

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften



# Inspiratorisches Muskeltraining bei Herzinsuffizienz

Welchen Einfluss hat die Integration eines inspiratorischen Muskeltrainings in der Rehabilitation von Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten in Bezug auf die Lebensqualität?

Bärlocher, Anja

S16543688

Mayer, Daria

S16545048

Departement: Gesundheit

Institut für Physiotherapie

Studienjahr: 2016

Eingereicht am: 26.04.2019

Begleitende Lehrperson: Frau B. Fiechter Lienert

**Bachelorarbeit  
Physiotherapie**

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	7
1.1. Fragestellung.....	8
1.2. Zielsetzung.....	8
1.3. Problemstellung und Praxisrelevanz .....	8
1.4. Begründung der Themenwahl .....	9
2. Theoretischer Hintergrund.....	10
2.1. Das Herz im Überblick.....	10
2.2. Anatomie des Herzens .....	11
2.2.1. Rechte und linke Herzhälfte.....	12
2.3. Erregungsleitung des Herzens .....	12
2.4. Steuerung und Regulationsmechanismen des Herzens.....	14
2.5. Die Herzinsuffizienz.....	15
2.5.1. Definition der Herzinsuffizienz .....	15
2.5.2. Ursachen einer Herzinsuffizienz .....	15
2.5.3. Klinische Einteilung der Herzinsuffizienz .....	16
2.5.4. Klassifikation der Herzinsuffizienz gemäss der New York Heart Association (NYHA) .....	18
2.5.5. Symptome der Herzinsuffizienz .....	18
2.5.6. Herzinsuffizienzdiagnostik .....	19
2.5.7. Ansatzpunkte der Rehabilitation bei chronischer Herzinsuffizienz.....	20
2.5.8. Physiotherapeutische Behandlungsansätze .....	21
2.6. Inspiratorisches Muskeltraining .....	22
2.6.1. Primäre und sekundäre Inspirationsmuskeln .....	22
2.6.2. Das Diaphragma.....	23
2.6.3. Expiration .....	24
2.6.4. Inspiratorisches Muskeltraining.....	24
2.7. Definition Lebensqualität .....	28

2.8. Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire .....	30
3. Methodik .....	31
3.1. Literaturrecherche .....	31
3.2. Keywords .....	31
3.3. Ein- und Ausschlusskriterien .....	32
3.4. Mögliche Hauptstudien .....	34
3.5. Beurteilung der Studien .....	35
4. Resultate .....	37
4.1. Studie von Adamopoulos et al. (2014) .....	37
4.2. Studie von Winkelmann et al. (2009).....	41
4.3. Studie von Mello et al. (2012).....	44
4.4. Studie von Marco et al. (2013) .....	47
5. Diskussion .....	51
5.1. Kritische Beurteilung .....	51
5.1.1. AICA-Hilfstabelle.....	51
5.1.2. PEDro-Skala.....	52
5.2. Bezug zur Fragestellung .....	53
5.2.1. Limitationen der Studien .....	53
5.2.2. Outcomeparameter.....	54
5.3. Transfer in die Praxis .....	57
5.4. Empfehlungen für weiterführende Studien .....	58
5.5. Limitationen dieser Arbeit.....	58
5.6. Schlussfolgerung.....	59
6. Literaturverzeichnis.....	61
6.1. Papers und gedruckte Medien.....	61
6.2. Internetquellen.....	65
6.3. Abbildungsverzeichnis.....	68

6.4. Tabellenverzeichnis.....	68
6.5. Danksagung.....	70
6.6. Wortzahl.....	70
6.7. Eigenständigkeitserklärung.....	70
Anhang A.....	71
Glossar.....	71
Anhang B.....	73
Datenbankrecherche.....	73
Anhang C.....	81
AICA Hilfstabellen (Grundraster basierend auf Ris & Preusse-Bleuler, 2015).....	81
Anhang D.....	115
PEDro-Skala der Studien.....	115
Adamopoulos et al. (2014).....	115
Winkelmann et al. (2009).....	117
Mello et al. (2012).....	119
Marco et al. (2013).....	121
Anhang E.....	124
Auflistung der Studiengruppen.....	124

## **Abstract**

### ***Darstellung des Themas***

Schweizweit sind Herzkreislauferkrankungen seit 100 Jahren die häufigsten Sterbeursachen. Bei der Bevölkerungsgruppe der über 65-jährigen ist die Herzinsuffizienz der häufigste Hospitalisationsgrund. Erste Studienergebnisse zeigen, dass ein inspiratorisches Muskeltraining die Lebensqualität von Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten positiv beeinflusst.

### ***Zielsetzung***

Diese Arbeit hat das Ziel, zu evaluieren, wie sich die Lebensqualität von Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten verändert, wenn ein inspiratorisches Muskeltraining in die Rehabilitation integriert wird.

### ***Methode***

Zur Literaturrecherche wurden die gesundheitspezifischen Datenbanken CINAHL Complete, PubMed sowie MEDLINE verwendet. Daraus resultierten vier quantitative Studien, welche anhand der AICA-Hilfstabelle und PEDro-Skala kritisch beurteilt und anschliessend diskutiert wurden.

### ***Relevante Ergebnisse***

Drei von vier integrierten Studien zeigten eine Verbesserung der Lebensqualität, gemessen anhand des MLHFQ. Signifikante Ergebnisse erreichten jedoch nur zwei Studien.

### ***Schlussfolgerung***

Das inspiratorische Muskeltraining beeinflusst vielfältige Faktoren günstig, ohne dabei negative Effekte zu bewirken. Insbesondere kann dadurch die Lebensqualität verbessert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Integration des inspiratorischen Muskeltrainings in die kardiale Rehabilitation durchaus indiziert ist, nicht aber andere Rehabilitationsmassnahmen ersetzt.

### ***Keywords***

chronic heart failure, inspiratory muscle training, IMT, quality of life

### ***Description of the subject***

Cardiovascular diseases have been the most frequent causes of death in Switzerland in the last 100 years. Chronic heart failure is the most common cause of hospitalisation in the over 65-year-old population. There is growing evidence that inspiratory muscle training has a positive influence on the quality of life in chronic heart failure patients.

### ***Objective***

The aim of this thesis is to evaluate the changes in the quality of life in chronic heart failure patients when inspiratory muscle training is integrated into rehabilitation.

### ***Methods***

The health-specific databases CINAHL Complete, PubMed and MEDLINE were used for literature search. The search resulted in four quantitative studies which were critically evaluated using the AICA-form and the PEDro-scale.

### ***Relevant Results***

Three out of four integrated studies show an improvement in the quality of life as measured by the MLHFQ. However, only two studies obtained significant results.

### ***Conclusion***

Inspiratory muscle training has a beneficial effect on various factors without causing negative impacts. Especially it can improve the quality of life. The results show, that integrating inspiratory muscle training into cardiac rehabilitation is indicated, but does not replace other rehabilitation measures.

### ***Keywords***

chronic heart failure, inspiratory muscle training, IMT, quality of life

## 1. Einleitung

Ponikowski et al. (2016, zit. nach Mosterd & Hoes, 2007) zeigen, dass in entwickelten Ländern etwa ein bis zwei Prozent der erwachsenen Bevölkerung mit der Diagnose Herzinsuffizienz leben. Bei der Bevölkerungsgruppe der über 70-Jährigen leiden sogar mehr als zehn Prozent an einer Herzinsuffizienz.

1990 starben 60 bis 70 % aller Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten etwa fünf Jahre nach der Erstdiagnose. Dies, weil die Diagnosestellung schwierig war und erst mit der neuen medizinischen Versorgung verbessert werden konnte (McMurray et al., 2012, zit. nach Jhund et al., 2009). Weiter beschreiben McMurray et al. (2012, zit. nach Kelder et al., 2011), dass die Symptome in den anfänglichen Stadien einer Herzinsuffizienz auch heute noch oft unspezifisch sind. Somit erschwert sich die Diagnosestellung in den ersten Stadien sehr. Zu den spezifischen Symptomen gehören unter anderem Dyspnoe, Orthopnoe, Ödeme der Knöchel und die reduzierte körperliche Belastbarkeit (McMurray et al., 2012, zit. nach Jhund et al., 2009).

Weil sich die Medizin stark weiterentwickelt hat, konnten die Mortalität und die Hospitalisationstage der chronischen Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten signifikant gesenkt werden (McMurray et al., 2012, zit. nach Jhund et al., 2009).

Fath (2015, zit. nach Roger et al., 2012) beschreibt, dass die Fünf-Jahre-Mortalitätsrate von Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten, welche bereits einmal hospitalisiert waren, bei 50 % liegt. Die Wahrscheinlichkeit, im Verlaufe des Lebens die Diagnose Herzinsuffizienz gestellt zu bekommen, liegt bei 20 %. Nach dem vierzigsten Lebensjahr haben Frauen und Männer ein gleichermassen erhöhtes Risiko an einer Herzinsuffizienz zu erkranken. Bei einer schweren Herzinsuffizienz von den New York Health Association Klassifikationen III-IV sterben etwa die Hälfte der Patientinnen und Patienten innerhalb eines Jahres (Braun & Müller-Wieland, 2018).

Gemäss des Schweizerischen Bundesamtes für Statistik (2017), sind seit 100 Jahren Herzkreislauferkrankungen die häufigsten Sterbeursachen in der Schweiz. Momentan gilt das jedoch nur für die Bevölkerungsgruppe der über 80-Jährigen. Im Vergleich zu den vorherigen Jahren, ist der prozentuale Anteil der Sterbeursachen aufgrund von Herzkreislauferkrankungen gesunken. Derzeit sind 32 % aller Sterbeursachen auf Herzkreislauferkrankungen zurückzuführen. Zu diesen zählt man auch die

Herzinsuffizienz. Obwohl die Gesamtzahl der Todesfälle aufgrund von Herzkreislauferkrankungen gesunken ist, steigt gleichzeitig die Zahl der Todesfälle aufgrund einer Herzinsuffizienz. 2015 betrug der Zuwachs 14 % (Bundesamt für Statistik, 2017). Derzeit leiden rund 150'000 Schweizerinnen und Schweizer an einer Herzinsuffizienz. Bei der Bevölkerungsgruppe der über 65-Jährigen ist die Herzinsuffizienz der häufigste Hospitalisationsgrund (Schweizerische Herzstiftung, n. d.).

Bosnak-Guclu et al. (2011) beschreiben, dass die Evidenz des inspiratorischen Muskeltrainings (IMT) bezüglich der Verbesserung der funktionellen Kapazität, Sauerstoffaufnahme, Dyspnoe und Lebensqualität wachsend ist.

### **1.1. Fragestellung**

Welchen Einfluss hat die Integration eines inspiratorischen Muskeltrainings (IMT) in der Rehabilitation von Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten in Bezug auf die Lebensqualität?

### **1.2. Zielsetzung**

Diese Arbeit hat das Ziel, zu evaluieren, wie sich die Lebensqualität von Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten verändert, wenn IMT in die Rehabilitation integriert wird. Die Autorinnen dieser Arbeit gehen von der Hypothese aus, dass die Integration des IMT zu einer Verbesserung der Lebensqualität der Betroffenen führt. Anhand der Ergebnisse, der in dieser Arbeit integrierten Studien, soll weiterführend begründet werden, weshalb IMT in der Rehabilitation der Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten indiziert ist. Schliesslich soll durch die Autorinnen eine evidenzbasierte Praxisempfehlung abgegeben werden.

### **1.3. Problemstellung und Praxisrelevanz**

Piepoli et al. (2011, zit. nach Dickstein et al., 2008) verweisen auf die *heart failure guideline* der *European Society of Cardiology* von 2008. Diese Guideline empfiehlt, regelmässig Sport zu treiben. Die Empfehlung bezieht sich darauf, dass eine regelmässige sportliche Aktivität die Belastungskapazität des Körpers sowie die Lebensqualität von

Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten, steigen lässt. Anderson und Taylor (2014) beschreiben einen Trend zur Senkung der allgemeinen Mortalität, sofern Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten ihr Trainingsprogramm bereits länger als ein Jahr verfolgen und dieses weiterhin aufrechterhalten. Jedoch ist, unabhängig von der Ejektionsfraktion, immer ein angepasstes Trainingsprogramm notwendig (Ponikowski et al., 2016).

Leider zeigen Piepoli et al. (2011, zit. nach Jaarsma et al., 2006) auf, dass trotz der Evidenz des grossen Nutzens von Sport für chronische Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten, die Umsetzung in den spezialisierten Rehabilitationszentren gering ist. Von 673 befragten Spitälern in 43 europäischen Ländern, haben nur 42 % Rehabilitationsprogramme für Patientinnen und Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz. Piepoli et al. (2011, zit. nach Laoutaris, 2004) empfehlen, zusätzlich zum allgemeinen Kraft- und Ausdauertraining, ein IMT bei Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten durchzuführen. Weiter beschreiben Piepoli et al. (2011, zit. nach Ribeiro, Chappa, Neder & Frankstein, 2009), dass IMT die Belastungskapazität und die Lebensqualität der Patientinnen und Patienten steigert. Ausserdem lässt sich durch ein IMT die Kraft der inspiratorischen Muskulatur verbessern und die Dyspnoe der Betroffenen reduzieren (Piepoli et al., 2011, zit. nach Laoutaris et al., 2004). Dies zeigt die klinische Relevanz der folgenden Arbeit deutlich auf.

#### **1.4. Begründung der Themenwahl**

Die Idee zur Bachelorarbeit entwickelten die Autorinnen in ihrem BSc-Praktikum. Beide absolvierten ein Praktikum in der Inneren Medizin und behandelten somit täglich Patientinnen und Patienten mit Herzkreislauferkrankungen. Die Herzinsuffizienz war eine häufig gestellte Diagnose. Daher setzten sich die Autorinnen vertieft mit dem Thema auseinander. Im Praktikum erlernten sie physiotherapeutische Behandlungsansätze und deren unterschiedlichen Kombinationen kennen. Dabei wurden die allgemeine körperliche Aktivität, der Kraftaufbau und die Atemgymnastik miteinander kombiniert. Bei allen Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten, mit oder ohne pulmonale Diagnose, wurde im Bereich der Atemgymnastik ein IMT durchgeführt.

Den Autorinnen stellte sich die Frage, aus welchem Grund ein IMT bei Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten, auch ohne pulmonale Diagnose, durchgeführt

wird. Des Weiteren interessierte sie, welchen Einfluss das IMT auf diese expliziten Patientinnen und Patienten hat. In der Praktikumsinstitution wird das IMT noch nicht sehr lange in die Therapie und die Rehabilitation integriert. Deshalb beschlossen die Autorinnen, dass sie Nutzen und Vorteile des IMT genauer evaluieren möchten.

## **2. Theoretischer Hintergrund**

### **2.1. Das Herz im Überblick**

Im Grundsatz ist das Herz ein Organ mit ziemlich einfacher Konstruktion. Die Konstruktion und Organisation des Herzens haben sich im Laufe der Evolution kaum verändert. Seine Hauptaufgabe ist es, Nährstoffe, Sauerstoff und Kommunikationsmoleküle im Körper zu verteilen. Zweitrangig verfügt das Herz über eine endokrine Funktion (Braun & Müller-Wieland, 2018).

Das Herz ist ein Blutversorgungssystem, welches seine Arbeit auf engstem Raum erbringen muss. Es verfügt über eine umfangreiche Anzahl von Abzweigungen, Gabelungen sowie Biegungen. Somit wird ein turbulenter Blutfluss erzeugt. Die Koronararterien, welche das Herz mit Sauerstoff versorgen, zweigen direkt vor der Aorta ab. Auch sie verfügen über geringe Platzverhältnisse. Die Koronargefäße werden während der Diastole des Herzens gefüllt. Somit muss die Koronarperfusion unter einem geringen Druck stattfinden. Der Herzmuskel (Myokard) hat auch in Ruhe einen stark erhöhten Bedarf an Sauerstoff. Soviel Sauerstoff wie das Herz, extrahiert in Ruhe kein anderes Organ. Es kann von einem Wunder gesprochen werden, wie zuverlässig das Herz seine Aufgabe erfüllt. Es bewegt im Laufe des Lebens etwa 250 Millionen Liter Blut im Körper (Braun & Müller-Wieland, 2018).

## 2.2. Anatomie des Herzens

Das Herz liegt oberhalb des Diaphragmas inmitten der beiden Lungenflügel im Mediastinum. Zwei Drittel des gesamten Herzens liegen in der linken Thoraxhälfte. Es ist somit linksgeneigt (Braun & Müller-Wieland, 2018).

Das Herz gehört zu den Hohlorganen. Es besteht aus einer rechten und einer linken Herzhälfte. Scheidewände (Septen) und Klappen trennen Vorhöfe (Atrien) und Kammern (Ventrikel) voneinander. Unser Herz besteht aus zwei Atrien und zwei Ventrikeln (Braun et al., 2014). Die Segelklappen (atrioventrikuläre Klappen) befinden

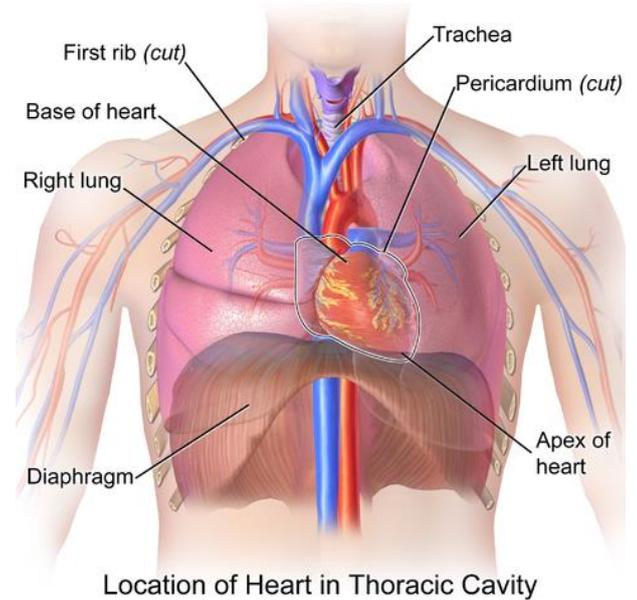


Abbildung 1: Lokalisation des Herzens (nach Schlichte, Bendien & Wisbauer, 2018)

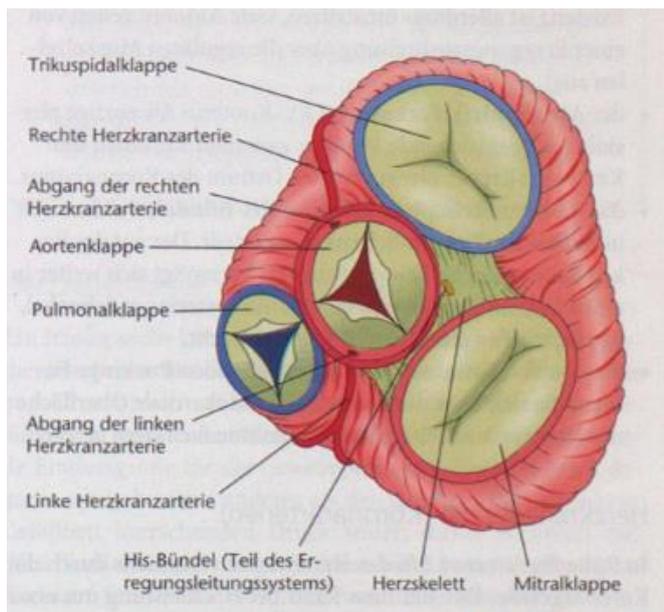


Abbildung 2: Herzklappen (nach Braun & Müller-Wieland, 2018)

sich zwischen Vorhof und Ventrikel. Die rechte Atrioventrikularklappe wird Trikuspidalklappe genannt. Sie besteht aus drei Segeln. Links befindet sich die aus zwei Segeln bestehende Mitralklappe. Die Taschenklappen (Semilunarklappen) liegen zwischen Ventrikel und den arteriellen Abflusswegen. Die linke Semilunarklappe wird als Aortenklappe, die rechte Taschenklappe als Pulmonalklappe bezeichnet (Braun & Müller-Wieland, 2018).

### 2.2.1. Rechte und linke Herzhälfte

Die rechte Herzhälfte erhält über die Hohlvenen (V. cava inferior und superior) das sauerstoffarme Blut der Peripherie. Über die Pulmonalarterie gelangt das sauerstoffarme Blut in den Lungenkreislauf. Dort wird es oxygeniert. Über die Lungenvenen gelangt das sauerstoffreiche Blut in die linke Herzhälfte. Vom linken Ventrikel (ventriculus sinister) fließt es dann über die Aorta in den Körper und somit zurück in die Peripherie (Menche,

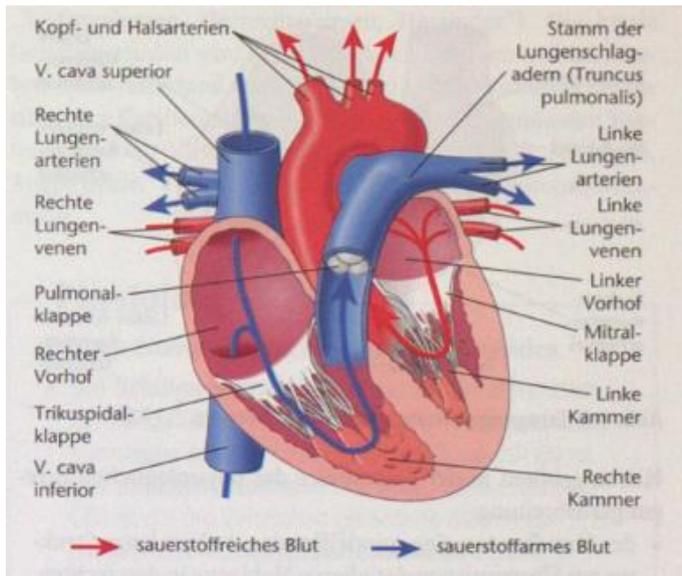


Abbildung 3: Anatomisches Herz (nach Braun & Müller-Wieland, 2018)

2012). Im Vergleich zur rechten Ventrikelwand verfügt die linke über einen etwas mehr als doppelt so breiten Durchmesser (Braun et al., 2014). Das kräftigere Myokard links, kommt durch den hohen linken Ventrikeldruck zustande. Die linke Herzhälfte ist ein Hochdrucksystem, die rechte ein Niederdrucksystem (Braun & Müller-Wieland, 2018).

### 2.3. Erregungsleitung des Herzens

Das Herz ist in der Lage, autonom zu arbeiten. Es benötigt keine externen Befehle, sondern erregt sich selbständig. Dies bedeutet, dass das Herz auch ausserhalb des Körpers weiter schlagen könnte, sofern es in einer geeigneten Nährflüssigkeit aufbewahrt würde. Diese Selbstständigkeit zur Antriebsfähigkeit wird als Autonomie des Herzens bezeichnet (Menche, 2012).

Die Erregungsausbreitung des gesamten Herzens geht vom Sinusknoten aus. Die für eine Kontraktion erforderlichen elektrischen Impulse werden in spezialisierten Zellen gebildet. Diese Zellen verfügen über die Fähigkeit zur schnellen Spontandepolarisation. Sie haben kein stabiles Membranpotenzial. Die Erregung breitet sich vom Sinusknoten über den

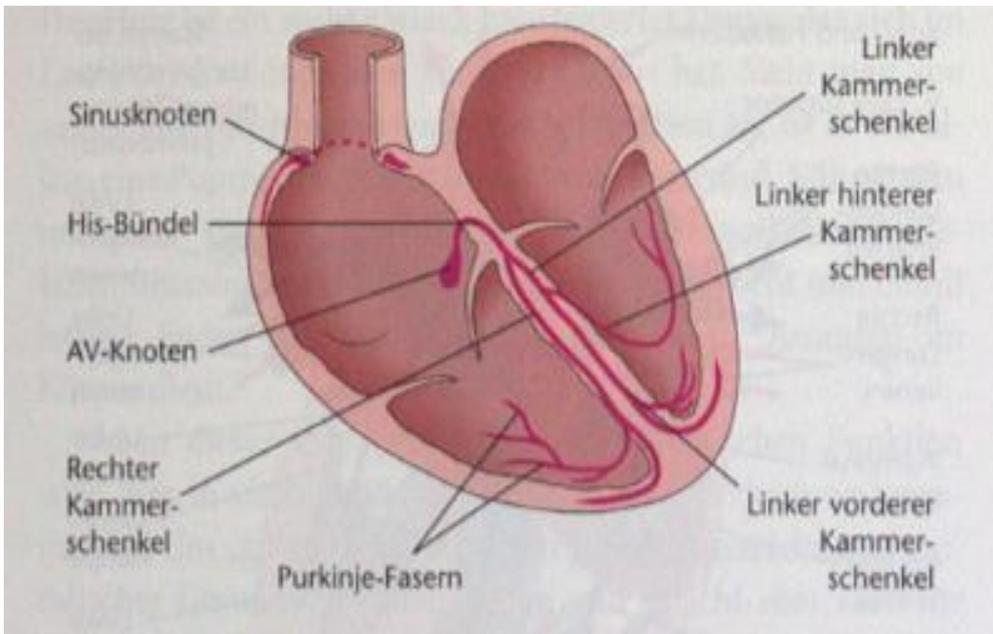


Abbildung 4: Erregungsleitung des Herzens (nach Braun & Müller-Wieland, 2018)

Atrioventrikularknoten zum Hisbündel aus. Das Hisbündel teilt sich im Ventrikelseptum in den linken und rechten Tawaraschenkel, welche sich beim Apex in die Purkinjefasern verzweigen. Nachdem das gesamte Herz erregt wurde, erfolgt die Myokardkontraktion und somit die Ejektion in die Peripherie (Braun & Müller-Wieland, 2018).

## 2.4. Steuerung und Regulationsmechanismen des Herzens

Das wichtigste Mass für die Herzleistung ist das Herzminutenvolumen (HMV) (Braun et al., 2014). Das HMV wird berechnet, indem die Herzfrequenz mit dem Herzschlagvolumen multipliziert wird (Noble, Johnson, Thomas & Bass, 2017). Beeinflusst wird es von der Ventrikelgrösse, der Klappenfunktion, der Kontraktilität des Myokards sowie der Vor- und Nachlast (Braun et al., 2014). Der durchschnittliche Mensch verfügt im Ruhezustand über ein HMV von ungefähr 51 Litern (Noble et al., 2017).

Solange der venöse Rückstrom erhöht ist, führt eine erhöhte Herzfrequenz zu einem proportionalen Anstieg des Herzzeitvolumens. Dies gilt für Erwachsene mit einer Herzfrequenz von bis zu 180 Schlägen pro Minute. Steigt die Herzfrequenz aber weit über die 180 Schläge pro Minute, können die Ventrikel nicht mehr ausreichend mit Blut gefüllt werden. Deshalb führt eine übermässig hohe Herzfrequenz zu einem erniedrigten Schlagvolumen. Die Ruhennormwerte der Herzfrequenz eines Erwachsenen liegen bei 50 bis 100 Schlägen pro Minute (Noble et al., 2017). Ein regelmässiges Training führt zu einer niedrigeren Ruhefrequenz mit höherem Schlagvolumen. Durch intensiven Ausdauersport nimmt die Herzgrösse zu, was Sportlerherz genannt wird (Braun et al., 2014). In der Fachsprache wird die Herzvergrösserung als Kardiomegalie bezeichnet (Grospietsch & Gehring, n. d.).

Die Herztätigkeit wird bei akuten Druck- und Volumenveränderungen durch den Frank-Starling-Mechanismus angepasst (Braun et al., 2014). Dadurch wird die notwendige Auswurfleistung des Herzens reguliert, sodass die Strömungskontinuität jederzeit aufrechterhalten wird (Braun & Müller-Wieland, 2018). Der Frank-Starling-Mechanismus wird aktiviert, wenn die Vorlast oder die Nachlast des Herzens erhöht ist. Als eine Vorlast wird das erhöhte enddiastolische Füllungsvolumen der Ventrikel bezeichnet. Ist die Vorlast erhöht, nimmt das ausgeworfene Schlagvolumen zu, wobei das enddiastolische Volumen kaum eine Erhöhung erfährt. Als eine Nachlast wird ein erhöhter Aortendruck bezeichnet. Herrscht eine erhöhte Nachlast, muss das Herz mehr Kraft aufbringen, damit es zur Öffnung der Semilunarklappen kommt (Braun et al., 2014). Dies führt jedoch zu einer Senkung des Schlagvolumens und einer Erhöhung des enddiastolischen Füllungsvolumens des Ventrikels, worauf das Herz reagiert (Noble et al., 2017). Der Frank-Starling-Mechanismus erklärt sich dadurch, dass durch die erhöhte Muskelvordehnung eine verbesserte Vernetzung der Aktin-Myosin-Filamente erreicht wird.

Dies erklärt wiederum die erhöhte Kontraktionskraft des Myokards (Braun & Müller-Wieland, 2018).

## **2.5. Die Herzinsuffizienz**

### **2.5.1. Definition der Herzinsuffizienz**

Gemäss Braun et al. (2014) ist die Herzinsuffizienz keine Krankheit, sondern vielmehr ein Komplex von Symptomen. Bei einer Herzinsuffizienz ist das Herz, speziell das Myokard, nicht in der Lage, bei normalen enddiastolischen Füllungsdrücken, ein normales HMV zu fördern. McMurray et al. (2012, zit. nach Dickstein et al., 2008) fassen die Herzinsuffizienz vereinfacht als eine Herzschwäche zusammen. Bei einer Herzinsuffizienz wird der Körper unzureichend mit Sauerstoff und Nährstoffen beliefert. Dies führt bei Belastung, aber auch in Ruhe, zu einer Beeinträchtigung des Gewebestoffwechsels (Braun & Müller-Wieland, 2018).

