, Atemmuskelfkraft, QOL und Stimmungslage. Neun Monate später (12 Monate nach dem Spitalsaufenthalt) wurde ein signifikanter Unterschied in der verbrachten Zeit mit moderater Intensität (>3MET) körperlicher Aktivität, peak work rate bei einem Test am Fahrradergometer und 2 Items von dem SF 36 Fragebogen gemessen. Der Blutdruck war in der Interventionsgruppe niedriger 1 Jahr nach dem Spitalsaufenthalt. Die Kontrollgruppe erhielt mehr antihypertensive Medikamente. Auch behandlungspflichtiger Diabetes war niedriger in der Interventionsgruppe</p>
--	--	--	--	---

3.6 Ergebnisse zu den Hypothesen

Patientinnen und Patienten nach Lungentransplantation weisen eine verminderte Übungskapazität auf und sind bereits deconditioniert. Durch eine Lungentransplantation können Funktionen wiederhergestellt, das Überleben und die Lebensqualität können beeinflusst werden (Hatt et al., 2016). Die Rehabilitation vor und nach einer Transplantation spielt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle, da körperliche Funktionen wiederhergestellt werden und eine erleichterte Rückkehr nach der Transplantation gewährleistet wird (Wickerson et al., 2016). Wie in den einzelnen Studien gezeigt wird, gibt es viele Möglichkeiten, Lungentransplantierte zu rehabilitieren (Fuller et al., 2017b; Fuller et al., 2017a; Glöckl et al., 2015; Langer et al., 2012). Als wichtig erscheint, dass mit Hilfe der gesetzten Maßnahmen den vielen Nebeneffekten einer Lungentransplantation entgegengewirkt wird, wie negativen Effekten der Immunsuppression und der Immobilisation wie Osteoporose oder Diabetes (Mathur et al., 2009) oder auch psychischen Belastungen (Seiler et al., 2016). In diesem Zusammenhang lässt sich mutmaßen, dass H1:

„Nach einer Lungentransplantation treten Limitationen auf, die es im Training Lungentransplantierte zu berücksichtigen gilt“

bestätigt werden kann, da Einschränkungen Lungentransplantierte vorhanden sind, die berücksichtigt werden müssen. Es bedarf eines Trainings um bestmögliche Leistungsfähigkeit zu erreichen, jedoch unterscheiden sich die Trainingsformen und die Messparameter in den einbezogenen Studien stark voneinander, daher kann die H2:

„Lungentransplantierte benötigen ein bestimmtes Training um bestmögliche Leistungsfähigkeit zu erreichen" nur teilweise bestätigt werden, da sich keine bestimmte Trainingsform heraus kristallisieren lässt, meist wurde eine Mischung aus Kraft und Ausdauertraining angeleitet, jedoch durch unterschiedliche Maßnahmen.

Prinzipiell befasst sich jede der Studien mit der Rehabilitation Lungentransplantierte, jedoch nur Fuller et al. (2017a) beschäftigten sich explizit mit dem Training der oberen Extremität. Auch bei Fuller et al. (2017b) wurde das Training der oberen Extremität als Inhalt erwähnt, es wurde angegeben, dass das Training der oberen Extremität nach Clamshellinzision mit einem Gewichtslimit von 2 Kilogramm beschränkt wurde, welche Übungen angeleitet wurden, wurde jedoch nicht näher erläutert. Auch war das Training der oberen Extremität kein erfasster Parameter. Glöckl et al. (2015) gaben an, dass die Probandinnen und Probanden ein Training für die großen Muskelgruppen durchführten, ob jedoch die obere Extremität trainiert wurde, blieb offen. In der Studie von Langer et. al (2012) wurde kein Training der oberen Extremität durchgeführt. Fuller et al. (2017) stellt fest, dass viele Rehabilitationsprogramme nach Lungentransplantation das Training der oberen Extremität ausschließen, dies jedoch gerade in den ersten 3-4 Monaten nach Lungentransplantation den Schmerz verringern und die Unabhängigkeit funktioneller Aktivitäten der oberen Extremität maximieren würde. Des weiteren könnte das suboptimale Schmerzmanagement nach Thorakotomie einen Einfluss auf die Einatmung haben, dies kann wiederum zu einem ineffizienten Husten führen und in weiterer Konsequenz daraus können Sekretretention und Atelektasen auftreten.

Diese Erkenntnisse aus den Studien führen dazu, dass die zu Beginn aufgestellt Hypothese H3: „In den ersten drei Monaten nach Lungentransplantation sollte ein Training der oberen Extremität erfolgen" bestätigt werden kann.

