



Bachelorarbeit

Intervalltraining versus kontinuierliches Ausdauertraining bei Patienten und Patientinnen mit Herzinsuffizienz und reduzierter Ejektionsfraktion

Lehmann, Aurelia, S13546569

Departement:	Gesundheit
Institut:	Institut für Physiotherapie
Studienjahrgang:	PT13
Eingereicht am:	9. März 2016
Begleitende Lehrperson:	Prof. Dr. rer. medic. A. J. R. van Gestel

Inhaltsverzeichnis

Abstract	3
1 Einleitung	4
2 Methode/Vorgehen	6
3 Theoretischer Hintergrund	9
3.1 Herzinsuffizienz	9
3.1.1 Definition	9
3.1.2 Epidemiologie.....	9
3.1.3 Ökonomische Aspekte	9
3.1.4 klinische Manifestation	10
3.1.5 Aetiologie	10
3.1.6 Klassifikation der New York Heart Association (NYHA)	10
3.1.7 Prognose.....	11
3.2 Linksentrikuläre Ejektionsfraktion (LVEF)	11
3.3 Spiroergometrie	12
3.4 Kardiale Rehabilitation (CR)	13
3.5 Behandlungsmöglichkeiten der CHF	14
3.5.1 Ausdauertraining	14
3.5.2 Pharmakologische Behandlung.....	16
3.5.3 Implantable Cardioverter Defibrillator (ICD)	16
3.5.4 Cardiac resynchronization therapy (CRT)	17
4 Resultate	18
4.1 Effektivität des HIIT	18
4.2 Effektivität des moderate-intensity interval trainings	21
5 Diskussion	26
6 Literaturverzeichnis	31
7 Tabellenverzeichnis	37
8 Deklaration der Wortzahl	38
9 Danksagung	39
10 Eigenständigkeitserklärung	40
11 Anhang	41

Abstract

Hintergrund: Ausdauertraining ist bis heute die nachweislich effektivste Intervention, um die verminderte Ausdauerkapazität von Personen mit einer chronischen Herzinsuffizienz (CHF) zu verbessern und wird deshalb in sämtlichen Guidelines empfohlen. Aktuell wird sowohl in der Literatur als auch in der Praxis kontrovers diskutiert, ob das bisher primär angewendete kontinuierliche Ausdauertraining (KT) durch das von neueren Studien teilweise als effektiver postulierte Intervalltraining (IT) ersetzt werden soll. Das Ziel des vorliegenden Reviews war es, zu ermitteln, ob IT dem KT bezüglich der Steigerung der Ausdauerkapazität bei Patienten und Patientinnen mit CHF überlegen ist.

Methode: Es wurde eine Literaturrecherche auf den Datenbanken PubMed, Medline, CINAHL und PEDro durchgeführt. Anschliessend wurden die Hauptstudien mittels spezifischen Ein- und Ausschlusskriterien selektioniert und ausgewertet. Die Qualitätsprüfung der inkludierten Studien wurde anhand der PEDro-Skala durchgeführt.

Ergebnisse: Insgesamt wurden neun randomisiert kontrollierte Studien (RCTs) ausgewertet, die IT mit KT verglichen. Während drei von sechs RCTs, welche „high-intensity interval training“ (HIIT) anwendeten, eine signifikant höhere Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_{2peak}) im Intergruppenvergleich nachweisen konnten, gab es bei allen drei RCTs bei denen „moderate-intensity interval training“ durchgeführt wurde keine signifikanten Unterschiede.

Schlussfolgerung: Aufgrund der Ergebnisse kann dem IT nicht eindeutig ein superiorer Effekt bezüglich der Verbesserung der VO_{2peak} zugesprochen werden. Weitere Forschungsprojekte werden benötigt.

Keywords: „heart failure“, „cardiac failure“, „myocardial failure“, „systolic heart failure“, „left ventricular insufficiency“, „ventricular dysfunction“, „ VO_{2peak} “, „ VO_{2max} “, „exercise training“, „interval training“, „high intensity interval training“, „intermittent exercise training“, „physical training“, „cardiovascular workout“, „continuous training“, „aerobic exercise training“, „continuous exercise“, „endurance training“ und „cardiac rehabilitation“

1 Einleitung

Die CHF ist mit geschätzten 23 Millionen Betroffenen weltweit eine der häufigsten Krankheiten (Belardinelli, Georgiou, Cianci und Purcaro, 2012). Allein in den Vereinigten Staaten Amerikas (USA) lag die Mortalitätsrate im Jahre 2011 bei 58'309 Todesfällen und die Prävalenz bei 5'700'000 Fällen, was 2.2 % der Bevölkerung entspricht (Mozaffarian et al., 2015). Die daraus resultierenden Kosten betragen 2013 in den USA mehr als 30 Milliarden Dollar (Yancy et al., 2013).