### **2.5.2. Ursachen einer Herzinsuffizienz**

Braun und Müller-Wieland (2018) beschreiben, dass es vielfältige Ursachen für eine Herzinsuffizienz gibt. Sie entsteht, wenn durch Krankheitsprozesse einzelne oder mehrere Komponenten der Herzfunktion beeinträchtigt werden und weiterführend die Pumpleistung des Herzens dadurch eingeschränkt wird. Verschiedene kardiale und extrakardiale Störungen können die Herzinsuffizienz begünstigen oder verursachen.

Grundsätzlich können eine eingeschränkte Kontraktilität des Myokards, Herzrhythmusstörungen, eine pathologisch erhöhte Vorlast, eine pathologisch erhöhte Nachlast oder die Beeinträchtigung der ventrikulären oder atrialen Füllung, eine Herzinsuffizienz verursachen. Eine verminderte Kontraktilität kann beispielsweise durch die koronare Herzkrankheit, einen Myokardinfarkt, Herzrhythmusstörungen, eine hypertensive Herzerkrankung, durch eine Myokarditis oder eine dilatative Kardiomyopathie entstehen. Eine Niereninsuffizienz, ein Ventrikel- oder Vorhofseptumdefekt sowie Klappeninsuffizienzen führen beispielsweise zu einer erhöhten Vorlast. Eine erhöhte Nachlast kann unter anderem durch die arterielle Hypertonie, Aorten- oder Pulmonalstenosen, Lungenembolien oder einen chronischen Cor pulmonale entstehen. Zur diastolischen Funktionsstörung kann es durch hypertensive Erkrankungen,

Klappenstenosen, hypertropher Kardiomyopathie oder Herzrhythmusstörungen kommen. Aber auch ein Diabetes Mellitus oder ein Schlafapnoesyndrom tragen zu einem erhöhten Risiko einer diastolischen Füllungsstörung des Herzens bei (Braun & Müller-Wieland, 2018). Das Schlafapnoesyndrom kann aufgrund der entstehenden Hypoxämie zur arteriellen Hypertonie, Herzrhythmusstörungen oder zu der Entstehung einer Arteriosklerose führen. Die Folgeerkrankungen des Schlafapnoesyndroms begünstigen die Entstehung einer Herzinsuffizienz (Ott, 2014, zit. nach Novosad & Barker, 2013). Auch ein Diabetes Mellitus begünstigt die Arteriosklerose und die koronare Herzkrankheit und ist somit ebenfalls ein Risikofaktor für eine Herzinsuffizienz (Resl & Clodi, 2010).

### **2.5.3. Klinische Einteilung der Herzinsuffizienz**

Es wird grundlegend zwischen akuter oder chronischer Herzinsuffizienz unterschieden. Eine akute Herzinsuffizienz entwickelt sich innert Minuten bis Stunden. Die chronische Herzinsuffizienz hingegen bildet sich über Tage bis Monate. Des Weiteren wird zwischen der kompensierten und dekompenzierten Herzinsuffizienz unterschieden. Bei einer Kompensation ist der Zustand des Betroffenen weitgehend stabil und es zeigt sich keine oder nur eine geringe Leistungsminderung. Bei einer Dekompensation tritt eine akute Verschlechterung des Allgemeinzustandes auf. Die Leistungsfähigkeit der Patientinnen und Patienten ist deutlich reduziert (Braun & Müller-Wieland, 2018).

Eine weitere grundlegende Unterscheidung wird zwischen der Linksherz-, der Rechtsherz- und der Globalinsuffizienz gemacht. Eine Linksherzinsuffizienz betrifft vorwiegend die linke Herzhälfte, eine Rechtsherzinsuffizienz den rechten Herzanteil. Prinzipiell sind meistens beide Ventrikel betroffen, dies wird Globalinsuffizienz oder Biventrikulärinsuffizienz genannt. Klinisch steht aber oft eine Ventrikelseite im Vordergrund (Braun et al., 2014).

Je nach Pathophysiologie der Pumpstörung erfolgt eine weitere Unterteilung in systolische und diastolische Herzinsuffizienz. Eine systolische Herzinsuffizienz liegt bei einer verminderten myokardialen Kontraktionsfähigkeit vor. Eine Behinderung der ventrikulären oder atrialen Füllung führt zu einer diastolischen Herzinsuffizienz. Die systolische Herzinsuffizienz wird auch als *heart failure with reduced ejection fraction (HFrEF)* bezeichnet. Hier liegt eine reduzierte Ejektionsfraktion des Herzens vor. Bei einer diastolischen Herzinsuffizienz ist die Ejektionsfraktion des Herzens erhalten. Entsprechend wird die diastolische Herzinsuffizienz als *heart failure with preserved ejection fraction*

(*HEpEF*) betitelt (Braun & Müller-Wieland, 2018). Die klinischen Häufigkeiten zeigen eine Mehrzahl an Linksherzinsuffizienzen im Vergleich zu Rechtsherzinsuffizienzen. Die systolische Herzinsuffizienz ist weiter verbreitet als die diastolische. Die Hauptursache der Rechtsherzinsuffizienz ist die Linksherzinsuffizienz. Die häufigste Form ist jedoch eine verminderte systolische Leistungsfähigkeit des Myokards in Kombination mit einer diastolischen Funktionseinschränkung (Noble et al., 2017).

Eine systolische Herzinsuffizienz bedeutet in Bezug auf den Frank-Starling-Mechanismus, dass, durch eine Erhöhung des ventrikulären Füllungsdruckes, das enddiastolische Volumen steigt. Es wird eine Vorlasterrhöhung erreicht und durch den Frank-Starling-Mechanismus wird somit das Schlagvolumen erhöht. Das Erreichen eines normalen Schlagvolumens wird als Kompensation bezeichnet, wobei diese Möglichkeit aber begrenzt ist. Wird das notwendige Herzminutenvolumen nicht erreicht, steigt das enddiastolische Volumen immer weiter an, was zu einer Abnahme der Kontraktionskraft führen kann. Nun ist keine Kompensation durch den Frank-Starling-Mechanismus mehr möglich und es kommt zu einer Dekompensation, welche schnell zum Tod führen kann (Noble et al., 2017).

Die diastolische Herzinsuffizienz entsteht häufig durch eine steife Ventrikelwand oder durch Mitral- und oder Trikuspidalklappenstenosen. Sie führt zu einer Erhöhung des pulmonalen Kapillardrucks, weiterführend zu einem Anstieg des linksatrialen Drucks und schliesslich zu einer pulmonalen Stauung. Die diastolische Herzinsuffizienz hat eine hohe Prävalenz bei der älteren Bevölkerung (Noble et al., 2017).

Häufig wird von einem Vorwärts- oder Rückwärtsversagen gesprochen. Das Vorwärtsversagen oder «forward failure» ist durch eine insuffiziente Pumpleistung gekennzeichnet, wobei das gesamte Körpersystem unzureichend mit Blut beliefert wird. Die Maximalausprägung eines Vorwärtsversagens ist der kardiogene Schock. Der kardiogene Schock geht mit einem deutlich verminderten systemischen Blutdruck, einem reduzierten HMV sowie mit stark erhöhten Füllungsdrücken einher. Die Letalität eines kardiogenen Schocks ist hoch. 70 % bis 80 % der Betroffenen überleben ihn nicht (Braun & Müller-Wieland, 2018). Bei einem Rückwärtsversagen «backward failure» kommt es zu einem Rückstau des Blutes in den Lungenkreislauf oder in die Körperperipherie.

### 2.5.4. Klassifikation der Herzinsuffizienz gemäss der New York Heart Association (NYHA)

Aus der offiziellen Homepage der American Heart Association (n. d.) sind folgende NYHA-Stadien der Herzinsuffizienz zu entnehmen.

Tabelle 1: Klassifikation der Herzinsuffizienz NYHA

Stadium	Symptome und Beschwerden der Patientinnen und Patienten
<b>I</b>	Beschwerdefreiheit bei körperlicher Aktivität. Gewöhnliche körperliche Aktivität verursacht keine Dyspnoe, Herzrhythmusstörungen oder körperliche Erschöpfung.
<b>II</b>	Eine geringe Einschränkung der körperlichen Aktivität und Leistungsfähigkeit. Gewöhnliche körperliche Aktivität führt zu Herzrhythmusstörungen, Dyspnoe oder körperlicher Erschöpfung.
<b>III</b>	Eingeschränkte körperliche Leistungsfähigkeit, Beschwerdefreiheit in Ruhe. Geringe körperliche Aktivität führt zu Herzrhythmusstörungen, Dyspnoe oder körperlicher Erschöpfung.
<b>IV</b>	Die körperliche Leistungsfähigkeit ist stark eingeschränkt, keine Aktivität kann ohne Missbefinden ausgeführt werden. Symptome der Herzinsuffizienz treten schon in Ruhe auf.

### 2.5.5. Symptome der Herzinsuffizienz

#### Symptome der Linksherzinsuffizienz

Bei einem Vorwärtsversagen kommt es oft zu Anzeichen einer Minderperfusion der Körperperipherie und der Organe (Braun & Müller-Wieland, 2018). Ausserdem zeigen sich beim Vorwärtsversagen eine Leistungsminderung, weiter Schwindel, Synkopen und bei älteren Betroffenen gar zerebrale Leistungsstörungen. Beim Rückwärtsversagen zeigt sich eine pulmonalvenöse Stauung mit Dyspnoe – es entsteht ein Asthma cardiale (Hahn, 2013). Zunächst tritt dieses bei Belastung auf. Später kommt es ausserdem zu nächtlicher Dyspnoe, als auch zu Dyspnoe im Liegen und zur Ruhedyspnoe (Braun & Müller-Wieland,

2018). Dabei sind folgende Symptome beobachtbar: Gelbliches Sputum, Zyanose und feuchte Rasselgeräuschen der Lunge (Hahn, 2013).

### **Symptome der Rechtsherzinsuffizienz**

Charakteristisch für ein Rückwärtsversagen sind gestaute Hals- oder Zungengrundvenen. Ödeme sind an Extremitäten, häufig am Knöchel, am Unterschenkel, am Oberschenkel oder im Stammbereich (Ansarka) ersichtlich. Ausserdem kann es zu Aszites, druckdolenter Stauungsleber, zu abdominellen Beschwerden, Appetitlosigkeit oder zur Proteinurie durch Nierenstauung kommen (Hahn, 2013). Durch den Rückstau des Blutes ist die Entwicklung oder Verschlechterung einer Niereninsuffizienz möglich. Das sogenannte kardiorenale Syndrom entsteht. Bei einem Vorwärtsversagen wird aufgrund der eingeschränkten Pumpfunktion unzureichend Blut in den Lungenkreislauf ausgeworfen (Braun & Müller-Wieland, 2018). Hierbei zeigen sich Symptome wie Müdigkeit, Leistungsminderung, Dyspnoe oder Zyanose (Nonnenmacher, 2018). Im schlimmsten Fall kommt es zum kardiogenen Schock (Braun & Müller-Wieland, 2018).

### **Symptome der Globalinsuffizienz**

Bei der Globalinsuffizienz treten gleichzeitig Symptome der Rechts- und der Linksherzinsuffizienz auf. Patientinnen und Patienten mit biventrikulärer Herzinsuffizienz sind charakteristisch durch eine stark beeinträchtigte Belastbarkeit gekennzeichnet. Sie zeigen ausgeprägte Ödeme sowie eine starke Dyspnoe (Braun & Müller-Wieland, 2018).

#### **2.5.6. Herzinsuffizienzdiagnostik**

Bei der Herzinsuffizienzdiagnostik ist die Anamnese essentiell. Bei der Anamnese werden die Vorerkrankungen sowie die aktuellen Beschwerden der Patientinnen und Patienten erfasst (Hahn, 2013). Sowohl während der Anamnese, als auch bei der körperlichen Untersuchung stehen die typischen Herzinsuffizienzsymptome im Fokus. In den anfänglichen Stadien oder bei einer Diuretikaehinnahme können die Symptome jedoch fehlen (Braun et al., 2014).

Durch eine Blutuntersuchung wird der Brain Natriuretic Peptide (BNP) Wert ermittelt. BNP ist ein Protein, welches durch die Myokardzellen bei einer Dehnung des Ventrikels gebildet wird (Steffers & Credner, 2015). Bei zunehmender Volumenbelastung erhöht sich die BNP-Plasmakonzentration. Anhand dieses BNP-Konzentrationswertes wird der Herzinsuffizienzschweregrad definiert (Braun & Müller-Wieland, 2018). Bei Werten unter 100 Nanogramm pro Milliliter (pg/ml) ist eine chronische Herzinsuffizienz unwahrscheinlich. Zwischen 100 - 400 pg/ml ist die Diagnose unsicher. Ab 400 pg/ml liegt höchstwahrscheinlich eine chronische Herzinsuffizienz vor (Braun et al., 2014). Zur Bestimmung der Ejektionsfraktion und des linksventrikulären enddiastolischen Durchmessers dient die Echokardiografie. Allenfalls werden ein Elektrokardiogramm zur Evaluation der Erregungsleitung oder ein Röntgenthorax zur Darstellung des Herzens verordnet (Braun & Müller-Wieland, 2018).

### **2.5.7. Ansatzpunkte der Rehabilitation bei chronischer Herzinsuffizienz**

Das Behandlungsziel von Patientinnen und Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz ist, ihren klinischen Status zu verbessern. Darüber hinaus soll ihre Leistungsfähigkeit und ihre Lebensqualität gesteigert werden. Ebenfalls soll mit einer angepassten Therapie das Mortalitätsrisiko gesenkt und eine erneute Hospitalisation vermieden werden (McMurray et al., 2012, zit. nach Stewart et al., 2002).

Bei einem kleineren Teil der Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten ist der Idealfall eines kausalen Behandlungsansatzes möglich. Dieser besteht in der Beseitigung der Herzinsuffizienzursache: Beispielsweise ein Aortenklappenersatz bei hochgradiger Aortenstenose. Die symptomatische Therapie der Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten erfolgt mittels Medikamenten oder teilweise durch chirurgische Eingriffe. Grundsätzlich werden alle zusätzlich belastenden Begleiterkrankungen, wie beispielsweise eine arterielle Hypertonie oder eine Anämie, behandelt (Braun & Müller-Wieland, 2018).

Zu den Allgemeinmassnahmen gehört die Vermeidung kardiotoxischer Substanzen wie Alkohol oder Nikotin. Des Weiteren sollten Reisen in grosse Höhen oder in feuchtheisses Klima unterlassen werden. Die Kochsalzzufuhr unterliegt einer Empfehlung von drei bis maximal sechs Gramm pro Tag. Je nach Stadium der Herzinsuffizienz wird möglicherweise die Trinkmenge begrenzt. Wichtig sind die Gewichtsnormalisierung und die körperliche Bewegung. Körperliche Aktivität hat einen positiven Einfluss auf die

Lebensqualität und die körperliche Leistungsfähigkeit der Betroffenen. Hierzu ist eine medizinische Trainingstherapie sinnvoll (Braun & Müller-Wieland, 2018).

Die medikamentöse Therapie dient der Entlastung des Herzens. Medikamente werden verabreicht, um eine Senkung der Vor- oder Nachlast, eine Steigerung der Kontraktilität des Herzens, eine Ökonomisierung der Herzarbeit durch eine Herzfrequenzbegrenzung und eine Senkung des Sauerstoffverbrauchs zu erreichen (Braun & Müller-Wieland, 2018). In der medikamentösen Therapie werden Angiotensin-Converting-Enzym-Hemmer (ACE-Hemmer) zur Blockade des Renin-Angiotensin-Systems eingesetzt. Diese senken die Vor- und Nachlast sowie den arteriellen Blutdruck. Es wurde festgestellt, dass ACE-Hemmer einen Rückgang der Myokardhypertrophie und der unerwünschten fibrotischen Verwachsungen bewirken. Dadurch senkt sich die Patientenmortalität (Noble et al., 2017). Betablocker senken ebenfalls die Mortalität. Durch Inhibierung des Sympathikus senken sie den arteriellen Blutdruck, die Herzfrequenz und den Sauerstoffverbrauch des Herzens. Ebenfalls gehören Diuretika zur Hauptmedikamentengruppe bei der Herzinsuffizienzbehandlung. Sie senken durch vermehrte Wasserausscheidung sowohl die Vor- als auch die Nachlast (Hahn, 2013).

### **2.5.8. Physiotherapeutische Behandlungsansätze**

Die Dauer- wie auch die Intervallmethode des kardiopulmonalen Ausdauertrainings, gehören zu den Therapieempfehlungen für Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten der NYHA Klassen I-III. Durch das Ausdauertraining verbessern sich die periphere Muskeldurchblutung und die kardiale Pumpfunktion. Ausserdem kann der Metabolismus gesteigert und die Dyspnoe reduziert werden. Durch Intervalltraining, insbesondere durch high-intensity Intervalltraining (HIT), wird die Funktion des linken Ventrikels verbessert. Ausserdem steigert es die allgemeine körperliche Ausdauer. Ein HIT sollte jedoch erst nach Rücksprache mit dem zuständigen Kardiologen durchgeführt werden, da es durchaus auch Kontraindikationen für ein HIT gibt. Dazu gehören beispielsweise eine Ruheherzfrequenz von über 110 Schlägen pro Minute, Sprechdyspnoe oder wiederholte Myokardischämien. Vor dem ersten HIT wird ein symptomlimitierender Test durchgeführt. Anhand des gewonnenen  $VO_{2peak}$  wird das HIT individuell auf die jeweiligen Patientinnen und Patienten angepasst. Es wird zwischen 50

bis 80 % des  $VO_{2peak}$  trainiert. Grundsätzlich dauert ein Belastungsintervall vier Minuten, worauf eine aktive Erholungsphase von drei Minuten folgt (Achttnien et al., 2014).

Ebenfalls soll ein regelmässiges Krafttraining in die Therapie integriert werden. Dieses soll funktionell und auf die persönlichen Bedürfnisse der Patientinnen und Patienten angepasst sein (Achttnien et al., 2014).

Zur Stress- und Dyspnoereduktion werden Entspannungstherapien empfohlen. Einen weiteren wichtigen Stellenwert in der Physiotherapie von Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten hat das IMT (Achttnien et al., 2014). Auch sollten zusätzlich Übungen zur Atemökonomisierung durchgeführt werden. Patientinnen und Patienten sollen Instruktionen zur Erlernung von Entlastungsstellungen und Atemtechniken sowie zur selbständigen Durchführung von Pulskontrollen erhalten (Hüter-Becker, Dölken & Göhring, 2009). Gegebenenfalls wird von der behandelnden Ärztin oder dem behandelnden Arzt eine Lymphdrainage beziehungsweise eine Kompressionstherapie zur Ödembehandlung verordnet (Kantonsspital Baden, 2013).

## **2.6. Inspiratorisches Muskeltraining**

### **2.6.1. Primäre und sekundäre Inspirationsmuskeln**

Das Diaphragma gilt als wichtigster Inspirationsmuskel. Die Mm. scaleni, Mm. levatores costarum sowie der Mm. intercostales parasternalis sind die weiteren primären Inspirationsmuskeln, welche das Diaphragma unterstützen. Diese Muskeln sind für das Expandieren des Thoraxes verantwortlich. Bei jedem inspiratorischen Atemzug arbeiten die genannten Muskeln eng abgestimmt zusammen. Bei der Ruheatmung arbeiten die primären Inspirationsmuskeln bei der Einatmung konzentrisch und bei der Ausatmung exzentrisch (van Gestel & Teschler, 2014).

Sport, Lachen, Husten usw. verlangen ein erhöhtes Atemminutenvolumen. Dabei wird zusätzlich die Unterstützung der sekundären Inspirationsmuskeln gefordert. Zu diesen gehören der M. sternocleidomastoideus, M. pectoralis major, M. pectoralis minor, M. serratus posterior superior, M. serratus anterior und der M. trapezius descendens (van Gestel & Teschler, 2014).

## 2.6.2. Das Diaphragma

Da das Diaphragma der wichtigste und meist trainierte Inspirationsmuskel ist und insbesondere beim IMT trainiert wird, erklären die Autorinnen diesen noch genauer. Das Diaphragma gehört zur quergestreiften Muskulatur und wird in drei Anteile gegliedert:

- Pars costalis diaphragmatis
- Pars sternalis diaphragmatis
- Pars lumbalis diaphragmatis

Das Diaphragma ist für die abdominale Atmung zuständig. In der Ruheatmung leitet das Diaphragma die Atmung ein. In der Folge wird der Thorax aktiviert und vergrößert sich dabei. Wenn sich der Thorax expandiert, herrscht ein Unterdruck und die Luft kann einströmen. Durch den Sogmechanismus, welcher das Diaphragma verursacht, wird zusätzlich der venöse Rückstrom des Blutes zum Herzen gefördert (van Gestel & Teschler, 2014).

Wenn sich das Diaphragma kontrahiert, senkt es sich nach kaudal und flacht ab. Dadurch können sich vor allem die unteren Lungenareale entfalten, womit eine gute Ventilation ermöglicht wird. Aufgrund des grösseren Raumes, welchen die Lunge bei der Entfaltung einnimmt, müssen die Organe im Bauchraum ausweichen. Dadurch werden diese komprimiert, was zu einer Erhöhung des intraabdominalen Drucks führt. Die Bauchmuskulatur wird inhibiert, damit die Bauchorgane nach ventral ausweichen können. Der Druck, welcher dann entsteht, nennt man Appositionsdruck. Dieser Druck ermöglicht,

dass sich die Rippen nach lateral bewegen, wobei sich beim Insertionsdruck die Rippen nach kranial verschieben. Zusammen nennt man diese Bewegung des Thoraxes Eimerhenkelbewegung nach kranio-lateral (van Gestel & Teschler, 2014).

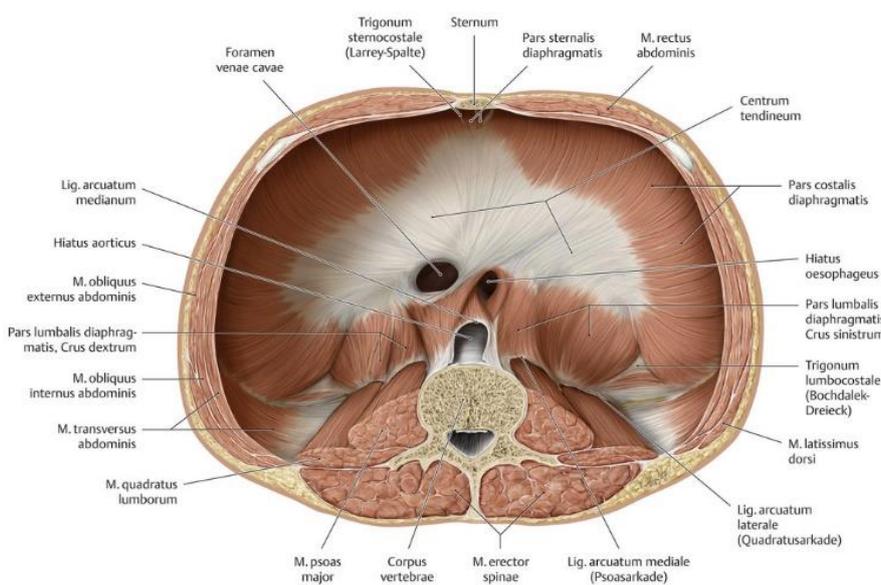


Abbildung 5: Diaphragma von caudal (nach Schünke, Schumacher & Schulte, 2014)

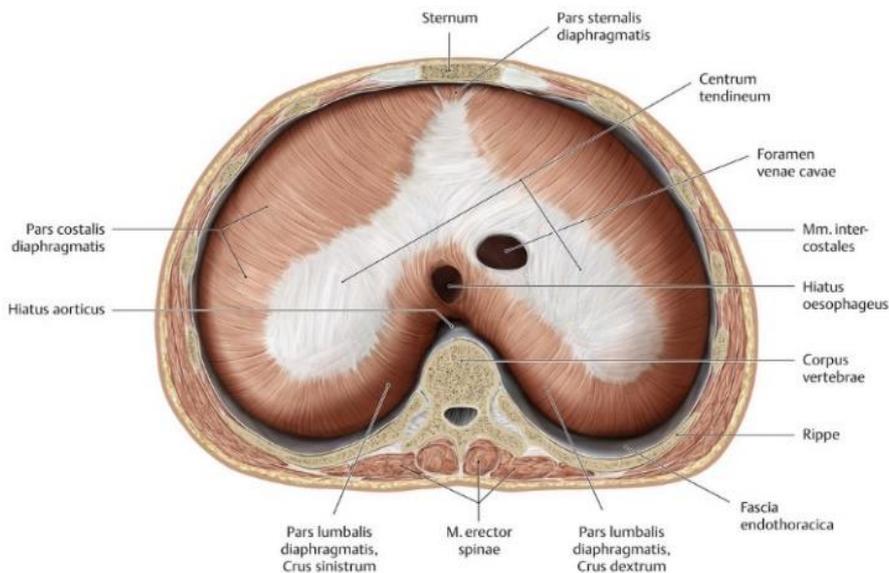


Abbildung 6: Diaphragma von cranial (nach Schünke et al., 2014)

### 2.6.3. Expiration

Die normale Expiration ist ein passiver Vorgang, der aufgrund der elastischen Rückstellkräfte funktioniert (Steffel & Lüscher, 2014).

#### Aktive Expiration

Wenn das Atemminutenvolumen erhöht ist, werden die expiratorischen Atemhilfsmuskeln aktiviert. Zu diesen zählen der M. transversus abdominis, M. obliquus abdominis externus und der M. obliquus abdominis internus. Bei deren Einsatz spricht man von einer forcierten Expiration (van Gestel & Teschler, 2014).

Weil es in der folgenden Arbeit um das inspiratorische Muskeltraining geht, wird auf eine detaillierte Auflistung der Aktivitäten dieser Muskeln verzichtet.

### 2.6.4. Inspiratorisches Muskeltraining

Das IMT wird durch Atemübungen trainiert, wodurch die Atemmuskulatur gestärkt und daraus eine vereinfachte Atmung resultiert. Es wird nicht nur in Verbindung mit einer Herzinsuffizienz eingesetzt, sondern auch bei Patientinnen und Patienten mit pulmonalen

Erkrankungen. Ausserdem gibt es Sportlerinnen und Sportler, welche das regelmässige IMT zur Leistungsverbesserung nutzen (powerbreathe, 2011).

Wenn zu einer erschwerten Atmung eine zusätzliche körperliche Leistung kommt, kann dies zu einer Ermüdung der Atemmuskulatur führen, was durchaus auch bei gesunden Personen vorkommen kann. Da neben den Atemmuskeln auch die Skelettmuskeln mit Blut versorgt werden müssen, entsteht zwischen den verschiedenen Muskeln ein Konkurrenzkampf. Die Atemmuskeln werden nicht genügend versorgt und ermüden deshalb, woraus eine Belastungseinbusse resultiert (Pietsch, 2014, zit. nach Babcock, Pegelow, McClaran, Suman & Dempsey, 1995; Dempsey et al., 2008; Mador et al., 1991; Taylor et al., 2008). Dieser Vorgang ist durch den Metaboreflex erklärbar. Die körperliche Belastung wird gesteigert, die Blutversorgung jedoch reduziert. Es gelangen mehr reflexauslösende Metaboliten an das zentrale Nervensystem, worauf der Sympathikus aktiviert wird und eine Vasokonstriktion mit sich bringt. Die Leistungsfähigkeit sowie die Blutversorgung werden verringert (Pietsch, 2014, zit. nach Dempsey et al., 2008).

Die Ventilation bei Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten wird durch die Aktivierung der Metaborezeptoren mehr gesteigert als bei der Aktivierung der Mechanorezeptoren (Mauch, n. d., zit. nach Scott et al., 2000).

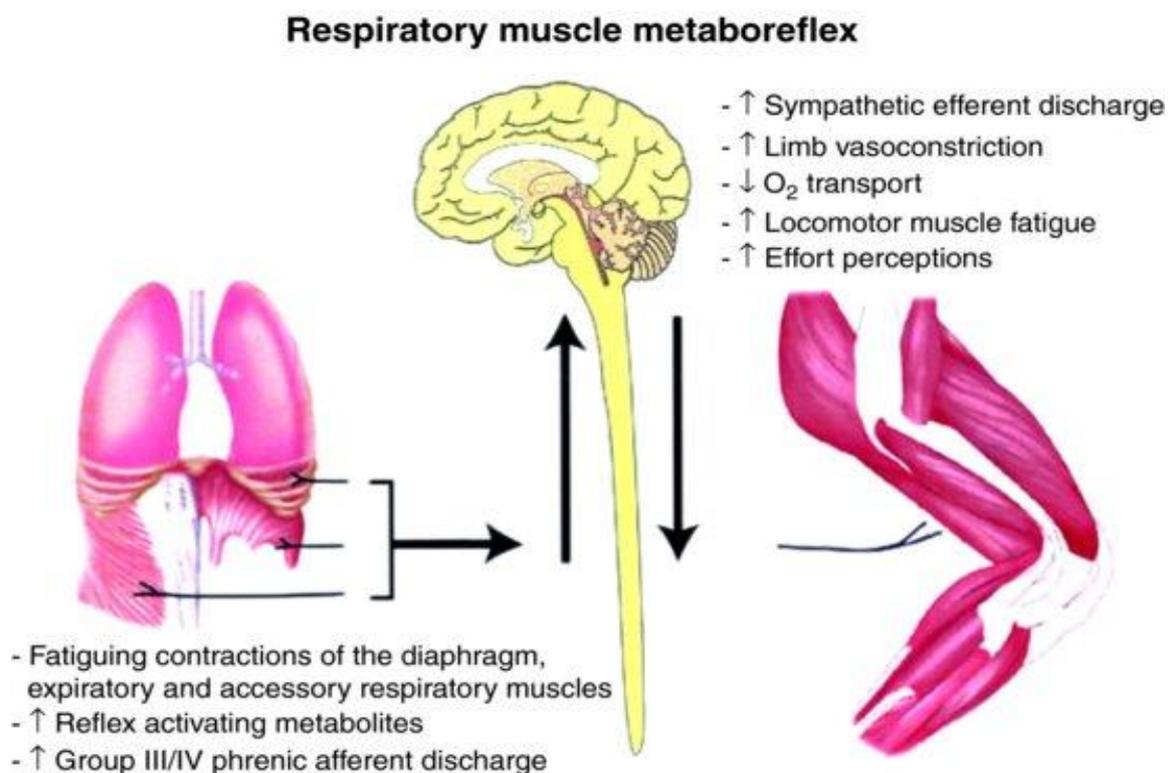


Abbildung 7: Respiratorischer Metaboreflex (nach Sheel & Romer, 2012)

Die Lunge selbst zeigt keinen Trainingseffekt. Das Lungenvolumen bleibt dasselbe, jedoch verbessert sich die Lungenfunktion (Wagner, 2005, zit. nach McConnell, 2013).