4. Diskussion

Die vorliegende Arbeit soll klären, welche Limitationen nach einer Lungentransplantation auftreten, wie ein Training nach einer Lungentransplantation aufgebaut sein soll und ob in den ersten drei Monaten nach einer Lungentransplantation die obere Extremität trainiert werden soll. Es konnten vier Studien mit einer Bewertung von 7,5/10 Punkten auf der PEDro-Skala inkludiert werden, wobei eine abgeänderte Skala mit 10 Punkten verwendet wurde. Die Studien wurden aufgrund ihrer Interventionen und Resultate beurteilt und in dem anschließenden Kapitel analysiert. Die Literaturrecherche wurde im Zeitraum von August 2016 bis September 2018 durchgeführt. Es wurden folgenden Datenbanken zur Suche herangezogen: PubMed, PEDro und Google Scholar. Durch unterschiedliche Kombinationen der Keywords wurden insgesamt 149 Studien gefunden, wobei 143 Studien exkludiert wurden, es wurden nur Studien jünger als 2012 verwendet um die Aktualität der Ergebnisse zu gewährleisten, des Weiteren wurden Studien aufgrund der vorab definierten Exklusionskriterien ausgeschlossen.

Die eingeschlossenen Studien zeigten eine Inhomogenität in der Anzahl der Probanden die teilnahmen. In der Studie A wurden 80 Personen rekrutiert, 77 eingeschlossen, in der Studie B 64 Personen, Studie C 70 Personen und Studie D 34 Personen. Das Design der Studien war sehr homogen, alle Studien sind RCTs oder RTs. In der Beurteilung durch die PEDro-Skala konnten in allen Studien die Punkte 2, 3, 4, 7, 10, 11 erfüllt werden. Studien A hat eine Beurteilung von 8/10 auf der PEDro-Bewertungsskala, wobei keine Blindung der Probandinnen und Probanden und der Therapeutinnen und Therapeuten, die die Therapie durchführten, möglich war. Studie C zeigt eine Beurteilung von 8/10 Punkten und auch hier wurden die Probandinnen und Probanden und die Therapeutinnen und Therapeuten nicht geblendet. Studie D hat eine Beurteilung von 6/10 Punkten, neben dem Fehlen der Probandinnen- und Probanden- und Therapeuteninnenverblindung und Therapeutenverblindung kam hier hinzu, dass Punkt 8 und 9 nicht zutrafen. Es wurde kein „Follow-up“ und keine „intention-to treat Analysis“ durchgeführt. Studie F hat eine Beurteilung von 8/10 Punkten auf der PEDro-Skala, wiederum fehlt die Probandinnen- und Probanden- und Therapeutinnen- und Therapeutenverblindung.

Die Dauer der Interventionen stellte sich als sehr inhomogen dar. Die Intervention der Studie A dauerte 6 Wochen, die Messungen erfolgten zu Beginn, nach 6 Wochen, nach 12 Wochen und nach 6 Monaten. Studie B verglich die Dauer von 7 Wochen Intervention mit einer Dauer von 14 Wochen, die Messungen erfolgten nach 7 Wochen, nach 14 Wochen und nach 6 Monaten. Studie C wies die kürzesten Dauer mit 4 Wochen auf, gemessen wurde einmalig nach diesen 4 Wochen. Die Intervention der Studie D dauerte 3 Monate, die Messungen erfolgten nach 3 Monaten und nach 12 Monaten.

Die Bestandteile der Interventionen wiesen eine Inhomogenität auf. Die Rehabilitation lungentransplantierter Erwachsener war Inhalt der Studien, die Interventionen waren aber durchaus unterschiedlich. Fuller et al. (2017a) befassten sich mit dem Training der oberen Extremität neben der Rehabilitation der unteren Extremität durch Kraft- und Ausdauertraining dreimal wöchentlich. Fuller et al. (2017b) verglich eine längere Rehabilitationsdauer von 14 Wochen mit einer kürzeren Rehabilitationsdauer von 7 Wochen. Interventionen wurden dreimal wöchentlich durchgeführt, Inhalte waren kardiovaskuläres Training am Fahrradergometer und Laufband und Krafttraining der oberen und unteren Extremitäten. Glöckl et al. (2015) ließen in ihrer Intervention neben einer Rehabilitation zusätzlich ein Training durch Kniebeugen auf einer Vibrationsplatte oder am Boden durchführen. Es wurde ein betreutes Ausdauer- und Krafttraining an fünf Tagen der Woche durchgeführt, an drei Tagen der Woche wurden die zusätzlichen Kniebeugen absolviert. Bezogen auf das Krafttraining wurde angegeben, dass 4-5 große Muskelgruppen trainiert wurden, genaueres wurde nicht erläutert. Langer et al. (2012) befassten sich mit einem betreuten Training dreimal wöchentlich über einen Zeitraum von drei Monaten. Inhalte des Trainings waren Fahrradfahren am Ergometer, Gehen, Stiegen steigen und Krafttraining mittels Beinpresse, jede Einheit dauerte 90 Minuten.

In Studie A von Fuller et al. 2017 gaben nach 6 Wochen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Gruppe, die ein Training der oberen Extremität durchführten (SULP), insgesamt weniger Schmerzen auf der VAS-Skala an, als die Gruppe die kein Training der oberen Extremität durchführte (NULP) (durchschnittlich 2,1cm (SD 1,3) versus 3,8cm (SD 1,7), $p < 0,001$). Zusätzlich hatte die SULP Gruppe mehr Kraft als die NULP Gruppe (Spitzenkraft 8,4Nm (4,0) versus 6,7 Nm (2,8))

p=0,037). Nach 12 Wochen gab die Sulp Gruppe eine bessere HRQOL-bodily pain domain (76 (17) versus 66 (26), p=0,05) an, als die Kontrollgruppe, aber nach 6 Monaten war kein Unterschied mehr in den Ergebnissen zwischen den beiden Gruppen erfassbar.