Ungefähr die Hälfte aller Patienten und Patientinnen mit CHF weisen eine reduzierte Ejektionsfraktion (HFrEF) auf (Yancy et al., 2013). Nahezu alle bisher publizierten RCT's, welche die Behandlungsmöglichkeiten von CHF untersuchten, wurden mit Patienten und Patientinnen mit einer linksventrikulären Ejektionsfraktion (LVEF) von $\leq 35\%$ oder $\leq 40\%$ durchgeführt. Demzufolge ist die Effektivität der verschiedenen Therapiemöglichkeiten bis anhin ausschliesslich für die Patientengruppe mit HFrEF wissenschaftlich belegt. Obwohl die Hauptursache der HFrEF die Koronare Herzkrankheit mit vorausgehendem Myokardinfarkt ist, können auch andere Risikofaktoren wie zum Beispiel Hypertension, Diabetes mellitus, Arteriosklerose, sowie das Metabolische Syndrom zu einer Vergrösserung des linken Ventrikels (LV) und einer reduzierten LVEF führen.

Bis zum aktuellen Zeitpunkt kann die verminderte Ausdauerkapazität, welche das Leitsymptom der CHF darstellt, nicht durch eine pharmakologische Therapie verbessert werden (Bocalini, dos Santos und Serra, 2008; Clark und Cleland, 2005). Im Gegensatz dazu kann durch Ausdauertraining die Ausdauerkapazität nachweislich gesteigert werden (Dörr und Halle, 2015). Dies hat zur Folge, dass das kardiopulmonale Ausdauertraining sowohl in den nationalen, als auch in den internationalen Guidelines für die Behandlung Patienten und Patientinnen mit CHF empfohlen wird (Yancy et al., 2013; McMurray et al., 2012; Moe et al., 2014). Im Rahmen der kardialen Rehabilitation (CR) finden insbesondere zwei Trainingsformen ihre Anwendung, das KT und das IT. Diese beiden Trainingsmethoden werden in moderater bis hoher Intensität durchgeführt. Bisher empfiehlt die grosse Mehrheit der in der Literatur verfügbaren RCTs den Einsatz von KT. Demzufolge gilt das KT als Standardmethode (Ross, Myers, Forman, Lavie und Guazzi, 2012).

Sowohl in der Forschung als auch im klinischen Alltag besteht Klärungsbedarf nach der Evidenz über die Effektivität und die Sicherheit von kardiopulmonalem Training bei Patien-

ten und Patientinnen mit CHF. Da verschiedene RCTs und Meta-Analysen der jüngeren Zeit Hinweise auf einen superioren Effekt des IT geben (Smart, Dieberg und Giallauria, 2011; Wisløff et al., 2007; Freysson, Verkindt, Prieur, Benach, Maunier und Blanc, 2012), wird der Einsatz der beiden Trainingsmethoden aktuell in der Literatur kontrovers diskutiert.

Aufgrund dieser Uneinigkeit und um Klarheit für die Behandlung von an CHF erkrankten Patienten und Patientinnen zu schaffen, ist das Hauptziel des vorliegenden Reviews zu ermitteln, ob IT dem KT bezüglich der Steigerung der Ausdauerkapazität bei Patienten und Patientinnen mit CHF überlegen ist.

Ein weiteres Ziel war es, zu eruieren, ob die Dosierung einen Einfluss auf die Effektivität des Ausdauertrainings hat.

Fragestellung

Dieses Review bezieht sich auf folgende Fragestellung: Ist die Anwendung von IT bei Patienten und Patientinnen mit HFrEF bezüglich der Steigerung der VO_{2peak} im Vergleich zu KT effektiver?