Das IMT kann zu einer Verbesserung der Atemmuskulatur, der Ausdauer und der allgemeinen Leistungsfähigkeit beitragen (van Gestel & Teschler, 2014). Zudem nehmen die Laktatwerte im Blut und der SpO<sub>2</sub>-Bedarf in der Atemmuskulatur bei respiratorischer Ermüdung ab (Moreno et al., 2017), womit sich die Ermüdungsgrenze nach oben verschiebt. Die Zunahme an Muskulatur ist nicht der einzige Effekt, welcher das IMT mit sich bringt. Es sorgt ebenfalls dafür, dass sich die Kontraktionsgeschwindigkeit erhöht, die Kontraktionsdauer verkürzt und daraus somit eine geringere Ermüdung der inspiratorischen Atemmuskulatur resultiert (van den Berg et al., 2007).

Um ein Training korrekt durchführen zu können, helfen in der Rehabilitation zwei verschiedene Geräte: Das Treshold-IMT und der Powerbreathe. Die genaue Anwendung und die Funktionen werden in der Folge weiter beschrieben.

### **Treshold-IMT**

Beim Treshold-IMT generiert ein Federventil einen konstanten Widerstand in die Inspiration. Um den manuell eingestellten, veränderbaren Widerstand zu überwinden, muss die inspiratorische Muskulatur mehr arbeiten, was einen Trainingseffekt mit sich bringt. Zu Beginn des Trainings soll der Widerstand einen Drittel der maximalen Inspirationskraft ausmachen. Ein Facharzt untersucht den  $PI_{max}$  vorgängig und legt den Trainingswiderstand fest (van Gestel & Teschler, 2014). Dieser wird mithilfe des Mundverschlussdrucks gemessen. Um die maximale Inspirationskraft festlegen zu können, müssen die Patientinnen und Patienten eine forcierte Inspiration durchführen.



Abbildung 8: Treshold-IMT (nach da Silva, n. d.)

Dabei muss die Patientin oder der Patient vorgängig bis zum Residualvolumen expirieren. Nach dem forcierten Inspirationsmanöver, welches fünf bis zehn Mal wiederholt wird, errechnet der Facharzt den Mittelwert. Das Resultat ergibt den  $PI_{max}$  (Bösch &

Criée, 2013). Der Trainingswiderstand kann danach individuell angepasst und gesteigert werden (van Gestel & Teschler, 2014).

### **Powerbreathe**

Ein weiteres Trainingsgerät ist der Powerbreathe. Er funktioniert jedoch gleich wie das Treshold-IMT. Ebenfalls wird beim Powerbreathe vor allem das Diaphragma sowie die Mm. intercostales trainiert (Powerbreathe, n. d.).

Der Zusammenhang des IMT mit der Diagnose Herzinsuffizienz wird im Diskussionsteil thematisiert.



Abbildung 9: Powerbreathe (nach aktiv shop GmbH, 2018)

## 2.7. Definition Lebensqualität

Der Begriff Lebensqualität wird weit diskutiert. Folglich ist die Lebensqualität ein komplexes, multidimensionales Konstrukt der Spezifität und Eigenschaft des menschlichen Daseins. Der Begriff Lebensqualität hat viel Forschung für sich gewonnen und ist breit gefächert. Zudem kann er nicht nur einer Wissenschaftsdisziplin zugeordnet werden. Die Autorinnen setzen sich mit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität auseinander, da diese für die diskutierte Thematik relevant ist (Radoschewski, 2000).

Die World Health Organization (WHO) definiert im Jahre 1946 Gesundheit folgendermassen (Franke, 2012, S.37, zit. nach WHO, 1946): "Gesundheit ist ein Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur das Freisein von Krankheit und Gebrechen."

Diese Definition beinhaltet physische, psychische sowie soziale Aspekte. Sie beinhaltet somit die Basiselemente des biologischen, geistigen und sozialen Daseins und lässt auf grossen Zusammenhang zwischen Gesundheit und Lebensqualität schliessen (Radoschewski, 2000).

In vielen empirischen Untersuchungen wird aufgezeigt, dass der Stellenwert der Gesundheit bei gesunden Personen sehr hoch ist, aber nicht als Priorität angesehen wird. Er dient vielmehr als Voraussetzung für das Erreichen von Lebenszielen (Radoschewski, 2000).

Bei Patientengruppen oder Kranken hat die subjektive Befindlichkeit für die Bewertung der Lebensqualität einen hohen Stellenwert eingenommen. Radoschewski (2000) argumentiert:

"Die Bewertung der Lebensqualität von Menschen, auch der gesundheitsbezogenen, kann demnach nicht ohne Berücksichtigung und Einbeziehung ihrer individuellen Ziele, Einstellungen und Wahrnehmungen erfolgen" (S.168).

Die WHO definiert im Jahr 1997 die Lebensqualität folgendermassen (Renneberg & Hammelstein, 2006, zit. nach WHO, 1997):

"Lebensqualität ist die subjektive Wahrnehmung einer Person über ihre Stellung im Leben in Relation zur Kultur und den Wertesystemen, in denen sie lebt und in Bezug auf ihre Ziele, Erwartungen, Maßstäbe und Anliegen. Es handelt sich um ein breites Konzept, das in komplexer Weise beeinflusst wird durch die körperliche

Gesundheit einer Person, den psychischen Zustand, die sozialen Beziehungen, die persönlichen Überzeugungen und ihre Stellung zu den hervorstechenden Eigenschaften der Umwelt" (S. 29).

Aus diesem Zitat ist ersichtlich, dass die Lebensqualität ein multidimensionales Gebilde ist. Es beinhaltet physische, psychische, soziale und ökonomische Aspekte. Diese Aspekte werden als subjektiv erlebtes Wohlbefinden und Funktionsfähigkeit zusammengefasst. Zusätzlich fließt bei dieser Definition der kulturelle Hintergrund und die Wertsysteme mit ein (Renneberg & Hammelstein, 2006).

Renneberg und Hammelstein (2006) äussern zudem: "Das Konstrukt Lebensqualität setzt sich immer aus mehreren Dimensionen zusammen und ist eine subjektive Angabe, die auf [komplexen Bewertungsprozessen] beruht" (S. 2).

Die Lebensqualität ist eine subjektive Einschätzung, welche jedes Individuum für sich selbst festlegt. Es gibt jedoch neben der Selbsteinschätzung diverse Fragebögen, welche helfen, die Lebensqualität des Betroffenen einschätzen zu können (Renneberg & Hammelstein, 2006).

Durch die Komplexität der Definition der Lebensqualität ist es nicht möglich, einen hinreichenden Definitionsansatz zu erfassen, zu beschreiben oder zu analysieren. Deshalb ist die Entwicklung von Messinstrumenten zur Erfassung der Lebensqualität eingeschränkt (Radoschewski, 2000).

## **2.8. Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire**

Der Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire (MLHFQ) ist einer, der am häufigsten verwendeten Fragebögen zur Erfassung der Lebensqualität von Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten (Bilbao, Escobar, Gracia-Perez, Navarro & Quiros, 2016). Der MLHFQ ist sowohl für die chronische Herzinsuffizienz der NYHA Stadien II-IV geeignet wie auch für die Anwendung bei Patientinnen und Patienten mit erhaltener, als auch mit reduzierter Ejektionsfraktion. Um den Fragebogen, der in 34 Sprachen übersetzt worden ist (Bilbao et al., 2016), in der Praxis anzuwenden, ist eine Lizenz notwendig (University of Minnesota, 2018). Es gibt ausserdem eine deutschsprachige Version des MLHFQ (Quittan et al., 2001).

Der MLHFQ besteht aus 21 Fragen zu physischen, emotionalen und sozialökonomischen Aspekten des alltäglichen Lebens (University of Minnesota, 2018). Acht Fragen fokussieren sich auf die physischen Aspekte. Fünf Fragen erfassen die Emotionslage der Patientinnen und Patienten und die restlichen acht sozialökonomischen Fragen dienen vor allem der Berechnung des Scores. Bei jeder Frage müssen die Patientinnen und Patienten auf einer Likertskala von null bis fünf angeben, wie sehr ihre Diagnose sie in ihrem alltäglichen Leben einschränkt. Alle Antworten werden summiert und daraus resultiert ein Score zwischen 0 und 125 (Bilbao et al., 2016). Bei einer Verbesserung der Lebensqualität reduziert sich die Gesamtpunktzahl (Mello et al., 2012). Gemäss der University of Minnesota (2018) ist der MLHFQ ein reliables und valides Messinstrument zur Erfassung der Lebensqualität von chronischen Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten.

### 3. Methodik

Die in dieser Arbeit integrierten Studien verwenden den *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire (MLHFQ)*, um die Lebensqualität zu erfassen, da dieser für Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten validiert wurde.

#### 3.1. Literaturrecherche

Zu Beginn der Themenfindung wurde auf NEBIS in verschiedenen Datenbanken grob nach der Studienlage gesucht. Dadurch erhielten die Autorinnen dieser Arbeit einen Überblick, inwieweit das Thema bereits mit Studien erforscht ist. Im Mai 2018 wurden die Datenbanken CINAHL Complete, PubMed sowie MEDLINE mit Hilfe von Keywords auf spezifisch zum Thema passende Studien durchsucht. Die oben genannten Datenbanken sind medizinisch spezifische Datenbanken, welche viele internationale, physiotherapierrelevante Studien, beinhalten (Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, n. d.).

#### 3.2. Keywords

Für diese Arbeit relevante Schlüsselbegriffe wurden in die englische Sprache übersetzt. Mit Hilfe dieser Keywords konnte in den oben genannten Datenbanken nach Studien recherchiert werden. Die Autorinnen dieser Arbeit verwendeten die Bool'schen Operatoren "AND" und / oder "OR".

Tabelle 2: Keywords für die Literaturrecherche

	<b>Suchbegriff Deutsch</b>	<b>Suchbegriff Englisch</b>
<b>Phänomen</b>	Herzinsuffizienz	chronic heart disease, chronic heart failure
<b>Intervention</b>	Inspiratorisches Muskeltraining, IMT	inspiratory muscle training, IMT

<b>Population</b>	Erwachsene	adults, grown-up
<b>Outcome</b>	körperliche Leistungsfähigkeit, Ausdauer, Muskelfunktion, Dyspnoe, Lebensqualität	physical capacity, endurance, muscle function, dyspnea, quality of life
<b>Setting</b>	Rehabilitation	rehabilitation

### 3.3. Ein- und Ausschlusskriterien

Mit Hilfe der Ein- und Ausschlusskriterien konnten die Autorinnen dieser Arbeit die Studienrecherche abschliessen. Daraus resultierten die vier Hauptstudien, welche sich für diese Arbeit eigneten.

Tabelle 3: Ein- und Ausschlusskriterien (ohne Priorisierung)

<b>Einschlusskriterien</b>	<b>Ausschlusskriterien</b>	<b>Begründung</b>
Fokus auf das Symptom "reduzierte Lebensqualität"	Nicht berücksichtigen und auswerten der Lebensqualität	Das Thema wird auf lediglich ein Symptom eingeschränkt, um dieses genau zu evaluieren.
Fragebogen Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire (MLHFQ)	Nicht Verwendung des MLHFQ Fragebogens	Mit der Verwendung des gleichen Fragebogens können die Studien verglichen und die Fragestellung

		angemessen beantwortet werden.
Klassifikation Herzinsuffizienz NYHA II-IV	Pulmonale Vorerkrankungen/ Nebenerkrankungen	Die genannten Patientengruppen lassen sich nicht miteinander vergleichen, ansonsten kann eine allgemeine Behandlungsempfehlung nicht abgegeben werden.
Setting Rehabilitation	Setting stationär	Diese Arbeit konzentriert sich auf ein Setting, um die Fragestellung spezifisch beantworten zu können.
Studien in aktueller Zeitperiode	Studie älter als 2009	Um die Fragestellung beantworten zu können, soll ausschliesslich der aktuellste Forschungsstand verwendet werden.
Bei den Probandinnen und Probanden handelt es sich um Erwachsene (über 18 Jahre).	Bei den Probandinnen und Probanden handelt es sich um Kinder.	Die Lebensqualität von Kindern wird von den Eltern zusätzlich beeinflusst. Die Diagnose Herzinsuffizienz gibt es zudem selten im Kindesalter. Die Arbeit konzentriert sich deshalb

		auf das erwachsene Alter.
Deutsche und englische Studien	Studien in einer anderen Sprache	Die meisten Studien werden in englischer Sprache publiziert.

### 3.4. Mögliche Hauptstudien

In der folgenden Tabelle sind die möglichen Hauptstudien sowie die zum Schluss verwendeten Studien ersichtlich. Die spezifische Search-History der verwendeten Hauptstudien kann im Anhang B gefunden werden.

Tabelle 4: Mögliche Hauptstudien (absteigend nach Jahr sortiert)

Studie	Autor	Jahr	Titel
1	Adamopoulos, S., Schmid, J. P., Dendale, P., Poerschke, D., Hansen, D., Dritsas, A., Kouloubinis, A., Alders, T., Gkouziouta, A., Reyckers, I., Vartela, V., Plessas, N., Doulaptsis, C., Saner, H. & Laoutaris, I. D.	2014	Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure
2	Marco, E., Ramirez-Sarmiento, A. L., Coloma, A., Sartor, M., Comin-Colet, J., Vila, J., Enjuanes, C., Bruguera, J., Escalada, F., Gea, J. & Orozco-Levi, M.	2013	High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized trial
3	Mello, P. R., Guerra, G. M., Borile, S., Rondon, M. U., Alves,	2012	Inspiratory Muscle Training Reduces Sympathetic Nervous

	M. J., Negrão, C. E., Dal Lago, P., Mostarda, C., Irigoyen, M. C. & Consolim-Colombo, F. M.		Activity and Improves Inspiratory Muscle Weakness and Quality of Life in Patients with Chronic Heart Failure
4	Winkelmann, E. R., Chiappa, G. R., Lima, C. O. C., Viecili, P. R. N., Stein, R. & Ribeiro, J. P.	2009	Addition of inspiratory muscle training to aerobic training improves cardiorespiratory responses to exercise in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness

### 3.5. Beurteilung der Studien

Als Evaluationsinstrument der möglichen Hauptstudien wurde der Critical Appraisal (AICA) eingesetzt. Dieser dient dem schrittweise systematischen und kritischen Würdigungsprozess eines primären, datenbasierten Forschungsartikels (Ris & Preusse-Bleuler, 2015).

Das Arbeitsinstrument wurde von den Dozentinnen der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Irène Ris und Barbara Preusse-Bleuler, aus entstandenen Erfahrungen im Forschungsunterricht auf Bachelorniveau erstellt. Das Analyseinstrument wurde nach dem EMED-Format (Einleitung, Methode, Ergebnis und Diskussion) tabellarisch aufgebaut. Das EMED-Format sowie der tabellarische Aufbau soll das Textverständnis von Forschungsartikeln verbessern (Ris & Preusse-Bleuler, 2015).

Im tabellarischen Formular wurden Leitfragen formuliert, welche das Zusammenfassen sowie die kritische Würdigung der Studie ermöglichen. Dabei gibt es ein qualitatives und quantitatives Formular. In dieser Arbeit wurden einzig quantitative Studien beurteilt (Ris & Preusse-Bleuler, 2015).

Zur weiteren Beurteilung der Studien wurde die PEDro-Skala verwendet. Die PEDro-Skala basiert auf der "*The Delphi list: A criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus*" (Hegenscheidt, Harth & Scherfer, 2010, zit. nach Verhagen et al., 1998). Die deutsche Übersetzung wurde

von Hegenscheidt et al. (2010) ausgearbeitet. Die PEDro-Skala besteht aus elf Kriterien. Es wurden zwei zusätzliche Kriterien der *Delphi-list* angefügt. Kriterium zwei bis neun repräsentieren die interne Validität. Kriterium zehn und elf dienen der Interpretation der Studie.

Das Kriterium eins bezieht sich auf die externe Validität, dieses wird bei der Berechnung der PEDro-Punktzahl jedoch nicht berücksichtigt. Es dient nur zur Vollständigkeit der *Delphi list*.

Die elf Kriterien werden jeweils mit ja oder nein beantwortet, wobei unter Ausschluss des Kriteriums eins, eine Maximalpunktzahl von zehn entsteht (Hegenscheidt et al., 2010). Hegenscheidt et al. (2010) erwähnen, dass die PEDro-Skala nicht als Mass für die Validität einer Studie verwendet werden soll. Eine hohe Punktzahl bedeutet nicht, dass die entsprechenden Behandlungen klinisch sinnvoll sind. Die PEDro-Skala soll dabei helfen, die interne Validität einer Studie festzustellen. Sie dient der Überprüfung, ob ausreichend statistische Informationen beinhaltet sind, so dass die Ergebnisse interpretiert werden können (Hegenscheidt et al., 2010).

Mit Hilfe dieser beiden Arbeitsinstrumente wurden alle vier Studien zusammengefasst und auf deren Güte überprüft sowie beurteilt.

## 4. Resultate

### 4.1. Studie von Adamopoulos et al. (2014)

#### *Titel*

Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure

#### *Ziel der Studie*

Mit Hilfe dieser Studie möchten die Autorinnen und Autoren den möglichen Nutzen der Kombination von IMT zum gewöhnlichen Ausdauertraining für Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten evaluieren.

#### *Studiendesign*

Die Verfassenden wählten ein prospektives, randomisiertes und kontrolliertes Multizenter-Studiendesign (RCT) welches sie als Vent-HeFT bezeichnen.

#### *Methodik*

In drei verschiedenen Rehabilitationsinstitutionen wurden 52 Patientinnen und Patienten für die Studie rekrutiert. Aus dem kardiologischen Operationszentrum Onassis in Athen (Griechenland) wurden 28 Patientinnen und Patienten in die Studie mit einbezogen, weitere 14 Patientinnen und Patienten durch das Universitätsspital Bern (Schweiz). Zehn Patientinnen und Patienten nahmen durch das belgische Herzzentrum in Hasselt an der Studie teil. Es wurden umfangreiche Ein- und Ausschlusskriterien für die Teilnehmenden als auch für die Institutionen definiert. Diese sind in der AICA Hilfstabelle im Anhang C ersichtlich.

Die 52 Teilnehmenden wurden randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Die Interventionsgruppe wurde als AT/IMT-Gruppe (n = 26) bezeichnet. Die Teilnehmenden der AT/IMT-Gruppe trainierten drei Mal pro Woche für 45 Minuten, bei 70-80 % der maximalen Herzfrequenz, auf dem Ergometer. Zusätzlich führten sie drei Mal pro Woche für 30 Minuten ein IMT mit dem TRAINAIR® durch - dies bei 60 % des  $SPI_{max}$ . Die AT/SHAM-Gruppe (n = 26) stellte die Kontrollgruppe dar. Sie führte die gleichen Trainingseinheiten wie die AT/IMT-Gruppe durch. Der einzige Unterschied bestand darin, dass sie das IMT bei 10 % des  $SPI_{max}$  durchführte. Alle IMT-Einheiten wurden unter

Supervision durchgeführt. Das Trainingsprogramm dauerte zwölf Wochen. Von den 52 Teilnehmenden schlossen 43 die Untersuchung vollständig ab (AT/IMT-Gruppe (n = 21); AT/SHAM-Gruppe (n = 22)).

Tabelle 5: Outcome-Variablen der Studie Adamopoulos et al. (2014)

Primäre Outcome-Variablen	Sekundäre Outcome-Variablen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Körperliche Leistungsfähigkeit (Herzfrequenz, <math>VO_{2peak}</math>, kardiopulmonaler Belastungstest CPET)</li> <li>- Dyspnoe (Borg Skala)</li> <li>- Inspiratorische Muskelkraft (<math>PI_{max}</math>)</li> <li>- Inspiratorische Muskelfunktionskapazität (<math>SPI_{max}</math>)</li> <li>- Lebensqualität (MLHFQ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LVEF (%), LV enddiastolisch (LVEDD, mm) und LV endsystolisch (LVESD, mm) (Echokardiographie)</li> <li>- Dynamische Lungenfunktion FVC und <math>FEV_1</math> (Spirometrie → gemessen vor jedem CPET)</li> <li>- Serumbiomarker für Entzündung und myokardialen Stress = C-reaktives Protein (CRP) und myokardialer Stress (NT-proBNP)</li> </ul>

### Ergebnisse

Im Folgenden werden nur Ergebnisse aufgeführt, welche für diese Arbeit relevant sind und einen Einfluss auf die Lebensqualität aufweisen.

Im direkten Gruppenvergleich wurde eine signifikante Verbesserung der MLHFQ-Werte zugunsten der AT/IMT-Gruppe ersichtlich ( $p < 0.001$ ). Gleichzeitig konnte für den MLHFQ eine signifikante Interaktion zwischen der Zeit und den Gruppen beobachtet werden ( $p = 0.01$ ). In den Analysen innerhalb der einzelnen Gruppen, zeigte sich eine signifikante Reduzierung des MLHFQ-Wertes in der AT/IMT-Gruppe. In der AT/SHAM-Gruppe reduzierten sich die Werte des MLHFQ ebenfalls, erreichten aber keine Signifikanz.

Weitere Resultate, welche sich nicht mit den MLHFQ-Werten beschäftigen, werden hier ebenfalls aufgeführt, darunter Faktoren, welche einen Einfluss auf die Lebensqualität haben können.

In der AT/IMT-Gruppe verbesserten sich die  $SPI_{max}$ - wie auch die  $PI_{max}$ -Werte signifikant. Wobei in der AT/SHAM-Gruppe sich nur die  $PI_{max}$ -Werte signifikant steigerten. Im direkten Gruppenvergleich zeigte sich eine signifikante Steigerung des  $SPI_{max}$  zugunsten der

AT/IMT-Gruppe. Gleichzeitig wurden für den  $SPI_{max}$  als auch für den  $PI_{max}$  signifikante Interaktionen zwischen der Zeit und den Gruppen ersichtlich.

Sowohl die AT/IMT-Gruppe als auch die AT/SHAM-Gruppe verbesserten den  $VO_{2peak}$  und die NYHA-Klassifikation. Es zeigten sich aber keine signifikanten Verbesserungen des kardiopulmonalen Belastungstests (CPET) oder des VE/ $VCO_2$ -Slopes. Jedoch war eine signifikante Verbesserung der Ventilation, der Dyspnoe, des respiratorischen Quotienten und der Trainingszeit in der AT/IMT-Gruppe ersichtlich.

### *Schlussfolgerung*

Die Kombination von IMT und Ausdauertraining führt zu einer Verbesserung der Lebensqualität, der Dyspnoe und der respiratorischen Muskelfunktion. Es zeigte sich aber keine signifikante Verbesserung der kardiopulmonalen Trainingsparameter. Diese Studie gibt einen Anstoss für die klinische Anwendung des IMT. Die Autorinnen und Autoren empfehlen weitere Studien durchzuführen, vor allem bei Patientinnen und Patienten mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz.

### *Würdigung*

Das RCT Studiendesign gehört zum Evidenzlevel Ib, was eine hohe externe Evidenz aufzeigt (Borgetto et al., 2007, zit. nach Antes, Bassler & Forster, 2003; Sackett et al., 1999). Sowohl für die Teilnehmenden als auch für die Institutionen wurden Ein- und Ausschlusskriterien definiert. Das Sample wurde nachvollziehbar beschrieben. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sind zufällig in eine Kontroll- und eine Interventionsgruppe eingeteilt worden. Es wurden keine signifikanten Abweichungen der Gruppen erkannt. In einer Subgruppenanalyse zeigten sich jedoch höhere  $VO_{2peak}$ -Ausgangswerte bei den Teilnehmenden aus Athen, im Vergleich zu jenen aus Bern. Die Autorinnen und Autoren sind sich über das eher kleine Sample bewusst. Die Verfasserinnen und Verfasser sind sich ihrer Bias im Klaren und diskutieren diese. Die Erhebungsinstrumente werden genau beschrieben. Hier gilt als kritisch zu betrachten, dass nicht alle Rehabilitationsinstitutionen die gleichen Erhebungsinstrumente verwendeten. Die Verfassenden beschreiben, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den Erhebungsverfahren vorhanden seien. Ob ein Signifikanzniveau vorab festgelegt wurde, ist nicht ersichtlich. Die Datenanalyseverfahren sind nachvollziehbar und zu den Variablen passend beschrieben (de With, 2017a; de With, 2017b). Einzig die Resultate der signifikanten Interaktionen zwischen der Zeit und den Gruppen sind in den

Tabellen nicht ersichtlich. Zur Erhebung des CRP und der Dyspnoe waren nur die Daten einer Subgruppe vorhanden, was die Verfassenden jedoch nicht begründeten. Obwohl die Autorinnen und Autoren die p-Werte des MLHFQ aufführten, ist nicht beschrieben, in welchen Kategorien sich diese verändert haben. Die Autorinnen und Autoren stufen ihre Studie als valide ein.

## 4.2. Studie von Winkelmann et al. (2009)

### *Titel*

Addition of inspiratory muscle training to aerobic training improves cardiorespiratory responses to exercise in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness

### *Ziel der Studie*

Anhand dieser Studie soll die Hypothese geprüft werden, dass die kardiorespiratorischen Reaktionen auf Bewegung bei Patientinnen und Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz sowie inspiratorischer Muskelschwäche durch die Kombination von IMT mit Ausdauertraining verbessert werden können.

### *Studiendesign*

Es wurde ein RCT Studiendesign gewählt.

### *Methodik*

Für die Studie wurden 209 Patientinnen und Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz gescreent. Anhand von vorab definierten Ein- und Ausschlusskriterien wurden 38 Teilnehmerinnen und Teilnehmer in die Studie eingeschlossen. Die definierten Ein- und Ausschlusskriterien sind im Anhang C in der AICA Hilfstabelle ersichtlich. Die 38 Teilnehmenden wurden zufällig in eine AE-Gruppe (n = 19) und eine A + IMT-Gruppe (n = 19) eingeteilt. Die AE-Gruppe stellte die Kontrollgruppe dar, die A + IMT-Gruppe die Interventionsgruppe. Beide Gruppen trainierten zwölf Wochen lang drei Mal pro Woche auf einem Ergometer. Jede Trainingseinheit beinhaltete fünf Minuten lang ein Warm-up und ein Cool-down. Um die Trainingsintensität zu definieren, wurde vorab ein kardiopulmonaler Ausdauerstest durchgeführt. In den ersten zwei Wochen trainierten die Teilnehmenden 20 Minuten lang auf dem gewünschten Intensitätsniveau. Anschliessend verlängerte sich die Trainingszeit alle zwei Wochen um fünf Minuten, bis eine Trainingszeit von 45 Minuten erreicht wurde. Die A + IMT-Gruppe führte zusätzlich täglich für 30 Minuten ein IMT mit dem Threshold Inspiratory Muscle Trainer durch - dies bei einer Intensität von 30 % des  $PI_{max}$ . Jede Woche wurde eine IMT Einheit unter Supervision durchgeführt. Die Verfassenden verzeichneten 14 Drop-Outs, so dass schliesslich von beiden Gruppen die Daten von je zwölf Teilnehmenden ausgewertet werden konnten.

Tabelle 6: Outcome-Variablen der Studie Winkelmann et al. (2009)

Primäre Outcome-Variablen	Sekundäre Outcome-Variablen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>VO_{2peak}</math></li> <li>- Inspiratorische Muskelkraft (<math>PI_{max}</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lebensqualität (MLHFQ)</li> <li>- Submaximale funktionelle Kapazität → 6-Minuten-Gehtest</li> <li>- Exspiratorische Muskelkraft (<math>PE_{max}</math>)</li> <li>- Inspiratorische Muskelausdauer (<math>Pth_{max}</math>)</li> <li>- <math>VE/VCO_2</math></li> <li>- Andere kardiopulmonale Parameter</li> </ul>

### Ergebnisse

Im Folgenden werden nur Ergebnisse aufgeführt, welche für diese Arbeit relevant sind und einen Einfluss auf die Lebensqualität haben.

Beide Gruppen verbesserten die MLHFQ-Werte auf ähnliche Weise. Keine der Gruppen erreichte jedoch ein signifikantes Ergebnis (p-Wert nicht klar ersichtlich).

Weitere Resultate, welche sich nicht mit den MLHFQ-Werten beschäftigen, wurden in dieser Studie ebenfalls aufgeführt, darunter Faktoren, welche einen Einfluss auf die Lebensqualität haben können.