In Studie B von Fuller et al. (2017 b) war zu keinem Zeitpunkt ein Unterschied zwischen langer und kurzer Rehabilitationsdauer messbar. Erfasst wurden die funktionelle Belastbarkeit mittels 6MWT, die Kraft der unteren Extremität von Quadrizeps und Hamstrings und die QOL mit dem Fragebogen SF 36.

In Studie C von Glöckl et al. (2015) hat sich der 6MWT in beiden Gruppen nach 4 Wochen Rehabilitation verbessert, in der Interventionsgruppe um 84m in der Kontrollgruppe um 55m. Die „peak work rate“ verbesserte sich signifikant in beiden Gruppen, (Interventionsgruppe 16,8W (95%CI 13,5W to 20,5W) Kontrollgruppe 12,6W (95%CI 9,0W to 16,1W). Zusätzlich wurde noch ein STS-Test (engl. für Sit to Stand) durchgeführt, eine Messung der Muskelkraft der Knieextensoren und -flexoren, der QOL mittels CRQ (engl. für chronic respiratory disease questionnaire) und HADS (engl. für hospital anxiety and depression scale) und der IGF-1 (engl. für insulin-like growth factor-1) oder der Testosteronlevel wurde erfasst. Es wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede in den zwei Gruppen festgestellt.

Studie D von Langer et al. (2012) erfasste die Zeit die täglich mit Gehen verbracht wurde, sekundäre Parameter waren die Distanz des 6MWT (6MWD), die periphere Muskelkraft, die HRQL und der FEV1 (engl. für forced expiratory volume in 1 second, forciertes expiratorisches Volumen in einer Sekunde). Die Zeit die täglich mit Gehen verbracht wurde, unterschied sich in einem Durchschnitt von 14min, 95% CI 4 to 24 (p 0.008). Die 6MW- Distanz unterschied sich im Durchschnitt um 9%, 95% CI 3 to 15. Die Quadrizepskraft unterschied sich im Durchschnitt um 17%, 95% CI 9 to 24. Kein Unterschied wurde jedoch in der HRQL oder bei dem FEV1 festgestellt.

Ein signifikanter Unterschied wurde direkt nach der Intervention gemessen, die Zeit die mit Gehen verbracht wurde (ES=0.77, p=0.008), Intensität des Gehens (ES 2.05, p=0.044), tägliche Schritte (ES=0.92, p=0.004), 6MWT (ES=0.99, p=0.008) und Quadrizepskraft (ES 1.16, p=0.001). Nach einem Jahr haben sich

Unterschiede gezeigt im Bereich der Zeit des Gehens ($p=0.006$), der Quadrizepskraft ($p=0.001$), 6MWD ($p=0.002$) und der subjektiven Wahrnehmung der physischen Funktionen ($p=0.039$).

4.1 Limitationen der Arbeit

Da ausschließlich die eingangs erwähnten Datenbanken verwendet wurden, besteht die Möglichkeit, dass nicht alle Studien zu dem Thema gefunden wurden, auch wurde nur nach englisch- und deutschsprachiger Literatur gesucht. Die in der Arbeit inkludierten Studien haben eine durchschnittliche Bewertung von 7,5 von 10 Punkten auf der PEDro-Skala. Die Studie von Glöckl et al. (2015) konnte nur mit 6 von 10 Punkten auf der PEDro-Skala beurteilt werden. Der Vergleich der einzelnen Studien gestaltet sich als schwierig, da die gesetzten Maßnahmen und erfassten Parameter sehr heterogen waren. Jede der Studien beschäftigte sich mit einer Mischung aus Kraft- und Ausdauertraining, die Dauer der Intervention und das angeleitete Training war jedoch sehr unterschiedlich. Nur Fuller et al. (2017a) untersuchte ein Training der oberen Extremität, Fuller et al. (2017b) ließ auch ein Training der oberen Extremität durchführen, jedoch wurden keine Messergebnisse erfasst. Glöckl et al. (2015) gab an, dass ein Krafttraining für die großen Muskelgruppen neben den Kniebeugen auf der Vibrationsplatte oder am Boden angeleitet wurde, um welche Muskelgruppen es sich dabei handelt wurde nicht erwähnt, auch nicht ob ein Training der oberen Extremität ausgeführt wurde. Langer et al. (2012) schloss in seiner Studie ein Training der oberen Extremität aus, begründete dies jedoch nicht weiter. Auch wurden bei Langer et al. (2012) nur Probandinnen und Probanden eingeschlossen, die nach der Lungentransplantation einen unkomplizierten Verlauf hatten. In keiner der Studien wurde auf Lungentransplantierte eingegangen, die postoperativ einen komplizierten Verlauf aufwiesen.