Die Ergebnisse des 6-Minuten-Gehtests verbesserten sich sowohl in der AE-Gruppe als auch in der A + IMT-Gruppe. Die Verbesserungen erreichten aber keine Signifikanz. Beide Gruppen zeigten jedoch signifikante Verbesserungen des  $PI_{max}$ . Die AE-Gruppe verzeichnete einen Zuwachs von 72 %, die A + IMT-Gruppe von 110 %. Der Zuwachs der A + IMT-Gruppe war signifikant höher als jener der AE-Gruppe.

Die A + IMT-Gruppe erreichte im Vergleich zur AE-Gruppe auch signifikant höhere Verbesserungen des  $Pth_{max}$ ,  $Pth/PI_{max}$  und des  $PE_{max}$ . Der  $VO_{2peak}$  verbesserte sich in der AE-Gruppe um 21%, in der A + IMT-Gruppe um 40 %. Die Verbesserung war somit in der A + IMT-Gruppe signifikant höher als in der AE-Gruppe. Die  $VE/VCO_2$ -Slope erhöhte sich in der A + IMT-Gruppe im Vergleich zur AE-Gruppe signifikant.

### *Schlussfolgerung*

Die Studie zeigt, dass Herzinsuffizienzbetreffende mit einer inspiratorischen Muskelschwäche von der Kombination des Ausdauertrainings und des IMT profitieren können. Aufgrund des kleinen Samples ist die klinische Signifikanz jedoch nicht klar. Die Autorinnen und Autoren empfehlen weitere Studien mit grösseren Samples.

### *Würdigung*

Das gewählte RCT Studiendesign entspricht dem Evidenzlevel Ib (Borgetto et al., 2007, zit. nach Antes, Bassler & Forster, 2003; Sackett et al., 1999), was eine hohe externe Evidenz besagt. Für das Sample wurden vorab Ein- und Ausschlusskriterien formuliert. Hierbei ist anzufügen, dass die NYHA-Klassifikation nicht in den Kriterien enthalten ist. Die Stichprobengrösse sowie die zu erwartende Drop-Out Rate wurden definiert. Die Stichproben zeigten keine signifikanten Abweichungen. Die Autorinnen und Autoren sind sich bewusst, dass die Stichprobengrösse klein ist. Sie beschrieben, dass, aufgrund des kleinen Samples, ein Type I Error nicht ausgeschlossen werden kann. In der Methodik ist nicht klar ersichtlich, wo und wie die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Studie rekrutiert worden sind. Es ist zwar beschrieben, dass sie randomisiert in die beiden Gruppen eingeteilt wurden – jedoch sind zur Randomisierung keine genaueren Angaben vorhanden. Zudem sind die Datenerhebung und die Datenanalyse nicht vollumfänglich nachvollziehbar beschrieben. Weiter wurden Signifikanzniveaus definiert ( $p < 0.05$  /  $p \leq 0.05$  /  $p < 0.001$ ), zur Reliabilität oder Validität der Messverfahren und der Messinstrumente wurden jedoch keine Aussagen gemacht. Die Datenniveaus der Variablen passen zu den Datenanalyseverfahren (Holmes, Moody & Dine, 2011; de With, 2017a; de With, 2017b). Die Ergebnisse und die Datenanalyseverfahren wurden zum Teil in Tabellen aufgelistet, jedoch lassen sich nicht alle Datenanalyseverfahren in den Tabellen finden. Auch die eingeschränkte Transparenz der MLHFQ-Werte ist zu erwähnen. Beispielsweise ist nicht nachvollziehbar, in welchen Kategorien des MLHFQ sich die Werte veränderten. Des Weiteren sind die MLHFQ p-Werte nicht vollständig ersichtlich. Im Allgemeinen werden Verzerrungen nur in Bezug auf das kleine Sample erwähnt.

### 4.3. Studie von Mello et al. (2012)

#### *Titel*

Inspiratory Muscle Training Reduces Sympathetic Nervous Activity and Improves Inspiratory Muscle Weakness and Quality of Life in Patients with Chronic Heart Failure

#### *Ziel der Studie*

Das Ziel der Studie ist das Erfassen der Auswirkungen des inspiratorischen Muskeltrainings auf die kardiale, autonome Modulation und die periphere, sympathische Nervenaktivität bei Patientinnen und Patienten, welche an einer Herzinsuffizienz leiden.

#### *Studiendesign*

Die Autorinnen und Autoren beschreiben, dass eine parallel prospektive, kontrollierte und klinische Studie durchgeführt wurde.

#### *Methodik*

Durch die vorab festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien wurden 27 Probandinnen und Probanden, welche an einer chronischen Herzinsuffizienz leiden, aus dem Herzzentrum (InCor), der medizinischen Schule und Universität São Paulo, in die Studie eingeschlossen. Die expliziten Kriterien sind in der AICA Hilfstabelle im Anhang C ersichtlich. Die Teilnehmenden wurden sequentiell in eine Kontrollgruppe (n = 12) und eine IMT-Gruppe (n = 15) eingeteilt. Das IMT wurde mit einem inspiratorischen Treshold, für 30 Minuten, sieben Mal in der Woche, in einem Zeitraum von zwölf Wochen, durchgeführt. Der  $PI_{max}$  in Ruhe wurde wöchentlich um 30 % erhöht. Nach einem Training unter Supervision, führten die Patientinnen und Patienten anschliessend das Training selbstständig zu Hause durch. Die Autorinnen und Autoren berichteten über keine Drop-Outs. Die Kontrollgruppe führte während dieser Zeit keine Interventionen durch.

In der folgenden Tabelle sind die primären Outcome-Variablen aufgelistet. Die Autorinnen und Autoren definierten keine sekundären Outcome-Variablen.

Tabelle 7: Outcome-Variablen der Studie Mello et al. (2012)

<b>Primäre Outcome-Variablen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionsfähigkeit, die durch kardiopulmonale Belastungstests bewertet wurde</li> <li>- MSNA</li> <li>- Herzfrequenzvariabilität</li> <li>- Lebensqualität</li> </ul>

### *Ergebnisse*

Im Folgenden werden nur Ergebnisse aufgeführt, die für diese Arbeit relevant sind und einen Einfluss auf die Lebensqualität haben.

Die Lebensqualität, welche mit den MLHFQ-Werten gemessen wurde, konnte in den globalen sowie physischen Aspekten im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant verbessert werden. Der genaue p-Wert der Verbesserung wurde jedoch nicht genannt. Die Werte der Kontrollgruppe veränderten sich über die zwölf Wochen nicht signifikant. Die Werte der Interventionsgruppe lagen, im Vergleich zu jenen der Kontrollgruppe, signifikant tiefer.

Weitere Resultate, welche sich nicht mit den MLHFQ-Werten beschäftigen, werden ebenfalls aufgeführt, darunter Faktoren, welche einen Einfluss auf die Lebensqualität haben können.

Die IMT-Gruppe wies eine signifikante Erhöhung des  $PI_{max}$  und des  $VO_{2peak}$  auf. Wobei der Wert des  $VE/VCO_2$ , im Vergleich zur Kontrollgruppe, signifikant gesunken ist. Die Kontrollgruppe weist keine signifikante Veränderung des  $PI_{max}$ ,  $VO_{2peak}$  und  $VE/VCO_2$  auf.

In der IMT-Gruppe konnte eine signifikante Reduzierung der Frequenz und Häufigkeit der muskuläre, sympathische Nervenaktivität (MSNA) erzielt werden.

### *Schlussfolgerung*

Aufgrund der signifikanten Veränderungen, welche die Studie offenlegt, kann belegt werden, dass das IMT bei Patientinnen und Patienten zur Verbesserung der oben genannten Werte führt. Es wird jedoch nicht erwähnt, ob die Teilnehmenden zusätzlich

noch ein kardiologisches Ausdauertraining durchführten. Die Autorinnen und Autoren empfehlen, die Studie mit einer grösseren Stichprobe sowie während einer längeren Zeitperiode durchzuführen.

### *Würdigung*

Es wurde eine parallel prospektive, kontrollierte und klinische Studie durchgeführt. Das verwendete Studiendesign ist dem Evidenzlevel IIa zuzuordnen. Die externe Evidenz nimmt im Vergleich zum Level Ib ab (Borgetto et al., 2007, zit. nach Antes, Bassler & Forster, 2003; Sackett et al., 1999). Zu Beginn wurden Ein- und Ausschlusskriterien für das Sample festgelegt, um möglichst homogene Gruppen generieren zu können. Die beiden Stichproben wiesen im Vergleich keine signifikanten Abweichungen auf und es wurden in der Studie auch keine Drop-Outs beschrieben. Jedoch ist in der Tabelle 3 der Studie ersichtlich, dass in der Kontrollgruppe elf Personen und in der Interventionsgruppe 14 Personen die Testung der Herzvariabilität durchgeführt haben, was darauf schliessen lässt, dass zwei Teilnehmende diese Testung nicht vollzogen haben. Die restlichen Posttests wurden von allen durchgeführt. Die Autorinnen und Autoren schätzten die Stichprobengrösse auf mindestens 15 Teilnehmende pro Gruppe. Mit 27 Probandinnen und Probanden waren sie sich dem kleinen Sample bewusst und werteten dies als Limitation. Sie legten ein Signifikanzniveau von  $p < 0.05$  fest.

In der Methodik ist beschrieben, dass die Patientinnen und Patienten aus der Bluthochdruckabteilung des Herzzentrums (InCor), der medizinischen Fakultät der Universität in São Paulo, rekrutiert wurden. Die Autorinnen und Autoren der Studie äussern sich nicht zur Einteilung der Teilnehmenden in die Interventions- und in die Kontrollgruppe. Die Datenerhebungen und die verwendeten Messverfahren sind ausführlich und nachvollziehbar beschrieben. Die Validität und die Reliabilität der Messverfahren wurden jedoch nicht aufgeführt.

Die Datenanalyseverfahren sind den Datenniveaus der Variablen angemessen und die Ergebnisse wurden in den Tabellen der Studie nachvollziehbar dargestellt. Die Autorinnen und Autoren diskutierten mögliche Verzerrungen aufgrund des kleinen Samples sowie den Einschluss von Bluthochdruck als Nebenerkrankung. Um dies zu umgehen, empfehlen sie, Patientinnen und Patienten mit linksventrikulärer Dysfunktion miteinzuschliessen sowie eine grössere Stichprobengrösse anzustreben.

#### **4.4. Studie von Marco et al. (2013)**

##### *Titel*

High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: A prospective randomized trial

##### *Ziel der Studie*

Die Studie belegt den Effekt, die Machbarkeit und die Sicherheit eines vierwöchigen, hochintensiven IMT (hi-IMT) bei chronisch herzinsuffizienten Patientinnen und Patienten.

##### *Studiendesign*

Es wurde ein double blind RCT Design angewendet.

##### *Methodik*

Durch das Berücksichtigen der Ein- und Ausschlusskriterien wurden 22 Teilnehmende in die Studie aufgenommen. Diese wurden mit einem Zufallsprinzip in die hi-IMT-Gruppe (n = 11) und Schein-IMT-Gruppe (n = 11) eingeteilt. Die Auflistung der genauen Ein- und Ausschlusskriterien können in der AICA Hilfstabelle im Anhang C gefunden werden. Die Teilnehmenden wurden aufgefordert, ein Tempo von 15-20 Atemzüge/Minute aufrecht zu erhalten. In der hi-IMT-Gruppe wurde der Widerstand wöchentlich an den  $PI_{max}$  angepasst. Dabei sollten die Teilnehmenden maximal zehn aufeinanderfolgende Wiederholungen (10 RM) durchführen können. Somit konnte eine Trainingsintensität von 100 % gewährleistet werden. Die Schein-IMT-Gruppe begann die Belastung bei 10 cm H<sub>2</sub>O. Diese wurde wöchentlich um 2,5 cm H<sub>2</sub>O erhöht. Beide Gruppen führten die Intervention während vier Wochen, an sieben Tagen die Woche, zweimal täglich, als zehn Wiederholungen in fünf Serien, durch. Die Regenerationszeit zwischen den Serien betrug eine bis zwei Minuten. Die Probandinnen und Probanden führten das IMT mit dem Prototypen Orygen-Dual-Valve® durch. Einmal in der Woche absolvierten die Patientinnen und Patienten das Training unter Supervision. Marco et al. (2013) erwähnen, dass die Teilnehmenden in ein multidisziplinäres Herzinsuffizienzprogramm integriert waren. Was dies alles beinhaltete, wird jedoch nicht genauer erklärt. Die primären Outcomes sowie ihre Messverfahren sind in der untenstehenden Tabelle ersichtlich. Die Autorinnen und Autoren definierten keine sekundären Outcome-Variablen.

Tabelle 8: Outcome-Variablen der Studie Marco et al. (2013)

Primäre Outcome-Variablen	Messungen
Effektivität	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspiratorische Muskelkraft</li> <li>- Inspiratorische Muskelausdauer</li> <li>- Dyspnoe (MMRC)</li> <li>- Lebensqualität (MLHFQ)</li> <li>- Blutbiomarker</li> </ul>
Machbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technik: Ist das Personal geschult, um das neue Trainingsschema anzuwenden?</li> <li>- Ökonomie: Sind die Trainingskosten akzeptabel?</li> <li>- Legalität: Ist die Behandlung legal?</li> <li>- Funktion: Löst die Behandlung ein klinisches Problem?</li> <li>- Planung: Ist die dafür verwendete Zeit angemessen, um eine Wirksamkeit zu erreichen?</li> </ul>
Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachteilige Auswirkungen</li> <li>- Akzeptanz der Patientinnen und Patienten</li> <li>- Veränderungen der chronischen Krankheitsbiomarker</li> </ul>

*Ergebnisse*

Im Folgenden werden nur Ergebnisse aufgeführt, welche für diese Arbeit relevant sind und einen Einfluss auf die Lebensqualität haben.

Mit dem MLHFQ und dem SF-36 konnte in der vierwöchigen Intervention keine Veränderung aufgezeigt werden.

Weitere Faktoren, welche einen Einfluss auf die Lebensqualität haben können, werden nachfolgend aufgeführt.

Im Vergleich zur Kontrollgruppe wurde von der Interventionsgruppe eine signifikante Verbesserung des  $PI_{max}$  erreicht. Zudem konnten die Autorinnen und Autoren einen direkten Zusammenhang zwischen dem  $PI_{max}$  und dem FVC feststellen. Eine weitere signifikante Beziehung liess sich aus dem  $PI_{max}$  und der Muskelausdauer ermitteln und auch bei der Dyspnoe Einstufung konnte eine signifikante Verbesserung dargelegt werden.

### *Schlussfolgerung*

Die Auswertung der Studie zeigt auf, dass das IMT keinen Einfluss auf die Lebensqualität hat. Die Autorinnen und Autoren der Studie erklären dieses Resultat mit den vorbestehenden, hohen MLHFQ-Werten. Weiter empfehlen sie, eine zukünftige Studie mit symptomatischeren Patientinnen und Patienten durchzuführen. Mit den anderen Resultaten zeigen sie auf, dass Patientinnen und Patienten, welche an einer chronischen Herzinsuffizienz leiden, von einem hi-IMT profitieren. Die Autorinnen und Autoren erläutern nicht, welches kardiologische Ausdauertraining die Probandinnen und Probanden zusätzlich absolvierten. Das Sample der Durchführung sowie die Zeitspanne waren sehr klein, weshalb die Autorinnen und Autoren empfehlen, eine grössere Stichprobe zu generalisieren sowie die Zeitperiode zu verlängern.

### *Würdigung*

Das gewählte RCT Studiendesign besagt eine hohe externe Evidenz, was dem Evidenzlevel Ib entspricht (Borgetto et al., 2007, zit. nach Antes, Bassler & Forster, 2003; Sackett et al., 1999). Die Probandinnen und Probanden, welche bereits an einem multidisziplinärem Herzinsuffizienzprogramm in einer Universitätsklinik in Barcelona, Spanien, teilnehmen, wurden für die Studie rekrutiert. Die Autorinnen und Autoren gehen jedoch nicht weiter darauf ein, was dieses Programm beinhaltet und ob dieses während der Studie weitergeführt wurde. Für das Sample wurden detaillierte Ein- und Ausschlusskriterien formuliert sowie die Stichprobengrösse definiert. Sie halten fest, dass es keine Drop-Outs gab. Die Autorinnen und Autoren der Studie sind sich bewusst, dass die Stichprobengrösse von 22 Teilnehmenden klein ist.

Die Datenerhebung wurde detailliert erklärt und ist nachvollziehbar. Es wurde ein Signifikanzniveau von  $p \leq 0.05$  festgelegt.

Auf die Validität der Messinstrumente gehen die Autorinnen und Autoren nicht weiter ein. Die klinische Beurteilung wurde jedoch immer von demselben Arzt oder derselben Ärztin durchgeführt, was die Zuverlässigkeit der klinischen Untersuchung steigert. Zusätzlich weisen die Autorinnen und Autoren darauf hin, dass der MLHFQ für die spanische Bevölkerung validiert wurde und erwähnen im Diskussionsteil, dass der Orygen-Dual-Valve® in dieser Studie das erste Mal verwendet wurde. Die Funktionsweise des Trainingsgerätes wird durch die Autorinnen und Autoren beschrieben, wobei sie jedoch keine Aussage über die Validität des Gerätes machen.

Die Datenanalyseverfahren passen zu den Datenniveaus der Variablen, jedoch werden in den Tabellen nicht alle Ergebnisse aufgeführt. Der MLHFQ wird beispielsweise nur schriftlich erklärt, wobei diese Beschreibung sich darauf zu erwähnen beschränkt, dass keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden konnten. Es fehlt jedoch der Hinweis darauf, ob sich die Werte tendenziell verbessert oder verschlechtert haben. Die Autorinnen und Autoren diskutierten, dass es bereits in der Vorselektion der Teilnehmenden zu Verzerrungen gekommen sei, da nicht alle an einem ambulanten Rehabilitationsprogramm teilnehmen konnten oder überwiesen wurden. Nachfolgend wurden keine weiteren Verzerrungen diskutiert.

## 5. Diskussion

### 5.1. Kritische Beurteilung

Für die Nachvollziehbarkeit der Trainingsintensität bei der Kontroll- und der Interventionsgruppe wurde im Anhang E eine Tabelle erstellt.

#### 5.1.1. AICA-Hilfstabelle

Drei der verwendeten Studien weisen ein RCT Studiendesign auf. Einzig die Studie von Mello et al. (2012) verwendete ein parallel prospektives, kontrolliertes und klinisches Studiendesign.

Alle verwendeten Stichproben wurden mit Hilfe von Ein- und Ausschlusskriterien ermittelt. In drei Studien wurde die NYHA-Klassifikation als Einschlusskriterium festgelegt. Marco et al. (2013) und Adamopoulos et al. (2014) schlossen die NYHA-Klassifikation II-III ein, wobei Mello et al. (2012) nur das Stadium II einbezogen hat. Winkelmann et al. (2009) definierten diese nicht. In allen Studien gelten pulmonale Vorerkrankungen als Ausschlusskriterium. In der Studie von Marco et al. (2013) wird im Diskussionsteil trotzdem über den Einschluss von Probandinnen und Probanden mit COPD gesprochen.

Die Stichprobengröße wurde in allen vier Studien als eher klein eingestuft. In Winkelmann et al. (2009) und Adamopoulos et al. (2014) gab es Drop-Outs, welche von den Autorinnen und Autoren begründet wurden. In der Studie von Mello et al. (2012) wurden keine Drop-Outs angegeben. In der Tabelle 3 der Studie wurde jedoch in der Kontrollgruppe sowie in der IMT-Gruppe eine Person weniger aufgeführt. Alle anderen Resultattabellen der Studie sind vollständig. Dies lässt darauf schliessen, dass die Untersuchung der Herzratenvariabilität nicht alle Personen durchgeführt haben. Ein Drop-Out von zwei Probandinnen und Probanden lässt sich deshalb nicht ausschliessen. Adamopoulos et al. (2014) führten die Datenevaluation der Dyspnoe und CRP einzig in einer Subgruppe durch. Die Autorinnen und Autoren gaben dazu keine Begründung ab.

Winkelmann et al. (2009), Mello et al. (2012) und Marco et al. (2013) hatten eine sample size calculation durchgeführt. Winkelmann et al. (2009), Adamopoulos et al. (2014) und Marco et al. (2013) hatten zudem eine Randomisierung durchgeführt. Die genaue

Rekrutierung der Studienteilnehmenden wurde nur in der Studie von Adamopoulos et al. (2014) beschrieben.

Die Studie von Adamopoulos et al. (2014) wurde in drei Ländern durchgeführt. Dies erhöht die Übertragbarkeit der Studie auf andere Populationen.

In allen vier Studien wurden die Messverfahren genau beschrieben, dabei wurde aber nicht darauf eingegangen, ob diese valide und reliabel sind. Adamopoulos et al. (2014) äusserten, dass nicht in allen Rehabilitationszentren die gleichen Messinstrumente verwendet wurden. Obwohl die Autorinnen und Autoren aller vier Studien keine Aussage bezüglich der Reliabilität des MLHFQ machten, kann aufgrund des Kapitels 2.8 dieser Arbeit die Validität bestätigt werden.

Die Testungen für die statistische Analyse wurde bei Adamopoulos et al. (2014) in Textform beschrieben und spiegelt sich in den Tabellen wieder. Bei Marco et al. (2013), Winkelmann et al. (2009) und Mello et al. (2012) spiegeln sich nicht alle Testungen in den Tabellen wieder. Mello et al. (2012) verwendeten den Student-Newman-Keuls Test, welcher weniger konservativ als eine Bonferroni-Korrektur ist. In dieser Studie kann dieser Test jedoch gut akzeptiert werden. Die sonstigen statistischen Analyseverfahren aller Studien sind angemessen (de With, 2017a; de With, 2017b; Janssen & Laatz, 2003; Mayer, 2002).

Alle vier Studien wurden von einem Ethikkomitee genehmigt.

### **5.1.2. PEDro-Skala**

Die Studien von Adamopoulos et al. (2014) und Winkelmann et al. (2009) erreichten jeweils 5 von 10 Punkten auf der PEDro-Skala. In beiden Studien war, aus Sicht der Autorinnen dieser Arbeit, die Verblindung der Teilnehmenden sowie den Therapeutinnen und Therapeuten, wie auch den Untersuchenden nicht ausreichend ersichtlich, was auch die verlangte verborgene Zuordnung zu den Gruppen betrifft. Ausserdem ist im Kriterium acht definiert, dass bei mindestens 85 % der ursprünglich den beiden Gruppen zugeordneten Teilnehmenden zumindest einen zentralen Outcome gemessen werden soll. Dies haben beide Studien nicht erfüllt.

Die Studie von Mello et al. (2012) erreichte in der PEDro-Skala einen Wert von 6 von 10 Punkten. Aus Sicht der Autorinnen dieser Arbeit, ist in dieser Studie die Zuteilung der

Gruppen zu wenig ersichtlich, wodurch nicht gesagt werden kann, ob die Zuteilung randomisiert geschah. Zusätzlich ist nicht ersichtlich, ob die Therapeutinnen und Therapeuten sowie die Patientinnen und Patienten verblindet waren. Sie hätten deshalb die Möglichkeit gehabt, die Gruppenzuordnung herausfinden zu können. Das Kriterium acht wurde wie in den Studien von Adampopoulos et al. (2014) und Winkelmann et al. (2009) nicht erreicht.

Die Studie von Marco et al. (2013) erfüllte 9 von 10 Punkten in der PEDro-Skala. Diese Studie benennt als einzige, dass die Ärztinnen und Ärzte sowie die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Zuteilung zur Gruppe nicht kannten. Die Intervention wurde jedoch mit Unterstützung von Supervision durch Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten durchgeführt. Es ist anzunehmen, dass es diesen möglich war, die Teilnehmenden bewusst oder unbewusst einer Gruppe zuzuordnen.

## **5.2. Bezug zur Fragestellung**

Die Fragestellung: "Welchen Einfluss hat die Integration eines inspiratorischen Muskeltrainings (IMT) in der Rehabilitation von Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten in Bezug auf die Lebensqualität?", wurde zu Beginn dieser Arbeit in Kapitel 1.1. formuliert. In diesem Kapitel werden nun die wichtigsten Outcomeparameter und die zu beachtenden Limitationen der Studie, in Bezug auf die Fragestellung aufgezeigt.

### **5.2.1. Limitationen der Studien**

Wie schon erwähnt, weisen alle Studien ein kleines Sample auf. Alle Autorinnen und Autoren empfehlen, weitere Studien mit einer grösseren Stichprobe durchzuführen. Winkelmann et al. (2009) äusserten sich, aufgrund des kleinen Samples, kritisch bezüglich der Übertragbarkeit ihrer Ergebnisse. Mello et al. (2012) gaben zudem die Untersuchungszeit von zwölf Wochen als Limitation an, da durch diese eher kurze Zeitspanne keine Langzeitauswirkung bestimmt werden kann. Zudem äusserten Mello et al. (2012), dass die Hypertonie als Ausschlusskriterium mit einbezogen werden und die linksventrikuläre Dysfunktion als Einschlusskriterium gelten sollte. Marco et al. (2013) gaben die, vor Studienbeginn bereits hohen, MLHFQ-Basiswerte als Limitation an. Zudem sollten ihrer Meinung nach mehr symptomatische Patientinnen und Patienten einbezogen

werden, um eine Verbesserung der Lebensqualität untersuchen zu können. Adamopoulos et al. (2014) führten ihre Untersuchungen in drei verschiedenen Ländern durch, was zwar die Übertragbarkeit erhöht, jedoch aber die Standardisierung erschwert. Dies zeigte sich einerseits in den unterschiedlichen Erhebungsinstrumenten der verschiedenen Rehabilitationsinstitutionen und andererseits in den höheren Basiswerten des  $VO_{2peak}$  von Athen im Vergleich zu Bern.

### 5.2.2. Outcomeparameter

Die für diese Arbeit wichtigsten Outcomeparameter werden hier nachfolgend genauer erläutert. Aufgrund des RCT Studiendesigns, welches das Evidenzlevel Ib (Borgetto et al., 2007, zit. nach Antes, Bassler & Forster, 2003; Sackett et al., 1999) erreicht, können die Studien von Adamopoulos et al. (2014), Winkelmann et al. (2009) und Marco et al. (2013) höher gewichtet werden, als die Studie von Mello et al. (2012), die das Evidenzlevel IIa (Borgetto et al., 2007, zit. nach Antes, Bassler & Forster, 2003; Sackett et al., 1999) erreicht. Marco et al. (2013) erreichten in der PEDro-Skala die höchste Punktzahl mit 9 von 10 Punkten. Die Studien von Adamopoulos et al. (2014) und Winkelmann et al. (2009) erzielten 5 von 10 Punkten und Mello et al. (2012) 6 von 10 Punkten auf der PEDro-Skala. Die Transparenz der MLHFQ-Werte ist in allen Studien eingeschränkt. Adamopoulos et al. (2014) führten die p-Werte des MLHFQ auf, was Winkelmann et al. (2009), Mello et al. (2012) und Marco et al. (2013) nicht machten. Winkelmann et al. (2009) definierten das NYHA-Stadium nicht, was als eine Limitierung der Studie zu werten ist. Marco et al. (2013) konnten bei Teilnehmenden Auffälligkeiten in der Spirometrie feststellen, welche auf eine COPD Erkrankung hindeuteten. Sie schlossen jedoch diese Probandinnen und Probanden nicht aus. Aufgrund der soeben beschriebenen Outcomeparameter gewichten die Autorinnen dieser Arbeit die Studie von Adamopoulos et al. (2014) am höchsten und legen diese als Hauptstudie dieser Arbeit fest.

In allen vier Studien wurde der MLHFQ für die Ermittlung der Lebensqualität verwendet. Dabei wurde bei Mello et al. (2012) eine signifikante Reduzierung der physischen und globalen Werte der Lebensqualität erreicht, was auf eine Verbesserung der Lebensqualität hinweist. Auch die Studie von Adamopoulos et al. (2014) beschreibt eine signifikante Reduzierung der MLHFQ-Werte bei der Interventionsgruppe. Winkelmann et al. (2009) wie auch Marco et al. (2013) konnten keine signifikanten Veränderungen der MLHFQ-Werte

feststellen. Marco et al. (2013) werteten zusätzlich den SF-36 Fragebogen zur Bestimmung der Lebensqualität aus, konnten jedoch auch bei diesem keine signifikanten Veränderungen feststellen. Winkelmann et al. (2009) beschrieben, dass auch, wenn keine signifikante Reduzierung erzielt werden konnte, sich der MLHFQ-Score, sowohl in der Kontroll- als auch in der Interventionsgruppe, verbesserte. Auch in der Studie von Adamopoulos et al. (2014) verbesserten sich die MLHFQ-Werte in der Kontrollgruppe, erreichten aber keine Signifikanz.

Marco et al. (2013) verwendeten die MMRC Dyspnoe Skala. Sie konnten in der Interventionsgruppe eine signifikante Verbesserung der Dyspnoe feststellen. Auch Adamopoulos et al. (2014) verzeichneten signifikante Verbesserungen der Dyspnoe, gemessen an der Borg Skala.

In allen vier Studien wurde der  $PI_{max}$  als primärer Outcomeparameter untersucht, wobei dieser mit Hilfe eines Druckmessgerätes ermittelt wurde. In den Studien von Marco et al. (2013) und Mello et al. (2012) wurde der höchste Wert von drei Versuchen als  $PI_{max}$  definiert. Adamopoulos et al. (2014) führten je drei Versuche an zwei Tagen durch, um die Basiswerte zu definieren. Winkelmann et al. (2009) beschrieben ihr Testvorgehen nicht. In allen Studien wurde in der Interventionsgruppe eine signifikante Erhöhung des  $PI_{max}$  erreicht. Adamopoulos et al. (2014) verzeichneten in der Interventionsgruppe, nicht aber in der Kontrollgruppe, eine signifikante Erhöhung des  $SPI_{max}$ . In den Studien von Adamopoulos et al. (2014) und von Winkelmann et al. (2009) zeigten sich auch in den Kontrollgruppen signifikant verbesserte  $PI_{max}$ -Werte.

Mello et al. (2012) untersuchten den  $VO_{2peak}$  durch einen Belastungstest auf dem Veloergometer. Dabei wurde der Widerstand alle drei Minuten um 15 - 30 Watt erhöht, bei 60 U/min. Zusätzlich wurde alle zehn Sekunden die Beziehung zwischen der Ventilation und dem Kohlenstoffdioxidwertes, welcher in l/min gemessen wurde, ermittelt. In der Interventionsgruppe wurde der  $VO_{2peak}$  signifikant erhöht, wobei der Wert des  $VE/VCO_2$  signifikant sank. Winkelmann et al. (2009) kamen in Bezug auf den  $VO_{2peak}$  und den  $VE/VCO_2$ -Slope auf dieselben Resultate wie Mello et al. (2012). Adamopoulos et al. (2014) beschreiben eine signifikante Verbesserung des  $VO_{2peak}$  in beiden Gruppen, aber keine signifikanten Veränderungen des  $VE/VCO_2$ -Slopes. Winkelmann et al. (2009) erfassten die genannten Werte während einem Belastungstests auf dem Ergometer. In der Studie von

Adamopoulos et al. (2014) führten die Teilnehmenden einen CPET zur Datengewinnung durch.

In der Studie von Mello et al. (2012) wird die Hyperaktivität des Sympathikus bei Patientinnen und Patienten beschrieben. Sie äussern, dass es dabei zu einer Vasokonstriktion der Blutgefässe kommt und dies zu einer Unterversorgung der Atemmuskulatur und Skelettmuskulatur führt. Die MSNA wurde direkt im N. Peroneus, mit Hilfe von Wolfram-Mikroelektroden, gemessen. Durch das IMT konnte eine signifikante Reduzierung der Frequenz und Häufigkeit der MSNA erzielt werden.

Bei der Studie von Adamopoulos et al. (2014) wurde in beiden Gruppen eine Verbesserung der NYHA-Klassifikation erreicht. Die Trainingszeit hatte sich jedoch nur in der Interventionsgruppe gesteigert.

### 5.3. Transfer in die Praxis

In allen vier Studien hat es verbesserte oder unveränderte MLHFQ-Werte gegeben. Marco et al. (2013) konnten keine Verbesserung der Lebensqualität feststellen, wobei aber zu bedenken ist, dass die Studie nur während vier Wochen durchgeführt wurde. Zusätzlich äussern die Autorinnen und Autoren dieser Studie, dass die Basiswerte des MLHFQ tief und daher zu wenig symptomatisch waren.

In den anderen drei Studien dauerte die Intervention zwölf Wochen. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Intervention über eine längere Zeitperiode durchgeführt werden sollte, um eine Verbesserung zu erzielen und festzustellen. Marco et al. (2013) nehmen an, dass vor allem symptomatische Teilnehmende von einem IMT, in Bezug auf die Lebensqualität, profitieren.

Durch das IMT wurden in allen vier Studien die Ergebnisse der inspiratorischen Muskelkraft verbessert. Marco et al. (2013) äussern, dass ein high- sowie ein low-intensity-IMT eine Verbesserung zur Folge hat. Bei einem high-intensity-IMT (80 % des  $PI_{max}$ ) wird die Verbesserung zeitnaher erzielt. Winkelmann et al. (2009) haben mit einem  $PI_{max}$  von 30 % trainiert und erzielten eine Verbesserung der Lebensqualität, wenn auch keine signifikante Steigerung erreicht wurde. Adamopoulos et al. (2014) führten das Training mit 60 % in der IMT-Gruppe und in der Kontrollgruppe mit 10 % des  $SPI_{max}$  durch. Sie erzielten nur in der Interventionsgruppe ein signifikantes Ergebnis. Der Vergleich dieser beiden Studien zeigt, dass man einen hohen Prozentsatz des  $PI_{max}$  für das Training verwenden muss, damit eine signifikante Verbesserung erzielt werden kann. Die MSNA Frequenz und die Häufigkeit konnte laut Mello et al. (2012) reduziert werden, wodurch der Metaboreflex verringert wurde. Marco et al. (2013) und Adamopoulos et al. (2014) erwähnen die signifikante Reduktion der Dyspnoe. Adamopoulos et al. (2014) weisen darauf hin, dass die Symptome durch das IMT reduziert werden und dies somit nicht nur eine Verbesserung der Lebensqualität mit sich bringt, sondern auch der Alltagsaktivität. Dies zeigt die Indikation des IMT in der Herzrehabilitation.

Das IMT gehört an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften im Studiengang Physiotherapie zur Grundausbildung. Die IMT Devices sind laut Marco et al. (2013) kostengünstig. Wichtig ist, dass die Patientinnen und Patienten die Durchführung des Trainings mindestens einmal wöchentlich unter Supervision absolvieren. Dabei kann der Widerstand angepasst und allenfalls die Trainingsausführung korrigiert werden. Die

Handhabung ist grundsätzlich einfach und kann deshalb gut zu Hause durchgeführt werden. Das IMT soll primär von einer Fachperson instruiert und zu Beginn supervidiert werden. Standardisierte Assessments sind wichtig, um repräsentative Ergebnisse zu erzielen.

Wie im Kapitel 2.8. dieser Arbeit beschrieben, wird für die Verwendung des MLHFQ eine Lizenz benötigt. Im Alltag könnte alternativ der HeartQoL Fragebogen verwendet werden. Dieser ist kostenlos (European Society of Cardiology, 2018) und in deutscher Sprache erhältlich (Oldridge et al., 2012). Gemäss Oldridge et al. (2012), kann der HeartQoL bei Herzinsuffizienz betroffenen angewendet werden und ist valide sowie reliabel.

#### **5.4. Empfehlungen für weiterführende Studien**

Für weitere Studien empfehlen die Autorinnen dieser Arbeit eine Evaluation der Dosierung des IMT. Es sollen die Intensität des IMT (Prozentsatz des  $PI_{max}/SPI_{max}$ ), die durchzuführenden Trainingsintervalle pro Woche und die Wiederholungsanzahl festgelegt werden. Des Weiteren sollen Dosierungsrichtlinien für die verschiedenen NYHA-Stadien definiert werden, wodurch ein, in der Praxis umsetzbarer, Richtwert definiert werden kann. Weiterführende Studien sollen vor allem die Lebensqualität, die Symptomreduktion und die Verbesserung der Alltagsaktivitäten untersuchen, so dass alltagsbezogene Aussagen getroffen werden können. Die Autorinnen dieser Arbeit empfehlen, die Untersuchungen in Form eines RCT-Designs durchzuführen. Dementsprechend wird der Goldstandard gemäss Bothwell, Greene, Podolsky und Jones (2016) für medizinische Interventionsstudien gewährleistet.

#### **5.5. Limitationen dieser Arbeit**

Aufgrund der spezifischen Formulierung der Fragestellung und der detaillierten Einschlusskriterien (Einbezug MLHFQ) war die Anzahl an gefundenen Hauptstudien klein. Die Lizenzpflicht des MLHFQ verhinderte die Einsicht in dessen Fragebogen für die Autorinnen und in den verwendeten Studien wurde dieser ebenfalls nur knapp erklärt. Basierend auf dem Theorieteil dieser Arbeit können die Autorinnen jedoch von der Validität des MLHFQ ausgehen, obwohl in den Studien die einzelnen physischen, emotionalen und sozialökonomischen Aspekte des MLHFQ nicht detailliert aufgeführt

wurden. Deshalb kann aus den Studien nur entnommen werden, dass eine Reduzierung der MLHFQ-Werte als eine Verbesserung der Lebensqualität gewertet werden kann. Es ist dabei jedoch nicht ersichtlich, in welchen Aspekten des Fragebogens die Verbesserungen aufgetreten sind.

Ein weiterer limitierender Punkt ist, dass der Parameter der Lebensqualität nur ein Outcome von vielen ist. Alle diese Studien konzentrierten sich nicht nur auf die Werte der Lebensqualität.

Marco et al. (2013) und Mello et al. (2012) erwähnen in ihrer Studie nicht, ob, neben dem IMT, von den Patientinnen und Patienten zusätzlich ein kardiologisches Ausdauertraining durchgeführt wurde. Für die Autorinnen erschwert dies den Vergleich der Outcomeparameter.

Die Studien verwendeten in ihren Untersuchungen unterschiedliche Dosierungen, was die Empfehlung für das Training in der Praxis erschwert. Zudem unterschied sich in den Studien die untersuchte Zeitspanne von nur vier bis zu zwölf Wochen, was sich für die Autorinnen als weitere Einschränkung darstellt, um eine Empfehlung für die Dauer des Trainings abzugeben.

## **5.6. Schlussfolgerung**

Zu Beginn dieser Arbeit haben die Autorinnen folgende Fragestellung formuliert: "Welchen Einfluss hat die Integration eines inspiratorischen Muskeltrainings (IMT) in der Rehabilitation von Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten in Bezug auf die Lebensqualität?" Sie sind dabei von der Hypothese ausgegangen, dass die Integration des IMT zu einer Verbesserung der Lebensqualität der Betroffenen führt.

Auch wenn die, in dieser Arbeit integrierten, Studien zu unterschiedlichen Endergebnissen in Bezug zur Lebensqualität gekommen sind, haben sich in keinem Fall die MLHFQ-Werte verschlechtert. Aufgrund dessen können die Autorinnen dieser Arbeit ihre zu Beginn gestellte Hypothese bestätigen. Nachfolgend wird die Bestätigung der Hypothese begründet.

Die Lebensqualität konnte jedoch nicht in allen Studien signifikant gesteigert werden. Nur zwei der vier integrierten Studien zeigten signifikant verbesserte MLHFQ-Werte.

Winkelmann et al. (2009) zeigte eine Tendenz zur Verbesserung des MLHFQ Scores.

Keinen Unterschied der Prä- und Postwerte konnte Marco et al. (2013) feststellen. Trotz des hohen Evidenzlevels und des hohen PEDro-Wertes der Studie von Marco et al. (2013), gewichten die Autorinnen dieser Arbeit die anderen verwendeten Studien höher. Dies aufgrund der kurzen Interventionszeit, welche Marco et al. (2013) anwendeten und des Einschlusses von COPD Betroffenen, da zu Beginn dieser Arbeit die Autorinnen festgelegt haben, dass pulmonale Erkrankungen ausgeschlossen werden sollen.

Weiter kommen sie durch die vorliegende Arbeit zur Erkenntnis, dass die Kombination von IMT und Ausdauertraining nicht nur die Lebensqualität verbessert, sondern auch die NYHA-Klassifikationen und zudem die Sympathikusaktivität senken kann. Das IMT ist eine Form des Krafttrainings, welches sich durch die verbesserten  $PI_{max}$ - und  $SPI_{max}$ -Werte der Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten bestätigt. Durch die Kombination des IMT und Ausdauertrainings konnte zudem eine Reduktion der Dyspnoe bewirkt werden, woraus die Autorinnen dieser Arbeit schliessen, dass die Bewältigung der Alltagsaktivitäten für Betroffene erleichtert werden kann. Das IMT weist zusätzlich noch weitere positive Effekte auf, welche für diese Arbeit jedoch nicht primär relevant sind. Gemäss Marco et al. (2013), profitieren vor allem symptomatische Patientinnen und Patienten in Bezug auf die Lebensqualität von einem IMT. Zusätzlich bringt die Durchführung über längere Zeit einen grösseren Effekt.

Das IMT kann vielfältige Faktoren positiv beeinflussen und bewirkt keine negativen Effekte. Daher kommen die Autorinnen dieser Arbeit zum Schluss, dass die Integration des IMT in die kardiale Rehabilitation durchaus indiziert ist, nicht aber andere Rehabilitationsmassnahmen ersetzt.

## 6. Literaturverzeichnis

### 6.1. Papers und gedruckte Medien

- Achtstien, R. J., Staal, J. B., van der Voort, S., Kemps, H. M., Koers, H., Jongert, M. W. A. & Hendriks, E. W. A. (2014). Exercise-based cardiac rehabilitation in patients with chronic heart failure: a Dutch practice guideline. *Netherlands Heart Journal* January (2015) 23:6–17. doi:10.1007/s12471-014-0612-2
- Adamopoulos, S., Schmid, J. P., Dendale, P., Poerschke, D., Hansen, D., Dritsas, A., Kouloubinis, A., Alders, T., Gkouziouta, A., Reyckers, I., Vartela, V., Plessas, N., Doulaptsis, C., Saner, H. & Laoutaris, I. D. (2014). Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure. *European Journal of Heart Failure* (2014) 16, 547-582. doi:10.1002/ejhf.70
- Anderson, L. J. & Taylor, R. S. (2014). Cardiac rehabilitation for people with heart disease: An overview of Cochrane systematic reviews. *International Journal of Cardiology* 177 (2014) 348-361.
- Bilbao, A., Escobar, A., Gracia-Perez, L., Navarro, G. & Quiros, R. (2016). The Minnesota living with heart failure questionnaire: comparison of different factor structures. *Health and Quality of Life Outcomes* (2016) 14:23. doi:10.1186/s12955-016-0425-7
- Borgetto, B., Born, S., Bünemann-Geissler, D., Düchting, M., Kahrs, A. M., Kasper, N., Menzel, M., Netzband, A., Reichel, K., Reissler, W., Schmidt, M., Seiferth, W., Thieme, H. & Winkelmann, B. (2007). *Die Forschungspyramide – Diskussionsbeitrag zur Evidenz-basierten Praxis in der Ergotherapie*. Stuttgart – New York: Georg Thieme Verlag KG. doi:10.1055/s-2007-963004
- Bosnak-Guclu, M., Arikan, H., Savci, S., Inal-Ince, D., Tulumen, E., Aytemir, K. & Tokgözoğlu, L. (2011). Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure. *ScienceDirect*. doi:10.1016/j.rmed.2011.05.001
- Bothwell, L., Greene, J., Podolsky, S. & Jones, D. (2016). Assessing the Gold Standard—Lessons from the History of RCTs. *The New England journal of medicine*, 374(22), 2175.

- Braun, B., Dütsch, M., Fischereder, M., Frei, C., Keller, S., Konermann, W., Rahms, V., Seitz, K., Siebert, M. & Wagner, H. (2014). *NETTERS Innere Medizin* (2. Aufl.). München: Elsevier, Inc, Georg Thieme.
- Braun, J. & Müller-Wieland, D. (Hrsg.). (2018). *Basislehrbuch Innere Medizin* (6. Aufl.). München: Elsevier GmbH.
- Bundesamt für Statistik BFS. (2017). *Todesursachenstatistik 2015*. Neuchâtel. Nr. 2017-0081-D.
- Bösch, D. & Criée, C-P. (2013). *Lungenfunktionsprüfung*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Fath, R. (2015). Hohe Mortalitätsraten von Patienten mit Herzinsuffizienz trotz Standardtherapie. *Cardio News*. 11/12.2015.
- Franke, A. (2012). *Modelle von Gesundheit und Krankheit* (3. Aufl.). Bern: Hans Huber, Hogrefe AG.
- Hahn, J. (2013). *Checkliste Innere Medizin* (7. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme.
- Hainbuch, F. (2005). *Die Verbesserung der Vitalkapazität der Lunge in Folge eines gezielten moderaten, halbjährigen Ausdauertrainings*. Göttingen: Cuvillier.
- Holmes, D., Moody, P. & Dine, D. (2011). *Research methods for the biosciences* (2. Aufl.). New York: Oxford University Press Inc.
- Hüter-Becker, A. (Hrsg.), Dölken, M. (Hrsg.) & Göhring, H. (2009). *Physiotherapie in der Inneren Medizin* (2. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme.
- Janssen, J. & Laatz, W. (2003). *Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows* (4. Aufl.). Berlin Heidelberg: Springer.
- Marco, E., Ramirez-Sarmiento, A. L., Coloma, A., Sartor, M., Comin-Colet, J., Vila, J., Enjuanes, C., Bruguera, J., Escalada, F., Gea, J. & Orozco-Levi M. (2013). High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized trial. *European Journal of Heart Failure* (2013) 15, 892-901. doi:10.1093/eurjhf/hft035
- Mayer, H. (2002). *Einführung in die Pflegeforschung* (1. Aufl.). Wien: Facultas.
- Mello, P. R., Guerra, G. M., Borile, S., Rondon, M. U., Alves, M. J., Negrão, C. E., Dal Lago, P., Mostarda, C., Irigoyen, M. C. & Consolim-Colombo, F. M. (2012).

Inspiratory Muscle Training Reduces Sympathetic Nervous Activity and Improves Inspiratory Muscle Weakness and Quality of Life in Patients with Chronic Heart Failure. *Journal of cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* (2012), 255-261. doi:10.1097/HCR.0b013e31825828da

McMurray, J. J. V., Adamopoulos, S., Anker, S. D., Auricchio, A., Böhm, M., Dickstein, K., Falk, V., Filippatos, G., Fonseca, C., Gomez-Sanchez, M. A., Jaarsma, T., Køber, L., Lip, G. Y. H., Maggioni, A. P., Parhomenko, A., Pieske, B. M., Popescu, B. A., Rønnevik, P. K., Rutten, F. H., Schwitter, J., Seferovic, P., Stepinska, J., Trindade, P. T., Voors, A. A., Zannad, F. & Zeihner, A. (2012). ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. *European Heart Journal*, Volume 33, Issue 14, 1 July 2012, Pages 1787–1847. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehs104>

Menche, N. (Hrsg.). (2012). *Biologie Anatomie Physiologie* (7. Aufl.). München: Elsevier GmbH, Urban & Fischer.

Mooren, F. & Reimers, C. (Hrsg.). (2018). *Praxisbuch Sport in Prävention und Therapie* (1. Aufl.). München: Elsevier GmbH.

Moreno, A. M., Toledo-Arruda, A. C., Lima, J. S., Duarte, C. S., Villacorta, H. & Nóbrega, A. C. L. (2017). Inspiratory Muscle Training Improves Intercostal and Forearm Muscle Oxygenation in Patients with Chronic Heart Failure: Evidence of the Origin of the Respiratory Metaboreflex. *Journal of Cardiac Failure*, 23 (9), 672-679. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cardfail.2017.05.003>

Noble, A., Johnson, R., Thomas, A. & Bass, P. (2017). *Organsysteme verstehen Herz-Kreislauf-System* (1. deutsche Aufl.). München: Elsevier GmbH, Urban & Fischer.

Oldridge, N., Höfer, S., McGee, H., Conroy, R., Doyle, F. & Saner, H. (2012). The HeartQoL: Part II. Validation of a new core health-related quality of life questionnaire for patients with ischemic heart disease. *European Journal of Preventive Cardiology*. doi:10.1177/2047487312450545

Piepoli, M. F., Conraads, V., Corra, U., Dickstein, K., Francis, D. P., Jaarsma, T., McMurray, J., Pieske, B., Piotrowicz, E., Schmid, J. D., Anker, S. D., Solal, A. C., Filippatos, G., Hoes, A. W., Gielen, S., Giannuzzi, P. & Ponikowski, P.P. (2011). Exercise training in heart failure: from theory to practice. A consensus document of

the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European Journal of Heart Failure* 2011;13, 347–357. doi:10.1093/eurjhf/hfr017

- Pietsch, F. (2014). *Aktivierung der Atemmuskulatur durch spezifisches Atemmuskeltraining- Quantifizierung durch EMG*. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des medizinischen Doktorgrades der Medizinischen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau.
- Ponikowski, P., Voors, A. A., Anker, S. D., Bueno, H., Cleland, J. G. F., Coats, A. J. S., Falk, V., Ramón González-Juanatey, J., Harjola, V., Jankowska, E. A., Jessup, M., Linde, C., Nihoyannopoulos, P., Parissis, J. T., Pieske, B., Riley, J. P., Rosano, G. M. C., Ruilope, L. M., Ruschitzka, F., Rutten, F. H. & van der Meer, P. (2016). 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Journal of Heart Failure* (2016) 18,891-975. doi:10.1002/ejhf.592
- Quittan, M., Wiesinger, G. F., Crevenna, R., Nuhr, M. J., Posch, M., Hülsmann, M., Müller, D., Pacher, R. & Fialka-Moser, V. (2001). Cross-cultural adaption of the Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire for german-speaking patients. *Journal of Rehabilitation Medicine* 2001; 33: 182-186. doi:10.1080/16501970121386
- Radoschewski, M. (2000). *Gesundheitsbezogene Lebensqualität – Konzepte und Masse*. Berlin: Springer.
- Renneberg, B. & Hammelstein, P. (2006). *Gesundheitspsychologie*. Heidelberg: Springer Medizin.
- Resl, M. & Clodi, M. (2010). Diabetes und kardiovaskuläre Komplikationen. *Wiener Medizinische Wochenschrift* (2010) 160/1–2: 3–7. doi:10.1007/s10354-010-0744-y
- Ris, I. & Preusse-Bleuler, B. (2015). *AICA: Arbeitsinstrument für ein Critical Appraisal eines Forschungsartikels*. Schulungsunterlagen Bachelorstudiengänge Departement Gesundheit ZHAW, Winterthur.
- Steffel, J. & Lüscher, T. (2014). *Lunge und Atemwege*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Steffers, G. & Credner, S. (2015). *Allgemeine Krankheitslehre und Innere Medizin für Physiotherapeuten* (3. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme.

- van den Berg, F., Cabri, J., Elvey, B., Gosselink, R., Haas, H. J., Heesen, G., Horst, R., Van Kampen, M., Oettmeier, R., Reybrouck, T., Schöttker-Königer, T., Sinz, H., Slater, H., Steverding, M., Thaker, M. A., Watson, T. & Wilke, M. (2007). *Angewandte Physiologie 3 Therapie, Training, Tests* (2. Aufl.). Stuttgart, New York: Georg Thieme.
- van Gestel, A. J. R. & Teschler, H. (2014). *Physiotherapie bei chronischen Atemwegs- und Lungenerkrankungen* (2. Aufl.). Berlin Heidelberg: Springer.
- Vonbank, K. (2016). Spiroergometrie - Wozu brauchen wir sie im klinischen Alltag? *Journal für Pneumologie* 2016; 4, 4 - 5.
- Wagner, P. D. (2005). Why doesn't exercise grow the lungs when other factors do? *Exerc. Sport Sci. Rev.* 33 (1), 3 – 8.
- Winkelmann, E. R., Chiappa, G. R., Lima, C. O. C., Viecili, P. R. N., Stein, R. & Ribeiro, J. P. (2009). Addition of inspiratory muscle training to aerobic training improves cardiorespiratory responses to exercise in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. *Congestive Heart Failure*. doi:10.1016/j.ahj.2009.09.005

## 6.2. Internetquellen

- aktiv shop GmbH. (2018). *Lungentrainer Medic Plus*. Rheine. [www.aktivshop.de](http://www.aktivshop.de) Von <https://www.aktivshop.de/lungentrainer-medic-plus> abgerufen. Abrufdatum: 18.11.2018
- Abdi, H. & Williams, L. J. (2010). *Newman-Keuls Test and Tukey Test*. Thousand Oaks, CA: Sage. [www.utdallas.edu](http://www.utdallas.edu/~herve/abdi-NewmanKeuls2010-pretty.pdf) Von <http://www.utdallas.edu/~herve/abdi-NewmanKeuls2010-pretty.pdf> abgerufen. Abrufdatum: 17.04.2019
- American Heart Association. (n. d.). *Classes of Heart Failure*. Dallas. [www.heart.org](http://www.heart.org). Von [www.heart.org/en/health-topics/heart-failure/what-is-heart-failure/classes-of-heart-failure](http://www.heart.org/en/health-topics/heart-failure/what-is-heart-failure/classes-of-heart-failure) abgerufen. Abrufdatum: 07.09.2018
- da Silva, C. A. (n. d.). *Treinamento muscular com Threshold IMT em Pacientes traqueostomizados*. Rio de Janeiro [www.interfisio.com](http://www.interfisio.com). Von <https://interfisio.com.br/treinamento-muscular-com-threshold-imt-em-pacientes-traqueostomizados/> abgerufen. Abrufdatum: 18.11.2018

- de With, E. (2017a). *Vergleichen & Schliessen: Nonparametrische Verfahren*. Winterthur. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Abgerufen von: <https://moodle.zhaw.ch/mod/folder/view.php?id=667399> Abrufdatum: 25.03.2019
- de With, E. (2017b). *Vergleichen & Schliessen am Beispiel des t-Test*. Winterthur. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Abgerufen von: <https://moodle.zhaw.ch/mod/folder/view.php?id=667399> Abrufdatum 25.03.2019
- European Society of Cardiology. (2018). *HeartQoL*. (kein Ort). [www.escardio.org](http://www.escardio.org). Abgerufen von <https://www.escardio.org/Education/Practice-Tools/CVD-prevention-toolbox/assessing-health-related-quality-of-life-with-heartqol-an-interview-with-prof>. Abrufdatum: 13.02.2019
- Grospietsch, G. & Gehring, W. (n. d.). *Herzvergrößerung (Kardiomegalie)*. Hannover. [www.gesundheits-lexikon.com](http://www.gesundheits-lexikon.com). Von [www.gesundheits-lexikon.com/Herz-Kreislauf-Gefaesse/Herzvergroesserung-Kardiomegalie/Einleitung.html](http://www.gesundheits-lexikon.com/Herz-Kreislauf-Gefaesse/Herzvergroesserung-Kardiomegalie/Einleitung.html) abgerufen. Abrufdatum: 02.11.2018
- Hegenscheidt, S., Harth, A. & Scherfer, E. (2010). *PEDro-Skala*. (kein Ort). [www.pedro.org.au](http://www.pedro.org.au). Von <https://www.pedro.org.au/german/downloads/pedro-scale/> abgerufen. Abrufdatum: 12.02.2019
- Hemmerich, W. A. (2019). *ANOVA mit Messwiederholung: Sphärizität bestimmen*. Wiesbaden. [www.statistikguru.de](http://www.statistikguru.de). Von <https://statistikguru.de/spss/rm-anova/sphaerizitaet-bestimmen.html> abgerufen. Abrufdatum: 16.04.2019
- Kantonsspital Baden. (2013). *Informationsblatt Lymphdrainage für unsere Zuweiser*. Baden. [www.kantonsspitalbaden.ch](http://www.kantonsspitalbaden.ch). Von [https://www.kantonsspitalbaden.ch/Departemente-Medizinische-Dienste/Dokumente/informationsblatt\\_lymphdrainage\\_zuweiserversion.pdf](https://www.kantonsspitalbaden.ch/Departemente-Medizinische-Dienste/Dokumente/informationsblatt_lymphdrainage_zuweiserversion.pdf) abgerufen. Abrufdatum: 11.09.2018
- Mauch, C. T. Uni Regensburg. (n.d.). (Kein Titel). Regensburg. [www.epub.uni-regensburg.de](http://www.epub.uni-regensburg.de) Von [https://epub.uni-regensburg.de/22362/4/abgabefertige\\_Doktorarbeit\\_22.10.2011.pdf](https://epub.uni-regensburg.de/22362/4/abgabefertige_Doktorarbeit_22.10.2011.pdf) abgerufen Abrufdatum: 07.11.2018

- Nonnenmacher, A. (2018). *Rechtsherzinsuffizienz*. (kein Ort). [www.medlexi.de](http://www.medlexi.de). Von [https://medlexi.de/Rechtsherzinsuffizienz#Symptome.2C\\_Beschwerden\\_.26\\_Anzeichen](https://medlexi.de/Rechtsherzinsuffizienz#Symptome.2C_Beschwerden_.26_Anzeichen) abgerufen. Abrufdatum: 29.10.2018
- Ott, R. (2014). *Obstruktive Schlafapnoe: Nächtliche Atemaussetzer belasten Herz und Kreislauf*. Bern. [www.lungenliga.ch](http://www.lungenliga.ch). Von [https://www.lungenliga.ch/fileadmin/user\\_upload/LLS/01\\_MetaNavigation/04\\_Fachpersonen/Fachpublikationen/Schlafapnoe/Schlafapnoe\\_und\\_Herz-Kreislauf\\_Dr.\\_Ott\\_2014.pdf](https://www.lungenliga.ch/fileadmin/user_upload/LLS/01_MetaNavigation/04_Fachpersonen/Fachpublikationen/Schlafapnoe/Schlafapnoe_und_Herz-Kreislauf_Dr._Ott_2014.pdf) abgerufen. Abrufdatum: 28.10.2018.
- Platen, P. (2009). *Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>max)*. Bochum. [www.ruhr-uni-bochum.de](http://www.ruhr-uni-bochum.de). Von [http://vmrz0100.vm.ruhr-uni-bochum.de/spomedial/content/e866/e2442/e3862/e4009/e4019/index\\_ger.html](http://vmrz0100.vm.ruhr-uni-bochum.de/spomedial/content/e866/e2442/e3862/e4009/e4019/index_ger.html) abgerufen. Abrufdatum: 11.11.2018
- Powerbreathe. (2011). *What is Inspiratory Muscle Training (IMT)*. Warwickshire. [www.powerbreathe.com](http://www.powerbreathe.com). Von <https://www.powerbreathe.com/blog/2011/09/25/what-is-inspiratory-muscle-training-imt-2/>. Abrufdatum: 05.10.2018
- Powerbreathe. (n. d.). *Wie funktioniert POWERbreathe?*. Winsen an der Luhe. [www.powerbreathe.de](http://www.powerbreathe.de). Von <http://www.powerbreathe.de/wie-es-funktioniert> abgerufen. Abrufdatum: 05.10.2018
- Sheel, A. W. & Romer, L. M. (2012). *Ventilation and Respiratory Mechanics*. (kein Ort). [www.comprehensivephysiology.com](http://www.comprehensivephysiology.com). Von <http://www.comprehensivephysiology.com/WileyCDA/CompPhysArticle/refId-c100046.html> abgerufen. Abrufdatum: 18.11.2018
- Schlichte, M., Bendien, P. & Wisbauer, S. (2018). *Zentralorgan des Blutkreislaufes – Das Herz in situ*. Leipzig. [www.lecturio.de](http://www.lecturio.de). Von <https://www.lecturio.de/magazin/herz-in-situ/> abgerufen. Abrufdatum: 17.11.2018
- Schweizerische Herzstiftung. (n. d.). *Herausforderung Herzinsuffizienz*. Bern. [www.swissheart.ch](http://www.swissheart.ch). Von <https://www.swissheart.ch/de/forschung/medizinische-fortschritte/herzinsuffizienz.html> abgerufen. Abrufdatum: 05.09.2018
- Schünke, M., Schumacher, U. & Schulte, E. (2014). *Zwerchfell in der Ansicht von kaudal*. [www.thieme.de](http://www.thieme.de) Von

<https://eref.thieme.de/cockpits/clAna0001clRettungsdienst0001/0/coAna00006/4-1546> abgerufen. Abrufdatum: 18.11.2018

University of Minnesota, (2018). *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire*. Minneapolis. [www.license.umn.edu](http://www.license.umn.edu). Von [http://license.umn.edu/technologies/94019\\_minnesota-living-with-heart-failure-questionnaire](http://license.umn.edu/technologies/94019_minnesota-living-with-heart-failure-questionnaire) abgerufen. Abrufdatum: 21.09.2018

Vietheer, A., (2008). *Akute Suppression der muskulären sympathischen Nervenaktivität (MSNA) im Menschen nach intravenöser Applikation von Endotoxin*. Lübeck. [www.zhb.uni-luebeck.de](http://www.zhb.uni-luebeck.de) Von <https://www.zhb.uni-luebeck.de/epubs/ediss615.pdf>. Abrufdatum: 02.03.2018

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. (n. d.). *Datenbanken für den Fachbereich Gesundheit*. Winterthur. [www.zhaw.ch](http://www.zhaw.ch) Von <https://www.zhaw.ch/de/hochschulbibliothek/recherchehilfe-kurse/fachinformation-gesundheit/fachdatenbanken-gesundheit/> Abrufdatum: 17.04.2019

### 6.3. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lokalisation des Herzens (nach Schlichte, Bendien & Wisbauer, 2018).....	11
Abbildung 2: Herzklappen (nach Braun & Müller-Wieland, 2018) .....	11
Abbildung 3: Anatomisches Herz (nach Braun & Müller-Wieland, 2018) .....	12
Abbildung 4: Erregungsleitung des Herzens (nach Braun & Müller-Wieland, 2018) .....	13
Abbildung 5: Diaphragma von caudal (nach Schünke, Schumacher & Schulte, 2014) .....	23
Abbildung 6: Diaphragma von cranial (nach Schünke et al., 2014) .....	24
Abbildung 7: Respiratorischer Metaboreflex (nach Sheel & Romer, 2012) .....	25

### 6.4. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassifikation der Herzinsuffizienz NYHA .....	18
Tabelle 2: Keywords für die Literaturrecherche .....	31
Tabelle 3: Ein- und Ausschlusskriterien (ohne Priorisierung).....	32

Tabelle 4: Mögliche Hauptstudien (absteigend nach Jahr sortiert) .....	34
Tabelle 5: Outcome-Variablen der Studie Adamopoulos et al. (2014) .....	38
Tabelle 6: Outcome-Variablen der Studie Winkelmann et al. (2009) .....	42
Tabelle 7: Outcome-Variablen der Studie Mello et al. (2012) .....	45
Tabelle 8: Outcome-Variablen der Studie Marco et al. (2013) .....	48

## 6.5. Danksagung

In erster Linie möchten wir uns ganz herzlich bei unserer Betreuungsperson Frau Brigitte Fiechter Lienert für ihre kompetente Unterstützung, für ihren Einsatz und die unkomplizierte Zusammenarbeit bedanken. Das schnelle und umfangreiche Beantworten verschiedenster Fragen per E-Mail war besonders hilfreich.