4.2 Schlussfolgerung

Die Forschungsfragen: „Welche Limitationen treten nach einer Lungentransplantation auf?“, „Wie soll das Training Lungentransplantierte aufgebaut sein soll um bestmögliche Leistungsfähigkeit zu erreichen?“, „Soll in den ersten drei Monaten nach einer Lungentransplantation die obere Extremität trainiert werden, unter besonderer Berücksichtigung der Bewegungslimitationen

nach transversaler Sternotomie (Clamshell Inzision)?" können insofern beantwortet werden, dass nach einer Lungentransplantation Einschränkungen auftreten können, wie zum Beispiel Osteoporose, Diabetes, sowie Defizite der Beinmuskulatur (Mathur et al., 2009; Langer et al., 2012). Diese haben wiederum einen Einfluss auf das Training Lungentransplantierte.

Es wurde vielfach empfohlen, sich minimal 30 Minuten an den meisten Tagen der Woche zu bewegen (Fuller et al., 2017a; Munro et al., 2009; Fuller et al., 2017b). Des Weiteren scheint ein Krafttraining der Beinmuskulatur erforderlich, aufgrund der Dysfunktion der Skelettmuskulatur, hervorgerufen durch Immunsuppression und Kortison (American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation, 2011). Auch sollte ein Krafttraining durchgeführt werden um gegen Osteoporose vorzugehen, da es nach einer Transplantation zum Abbau der Knochendichte kommt, diesem kann wiederum durch Krafttraining entgegengewirkt werden (Mitchell et al., 2003). Auch lässt sich durch die Studien von Fuller et al. (2017a) und durch die Studien über Sternotomie (Cahalin et al., 2011; El-Ansary et al., 2007) und Thorakotomie (Reeve et al., 2010) über das Training der oberen Extremität herauslesen, dass ein Training der oberen Extremität in den ersten Wochen nach der Operation sinnvoll erscheint. Die Patientinnen und Patienten die frühzeitig die obere Extremität trainierten, hatten weniger Schmerzen und mehr Kraft in der oberen Extremität als die Kontrollgruppe (Fuller et al., 2017a). Auch scheint es sinnvoll ein Dehnen der Atemmuskulatur anzuleiten, da sich dadurch die Übungskapazität und die Bauchatmung verbessern lassen (Wada et al., 2016), hierbei stellt sich jedoch die Frage, ab wann mit den Dehnungsübungen begonnen werden kann. In der Literatur wird in den meisten Fällen von einer Wundheilungsdauer des Brustbeins von sechs Wochen ausgegangen (Münzing et al., 2010), das Armergometerfahren und Bauchmuskelübungen werden jedoch erst nach drei Monaten empfohlen, um die Wundheilung nicht zu behindern (Wickerson et al., 2016).

4.3 Ausblick

Es konnten im Zeitraum von Juni 2016 bis September 2018 nur wenige aktuelle Studien über Training nach Lungentransplantation gefunden werden. Auch wurden Lungentransplantierte mit einem komplizierten Verlauf ausgeschlossen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die Forschungsfragen zum Teil beantworten lassen. Aus den untersuchten Studien lässt sich ableiten, dass ein Training der oberen Extremität sinnvoll erscheint und dass es nach einer Transplantation Einschränkungen gibt, die in der Trainingsauswahl berücksichtigt werden müssen. Prinzipiell lässt sich aus den Studien herausfiltern, dass ein 30 minütiges Training an den meisten Tagen der Woche durchgeführt werden sollte, da Bewegung und Training auftretenden Komorbiditäten gegensteuern können (Langer et al., 2012). Auch sollten randomisierte kontrollierte Studien mit Patientinnen und Patienten durchgeführt werden, die einen komplizierten Verlauf aufweisen, da diese Patientengruppe laut Wickerson et al (2016) größer wird. Studien zum Atemmuskeltraining nach Lungentransplantation sind nicht vorhanden, Untersuchungen, die sich auf diesen Aspekt fokussieren, wären wünschenswert.

Die in diese Arbeit einbezogenen Studien liefern wichtige Basis-Daten im Bereich des Trainings Lungentransplantierte. Um künftig genau und individuell auf den Trainingsbedarf von Patientinnen und Patienten eingehen zu können, sind weitere Studien erforderlich. Vor allem im Hinblick auf Dauer, Durchführung, Frequenz, Intensität und Art des Trainings bedarf es genaue Fakten, um eine standardisierte Therapie ableiten zu können.