Ebenfalls ein grosses Dankeschön an unsere Korrekturleserinnen Sibylle Walder, Claudia Egger und Anita Fehr. Wir wissen ihren Zeitaufwand, ihr Engagement und ihre konstruktive Kritik sehr zu schätzen.

## 6.6. Wortzahl

Wortzahl der Arbeit: 11'724

## 6.7. Eigenständigkeitserklärung

### Eigenständigkeitserklärung

Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst haben.



Anja Bärlocher



Daria Mayer

## Anhang A

### Glossar

**Cardiopulmonary endurance test. (CPET):** Der CPET ist ein kardiopulmonaler Belastungstest (Adamopoulos et al., 2014).

**Forcierte Vitalkapazität (FVC):** Das Lungenvolumen, welches nach einer maximalen Inspiration forciert und maximal expiriert wird. (Hainbuch, 2005)

**Inspiratorisches Muskeltraining (IMT):** Durch ein inspiratorisches Muskeltraining wird die Atemmuskulatur trainiert (powerbreathe, 2011).

**Herzminutenvolumen (HMV):** Das Herzminutenvolumen kann durch die Multiplikation der Herzfrequenz und des Herzschlagvolumens berechnet werden. Es ist somit die Menge an Blut, welche das Herz pro Minute in die Gefässe der Körperperipherie auswirft (Noble et al., 2017).

**High-intensity Intervalltraining (HIT):** Das high-intensity Intervalltraining ist eine Form des kardiopulmonalen Ausdauertrainings (Achtien et al., 2014).

**Muskuläre sympathische Nervenaktivität (MSNA):** Man unterscheidet zwei verschiedene sympathische Nervenaktivitäten der peripheren Nerven. MSNA reguliert durch Vasokonstriktion den peripheren Gefässwiderstand. (Vietheer, 2008)

**Minnesota of Living with Heart Failure Questionnaire (MLHFQ):** Ist ein Fragebogen zur Erfassung der Lebensqualität von Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten (Bilbao et al., 2016). Er ist gemäss der University of Minnesota (2018) valide und reliabel.

**Orygen- Dual Valve®, Threshold Inspiratory Muscle Trainer, TRAINAIR®:** Sind inspiratorische Muskeltrainingsgeräte (Adamopoulos et al., 2014, Winkelmann et al., 2009. & Marco et al., 2013).

**PE<sub>max</sub>:** Als PE<sub>max</sub> wird die expiratorische Muskelkraft bezeichnet (Winkelmann et al., 2009).

**PI<sub>max</sub>:** Die Kapazität der Atemmuskulatur wird als PI<sub>max</sub> bezeichnet (van Gestel & Teschler, 2014). Anhand des PI<sub>max</sub> wird die inspiratorische Muskelkraft erfasst (Mooren & Reimers, 2018).

**Pth<sub>max</sub>:** Der Pth<sub>max</sub> gibt eine Aussage über die inspiratorische Muskelausdauer (Winkelmann et al., 2009).

**Respiratorischer Quotient:** Das ausgeatmete Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) wird mit dem eingeatmeten Sauerstoff (O<sub>2</sub>) in Verhältnis gesetzt. Es entsteht der respiratorische Quotient. Dieser gibt während körperlicher Belastung eine valide Aussage bezüglich des Ausbelastungsgrads (van Gestel & Teschler, 2014).

**Short Form 36 (SF-36):** Der SF-36 ist ein gesundheitsbezogener Fragebogen zur Erfassung der Lebensqualität (Marco et al., 2013).

**SPI<sub>max</sub>:** Als SPI<sub>max</sub> wird die inspiratorische Muskelfunktionskapazität bezeichnet (Adamopoulos et al., 2014).

**VE/VCO<sub>2</sub>-Slope:** VE steht für die ventilierte Luft pro Minute. Diese wird mit dem pro Minute ausgeatmeten Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in Verhältnis gesetzt (Adamopoulos, 2014).

**VO<sub>2peak</sub>:** Die maximale Menge an Sauerstoff, welche bei einer symptomlimitierenden Belastung ohne «levelling off», aus der inspirierten Luft extrahiert wird. Wird beim Belastungstest ein «levelling off» erreicht, spricht man vom VO<sub>2max</sub> (Platen, 2009). Bei Gesunden erfolgt bei Belastung ein linearer Anstieg des Sauerstoffwertes. Bei sehr gut Trainierten kommt es nach Erreichen des maximalen Sauerstoffaufnahmewertes zu einer Abflachung der Sauerstoffaufnahme. Dieses Ereignis wird als «levelling off» bezeichnet (Vonbank, 2016).

**Anhang B**  
**Datenbankrecherche**

CINHAL Complete			
CINHAL-Headings	Kombinationen	Ergebnisse	Relevante Ergebnisse
Quality of Life	Inspiratory muscle training	2	1
Heart diseases	AND Quality of Life		
Heart failure	AND Heart diseases		
Rehabilitation	Inspiratory muscle training	2	1
	AND Heart disease		
	AND Quality of Life		
	Inspiratory muscle training	14	8
	AND Heart failure		Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure: The Vent-HeFT trial: a European prospective multicentre randomized trial.
	AND Quality of Life		<a href="http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70">http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70</a>

	<p>Inspiratory muscle training AND Chronic heart failure AND Quality of Life</p>	<p>4</p>	<p>2</p> <p>Inspiratory Muscle Training Reduces Sympathetic Nervous Activity and Improves Inspiratory Muscle Weakness and Quality of Life in Patients with Chronic Heart Failure: A CLINICAL TRIAL. <a href="http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da">http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da</a></p> <p>Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure: The Vent-HeFT trial: a European prospective multicentre randomized trial. <a href="http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70">http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70</a></p>
	<p>Inspiratory muscle training AND Chronic heart disease AND Quality of Life</p>	<p>0</p>	
	<p>Inspiratory muscle training AND</p>	<p>343</p>	<p>Nicht definierbar</p>

	<p>Heart disease AND Rehabilitation</p>		
	<p>Inspiratory muscle training AND Heart disease AND Rehabilitation OR Quality of Life</p>	<p>143528</p>	<p>Nicht definierbar</p>
	<p>Chronic heart disease AND inspiratory muscle training</p>	<p>19</p>	<p>6</p> <p>High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized trial.</p> <p><a href="https://doi.org/10.1093/eurjhf/hft035">https://doi.org/10.1093/eurjhf/hft035</a></p> <p>Inspiratory Muscle Training Reduces Sympathetic Nervous Activity and Improves Inspiratory Muscle Weakness and Quality of Life in Patients with Chronic Heart Failure: A CLINICAL TRIAL.</p>

			<p><a href="http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da">http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da</a></p> <p>Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure: The Vent-HeFT trial: a European prospective multicentre randomized trial.</p> <p><a href="http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70">http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70</a></p>
MEDLINE via Ovid			
MeSH-Terms	Kombinationen	Ergebnisse	Relevante Ergebnisse
Quality of Life Respiratory Muscles Rehabilitation	("Heart Diseases" and "inspiratory muscle training" and "Quality of Life").af.	2	<p>1</p> <p>Inspiratory muscle training in heart disease and heart failure: a review of the literature with a focus on method of training and outcomes.</p> <p>➔ Not available without access</p> <p><a href="https://doi.org/10.1586/erc.12.191">https://doi.org/10.1586/erc.12.191</a></p>
Cardiac Rehabilitation	("Heart Failure" and "inspiratory muscle training" and "Quality of Life").af.	33	<p>10</p> <p>Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart</p>

<p>Heart Diseases</p> <p>Heart Failure</p>			<p>failure: The Vent-HeFT trial: a European prospective multicentre randomized trial.</p> <p><a href="http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70">http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70</a></p> <p>Inspiratory muscle training reduces sympathetic nervous activity and improves inspiratory muscle weakness and quality of life in patients with chronic heart failure: a clinical trial.</p> <p><a href="http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da">http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da</a></p>
	<p>("chronic heart failure OR chronic heart disease" and "inspiratory muscle training").af.</p>	<p>35</p>	<p>7</p>
	<p>("Heart Failure" and "inspiratory muscle training" and "Training").af.</p>	<p>66</p>	<p>10</p> <p>Addition of inspiratory muscle training to aerobic training improves cardiorespiratory responses to exercise in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness.</p>

			<p>doi:10.1016/j.ahj.2009.09.005</p> <p>Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure: The Vent-HeFT trial: a European prospective multicentre randomized trial.</p> <p><a href="http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70">http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70</a></p> <p>Inspiratory muscle training reduces sympathetic nervous activity and improves inspiratory muscle weakness and quality of life in patients with chronic heart failure: a clinical trial.</p> <p><a href="http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da">http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da</a></p> <p>High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized trial.</p> <p><a href="https://doi.org/10.1093/eurjhf/hft035">https://doi.org/10.1093/eurjhf/hft035</a></p>
--	--	--	--

PubMed		
Kombinationen	Ergebnisse	Relevante Ergebnisse
Inspiratory muscle training AND Chronic heart disease	70	Nicht beurteilt
Inspiratory muscle training AND Chronic heart disease AND Quality of Life	22	6  Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure: The Vent-HeFT trial: a European prospective multicentre randomized trial. <a href="http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70">http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70</a>  Inspiratory muscle training reduces sympathetic nervous activity and improves inspiratory muscle weakness and quality of life in patients with chronic heart failure: a clinical trial. <a href="http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da">http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da</a>
Inspiratory muscle training AND Chronic heart failure	36	8  Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure: The Vent-HeFT trial: a European prospective multicentre randomized trial.

<p>AND</p> <p>Quality of Life</p>		<p><a href="http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70">http://dx.doi.org/10.1002/ejhf.70</a></p> <p>Addition of inspiratory muscle training to aerobic training improves cardiorespiratory responses to exercise in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness.</p> <p>doi:10.1016/j.ahj.2009.09.005</p> <p>Inspiratory muscle training reduces sympathetic nervous activity and improves inspiratory muscle weakness and quality of life in patients with chronic heart failure: a clinical trial.</p> <p><a href="http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da">http://dx.doi.org/10.1097/HCR.0b013e31825828da</a></p>
-----------------------------------	--	---

## Anhang C

### AICA Hilfstabellen (Grundraster basierend auf Ris & Preusse-Bleuler, 2015)

**Zusammenfassung der Studie** Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure von Adamopoulos et al. (2014).

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p><b>Zweck:</b></p> <p>Anhand dieser Studie soll untersucht werden, welchen möglichen Nutzen die Kombination des IMT zum gewöhnlichen Ausdauertraining (AT) bei Patientinnen und Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz (CHF) hat.</p>	<p><b>Design:</b></p> <p>Vent-HeFT: Prospektive multizenter randomisierte kontrollierte Studie (Experimentelle primär Studie)</p> <p><b>Sample:</b></p> <p>Die Patientinnen und Patienten wurden von drei verschiedenen ambulanten Rehabilitationszentren rekrutiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onassis Cardiac Surgery Center (OCSC) in Athen Griechenland</li> <li>- Universitätsspital Bern Schweiz</li> <li>- Heart Centre Hasselt (HCH) in Hasselt Belgien</li> </ul>	<p>Verständliche Präsentation der Ergebnisse sowohl in Textform als auch in tabellarischer Form.</p> <p>Sie haben jeweils die beiden Gruppen miteinander verglichen und die Veränderungen innerhalb einer Gruppe erfasst. Zusätzlich haben sie in jeder Gruppe die Interaktion zwischen der Zeit und den Gruppen evaluiert.</p> <p><u>Pulmonale Funktion:</u></p> <p>Der <math>SPI_{max}</math> und <math>PI_{max}</math> verbesserte sich signifikant in der AT/IMT Gruppe.</p>	<p>Die Ergebnisse werden zusammengefasst und mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen.</p> <p>Sie diskutieren die Ergebnisse und geben mögliche Erklärungen ab.</p> <p>Die Autorinnen und Autoren diskutieren die Möglichkeit, dass der <math>PI_{max}</math> auch bei der AT/SHAM Gruppe verbessert worden ist, da bei sehr schwachen Muskeln, dort der Trainingseffekt gegeben ist. Ausserdem könnte es sein, was auch andere Studien zeigen, dass der</p>

<p><b>Hypothese</b> (abgeleitet): Die Kombination vom IMT zum gewöhnlichen Ausdauertraining, hat für Patientinnen und Patienten einen positiven Einfluss auf die Outcome-Parameter.</p> <p><b>Problembeschreibung und Bezugsrahmen:</b> Anhand von Fachliteratur werden Symptome der Herzinsuffizienz benannt. Die Umbauprozesse des Körpers werden beschrieben. Anhand dessen wird die klinische Relevanz der Untersuchung belegt.</p>	<p><u>Einschlusskriterien der Institutionen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorhandenes umfangreiches Rehabilitationsprogramm</li> <li>- Neben AT musste IMT einfach in das Rehabilitationsprogramm integriert werden können</li> <li>- Verwendung eines Computersystems</li> </ul> <p><u>Einschlusskriterien der Teilnehmenden:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Älter als 18 Jahre</li> <li>- Patientinnen und Patienten mit stabiler moderater chronischer Herzinsuffizienz mit systolischer Dysfunktion (LVEF <math>\leq</math>35 %)</li> <li>- NYHA II-III</li> <li>- Schriftliche Einverständniserklärung</li> </ul> <p><u>Ausschlusskriterien der Teilnehmenden:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulmonale Limitationen: FVC &lt;60 % (gemessen an altersbezogenen und geschlechtsbezogenen Normwerten)</li> <li>- Nikotin- oder andere Abusus anderer Substanzen</li> <li>- Kürzliche Thoraxoperation</li> </ul>	<p>In der Interaktion zwischen der Zeit und der Gruppe verbesserten sich sowohl der SPI<sub>max</sub> als auch die PI<sub>max</sub> signifikant.</p> <p>Die Gruppe AT/SHAM verbesserten den PI<sub>max</sub> signifikant, nicht aber den SPI<sub>max</sub></p> <p>Keine Gruppe zeigte eine signifikante Verbesserung des FVC FEV1 FEV1/FVC</p> <p><u>Kardiopulmonaler Ausdauerstest:</u></p> <p>Keine signifikanten Veränderungen der CPET Parameter.</p> <p>Eine signifikante Veränderung der Interaktion zwischen der Gruppe und der Zeit wurde nur für die Ventilation beobachtet.</p>	<p>PI<sub>max</sub> auch durch Ausdauertraining verbessert werden kann.</p> <p>Low Intensity IMT wie bei der AT/SHAM Gruppe habe aber keinen Einfluss auf die Lebensqualität, die Leistungsfähigkeit oder die SPI<sub>max</sub>.</p> <p>In Beiden Gruppen hat sich der VO<sub>2peak</sub> und die NYHA Klassifikation verbessert. Die Trainingszeit hat sich nur in der AT/IMT Gruppe verbessert. Die Studie zeigt keine Verbesserung der Trainingskapazität (gemessen am VO<sub>2peak</sub> und anderen kardiopulmonalen Parametern). Die Ausdauerfähigkeit hat sich aber in einer Subgruppe verbessert, bei Teilnehmenden mit einem tiefen PI<sub>max</sub> (vergleichen hier die Ergebnisse mit Winkelmann et al., die konträre Ergebnisse erzielten). Die Forschungsfrage kann beantwortet werden.</p>
---	---	---	--

<p>Die Autorinnen und Autoren beschreiben, dass vorgängig schon verschiedene single-center Studien die positiven Effekte des IMT beschreiben. Diese Studie hat das <b>Ziel</b>, die Kombination des IMT zum gewöhnlichen Ausdauertraining zu evaluieren. Um die Ergebnisse der single-zenter Studie zu verifizieren wurde diese prospektive randomisierte multizenter Studie durchgeführt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Behandlung mit Corticosteroiden</li> <li>- Kognitive Beeinträchtigung</li> <li>- Unfähigkeit einen Ausdauerterst durchzuführen</li> <li>- Andere grosse nicht-kardiale Probleme welche das Überleben während der Studie beeinflussen könnten</li> </ul> <p>Geeignete Patientinnen und Patienten wurden zufällig in zwei verschiedene Gruppen eingeteilt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>AT/IMT Gruppe</i> (IMT mit 60 % des SPI<sub>max</sub>)</li> <li>- <i>AT/SHAM Gruppe</i> (IMT mit 10 % des SPI<sub>max</sub>) = Kontrollgruppe</li> </ul> <p>Totales Sample von 52 Teilnehmenden. Griechenland schloss 28 Patientinnen und Patienten in die Studie ein, die Schweiz 14 Patientinnen und Patienten und Belgien 10 Patientinnen und Patienten. Von diesen 52 Patientinnen und Patienten beendeten 43 das Rehabilitationsprogramm. Die Autorinnen und Autoren beschreiben keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen der AT/IMT (n=21) Gruppe und der AT/Sham (n=22) Gruppe.</p> <p>➔ Mehr Männer als Frauen</p>	<p>Beide Gruppen zeigten eine signifikante Verbesserung des VO<sub>2peak</sub>.</p> <p>Die Trainingszeit, der Respiratorische Quotient und die Ventilation verbesserte sich nur Signifikant in der AT/IMT Gruppe.</p> <p><u>Quality of Life:</u></p> <p>Eine signifikante Verbesserung des MLHFQ wurde in der AT/IMT Gruppe im Vergleich zur AT/SHAM Gruppe erreicht.</p> <p>Die Interaktion zwischen der Gruppe und der Zeit zeigte sich für den MLHFQ signifikant.</p> <p>Bei der AT/IMT Gruppe, zeigte sich eine signifikante Verbesserung des MLHFQ.</p>	<p>Bedacht werden muss, dass die AT/IMT Gruppe durch das 30 Min. IMT Training, jeweils 30 Minuten mehr Training hatten, was ein höherer Trainingsumfang bedeutet.</p> <p>Sie äussern auch wenn keine signifikanten Verbesserungen in der aeroben Kapazität erzielt wurden, verbesserte sich die Lebensqualität und die Trainingszeit. Dies verleitet die Autorinnen und Autoren dazu zu sagen, dass IMT Symptome lindern kann und die Aktivitäten des täglichen Lebens erleichtert.</p> <p>Sie beschreiben Limitationen der Studie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geringe Anzahl der Teilnehmenden</li> <li>- Die verschiedenen Rehabilitationsinstitutionen verwendeten</li> </ul>
--	---	--	--

	<p><b>Datenerhebung:</b></p> <p><u>Primäre Outcomes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Körperliche Leistungsfähigkeit (Während dem kardiopulmonalen Ausdauertests CPET wurde der <math>VO_{2peak}</math> und die Herzfrequenz gemessen)</li> <li>- Dyspnoe (Borg 0-10, gemessen am Ende des CEPT)</li> <li>- Inspiratorische Muskelkraft (<math>PI_{max}</math>)</li> <li>- Inspiratorische Muskelfunktionskapazität (<math>SPI_{max}</math>)</li> <li>- Lebensqualität (MLHFQ)</li> </ul> <p><u>Sekundäre Outcomes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LVEF (%), LV end-diastolic (LVEDD, mm) und LV end-systolic (LVESD, mm) (Echokardiographie)</li> <li>- Dynamische Lungenfunktion FVC und FEV1 (Spirometrie → gemessen vor jedem CPET)</li> <li>- Serumbiomarker für Entzündung und myokardialen Stress = C-reaktives Protein (CRP) und myokardialer Stress (NT-proBNP)</li> </ul>	<p>Keinen signifikanten Index für LV zwischen der Gruppe ersichtlich.</p> <p>Keine Interaktion zwischen der Gruppe und der Zeit.</p>	<p>unterschiedliche Testapparate</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Teilnehmenden von Athen hatten einen höheren Ausgangswert des <math>VO_{2peak}</math> im Vergleich zu Bern → dies könnte zu den nicht signifikanten Ergebnissen des <math>VO_{2peak}</math> geführt haben</li> </ul>
--	---	--	--

	<p>Der SPI<sub>max</sub> wurde vor jeder Trainingseinheit gemessen.</p> <p>Alle anderen Outcome-Parameter wurden einmal vor und einmal nach den 12 Wochen erhoben. Beim SPI<sub>max</sub> wurde ebenfalls ein prä- und post Interventionswert erhoben.</p> <p><b>Datenanalyse:</b></p> <p><u>Skalierung:</u></p> <p>Alter: proportional</p> <p>MLHFQ/ VO<sub>2peak</sub>/ PI<sub>max</sub>/ SPI<sub>max</sub>: proportional</p> <p>LVEF/ LVESD/LVEDD/FVC / FEV1/FVC: proportional</p> <p>Herzfrequenz / Blutdruck: proportional</p> <p>Borg: proportional</p> <p>NYHA: ordinal/intervall (wird in der Studie als Intervall gebraucht)</p> <p>BMI: intervall</p> <p>Krankheitsätiologie: Nominal</p> <p>Medikation/Geschlecht: nominal</p>		
--	---	--	--

	<p><u>Student's t-test</u> für: Alter, BMI, <math>VO_{2peak}</math> und LVEF</p> <p><u><math>\chi^2</math> Test</u> für: Geschlecht, NYHA Klassifikation, Krankheitsätiologie und Medikation</p> <p><u>Paired t-test</u> für die Bewertung von trainingsinduzierten Veränderungen prä- und post- in einer Gruppe.</p> <p><u>RMANOVA</u>: Effekt zwischen den Gruppen, Zeiteffekt, Effekt der Gruppen und der Zeit.</p> <p><u>P-P plots</u>: Normalität</p> <ul style="list-style-type: none"><li>→ Bonferroni Korrektur</li><li>→ Es wird kein Signifikantsniveau festgelegt</li></ul> <p><b>Ethik:</b> Die Autorinnen und Autoren beschreiben, dass die Einverständniserklärung mit den Ethikkommissionen aller beteiligten Rehabilitationszentren kompatibel waren und das Untersuchungsprotokoll durch die Ethikkommissionen genehmigt sei.</p>		
--	--	--	--

**Würdigung der Studie** Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure von Adamopoulos et al. (2014).

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p>Die Studie beantwortet eine wichtige Frage der Berufspraxis. Die Frage ist klar und verständlich formuliert. Die Fragestellung der Studie ist passend zu unserer BA-Fragestellung.</p> <p>Die Forschungsfrage ist klar definiert. Hypothesen werden nicht ausdrücklich genannt, können aber aus der Forschungsfrage abgeleitet werden.</p> <p>Die Autorinnen und Autoren führen verschiedene Informationen über Herzinsuffizienz auf. Diese</p>	<p>Es wurde ein neues Design eines RCT angewandt. Dieses scheint für die Forschungsfrage logisch gewählt und wird nachvollziehbar begründet.</p> <p>Die externe und die interne Validität werden nicht explizit angesprochen.</p> <p>Das definitive Sample wird erst in den Resultaten beschrieben. Die Autorinnen und Autoren beschreiben, dass das Sample für das Studiendesign eher klein ist. Sie stufen das Sample aber trotzdem als repräsentativ ein. Die Übertragbarkeit ist ersichtlich, da die Ein- und Ausschlusskriterien sehr genau beschrieben sind.</p> <p>Vergleichsgruppe und Interventionsgruppe sind sehr ähnlich (Table 1). Jedoch mehr Männer als Frauen (repräsentativ: da mehr Männer an einer Herzinsuffizienz leiden als Frauen) Keine signifikanten Abweichungen ersichtlich. Drop-outs sind angegeben und begründet (Figure 3).</p> <p>Wies genau die Einteilung in Kontroll- und Interventionsgruppe vorgenommen wurde, ist nicht angegeben → es steht nur zufällig.</p>	<p>Tabellen sind eine Ergänzung zum Text. Tabellen haben Titel und sind im Text verlinkt.</p> <p>Die Ergebnisse können aus den Tabellen abgelesen werden. Die Daten für die Evaluation in den einzelnen Gruppen und die Analyse wobei die Gruppen verglichen werden sind gut ersichtlich.</p> <p>Einzig die Daten der Interaktionen zwischen der Zeit und den Gruppen, welche in den Resultaten immer wieder beschrieben ist, findet sich in keiner Tabelle. (beispielsweise beim MLHFQ oder bei NT-proBNP)</p> <p>Es ist nicht ersichtlich, in welchen Kategorien des</p>	<p>Alle Resultate werden diskutiert und die Interpretationen stimmen mit den Resultaten überein.</p> <p>Die Resultate werden in Bezug auf die Fragestellung evaluiert. Die erhaltenen Ergebnisse werden mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen und diskutiert. Alternative Erklärungen für Ergebnisse werden gesucht. Die Ergebnisse werden kritisch hinterfragt und es wird eine praxisrelevante Aussage gemacht.</p> <p>Limitationen der Studie werden beschrieben und erklärt. Die Stärken und Schwächen werden aufgewogen, indem die Autorinnen und Autoren ihren Limitationen bewusst sind, ihre Studie aber trotzdem als valide einstufen.</p>

<p>sind mit Fachliteratur belegt. Es werden keine empirischen Informationen genannt.</p>	<p>Die Datenerhebung ist nachvollziehbar beschrieben. Die Methoden der Datenerhebung ist nicht überall gleich. Es gibt Unterscheidungen in den verschiedenen Rehabilitationsinstitutionen. Die verschiedenen Arten sind aber beschrieben und auch als Bias aufgeführt. Die Daten sind bis auf die Daten der Dyspnoe und des CRP von allen Teilnehmenden erhoben. Wieso diese nur in Subgruppen erhoben wurden ist nicht beschrieben. Messverfahren sind nachvollziehbar beschrieben. Es werden genaue Angaben der verwendeten Messinstrumente gemacht. Begründungen sind aber keine ersichtlich. Genaue Angaben zur Reliabilität und Validität werden nicht gemacht. Verzerrungen sind in der Hinsicht erwähnt, da sie beschrieben, dass nicht alle Rehabilitationszentren die genau gleichen Messverfahren verwendet haben.  Die verwendeten Datenanalyseverfahren sind genau beschrieben. <u>Student's t-test</u>: Alter, BMI, <math>VO_{2peak}</math> und LVEF <u><math>\chi^2</math> Test für</u>: Geschlecht, NYHA Klassifikation, Krankheitsätiologie und Medikation</p>	<p>MLHFQ sich die Werte verbessert haben. Die Daten des CRP und der Dyspnoe sind nur in einer subgruppe erhoben worden. Wieso wird nicht erläutert.</p>	<p>Ein- und Ausschlusskriterien sind detailliert beschrieben. Verwendete Messinstrumente und Messverfahren in den Rehabilitationszentren sind beschrieben. Daher ist die Studie in einem anderen klinischen Setting auch gut wiederholbar. Die Ergebnisse sind in der Praxis umsetzbar, insofern die Institutionen ein IMT-Trainingsgerät zur Verfügung haben.</p>
--	--	---	--

	<p><u>Paired t-test</u>: für die Bewertung von trainingsinduzierten Veränderungen prä- und post- in einer Gruppe.</p> <p><u>RMANOVA</u>: Effekt zwischen den Gruppen, Zeiteffekt, Effekt zwischen der Gruppe und der Zeit.</p> <p><u>P-P plots</u>: Normalität</p> <p>→ Bonferroni Korrektur wurde angewandt</p> <p>Die statistischen Tests entsprechen den Datenniveaus (de With, 2017a; de With, 2017b). Die Skalenniveaus sind im Text nicht definiert Ein festgelegtes Signifikantsniveau ist nicht beschrieben.</p> <p>Es ist beschrieben, dass die Ethikkommissionen den verschiedenen Ländern zugestimmt haben. Die Diskussion ethnischer Fragen sind nicht ersichtlich. Die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden wird nicht diskutiert. Ob die Datenerhebenden die Teilnehmenden schon vorab gekannt haben (da sie in den Rehabilitationsprogrammen sind) ist nicht aufgeführt.</p>		
--	---	--	--

**Zusammenfassung der Studie** Addition of inspiratory muscle training to aerobic training improves cardiorespiratory responses to exercise in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness von Winkelmann et al. (2009).

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p><b>Zweck:</b> Anhand dieser Studie soll die Hypothese geprüft werden, dass die Ergänzung des IMT zum Ausdauertraining (AE) zu einer Verbesserung der kardiorespiratorischen Reaktionen, der Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten mit inspiratorischer Muskelschwäche, auf Bewegung führt. Dies im Vergleich mit Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten welche nur AE durchführen.</p> <p><b>Hypothese:</b> Zusätzliche Ausführung von IMT zum AE kann zu Verbesserung der primären Outcomeparameter</p>	<p><b>Design:</b> Randomisierte kontrollierte Studie (Experimentelle primär Studie)</p> <p><b>Sample:</b> Wird erst in den Resultaten ausführlich besprochen.</p> <p><u>Einschlusskriterien Patientinnen und Patienten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stabile chronische Herzinsuffizienz – linksventrikuläre systolische Dysfunktion (Linksventrikuläre Ejektionsfraktion &lt;45 %</li> <li>- Inspiratorische Muskelschwäche 70 % des zu erwartenden <math>PI_{max}</math></li> <li>- Mindestens 6 Monate nach Erstdiagnose</li> <li>- Keine Hospitalisation oder Veränderung der Medikation in den letzten 3 Monaten</li> </ul> <p><u>Ausschlusskriterien Patientinnen und Patienten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulmonale Erkrankungen oder Angina</li> <li>- Nikotinabusus oder Steroidbehandlung</li> </ul>	<p>Grossteils verständliche Präsentation der Ergebnisse sowohl in Textform als auch in tabellarischer Form.</p> <p><u>Inspiratorische Muskelfunktion:</u> AE und A + IMT haben nach 3 Wochen signifikante Verbesserungen des <math>PI_{max}</math> gezeigt. Im Vergleich zu der AE (+72 %) Gruppe verbesserte sich die A + IMT (+110 %) Gruppe signifikant. A + IMT konnte im Vergleich zu AE signifikant den <math>PE_{max}</math>, <math>Pth_{max}</math> und den <math>Pth/PI_{max}</math> steigern.</p>	<p>Die Ergebnisse werden zusammengefasst und diskutiert. Sie vergleichen einige der Ergebnisse mit den Ergebnissen anderer Studien.</p> <p>Gemäss den Autorinnen und Autoren ist dies, die erste Studie welche vorteilhaften Effekte von IMT + AE, in Bezug auf die kardiorespiratorischen Reaktionen beim Training belegen kann. Die Autorinnen und Autoren diskutieren die Möglichkeit, dass bei inspiratorischer Muskelschwäche potenziell alle Trainingsreize einen Effekt auf den <math>PI_{max}</math> haben können. Dieser Faktor könnte zu der signifikanten Steigerung des <math>PI_{max}</math> in beiden Gruppen geführt haben.</p>

<p>PI<sub>max</sub> und VO<sub>2peak</sub> bei Herzinsuffizienzpatientinnen und -patienten mit inspiratorischer Muskelschwäche.</p> <p><b>Problembeschreibung und Bezugsrahmen:</b></p> <p>Es wird auf Symptome der Betroffenen eingegangen. Literatur wird angegeben und Bezug wird dazu genommen. Z.B. Empfehlungen.</p> <p>Es wird auch Bezug zu anderen Studienergebnissen genommen. Mit diesen wird der Forschungsbedarf begründet.</p> <p>Abschliessend gehen die Autorinnen und Autoren auf ihre Outcome Parameter ein.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kürzlicher Myokardinfarkt oder kardiologische Operation in den letzten 6 Monaten</li> <li>- Orthopädisches oder neurologisches Leiden</li> <li>- Karzinom/Chemotherapie</li> </ul> <p>209 Patientinnen und Patienten wurden gescreent. Davon waren 38 für die Studie kompatibel. Die 38 Teilnehmenden wurden zufällig in eine AT + IMT und in eine AT Gruppe eingeteilt. 14 Teilnehmende schlossen das Programm nicht ab. Somit ist ein Sample von 24 Teilnehmenden entstanden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A + IMT (n=14) → 12 Wochen drei Mal pro Woche AT + sieben x / Woche IMT bei 30 % des PI<sub>max</sub> (1x Supervision)</li> <li>- AE (n=14) → 12 Wochen drei Mal pro Woche AT</li> </ul> <p>→ Keine signifikanten Abweichungen im Sample</p> <p><b>Datenerhebung:</b></p> <p><u>Primäre Outcomes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- VO<sub>2peak</sub></li> <li>- Inspiratorische Muskelkraft (PI<sub>max</sub>)</li> </ul>	<p><u>Kardiopulmonale Ausdauerstestung:</u></p> <p>Beide Gruppen verbesserten ihren Peak Performance, submaximal ventilatory responses und recovery gas exchange kinetics.</p> <p>Im Vergleich zur AE Gruppe (21 %) konnten die A + IMT (40 %) ihren VO<sub>2peak</sub> signifikant verbessern. Ausserdem verschiedene signifikante Verbesserungen der pulmonalen Parameter siehe Tabelle III.</p> <p><u>6-Minuten-Gehtest:</u></p> <p>Beide Gruppen hatten ähnliche Verbesserungen des 6-Minuten-Gehtests.</p> <p><u>Quality of Life:</u></p> <p>Beide Gruppen hatten ähnliche Verbesserungen des MLHFQ.</p>	<p>Sie beschreiben, in Bezug zu einer anderen Studie, könnte en high-intensity IMT nötig sein, damit sich die funktionelle Kapazität erhöhen kann.</p> <p>Die Forschungsfrage (bzw. die Hypothese) kann beantwortet werden. Sie beantworten diese, indem sie verschiedene Ergebnisse diskutieren. Sie nehmen Bezug zu den nicht signifikanten Ergebnissen als auch zu den signifikanten. Im Untertitel Clinical implications beschreiben sie, dass Patientinnen und Patienten von der Kombination AE + IMT profitieren können.</p> <p>In der Conclusion beschreiben sie, dass AE + IMT eine Verbesserung auf die kardiopulmonalen Parameter/Reaktionen hat.</p> <p><u>Limitationen:</u></p> <p>Die Autorinnen und Autoren beschreiben Limitationen.</p>
--	--	---	---

	<p><u>Sekundäre Outcomes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lebensqualität (MLHFQ)</li> <li>- Submaximale funktionelle Kapazität → 6-Minuten-Gehtest</li> <li>- Expiratorische Muskelkraft (<math>PE_{max}</math>)</li> <li>- Inspiratorische Muskelausdauer (<math>Pth_{max}</math>)</li> <li>- Andere kardiopulmonalen Parameter</li> </ul> <p>Alle Parameter wurden prä- und post Intervention erhoben. Der <math>PI_{max}</math> wurde jede Woche erfasst.</p> <p><b>Datenanalyse:</b></p> <p><u>Skalierung:</u></p> <p>Alter: proportional</p> <p>MLHFQ / <math>VO_{2peak}</math> / <math>PI_{max}</math> / <math>PE_{max}</math> / <math>Pth_{max}</math>: proportional</p> <p>EF/ Herzfrequenz / Blutdruck: proportional</p> <p>BMI: intervall</p> <p>Krankheitsätiologie/ Medikation / Geschlecht: nominal</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wenige Teilnehmerinnen und Teilnehmer → Type I Error kann nicht ausgeschlossen werden</li> <li>- 6-Minuten-Gehtests ist nicht so ein sensitiver Test</li> </ul> <p>Abschliessend empfehlen die Autorinnen und Autoren weitere Untersuchungen mit einer grösseren Anzahl an Teilnehmenden, um ihre Ergebnisse zu generalisieren.</p>
--	---	--	--

	<p>Student's t-Test, Fischer's extract Test, ANOVA, Tukey Test, Pearson Correlation</p> <p>Es ist genau deklariert, wo sie den Student's t-Test, den Fischers extract test, ANOVA und den Tukey Test (Tukey Test= Einweg-Varianzanalyse → eher konservativ → weniger signifikante Unterschiede nach Holmes et al. (2011)) gebraucht haben (dies ist zu den Variablen passend) es ist in den Tabellen und Resultate nicht ersichtlich wo die Pearson Korrelation verwendet wurden.</p> <p><b>Ethik:</b></p> <p>Die Untersuchung wurde von der Ethikkomission genehmigt.</p>		
--	--	--	--

**Würdigung der Studie** Addition of inspiratory muscle training to aerobic training improves cardiorespiratory responses to exercise in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness von Winkelmann et al. (2009).

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p>Die Studie beantwortet eine wichtige Frage der Berufspraxis. Eine klare Hypothese wurde aufgestellt und in der Einleitung begründet. Die Fragestellung der Studie ist passend zu unserer BA-Fragestellung.</p> <p>Es ist vor allem eine Hypothese definiert. Die Fragestellung bezieht die Hypothese mit ein.</p> <p>Die Verfassenden führen verschiedene Informationen über Herzinsuffizienz auf. Diese sind mit Fachliteratur belegt. Ergebnisse einer</p>	<p>Es wurde ein randomisiertes kontrolliertes Design angewandt. Dieses scheint für die Forschungsfrage logisch gewählt. Die Wahl des Designs wird nicht explizit begründet.</p> <p>Das definitive Sample wird erst in den Resultaten beschrieben. Die Autorinnen und Autoren beschreiben, dass das Sample für das Studiendesign eher klein ist. Sie stufen das Sample aber trotzdem als repräsentativ ein. Die Ein- und Ausschlusskriterien sehr genau beschrieben sind. Vergleichsgruppe und Interventionsgruppe sind sehr ähnlich (Table 1). Keine signifikanten Abweichungen ersichtlich. Es wäre sinnvoll gewesen, noch die NYHA Klassifikationen im Sample zu definieren. Drop-outs sind angegeben und begründet.</p> <p>Wies genau die Einteilung in Kontroll- und Interventionsgruppe vorgenommen wurde, ist nicht angegeben → es steht nur zufällig.</p> <p>Wo und wie die Teilnehmenden rekrutiert worden sind nicht beschrieben.</p>	<p>Tabellen sind eine Ergänzung zum Text. Tabellen haben Titel und sind in den Text miteingebaut. Gerade die Figure 1 ist nicht sehr übersichtlich gestaltet.</p> <p>Tabellen zur Quality of Life und zum 6-Minuten-Gehtest sind nicht erstellt worden. Die Resultate sind in diesen Kapiteln nicht sonderlich ausführlich beschrieben. P-Werte des MLHFQ sind nicht transparent. Es ist nicht ersichtlich in welchen Kategorien sich der MLHFQ verändert hat.</p> <p>In den Tabellen sind die Datenanalyseverfahren immer mitangefügt.</p>	<p>Alle Resultate werden diskutiert. Sie geben Interpretationen ab. Die Interpretationen der Variablen scheinen korrekt. Sie stellen im Untertitel jedoch eine gewagte weiterführende Hypothese auf.</p> <p>Die Resultate werden in Bezug auf die Fragestellung/Hypothese evaluiert. Die erhaltenen Ergebnisse werden mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen. Alternative Erklärungen für Ergebnisse werden teilweise gesucht. (beispielweise die inspiratorische Muskelschwäche)</p> <p>Die Stärken und Schwächen werden nur teilweise aufgewogen und in den Limitationen beschrieben. Die Autorinnen und Autoren sind nicht sehr kritisch mit ihrer Studie.</p>

<p>anderen Studie werden präsentiert. Es werden keine empirischen Informationen genannt.</p>	<p>Die Datenerhebung und die Datenanalyse sind im Grossen und Ganzen nachvollziehbar beschrieben. Die Tabellen stellen eine Ergänzung dar. Es ist ein Signifikanzniveau wird definiert. Die Datenniveaus passen zu der Datenanalyse (Holmes et al., 2011; de With, 2017a; de With, 2017b). Messinstrumente sind angegeben. Bezüglich ihrer Reliabilität und Validität wird keine Aussage gemacht. Verzerrungen sind in der Hinsicht erwähnt, dass sie ein kleines Sample haben. Ansonsten werden Bias nicht genannt.  Ethnische Fragen werden nicht diskutiert. Die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden wird nicht diskutiert. Ob die Datenerhebenden die Teilnehmenden schon vorab gekannt haben (da sie diese evtl. im Spital betreut haben) ist nicht aufgeführt.</p>	<p>Wo genau die Pearson Korrelation verwendet wurde ist nicht klar.</p>	<p>→ Type I Error kann nicht ausgeschlossen werden  Die Ergebnisse sind in der Praxis umsetzbar, insofern die Institutionen ein IMT-Trainingsgerät zur Verfügung haben.  Es wäre möglich die Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen. Da Ein- und Ausschlusskriterien definiert sind. Messinstrumente sind aufgeführt.</p>
--	---	---	--

**Zusammenfassung der Studie** High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized trial von Marco et al. (2013)

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p><b>Konzept/Problem:</b></p> <p>Bei der chronischen Herzinsuffizienz (HI) wird die Struktur und/oder Funktion der Muskeln verändert. Die wichtigsten Eigenschaften der Atem- und Skelettmuskeln sind die Kraft und Ausdauer, welche reduziert werden. Hierbei spricht man von einer muskulären Dysfunktion. Bei vorübergehender Ermüdung wird von einer vorübergehenden</p>	<p><b>Design:</b></p> <p>Es handelt sich um ein double-blind randomized controlled clinical trial Design.</p> <p><b>Stichprobe:</b></p> <p>Vor der Randomisierung wurden alle Patientinnen und Patienten klinisch und echokardiographisch untersucht und gingen zu regelmässigen Kontrollbesuchen bei ihren Kardiologen.</p> <p>22 Teilnehmende wovon 17 Männer und fünf Frauen sind. Zwei Gruppen welche mit dem Zufallsprinzip in eine hi-IMT und eine Schein-IMT Gruppe eingeteilt wurden.</p> <p>Es handelte sich um eine kardiopulmonale Rehabilitationseinheit welche in ein multidisziplinäres Herzinsuffizienzprogramm der Universitätsklinik in Barcelona (Spanien) integriert waren.</p>	<p>Die Ergebnisse werden in Textform und Tabellen sowie mit einer Grafik präsentiert.</p> <p>Die Ätiologie der HI war überwiegend ischämisch und hatten eine leichte bis mittlere LV-Dysfunktion und waren leicht bis mittel in der Funktionsfähigkeit eingeschränkt. Obwohl keine pulmonale Vorgeschichte vorherrschte waren alle in der Lungenfunktion moderat eingeschränkt.</p> <p><u>Respiratorische Muskelfunktion:</u></p> <p>Das hi-IMT führte zu einer signifikanten Verbesserung des</p>	<p>Es wird diskutiert, dass dies die erste Studie sei, welche die Methode 10 RM sowie das Orygen-Dual verwenden. Es sind noch weitere Informationen über den Gerätemechanismus und den Verlauf der Trainingsintensität nötig. Das Gerät wurde von Forschern des Institut d'Investigacions Mèdiques-Hospital del Mar, Barcelona gemacht und patentiert.</p> <p>Es ist wissenschaftlich bewiesen, dass high- and low-intensity IMT eine Effektivität auf die respiratorische Muskelkraft aufzeigen.</p> <p>Die high intensity Trainingsform erreicht dies jedoch zeitnaher. Zudem wird in der vorgeschlagenen</p>

<p>muskulären Dysfunktion gesprochen.</p> <p><b>Zweck:</b></p> <p>Das Ziel der Studie ist den Effekt, die Machbarkeit und Sicherheit eines vier wöchigen hochintensiven IMT (hi-IMT) bei Patientinnen und Patienten, welche unter einer chronischen HI leiden zu untersuchen.</p> <p><b>Bezugsrahmen und Forschungsbedarf:</b></p> <p>Es gibt bereits Studien, welche sich mit niedrigerer und mittlerer Intensität des IMT auseinandergesetzt haben. Ein hochintensives Training setzt jedoch mehr Reize</p>	<p><u>Einschlusskriterien:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- &gt; 18 Jahre</li> <li>- CHF jeglicher Ätiologie</li> <li>- NYHA II-III</li> <li>- Klinisch stabiler Zustand ohne Verschlechterung der HI oder Veränderung der Medikation in den letzten drei Monaten und während der Studie</li> <li>- Fähigkeit die Studienverfahren zu verstehen und akzeptieren</li> <li>- Zustimmung in Übereinstimmung mit den nationalen Rechtsvorschriften zu unterzeichnen</li> </ul> <p><u>Ausschlusskriterien:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pulmonale Vorerkrankung</li> <li>- Fehlen eines allgemeinen und/oder respiratorischen Muskeltrainings in den letzten drei Monaten</li> </ul> <p>In der Gruppe I (hi-IMT-Gruppe) gab es eine wöchentliche Steigerung der Trainingsbelastung, welche an den Inspirationsdruck angepasst war. So ermittelte man die maximale Wiederholung von 10. Somit war die Trainingsintensität 100 %. Die Scheingruppe startete bei 10cmH<sub>2</sub>O, die wöchentlich um 2,5 cmH<sub>2</sub>O erhöht wurde. 5x 10 Wdh., 1-2Min. Pause, 2x tgl, 7d/w für 4 Wochen.</p>	<p>PI<sub>max</sub> im Vergleich zur Kontrollgruppe.</p> <p>Ein direkter Zusammenhang wurde zwischen des PI<sub>max</sub> und des FVC festgestellt.</p> <p>Keine signifikanten Ergebnisse liessen sich zwischen der respiratorischen Muskelfunktion und der EF feststellen.</p> <p>Es wurde eine signifikante Beziehung zwischen dem PI<sub>max</sub> und der Muskelausdauer gefunden.</p> <p>Die Ausdauer der hi-IMT Gruppe betrug 72,7 % wobei die Schein-IMT den Wert 18,2 % erreichte, was ebenfalls eine Signifikanz aufzeigt. Die Ausdauer wurde jedoch durch die 10 Repetitionen geschätzt und es wurde keine Lungenfunktionsmessung durchgeführt.</p>	<p>Trainingsform der Studie das Training einmal (Supervision) von Physiotherapeuten und Physiotherapeutinnen betreut und ist somit kostengünstig.</p> <p>Die Dyspnoeverbesserung der Interventionsgruppe war kleiner als erwartet. Nach der Meinung der Autorinnen und Autoren ist dies, weil MMRC-Dyspnoe-Skala nicht sensibel für kurzfristige Veränderungen ist.</p> <p>Eine Verbesserung der Lebensqualität konnte nicht festgestellt werden. Die Autorinnen und Autoren erklären, dass die Probandinnen und Probanden möglicherweise nicht genügend symptomatisch waren und der Fragebogen nicht genug sensibel.</p>
---	--	---	---

<p>wodurch die Kraft sowie die Fasern und Muskelgrösse verbessert wird.</p>	<p><b>Datenerhebung:</b></p> <p>Die klinische Untersuchung fand beim gleichen Arzt oder Ärztin statt, welche die Gruppeneinteilung nicht kannte.</p> <p>Die respiratorische Muskelkraft und die Ausdauer wurden mithilfe des <math>PI_{max}</math> und <math>PE_{max}</math> ermittelt.</p> <p>Es gab physiologische Messungen sowie schriftliche Befragungen. Der <math>PI_{max}</math> wurde wöchentlich gemessen.</p> <p><u>Primäre Outcomes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspiratorische Muskelkraft: proportional</li> <li>- Inspiratorische Muskelausdauer: proportional</li> <li>- Dyspnoe (MMRC): ordinal</li> <li>- Lebensqualität (MLHFQ): proportional</li> <li>- Änderungen in NT-proBNP und andere Blutwerte</li> <li>- Schulung Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter</li> <li>- Ausbildungskosten akzeptabel</li> <li>- Behandlung mit gesetzlichen Anforderungen verbunden?</li> <li>- Löst Behandlung ein klinisches Problem</li> <li>- Angemessene Zeit um Wirksamkeit zu erreichen</li> <li>- Akzeptanz der Patientinnen und Patienten</li> </ul>	<p>9 Patientinnen und Patienten von der hi-IMT Gruppe und 4 Patientinnen und Patienten von der Schein-IMT Gruppe haben eine Verbesserung des <math>PI_{max}</math> von &gt;25 %.</p> <p>9 der hi-IMT Gruppe und ein/e Teilnehmende/r der Schein-IMT Gruppe konnten eine Ausdauerverbesserung erzielen.</p> <p><u>Funktion der oberen Extremität:</u></p> <p>Es gab keine signifikante Veränderung der Muskelkraft der oberen Extremitäten.</p> <p><u>Lebensqualität:</u></p> <p>Mit dem MLHFQ konnten in den vier Wochen Intervention keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden.</p>	<p><u>Limitationen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorselektierung der Patientinnen und Patienten, damit sie dem Rehabilitationsprogramm folgen können.</li> <li>- Nicht alle können ein ambulantes Rehaprogramm durchführen</li> <li>- Kleine Stichprobe von 22 Probandinnen und Probanden mit guten MLHFQ-Basiswerten</li> </ul> <p>Sie kommen zu dem Schluss, dass die hi-IMT Form ein effektives, praktikables und sicheres Instrument zur Verbesserung der Schwäche (Stärke) und Müdigkeit (Ausdauer) der Inspirationsmuskulatur bei milder bis mittlerer Betroffenheit von HI zeigt.</p>
---	--	--	--

	<p>- Veränderung von chronischen Krankheitsbiomarkern</p> <p><u>Datenanalyseverfahren:</u></p> <p><u>Kolmogorov-Smirnov-Test, Lilliefors-Test:</u> ob eine Normalverteilung der Daten vorliegt, geeignet für kleinere Stichproben und kann bei metrischen Skalenniveaus sowie beim Ordinalniveau angewendet werden (Janssen &amp; Laatz, 2003). → passt mit den Skalenniveaus überein.</p> <p><u>Univariate Analyse</u> wurde mit <math>\chi^2</math>, Fisher's exact, Student's t- oder Mann-Whitney U-Test durchgeführt: In dieser Studie sind metrische sowie parametrische Skalenniveaus vorhanden, deshalb werden beide Tests verwendet. (t-Test: metrisch U-Test: Nonparametrisch) (de With, 2017a; de With, 2017b). → passt mit den Skalenniveaus überein.</p> <p><u>Varianzanalyse</u> wurde durch ein gemischtes Design (Intrasubjekt) und ein Ein-Faktor Design (Intersubjekt) durchgeführt. → passt mit den Skalenniveaus überein.</p> <p><u>Greenhouse-Geisser's Methode:</u> Dieser Test wird bei einer nicht Normalverteilung der Varianzen (Sphärizität) gemacht. Er berechnet einen Korrekturkoeffizienten, welcher dann als Prüfwert berechnet wird. Eine Form</p>	<p><u>Die Biomarker für chronische Krankheiten</u></p> <p>Veränderten sich nicht signifikant. Einzig die Nierenfunktion der Schein-IMT-Gruppe.</p> <p><u>Dyspnoe:</u></p> <p>Die Einstufung der Dyspnoe verbesserte sich signifikant nach dem vierwöchigen IMT.</p> <p><u>Machbarkeit:</u></p> <p>Keine signifikante Kostenerhöhung, wenn das IMT in die Reha integriert wird.</p> <p><u>Akzeptanz:</u></p> <p>Keine Zwischenfälle</p>	
--	---	--	--

	<p>der Varianzanalyse (Hemmerich, 2019). →Für die Studie sinnvoll.</p> <p>P-Wert: &lt; 0.05</p> <p><b>Ethik:</b></p> <p>Die Studie wurde vom lokalen Ethikausschuss für klinische Forschung genehmigt. Sie wurde mit Übereinstimmung der Deklaration von Helsinki durchgeführt.</p>		
--	---	--	--

**Würdigung der Studie** High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized trial von Marco et al. (2013)

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p>Beantwortet die Studie eine wichtige Frage der Berufspraxis/ Ba-Fragestellung?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Zweck der Studie spielt eine wichtige Rolle in der Berufspraxis</li> </ul>	<p>Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten Design logisch und nachvollziehbar?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja</li> </ul> <p>Werden die Gefahren der internen und externen Validität kontrolliert?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nein</li> </ul> <p>Ist die Stichprobenziehung für das Design angebracht</p>	<p>Sind die Ergebnisse präzise?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Werte der zwei Gruppen sind im Text sowie in der Tabelle festgehalten und sind gut ersichtlich. Der p-Wert ist aufgezeigt und signifikante</li> </ul>	<p>Werden alle Resultate diskutiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es werden nicht alle Resultate diskutiert und begründet. Ein grosser Teil der Diskussion besteht aus der Erklärung der Funktionsweise des IMT-Gerätes.</li> </ul>

<p>und passt zu unserer BA-Fragestellung.</p> <p>Sind die Forschungsfragen klar definiert? Ev. Durch Hypothesen ergänzt?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Forschungsfrage ist klar definiert. Die Autorinnen und Autoren äussern keine Hypothese.</li> </ul> <p>Wird das Thema/ das Problem im Kontext von vorhandener konzeptioneller und empirischer Literatur logisch dargestellt?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Thema wird in der Studie logisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja</li> </ul> <p>Ist die Stichprobe repräsentativ für die Zielpopulation?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Stichprobe ist repräsentativ für die Zielpopulation. Es wird jedoch eine kleine Stichprobengrösse gewählt.</li> </ul> <p>Auf welche Population können die Ergebnisse übertragen werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auf Menschen, welche an einer Herzinsuffizienz leiden und die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllen.</li> </ul> <p>Wie wurden die Vergleichsgruppen erstellt? Sind sie ähnlich?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durch die Ein- und Ausschlusskriterien sowie dieselben Voruntersuchungen wurden die Voraussetzungen ähnlich geschaffen.</li> </ul> <p>Werden Drop-Outs angegeben und begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nein es werden keine Drop-Outs angegeben</li> </ul> <p>Ist die Datenerhebung für die Fragestellung nachvollziehbar?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja, sie wird im Methodikteil genau beschrieben und erläutert.</li> </ul>	<p>Veränderungen sind schnell ersichtlich.</p> <p>Wenn Tabellen/Grafiken verwendet wurden, entsprechen diese folgenden Kriterien? Sind sie präzise und vollständig (Titel, Legenden)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Tabellen und Grafiken sind vollständig.</li> </ul> <p>Sind sie eine Ergänzung zum Text?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja, sie veranschaulichen die in Textform festgehaltene Resultate einfach und genau.</li> </ul>	<p>Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja</li> </ul> <p>Werden die Resultate in Bezug auf die Fragestellung/Hypothesen, Konzepte und anderen Studien diskutiert und verglichen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einige Resultate werden mit den Ergebnissen von früheren Studien oder Metaanalysen diskutiert.</li> <li>- Am Schluss wird die Fragestellung nochmals zusammenfassend beantwortet.</li> </ul> <p>Wird nach alternativen Erklärungen gesucht?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilweise werden gewisse Ergebnisse erklärt. Es wird jedoch nicht auf alle Ergebnisse eingegangen.</li> </ul> <p>Ist diese Studie sinnvoll? Werden Stärken und Schwächen aufgewogen?</p>
--	--	---	---