5. Literaturverzeichnis

- AKH, W., n.d. *Thoraxchirurgie- klinische Schwerpunkte Lungentransplantation*. [Online] Available at: <https://www.meduniwien.ac.at/hp/thoraxchirurgie/klinische-schwerpunkte/lungentransplantation/> [Accessed 22 Juli 2018].
- American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation, 2011. *Guidelines for Pulmonary Rehabilitation Programs*. 4th ed. United States of America: Human Kinetics.
- Anon., 2015. *Der Standard*. [Online] Available at: <https://derstandard.at/2000012345037/Weltspitze-25-Jahre-Lungentransplantationen-im-Wiener-AKH> [Accessed 05 Oktober 2018].
- Anraku, M. & Shargall, Y., 2009. Surgical Conditions of the Diaphragm: Anatomy and Physiology. *Thorac Surg Clin*, pp.419-29.
- Bordoni, B. & Zanier, E., 2013. Anatomic connections of the diaphragm: influence of respiration on the body system. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, pp.281-91.
- Bösch, D., 2014. *Lunge und Atemwege*. Heidelberg: Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Brandstetter, G., 2018. *Der Standard*. [Online] (1) Available at: <https://derstandard.at/2000084691236/Daten-und-Fakten-zur-Lungentransplantation> [Accessed 21 September 2018].
- Cahalin, L.P., Kinney LaPier, T. & Shaw, D.K., 2011. Sternal Precautions: Is It Time for Change? Precautions versus Restrictions - A Review of Literature and Recommendations for Revision. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*, März. pp.5-15.
- David, 2018. *Profil*. [Online] (1) Available at: <https://www.profil.at/gesellschaft/niki-lauda-akh-wien-zentrum-lungentransplantationen-10253241> [Accessed 21 September 2018].

- Downs, A.M., 1996. Physical Therapy in Lung Transplantation. *Physical Therapy*, June. pp.626-42.
- El-Ansary, D., Waddington, G. & Adams, R., 2007. Relationship between pain and upper limb movement in patients with sternal instability following cardiac surgery. *Physiotherapy Theory and Practice*, pp.273-80.
- Fuller, L.M. et al., 2017b. Longer versus shorter duration of rehabilitation following lung transplantation: a randomised trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 01 September. pp.1-17.
- Fuller, L.M. et al., 2017a. Effect of Upper limb Rehabilitation compared to No Upper limb Rehabilitation in Lung Transplant Recipients- A Randomized Controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, pp.1-19.
- Glöckl, R. et al., 2015. Effects of complementary whole-body vibrations training in patients after lung transplantation: a randomized, controlled trial. *Journal of Heart Lung Transplant*, November. pp.1455-61.
- Grünig, E., Ehlken, N., Schultz, K. & Glöckl, R., 2015. Pneumologische Rehabilitation bei Non-COPD. *Pneumologe*, Februar. pp.203-10.
- Gunze, 2018. [Online] Available at: http://www.gunze.co.jp/e/medical/products/item_gf_kyobu.html [Accessed 13 November 2018].
- Gutierrez-Arias, R. et al., 2016. Exercise training for adult lung transplant recipients (Protocol). *Cochrane Library*, pp.1-13.
- Hatt, K. et al., 2016. A Review of Lung Transplantation and its Implications for the Acute Rehabilitation Team. *PM&R*, 23 September. pp.294-305.
- Izoë, Y., Harada, T. & Kohzuki, M., 2017. Rehabilitation in Patients Undergoing Lung Transplantation (LTX). *Pulm Res Respir Med Open*, pp.57-62.
- Kamler, M. & Pizanis, N., 2013. Aktueller Stand der Lungentransplantation. *Z Herz-Thorax-Gefäßchirurgie*, pp.235-42.
- Krause, S., 2018. *Kleine Zeitung*. [Online] Available at: https://www.kleinezeitung.at/lebensart/gesundheit/5474995/Hintergrund_Die-wichtigsten-Antworten-zur-Lungentransplantation [Accessed 05 Oktober 2018].

- Langer, D., 2015. Rehabilitation in Patients before and after Lung Transplantation. *Respiration*, April. pp.1-10.
- Langer, D. et al., 2012. Exercise Training After Lung Transplantation Improves Participation in Daily Activity: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Transplantation*, 13 January. pp.1584-92.
- Maher, C.G. et al., 2003. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*, Augustus. pp.713-21.
- Mathur, S., Hornblower, E. & Levy, R.D., 2009. Exercise Training Before and After Lung Transplantation. *The Physicians and Sportsmedicine*, October. pp.78-87.
- Maury, G. et al., 2008. Skelet Muscle Force and Functional Exercise Tolerance Before and After Lung Transplantation: A Cohort Study. *American Journal of Transplantation*, pp.1275-81.
- Mejia-Downs, A. et al., 2018. Predictors of Long- Term Exercise Capacity in Patients Who Have Had Lung Transplantation. *Progress in Transplantation*, pp.1-8.
- Mitchell, M.J. et al., 2003. Resistance Training prevents Vertebral Osteoporosis in Lung Transplant Recipients. *Transplantation*, 15 August. pp.557-62.
- Munro, P.E. et al., 2009. Pulmonary Rehabilitation Following Lung Transplantation. *Transplantations Proceedings*, pp.292-95.
- Münzing, C. et al., 2010. *Physiotherapie in der Traumatologie/Chirurgie*. 3rd ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Paulsen, F. & Waschke, J., 2010. *Sobotta - Atlas der Anatomie des Menschen, Innere Organe*. 23rd ed. München: Urban & Fischer Verlag.
- Paulsen, F. & Waschke, J., 2010. *Sobotta- Atlas der Anatomie des Menschen, Allgemeine Anatomie und Bewegungsapparat*. 23rd ed. München: Urban & Fischer Verlag.
- Pehlivan, E., Mutluay, F. & Balci, A., 2017. The effects of inspiratory muscle training on exercise capacity, dyspnea and respiratory functions in lung transplantation candidates: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 22 Dezember. pp.1-12.

- Platzer, W., 2005. *Taschenatlas Anatomie- Bewegungsapparat*. 9th ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Reeve, J. et al., 2010. A postoperative shoulder exercise program improves function and decreases pain following open thoracotomy: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, pp.245-52.
- Rutte, R. & Sturm, S., 2010. *Atemtherapie*. 2nd ed. Berlin: Springer Medizin Verlag.
- Schumpelick, V., Steinau, G., Schlüper, I. & Prescher, A., 2000. Surgical Embryology and Anatomy of the Diaphragm with Surgical Applications. *Surgical Clinics of North America*, Februar. pp.213-22.
- Seiler, A. et al., 2016. Patients' Early Post-Operative Experiences with Lung Transplantation: A Longitudinal Qualitative Study. *The Patient* , pp.547-57.
- Seiler, A. et al., 2015. A systematic review of health-related quality of life and psychological outcomes after lung transplantation. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, pp.1-8.
- Tarrant, B.J. et al., 2018. The timing and extend of acute physiotherapy involvement following lung transplantation: An observational study. *Physiotherapy Research International*, 26 January. pp.1-8.
- Teufl, I., 2018. *Kurier*. [Online] Available at: <https://kurier.at/wissen/laudas-lungentransplantation-die-wichtigsten-fragen-antworten/400080392> [Accessed 05 Oktober 2018].
- Todd, J.L. & Palmer, S.M., 2011. Bronchiolitis Obliterans Syndrome The Final Frontier for Lung Transplantation. *Chest*, pp.502-08.
- Verhagen, A.P. et al., 1998. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol*, pp.1235-41.
- Wada, J.T. et al., 2016. Effects of aerobic training combined with respiratory muscle stretching on the functional exercise capacity and thoracoabdominal kinematics in patients with COPD: a randomized and controlled trial. *International Journal of COPD*, pp.2691-700.

- Waldeyer, A. & Mayet, A., 1986. *Anatomie des Menschen 2*. 15th ed. Berlin: de Gruyter.
- Warnecke, G., 2013. Operative Technik der Lungentransplantation. *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie 1*, pp.26-30.
- Wickerson, L., Mathur, S. & Brooks, D., 2010. Exercise training after lung transplantation: A systematic review. *The Journal of Heart and Lung Transplantation*, pp.497-503.
- Wickerson, L. et al., 2016. Physical rehabilitation for lung transplant candidates and recipients: An evidence- informed clinical approach. *World J Transplant*, 24 September. pp.517-31.

Anhang

Sternal Precautions Algorithm

Do 27.09.2018 18:41

Cahalin, Lawrence P [l.cahalin@miami.edu]

Hello Annica,

Nice to meet you and yes - Please use it!

In fact, I am just finishing another more current "Evidence-based critical review on movement and activity following median sternotomy" in which we have moved away from the words "sternal precautions" with several colleagues.

We have developed another algorithm which I will be happy to share with you if the paper is accepted for publication.

Have a nice rest of your day!

Sincerely,

Larry

From: Annica Jirasko <annica.jirasko@a1.net>
Sent: Thursday, September 27, 2018 11:57:46 AM
To: Cahalin, Lawrence P
Subject: sternal precautions

Dear Mr. [Cahalin](#),

my name is Annica Jirasko, I work as a physiotherapist in Austria. Secondly I study on the Med. University of Graz Kardiorespiratory Physiotherapy.

I write my Masterthesis about lungtransplantation and I want to ask you if it is possible to use your sternal precautions algorithm in my thesis.

Sincerely regards, Annica Jirasko



Title: Anatomische und physiologische Grundlagen
Author: R. Rutte, S. Sturm
Publication: Springer eBook
Publisher: Springer Nature
Date: Jan 1, 2018

Copyright © 2018, Springer-Verlag GmbH Deutschland

Logged in as:
Annica Jirasko
Account #:
3001350472

[LOGOUT](#)

Order Completed

Thank you for your order.

This Agreement between Ms. Annica Jirasko ("You") and Springer Nature ("Springer Nature") consists of your license details and the terms and conditions provided by Springer Nature and Copyright Clearance Center.

Your confirmation email will contain your order number for future reference.

[printable details](#)

License Number	4450811346197
License date	Oct 16, 2018
Licensed Content Publisher	Springer Nature
Licensed Content Publication	Springer eBook
Licensed Content Title	Anatomische und physiologische Grundlagen
Licensed Content Author	R. Rutte, S. Sturm
Licensed Content Date	Jan 1, 2018
Type of Use	Thesis/Dissertation
Requestor type	non-commercial (non-profit)
Format	print and electronic
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	3
Will you be translating?	no
Circulation/distribution	<501
Author of this Springer Nature content	no
Title	Prävention nach Lungentransplantation durch Bewegung
Institution name	Medizinische Universität Graz

Expected presentation date	Feb 2019
Portions	Figures 1.7, Figures 1.8, Figures 1.14
Requestor Location	Ms. Annica Jirasko Reichersbergerstraße 13A/9 Bad Erlach, 2822 Austria Attn: Ms. Annica Jirasko
Billing Type	Invoice
Billing address	Ms. Annica Jirasko Reichersbergerstraße 13A/9 Bad Erlach, Austria 2822 Attn: Ms. Annica Jirasko
Total	0.00 EUR

**SPRINGER NATURE LICENSE
TERMS AND CONDITIONS**

Oct 16, 2018

This Agreement between Ms. Annica Jirasko ("You") and Springer Nature ("Springer Nature") consists of your license details and the terms and conditions provided by Springer Nature and Copyright Clearance Center.