<p>begründet und dargestellt.</p>	<p>Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmenden gleich?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja</li> </ul> <p>Sind die Daten komplett, d.h. von allen Teilnehmenden erhoben?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja</li> </ul> <p>Sind die Messinstrumente zuverlässig und nachvollziehbar?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Messinstrumente sind nachvollziehbar, auf die Zuverlässigkeit wird nicht eingegangen. Die klinische Untersuchung wird jedoch immer bei den gleichen Prüfarzten und Prüfarztinnen durchgeführt, woraus eine Zuverlässigkeit resultiert.</li> </ul> <p>Sind die möglichen Verzerrungen/Einflüsse auf die Intervention erwähnt?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bei der Analyse des <math>PI_{max}</math> sowie <math>PE_{max}</math> wird der Einfluss der Gesichts- und Mundmuskulatur möglichst eliminiert.</li> </ul> <p>Werden die Verfahren der Datenanalyse klar beschrieben?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Verfahren wird beschrieben und es wird erklärt für was diese verwendet wird.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Limitationen werden aufgezeigt.</li> </ul> <p>Wie und unter welchen Bedingungen sind die Ergebnisse in die Praxis umsetzbar?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten müssen in der IMT Intervention 2h geschult werden. Es ist keine zusätzliche Ausbildung notwendig.</li> <li>- Es muss ein IMT Gerät zu Verfügung stehen.</li> <li>- Es muss eine Patientenevaluation gemacht werden, um die passende Trainingsform festzulegen.</li> </ul> <p>Wäre es möglich diese Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Ein- und Ausschlusskriterien sind detailliert notiert, wie auch die Messverfahren was eine</li> </ul>
-----------------------------------	--	--	--

	<p>Wurden die Verfahren sinnvoll angewendet?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ja</li></ul> <p>Entsprechen die verwendeten statistischen Tests den Datenniveaus?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ja</li></ul> <p>Erlauben die statistischen Angaben eine Beurteilung?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ja, die Tests wurden korrekt durchgeführt und waren angemessen.</li></ul> <p>Ist die Höhe des Signifikanzniveaus nachvollziehbar begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Das Signifikanzniveau wurde auf <math>p \leq 0.05</math> festgelegt und wurde nicht begründet.</li></ul> <p>Inwiefern sind alle relevanten ethischen Fragen diskutiert und entsprechende Massnahmen durchgeführt worden? Unter anderem zum Beispiel auch die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Das Ethikkomitee hat die Studie genehmigt und es wurden keine weiteren ethischen Fragen diskutiert.</li></ul>		<p>Durchführung in einem anderen klinischen Setting ermöglicht.</p>
--	--	--	---

**Zusammenfassung der Studie** Inspiratory Muscle Training Reduces Sympathetic Nervous Activity and Improves Inspiratory Muscle Weakness and Quality of Life in Patients with Chronic Heart Failure von Mello et al. (2012)

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p><b>Konzept/Problemstellung:</b></p> <p>Die Sterblichkeitsrate bei chronischer HI ist trotz diversen Behandlungsmöglichkeiten gross. Die Trainingsintoleranz steigt und die Lebensqualität sinkt. Die Atemmuskulatur ist geschwächt, die Sympathikusaktivität erhöht, was die Blutversorgung der Muskulatur durch die Vasokonstriktion einschränkt.</p> <p><b>Zweck:</b></p> <p>Die Studie soll die Wirkung des IMT auf die autonome</p>	<p><b>Design:</b></p> <p>Die Autorinnen und Autoren erwähnen, dass eine parallel prospektive, kontrollierte und klinische Studie durchgeführt wurde.</p> <p><b>Sample:</b></p> <p>Weibliche und männliche Probandinnen und Probanden im Alter von 18-60 Jahren. 27 Teilnehmende werden in zwei Gruppen eingeteilt.</p> <p><u>Einschlusskriterien:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnose einer systolischen HI mit linksventrikulären Ejektionsfragment von weniger als 45 % und arterieller Hypertonie</li> <li>- klinischen Stabilität NYHA II</li> <li>- keine Änderung der Medikation in den letzten drei Monaten</li> </ul>	<p>Die Resultate werden schriftlich in Textform sowie tabellarisch beantwortet. Die Ausgangslage der beiden Gruppen ist vergleichbar. Die Teilnehmenden haben ähnliche Medikamente und eine ähnliche medizinische Behandlung.</p> <p>Die IMT Gruppe weist eine signifikante Erhöhung des <math>PI_{max}</math> und den <math>VO_{2peak}</math>. Der Wert des <math>VE/VCO_2</math> ist signifikant gesunken.</p> <p>In der Kontrollgruppe hat es während der Studienzeit keine signifikanten Unterschiede gegeben.</p> <p>Die Interventionsgruppe hat ein signifikant höheres <math>VO_2</math> und einen tieferen Wert des</p>	<p>Die Ergebnisse werden von den Autorinnen und Autoren erklärt und mögliche Annahmen erwähnt.</p> <p>Die sympathische Aktivierung ist typisch für die HI. Daher ist es von Bedeutung, die sympathische Aktivierung zu reduzieren. Die genannte Studie zeigt, dass ein regelmässiges IMT den sympathischen Abfluss bei Patientinnen und Patienten mit HI signifikant reduziert. Das IMT führt zu einer Reduktion von 15 % der MSNA im Vergleich zu Patientinnen und Patienten, welche mit Standardmedikamenten behandelt werden. Die LF Komponente des Pulsintervalls wird durch das IMT normalisiert, was darauf hinweist,</p>

<p>kardiale Modulation und die sympathische Aktivität der peripheren Nerven bei Patientinnen und Patienten, welche unter chronischer Herzinsuffizienz leiden, untersuchen.</p> <p><b>Hypothese:</b></p> <p>Die regelmässige Ausführung des IMT hat eine positive Auswirkung auf die Outcome Parameter.</p> <p><b>Ziel:</b></p> <p>Das Ziel der Studie ist es, den positiven Effekt des IMT in Kombination mit Ausdauertraining zur Leistungsfähigkeit und Verbesserung der</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inspiratorische Muskelschwäche (<math>PI_{max}</math> in Ruhe &lt; 70 % des vorgesehenen Wertes)</li> <li>- beide Geschlechter</li> <li>- 18-60-jährig</li> </ul> <p><u>Ausschlusskriterien:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ischämische Herzerkrankungen</li> <li>- Herzklappenerkrankungen</li> <li>- Chagas-Krankheit, Alkoholmissbrauch/ Drogenkonsum (z. B.: Kokain, Chemotherapie)</li> <li>- chronisches Nierenversagen, Schilddrüsen- oder Leberprobleme</li> <li>- Diabetes Mellitus</li> <li>- Lungenerkrankungen</li> <li>- Tabakkonsum</li> <li>- Unfähigkeit IMT durchzuführen</li> </ul> <p>Die Auswahl der Teilnehmenden wurde mithilfe der Ein- und Ausschlusskriterien bestimmt. Diese Kriterien wurden gewählt, um eine homogene Population zu untersuchen, welche unter der derzeit führenden Ursache (systemische art. Hypertonie) für HI leiden. Die Ausschlusskriterien sollen das Risiko von ischämischen Ereignissen während des IMT reduzieren.</p>	<p>VE/VCO<sub>2</sub> als die Kontrollgruppe.</p> <p>In der IMT Gruppe wurde die tiefe Frequenz der Herzschlagvariabilität signifikant gesenkt und die Herzfrequenz signifikant erhöht. Das LF/HF Verhältnis wurde signifikant gesenkt.</p> <p>In der Kontrollgruppe konnten zu allen Untersuchungen sowie dem MSNA keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden.</p> <p>Der Vergleich zwischen beiden Gruppen zeigt auf, dass die LF Komponente von HRV signifikant weniger ist und die HF Komponente des HRV signifikant höher der Trainingsgruppe als der Kontrollgruppe ist.</p> <p>Die IMT Gruppe hatte eine Reduzierung der MSNA burst</p>	<p>dass durch dieses Training eine allgemeine Verringerung des sympathischen Abflusses beim Menschen mit HI erreicht wird.</p> <p>Weiter wird die deutliche Erhöhung der kardialen HF diskutiert. Dies lässt darauf schliessen, dass durch das IMT eine Verbesserung der sympathischen und parasympathischen Modulation des Herz-Kreislauf-Systems der Patientinnen und Patienten erbracht wird. Die Funktionskapazität wird gesteigert, da die sympathische Aktivierung reduziert wird und somit die Durchblutung der peripheren Skelettmuskulatur besser gewährleistet wird. Der inspiratorische Muskelmetaboreflex wird dadurch vermindert und ist nicht hyperaktiv, wie normalerweise bei HI.</p> <p>Die Autorinnen und Autoren gehen davon aus, dass die sympathische Aktivierung aufgrund des</p>
--	--	---	---

<p>Lebensqualität zu untersuchen.</p>	<p><b>Datenerhebung:</b></p> <p>Die Ergebnisse der kardiopulmonalen Belastungstests, welche die Funktionsfähigkeit testeten, die Ruhemuskel-Synthese-Nervenaktivität, die Herzfrequenzvariabilität und die Lebensqualität wurde vor und nach 12 Wochen des Trainings von Prüfärztinnen und Prüfärzten durchgeführt. Die Prüfärztinnen und -ärzte wussten nicht, welcher Gruppe die Patientinnen und Patienten angehörten.</p> <p><u>Datenanalyse:</u></p> <p>Outcomes:</p> <p>Functional capacity evaluated by cardiopulmonary exercise testing (VE/VCo<sub>2</sub>): proportional</p> <p>MSNA: proportional</p> <p>HRV: proportional</p> <p>MLHFQ: proportional</p> <p>Es wurde das WinStat, Microsoft als statistisches Programm verwendet. Quantitative Variablen wurden in einer Tabelle anschaulich dargestellt. Diese beinhaltete den Mittelwert- und Standardfehler.</p>	<p>Frequenz sowie eine verringerte Häufigkeit der MSNA.</p> <p>Die globalen und physischen Werte der Lebensqualität wurden signifikant reduziert, was auf eine Verbesserung der Lebensqualität schliessen lässt. Bei der Kontrollgruppe waren die Werte der Lebensqualität unverändert. Die globalen und physischen MLHFQ-Werte waren bei der Interventionsgruppe signifikant niedriger im Vergleich zur Kontrollgruppe.</p>	<p>intrathorakalen Volumens und Drucks sowie der Atemwegsreize, welche das IMT mit sich bringt reduziert wird.</p> <p>Durch die Studie kann teilweise eine Verbindung zwischen einem zentralen neuroanatomischen Netzwerk der Kontrolle des Herz-Kreislauf-Systems und Atmungssystems hergestellt werden. Durch die Atmung wird die Aktivierung des sympathischen und parasympathischen Systems verändert. Durch das IMT kann die O<sub>2</sub> Sättigung gesteigert werden sowie die Aktivierung des Chemoreflexes gesenkt werden, wodurch die Bewegungsfähigkeit verbessert wird.</p> <p>Die Autorinnen und Autoren zeigen die Limitationen der Studie auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurze Untersuchungszeit von 12 Wochen</li> </ul>
---------------------------------------	---	--	---

	<p><u>Durchgeführte Verfahren:</u></p> <p><u>Student's T-Test:</u> Beurteilt den Unterschied zwischen zwei Mittelwerten. Braucht mindestens Intervallniveau. Es handelt sich dabei um eingipfelige symmetrische Verteilungen und sie gehen von normalverteilten Daten aus (Mayer, 2002; de With, 2017b). →passt zu den Skalenniveaus</p> <p><u>Kolmogorov-Smirnov-Test:</u> ob eine Normalverteilung der Daten vorliegt, geeignet für kleinere Stichproben und kann bei metrischen Skalenniveaus sowie beim Ordinalniveau angewendet werden (Janssen &amp; Laatz, 2007) → Aufgrund des Proportionalniveaus (metrisch) geeignet.</p> <p><u>Varianzanalyse:</u> Diese wird wie der t-Test bei Mittelwertvergleichen angewendet. Wenn man mehr als zwei Stichproben hat, kann der t-Test nicht verwendet werden und eine Varianzanalyse wird gemacht. Es kann angenommen werden, dass bei der Varianzanalyse der Einfluss der Outcomes auf die Stichproben verglichen wird (de With, 2017a). →passt zu den Skalenniveaus</p> <p><u>Post-Hoc-Test von Student-Newmans-Keuls:</u> Die Varianzanalyse sagt nichts darüber aus, welche Stichproben sich wo unterscheiden. Mit dem Student-Newmans-Keul's Test kann gezeigt werden, wo die</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wenig Probandinnen und Probanden</li> <li>- Nebendiagnose Hypertonie eliminieren → linksventrikuläre Dysfunktion mit einbeziehen</li> </ul> <p>Vergleich mit anderen Studien zeigt, dass diese ebenfalls folgendes sagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Steigerung der Funktionsfähigkeit</li> <li>- Erhöhung Atemmuskelstärke</li> <li>- Herzfunktion verbessert (in dieser Studie nicht untersucht)</li> </ul> <p>Für die zukünftige Forschung sollen die Limitationen angepasst werden und die Auswirkung über eine längere Zeit untersucht werden.</p> <p>Für die Praxis wird empfohlen ein kostengünstiges IMT Gerät anzuschaffen und dieses Training regelmässig durchzuführen.</p>
--	--	--	---

	<p>Unterschiede liegen (de With, 2017a; Abdi &amp; Williams, 2010). →passt zu den Skalenniveaus</p> <p><u>P-Wert</u>: 0,5 als signifikant angesehen</p> <p><b>Ethik:</b></p> <p>Durch das Ethikkomitee der medizinischen Fakultät der Universität São Paulo wurde die Studie genehmigt.</p>		
--	---	--	--

**Würdigung der Studie** Inspiratory Muscle Training Reduces Sympathetic Nervous Activity and Improves Inspiratory Muscle Weakness and Quality of Life in Patients with Chronic Heart Failure von Mello et al. (2012)

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<p>Beantwortet die Studie eine wichtige Frage der Berufspraxis/ Ba-Fragestellung?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studie beantwortet eine wichtige Frage, welche eine wichtige Rolle in der Berufspraxis spielt. Das Ziel der Studie ist passend zur BA-Fragestellung.</li> </ul> <p>Sind die Forschungsfragen klar definiert? Ev. Durch Hypothesen ergänzt?</p>	<p>Ist die Verbindung zwischen der Forschungsfrage und dem gewählten Design logisch und nachvollziehbar?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Design wird in der Studie nicht erwähnt. Aufgrund der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe kann man jedoch von einem Kontrollgruppendesign ausgehen. Es kann jedoch nicht gesagt werden, ob es sich hierbei um ein experimentelles Design oder ein quasi-experimentelles Design handelt.</li> </ul> <p>Werden die Gefahren der internen und externen Validität kontrolliert?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nein</li> </ul> <p>Ist die Stichprobenziehung für das Design angebracht?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auf die Stichprobenziehung wurde nicht genau eingegangen. Es wurde keine sample size calculation durchgeführt, wodurch nicht gesagt werden kann, ob die Stichprobenziehung dem Design angemessen ist. Einzig ist festgehalten, dass die Prüfärztinnen und Prüfärzte nicht</li> </ul>	<p>Sind die Ergebnisse präzise?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja, die Errechnung des p-Wertes wird bei signifikanten Veränderungen aufgezeigt. Einzig beim MLHFQ-Score wird der genauere p-Wert nicht erwähnt.</li> </ul> <p>Wenn Tabellen/ Grafiken verwendet wurden, entsprechen diese folgenden Kriterien? Sind sie präzise und vollständig (Titel, Legende)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja, beinhalten Titel und Legenden.</li> <li>- Der genaue p-Wert wird nicht aufgelistet.</li> </ul>	<p>Werden alle Resultate diskutiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja, es werden zudem mögliche Erklärungen abgegeben.</li> </ul> <p>Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja</li> </ul> <p>Werden die Resultate in Bezug auf die Fragestellung/Hypothesen, Konzepte und anderen Studien diskutiert und verglichen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Resultate werden bezüglich der Fragestellung evaluiert und am Schluss nochmals zusammengefasst.</li> <li>- Es werden gewisse Ergebnisse anderer Studien erwähnt und mit den neu</li> </ul>

<p>- Die Autorinnen und Autoren ergänzen die Definition der Forschungsfrage mit Hypothesen.</p> <p>Wird das Thema/ das Problem im Kontext von vorhandener konzeptioneller und empirischer Literatur logisch dargestellt?</p> <p>- Es gibt einen kurzen Input, was die Herzinsuffizienz mit sich bringt und zu welchen Ergebnissen frühere Studien bereits gekommen sind.</p>	<p>wussten welcher Gruppe die Probandinnen und Probanden zuzuordnen sind.</p> <p>Ist die Stichprobe repräsentativ für die Zielpopulation?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Stichprobe ist eher klein</li> <li>- Die Stichprobe ist repräsentativ</li> </ul> <p>Auf welche Population können die Ergebnisse übertragen werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Ergebnisse können auf Menschen mit chronischer Herzinsuffizienz, welche die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllen übertragen werden.</li> </ul> <p>Wie wurden die Vergleichsgruppen erstellt? Sind sie ähnlich?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durch die Ein- und Ausschlusskriterien wurden die gleichen Voraussetzungen für die beiden Gruppen geschaffen. Die Anzahl der beiden Gruppen ist unterschiedlich.</li> </ul> <p>Werden Drop-Outs angegeben und begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In der Studie werden keine Drop-Outs bekannt gegeben. In der Tabelle 3 befinden sich in der Kontrollgruppe nur noch 11 Personen und in der</li> </ul>	<p>Sind sie eine Ergänzung zum Text?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja</li> </ul>	<p>erworbenen verglichen und bestätigt.</p> <p>Wird nach alternativen Erklärungen gesucht?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Ergebnisse werden aufgrund verschiedener Prozesse/Mechanismen erklärt.</li> </ul> <p>Ist diese Studie sinnvoll? Werden Stärken und Schwächen aufgewogen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Limitationen werden aufgezeigt und die Autorinnen und Autoren sind sich dessen bewusst.</li> <li>- Trotz Berücksichtigung der Limitationen können die Autorinnen und Autoren die Studie als valide einstufen.</li> </ul>
--	---	---	--

	<p>Interventionsgruppe 14. Dies lässt darauf schliessen, dass die Testung der Herzratenvariabilität nicht alle Teilnehmenden durchgeführt haben. Die weiteren Tabellen sind vollständig.</p> <p>Ist die Datenerhebung für die Fragestellung nachvollziehbar?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Datenerhebung wird im Methodikteil genau beschrieben und ist nachvollziehbar.</li> </ul> <p>Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmenden gleich?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es wurden bei allen Teilnehmenden Standarduntersuchungen durchgeführt. Es gab noch weitere Untersuchungen, welche nach individueller Indikation durchgeführt wurden.</li> </ul> <p>Sind die Daten komplett, d.h. von allen Teilnehmenden erhoben?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja, ausser in Tabelle 3 fehlen zwei Probandinnen und Probanden, wie oben beschrieben.</li> </ul>		<p>Wie und unter welchen Bedingungen sind die Ergebnisse in die Praxis umsetzbar?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Ergebnisse sind umsetzbar in die Praxis. Die Prätests müssen durchgeführt werden, um die richtige Dosierung des Trainings festzulegen.</li> </ul> <p>Wäre es möglich diese Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Ein- und Ausschlusskriterien sind detailliert aufgezeigt. Die Messverfahren werden erklärt. Die Limitationen werden ebenfalls aufgeführt, was eine Optimierung der Studie zulässt.</li> </ul>
--	--	--	---

	<p>Sind die Messinstrumente zuverlässig?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Die Messinstrumente werden beschrieben, es wird jedoch auf die Reliabilität und Validität nicht eingegangen, wodurch keine Bewertung möglich ist.</li></ul> <p>Sind die Messinstrumente nachvollziehbar?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ja</li></ul> <p>Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nein</li></ul> <p>Sind die möglichen Verzerrungen/Einflüsse auf die Intervention erwähnt?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nein</li></ul> <p>Werden die Verfahren der Datenanalyse klar beschrieben?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Die verwendeten Tests für die Datenanalyse werden genannt. Die Studie weist jedoch keine Begründung auf.</li></ul>		
--	--	--	--

	<p>Wurden die Verfahren sinnvoll angewendet?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ja</li></ul> <p>Entsprechen die verwendeten statistischen Tests den Datenniveaus?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ja</li></ul> <p>Erlauben die statistischen Angaben eine Beurteilung?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ja, der Student-Newman-Keuls ist weniger konservativ als die Bonferroni-Korrektur oder ein Tukey Test, jedoch kann der verwendete Test in dieser Studie gut akzeptiert werden.</li></ul> <p>Ist die Höhe des Signifikanzniveaus nachvollziehbar begründet?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <math>P &lt; 0.05</math> wurde als signifikant erachtet. Es wurde jedoch keine Begründung abgegeben.</li></ul> <p>Inwiefern sind alle relevanten ethischen Fragen diskutiert und entsprechende Massnahmen durchgeführt worden? Unter anderem zum Beispiel auch die Beziehung zwischen Forschenden und Teilnehmenden?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Das Ethikkomitee der medizinischen Fakultät der Universität São Paulo hat die Studie genehmigt.</li></ul>		
--	---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"><li>- Keine weiteren ethischen Fragen werden diskutiert.</li></ul>		
--	--	--	--

## Anhang D

### PEDro-Skala der Studien

Die PEDro-Skala basierend auf Hegenscheidt et al. (2010).

#### Adamopoulos et al. (2014)

Kriterium	Bewertung	Textangabe
Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	ja	Sowohl für die Rehabilitationsinstitutionen als auch für die Patientinnen und Patienten wurden Ein- und Ausschlusskriterien definiert.
Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	ja	Methods
Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein	Nicht ersichtlich
Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	ja	Table 1
Alle Probanden waren geblindet	nein	Nicht ersichtlich. Sie könnten aber die Gruppenzuordnung erkennen aufgrund den Dosierungen entsprechend des SPI <sub>max</sub> .

Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	nein	Nicht ersichtlich. Therapeuten können aufgrund der Dosierungen des IMT Patientinnen und Patienten den Gruppen zuordnen.
Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	nein	Nicht ersichtlich
Von mehr als 85 % der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein	Aufgrund der Drop-Outs in der AT/IMT Gruppe nicht erreicht. Schlussendlich n=21, für 85 % wären n=22 nötig gewesen.
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	ja	Es scheinen alle Probandinnen und Probanden die zugeordnete Behandlung erhalten haben
Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	ja	Resultate: beispielweise MLHFQ
Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	ja	Resultate und Diskussion

<b>Total</b>	<b>5/10</b>
--------------	-------------

**Winkelmann et al. (2009)**

<b>Kriterium</b>	<b>Bewertung</b>	<b>Textangabe</b>
Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	ja	Für Patientinnen und Patienten wurden Ein- und Ausschlusskriterien definiert.
Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	ja	Methods
Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	nein	Nicht ersichtlich
Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	ja	Table 1
Alle Probanden waren geblindet	nein	Nicht ersichtlich. Patientinnen und Patienten wären in der Lage die beiden Gruppen zu unterscheiden.

Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	nein	Nicht ersichtlich. Die Therapeutinnen und Therapeuten wären in der Lage die beiden Gruppen zu unterscheiden.
Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	nein	Nicht ersichtlich
Von mehr als 85 % der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein	Die Autorinnen und Autoren rechneten mit mehr als 30 % Drop-Outs und haben 38 Patientinnen und Patienten rekrutiert. Um die 85 % zu erreichen hätten in jeder Gruppe mindestens 17 Teilnehmende sein müssen.
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	ja	Es scheinen alle Probandinnen und Probanden die zugeordnete Behandlung erhalten haben.
Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	ja	Resultate: beispielweise $PI_{max}$

Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	ja	Resultate und Diskussion
<b>Total</b>		<b>5/10</b>

**Mello et al. (2012)**

Kriterium	Bewertung	Textangabe
Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	ja	Für die Patientinnen und Patienten wurden Ein- und Ausschlusskriterien definiert.
Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	nein	Die Autorinnen und Autoren geben keine Auskunft darüber, ob die Einteilung in die zwei Gruppen dem Zufallsprinzip entsprechen.
Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	ja	Die Prüferärztinnen und -ärzte wussten zu welcher Gruppe die Probandinnen und Probanden zuzuteilen sind.
Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	ja	Table 1

Alle Probanden waren geblindet	nein	Nicht ersichtlich. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass man aufgrund der Dosierung ahnen kann zu welcher Gruppe man gehört.
Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	nein	Nicht ersichtlich
Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	ja	Untersucher, welche die Daten/Resultate analysierten waren geblindet.
Von mehr als 85 % der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	nein	Für 80 % wären 15 Probandinnen und Probanden in jeder Gruppe nötig gewesen. Die Studie beinhaltet jedoch nur 27 Teilnehmende.
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	ja	Alle Probandinnen und Probanden scheinen die gleiche Behandlung erhalten zu haben.

Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	ja	Beispielsweise der MLHFQ
Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	ja	Statistical Analysis
Total		<b>6/10</b>

**Marco et al. (2013)**

Kriterium	Bewertung	Textangabe
Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert	ja	Für die Patientinnen und Patienten wurden Ein- und Ausschlusskriterien definiert
Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet)	ja	Methods
Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen	ja	Methods Sie entscheiden zuerst, ob die Patientin oder der Patient in die Studie eingeschlossen werden kann und erst dann erfolgt die Gruppeneinteilung

Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bzgl. der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich	ja	Ein- und Ausschlusskriterien, welche in der Methodik detailliert beschrieben sind
Alle Probanden waren geblindet	ja	Double blind study
Alle Therapeuten/Innen, die eine Therapie durchgeführt haben, waren geblindet	nein	Es ist anzunehmen, dass die Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten die Gruppen zuordnen konnten.
Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren geblindet	ja	Die Ärztinnen und Ärzte konnten die Teilnehmenden nicht zuordnen
Von mehr als 85 % der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen	ja	Figur 2, Tabelle 2,3, und 5 Es gab während der Studie keine Drop-Outs
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	ja	Results Wurden durch eine Intention to treat Methode analysiert

Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet	ja	Resultate Beispielsweise $PI_{\max}$
Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmaße für zumindest ein zentrales Outcome	ja	Standardabweichung wird in der Methodik unter Sample size beschrieben
Total		<b>9/10</b>

## Anhang E

## Auflistung der Studiengruppen

Studie	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Adamopoulos et al. (2014)	<p>26 Teilnehmende</p> <p>21 schlossen die Untersuchungen ab</p> <p><u>Ergometertraining:</u></p> <p>3x 45min. / Woche bei 70-80 % der max. HF für 12 Wochen</p> <p><u>IMT:</u></p> <p>3x 30min. / Woche IMT mit dem TRAINAIR® bei 60 % des SPI<sub>max</sub> für 12 Wochen</p>	<p>26 Teilnehmende</p> <p>22 schlossen die Untersuchungen ab</p> <p><u>Ergometertraining:</u></p> <p>3x 45min. / Woche bei 70-80 % der max. HF für 12 Wochen</p> <p><u>IMT:</u></p> <p>3x 30min. / Woche IMT mit dem TRAINAIR® bei 10 % des SPI<sub>max</sub> für 12 Wochen</p>
Winkelmann et al. (2009)	<p>19 Teilnehmende</p> <p>Drop-Outs 7</p> <p><u>Ergometertraining:</u></p> <p>5 Min Warm-up, 5 Min Cool-down</p> <p>Woche 1-2 20min</p> <p>Ab Woche 2: Alle 2 Woche steigerte die Trainingszeit um 5 Minuten bis eine Trainingszeit von 45 Min erreicht wurde</p> <p>für 12 Wochen</p> <p><u>IMT:</u></p>	<p>19 Teilnehmende</p> <p>Drop-Outs 7</p> <p><u>Ergometertraining:</u></p> <p>5 Min Warm-up, 5 Min Cool-down</p> <p>Woche 1-2 20min</p> <p>Ab Woche 2: Alle 2 Woche steigerte die Trainingszeit um 5 Minuten bis eine Trainingszeit von 45 Min erreicht wurde.</p> <p>für 12 Wochen</p>

	<p>30 Min / täglich mit dem Threshold inspiratory Muscle trainer bei 30 % des <math>PI_{max}</math></p> <p>1x / Woche unter Supervision für 12 Wochen</p>	
Mello et al. (2012)	<p>22 Teilnehmende</p> <p>Keine Drop-Outs</p> <p><u>IMT:</u></p> <p>3x 10Min. / täglich mit dem Threshold Inspiratory Muscle Training Gerät (Global Med, Porto Alegre, Brazil) mit 30 % des <math>PI_{max}</math>, welcher wöchentlich angepasst wurde, über einen Zeitraum von 12 Wochen.</p> <p>Wöchentliches Training unter Supervision und Überprüfung des Trainingprotokolles.</p>	<p>27 Teilnehmende</p> <p>Keine Drop-Outs</p> <p><u>IMT:</u></p> <p>3x 10Min. / täglich mit dem Threshold Inspiratory Muscle Training Gerät (Global Med, Porto Alegre, Brazil) ohne Inspirationslast, über einen Zeitraum von 12 Wochen.</p> <p>Wöchentliches Training unter Supervision und Überprüfung des Trainingprotokolles</p>
Marco et al. (2013)	<p><u>hi-IMT:</u></p> <p>5x 10 Wiederholungen mit 1-2 Min. Pause, 2x tgl., 7 Tage die Woche 4 Wochen lang.</p> <p>10 maximale Wiederholungen (10RM), Trainingsintensität 100 %.</p>	<p><u>Sham-IMT:</u></p> <p>5x 10 Wiederholungen mit 1-2 Min. Pause, 2x tgl., 7 Tage die Woche 4 Wochen lang.</p> <p>Widerstand von 10cmH<sub>2</sub>O, wöchentliche Erhöhung um 2,5 cm H<sub>2</sub>O.</p>

	<p>Wöchentliche Anpassung des Inspirationsdruckes.</p> <p>15-20 Atemzüge /min sollen mit dem Orygen-Dual Ventils aufrechterhalten werden.</p>	<p>15-20 Atemzüge /min sollen mit dem Orygen-Dual Ventils aufrechterhalten werden.</p>
--	---	--