License Number	4450811346197
License date	Oct 16, 2018
Licensed Content Publisher	Springer Nature
Licensed Content Publication	Springer eBook
Licensed Content Title	Anatomische und physiologische Grundlagen
Licensed Content Author	R. Rutte, S. Sturm
Licensed Content Date	Jan 1, 2018
Type of Use	Thesis/Dissertation
Requestor type	non-commercial (non-profit)
Format	print and electronic
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	3

Will you be translating?	no
Circulation/distribution	<501
Author of this Springer Nature content	no
Title	Prävention nach Lungentrasnplantation durch Bewegung
Institution name	Medizinische Universität Graz
Expected presentation date	Feb 2019
Portions	Figures 1.7, Figures 1.8, Figures 1.14
Requestor Location	Ms. Annica Jirasko Reichersbergerstraße 13A/9 Bad Erlach, 2822 Austria Attn: Ms. Annica Jirasko
Billing Type	Invoice
Billing Address	Ms. Annica Jirasko Reichersbergerstraße 13A/9 Bad Erlach, Austria 2822 Attn: Ms. Annica Jirasko
Total	0.00 EUR

Terms and Conditions

Springer Nature Terms and Conditions for RightsLink Permissions
Springer Nature Customer Service Centre GmbH (the Licensor) hereby grants you a non-exclusive, world-wide licence to reproduce the material and for the purpose and requirements specified in the attached copy of your order form, and for no other use, subject to the conditions below:

1. The Licensor warrants that it has, to the best of its knowledge, the rights to license reuse of this material. However, you should ensure that the material you are requesting is original to the Licensor and does not carry the copyright of another entity (as credited in the published version).

If the credit line on any part of the material you have requested indicates that it was reprinted or adapted with permission from another source, then you should also seek permission from that source to reuse the material.

2. Where **print only** permission has been granted for a fee, separate permission must be obtained for any additional electronic re-use.
3. Permission granted **free of charge** for material in print is also usually granted for any electronic version of that work, provided that the material is incidental to your work as a whole and that the electronic version is essentially equivalent to, or substitutes for, the print version.
4. A licence for 'post on a website' is valid for 12 months from the licence date. This licence does not cover use of full text articles on websites.
5. Where '**reuse in a dissertation/thesis**' has been selected the following terms apply: Print rights of the final author's accepted manuscript (for clarity, NOT the published version) for up to 100 copies, electronic rights for use only on a personal website or

institutional repository as defined by the Sherpa guideline (www.sherpa.ac.uk/romeo/).

6. Permission granted for books and journals is granted for the lifetime of the first edition and does not apply to second and subsequent editions (except where the first edition permission was granted free of charge or for signatories to the STM Permissions Guidelines <http://www.stm-assoc.org/copyright-legal-affairs/permissions/permissions-guidelines/>), and does not apply for editions in other languages unless additional translation rights have been granted separately in the licence.
7. Rights for additional components such as custom editions and derivatives require additional permission and may be subject to an additional fee. Please apply to Journalpermissions@springernature.com/bookpermissions@springernature.com for these rights.
8. The Licensor's permission must be acknowledged next to the licensed material in print. In electronic form, this acknowledgement must be visible at the same time as the figures/tables/illustrations or abstract, and must be hyperlinked to the journal/book's homepage. Our required acknowledgement format is in the Appendix below.
9. Use of the material for incidental promotional use, minor editing privileges (this does not include cropping, adapting, omitting material or any other changes that affect the meaning, intention or moral rights of the author) and copies for the disabled are permitted under this licence.
10. Minor adaptations of single figures (changes of format, colour and style) do not require the Licensor's approval. However, the adaptation should be credited as shown in Appendix below.

Appendix — Acknowledgements:

For Journal Content:

Reprinted by permission from [the Licensor]: [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication)]

For Advance Online Publication papers:

Reprinted by permission from [the Licensor]: [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication), advance online publication, day month year (doi: 10.1038/sj.[JOURNAL ACRONYM].)]

For Adaptations/Translations:

Adapted/Translated by permission from [the Licensor]: [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication)]

Note: For any republication from the British Journal of Cancer, the following credit line style applies:

Reprinted/adapted/translated by permission from [the Licensor]: on behalf of Cancer Research UK: : [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication)]

For Advance Online Publication papers:

Reprinted by permission from The [the Licensor]: on behalf of Cancer Research UK:
[Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE
CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication), advance
online publication, day month year (doi: 10.1038/sj.[JOURNAL ACRONYM])

For Book content:

Reprinted/adapted by permission from [the Licensor]: [Book Publisher (e.g. Palgrave
Macmillan, Springer etc) [Book Title] by [Book author(s)] [COPYRIGHT] (year of
publication)

Other Conditions:

Version 1.1

Questions? customercare@copyright.com or +1-855-239-3415 (toll free in the US) or
+1-978-646-2777.

Grand Fix Sternumfixation

Dear Annica,

Yes, thank you. Please find attached two pictures.

RA... = Rib pin

BA... = Sternum pin

If you like you could send us your paper, once it is finalized. We would be interested in
reading it.

Best regards,

C. Klein

Am 26.10.2018 um 16:50 schrieb Annica Jirasko:

Dear Mr. Cedric,

I study on the Med. University of Graz and I work in a rehabilitation center,
Rehabilitationszentrum Hohegg in Austria. I hope that are the answers to your questions.

Best regards, Annica Jirasko

Von: Cedric Klein [<mailto:cklein@gunze-intl.de>]

Gesendet: Donnerstag, 25. Oktober 2018 18:14

An: annica.jirasko@A1.net

Betreff: Re: your inquiry on our website (GUNZE)

Dear Ms Jirasko,

I apologize for my late reply. Alright, we will send you 2 pictures tomorrow similar to the one on the webpage.

Could you just please let you know the following again:

- The name of the university
- The department your affiliated to

Best regards,
Cedric

Am 22.10.2018 um 17:44 schrieb Cedric Klein:

Dear Ms Jirasko,

thank you for your inquiry on our website. Would you please contact me on my cell phone tomorrow for clarification?

+49 159 0401 6376

Could you call me around 9:30am or in the afternoon?

Best regards,
C. Klein

From: hideko.tamon@gunze.co.jp [<mailto:hideko.tamon@gunze.co.jp>]

Sent: Friday, October 19, 2018 3:08 AM

To: hkasai@gunze-intl.de; knishida@gunze-intl.de

Cc: ayoshioka@gunze-intl.de; mamoru.kawashima@gunze.co.jp

Subject: RE: 【お客様相談室】グンゼについて（Globalサイト）のお問い合わせ

葛西 様
西田 様

お疲れ様です。

下記、オーストリアからお問い合わせが来ておりますので
ご対応の程、お願い致します。

対応が終わりましたら 【対応完了メール】を

送信元の「info keiei」まで返信いただきますようお願いいたします。

多門

差出人: インフォ

送信日時: 2018年10月19日 9:29

宛先: 相談室 メディカル(1235)

件名: FW: 【お客様相談室】グンゼについて（Globalサイト）のお問い合わせ

いつもお世話になっております。

ホームページから入りましたメールを転送いたします。

お忙しいところ恐れ入りますが、ご対応のほど宜しくお願いいたします。

※恐れ入りますが、データベースに登録が必要ですので、対応が終わりましたら

【対応完了メール】を 送信元の「info keiei」まで返信いただきますようお願いいたします。

※営業のメールで不要な場合は無視していただいて結構です。

対応されない場合もその旨ご返信いただくと助かります。

◇お客様相談室 阿部
◇内線 932-313
◇外線 03-5202-7060
◇info keiei mail info@gunze.co.jp

差出人: annica.jirasko@A1.net <annica.jirasko@A1.net>

送信日時: 2018年10月18日 18:17

宛先: インフォ

件名: 【お客様相談室】グンゼについて（Globalサイト）のお問い合わせ

Globalサイトにお問合せがありました。

ご対応お願い致します。

内容は下記の通りです。

***** お問合せ内容 *****

(Please choose the kind of inquiry) Others

(Name) Annica Jirasko

(E-mail) annica.jirasko@A1.net

(Company)

(Street Address)

(City)

(State)

(Zip / Postal Code)

(Country) Austria

(Phone)

(Fax)

(Comments or Questions) I write my masterthesis about lung transplantation, is it possible to use your Picture about Grandfix Rib and Sternumfixation in my Thesis? Sincerely Annica Jirasko

時刻:2018-10-18 18:17:43

--

Cedric Klein
Sales & Marketing

GUNZE INTERNATIONAL EUROPE GmbH
Oststraße 80, 40210, Düsseldorf
<http://www.gunze.co.jp/e/medical/>

Office:+49 (0) 211 3613971
Mobile:+49 (0) 159 04016376
MAIL: cklein@gunze-intl.de

--

Cedric Klein
Sales & Marketing

GUNZE INTERNATIONAL EUROPE GmbH

Oststraße 80, 40210, Düsseldorf
<http://www.gunze.co.jp/e/medical/>

Office:+49 (0) 211 3613971
Mobile:+49 (0) 159 04016376
MAIL: cklein@gunze-intl.de

--

Cedric Klein
Sales & Marketing

GUNZE INTERNATIONAL EUROPE GmbH
Oststraße 80, 40210, Düsseldorf
<http://www.gunze.co.jp/e/medical/>

Office:+49 (0) 211 3613971
Mobile:+49 (0) 159 04016376
MAIL: cklein@gunze-intl.de