2 Methode/Vorgehen

Auf der Grundlage der aus dem klinischen Alltag hervorgegangenen Problemstellung wurde zunächst eine Forschungsfrage formuliert und daraufhin erste Literatur mittels einer groben Literaturrecherche gesucht. Im Anschluss wurde eine Disposition verfasst und eingereicht. Nach dem Erhalten der Zulassung für die Thematik und der Arbeitsplanung, wurde eine umfassende Literaturrecherche in den elektronischen Datenbanken CINAHL, Medline, PEDro und PubMed durchgeführt. Hierzu bietet die nachfolgende „Figure 1“ eine Übersicht. Für die Suche wurden folgende Keywords benutzt: „heart failure“, „cardiac failure“, „myocardial failure“, „systolic heart failure“, „left ventricular insufficiency“, „ventricular dysfunction“, „VO_{2peak}“, „VO_{2max}“, „exercise training“, „interval training“, „high intensity interval training“, „intermittent exercise training“, „physical training“, „cardiovascular workout“, „continuous training“, „aerobic exercise training“, „continuous exercise“, „endurance training“ und „cardiac rehabilitation“. Die Keywords wurden jeweils mit den Booleschen Operatoren „AND“ und „OR“ verknüpft. Des Weiteren wurde das Trunkierungszeichen „*“ eingesetzt. Zusätzlich wurden die Filter der Datenbanken genutzt, um die Suche auf ausschliesslich klinische Studien zu begrenzen und Studien, die älter als 10 Jahre waren, direkt auszuschliessen. Ebenfalls wurde in den Literaturverzeichnissen der bis dahin relevanten Literatur nach weiteren geeigneten Studien gesucht („citation tracking“).

In einem nächsten Schritt wurden die relevanten Treffer einem Ein- und Ausschlussverfahren mit zuvor festgelegten Kriterien unterzogen. Eingeschlossen wurden Studien, deren Probanden und Probandinnen mindestens 18 Jahre alt waren, an einer diagnostizierten CHF New York Heart Association (NYHA) Stadium I-IV litten und eine reduzierte Ejektionsfraktion ($\leq 40\%$) aufwiesen. Ausschlusskriterien waren Probanden und Probandinnen unter 18 Jahren, Probanden und Probandinnen, die primär an einer pulmonalen oder metabolischen Erkrankungen litten, Case Studies, Studien, die nicht IT, sowie auch KT untersuchten, Studien, bei denen die maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2peak}) nicht als Outcome gemessen wurde und Studien, die vor dem Jahre 2005 publiziert wurden. Aufgrund der Sprachkenntnisse der Autorin wurden nur Studien in deutscher oder englischer Sprache berücksichtigt. Da die Literaturrecherche nach diesen Kriterien eine zu geringe Anzahl Studien mit geeignetem Design ergab, wurde die zeitliche Begrenzung bis zum Jahre 2000 erweitert.

Nach diesem Auswahlverfahren blieben vorerst elf Hauptstudien übrig, welche dem vorliegenden Review als Grundlage zur Beantwortung der Forschungsfrage dienten. Während dem Bearbeitungsprozess mussten aufgrund von für die Beantwortung der Fragestellung nicht geeigneten Kontrollgruppen zwei Studien exkludiert werden. Am Ende stützt sich dieses Review dementsprechend auf neun RCTs.

Um der grossen Diskrepanz zwischen den angewendeten Trainingsdosierungen der einzelnen RCTs gerecht zu werden, wurden die neun Hauptstudien hinsichtlich ihrer Trainingsintensität in eine „high-intensity Gruppe“ und in eine „moderate-intensity Gruppe“ stratifiziert. Weiter wurden anlässlich der in der Literatur nicht einheitlich verwendeten Definitionskriterien von „high-intensity interval training“ (HIIT) entschieden, alle Intensitäten $> 85\% \text{ VO}_{2\text{peak}}$, $> 80 \text{ work rate peak (WRp)}$ oder $> 80\% \text{ heart rate reserve (HRR)}$ als HIIT zu definieren und alle darunter angesiedelten Intensitätsstufen als moderat bis tief deklariert.

In Anlehnung an die Guidelines der American College of Cardiology Foundation (ACCF) und der American Heart Association (AHA) (Yancy et al., 2013) wurde für dieses Review HFrEF als klinisch diagnostizierte CHF mit einer LVEF von $\leq 40\%$ definiert.

Die Validität der Hauptstudien wurde mit der Skala der Physiotherapy Evidence Database (PEDro) eingeschätzt.

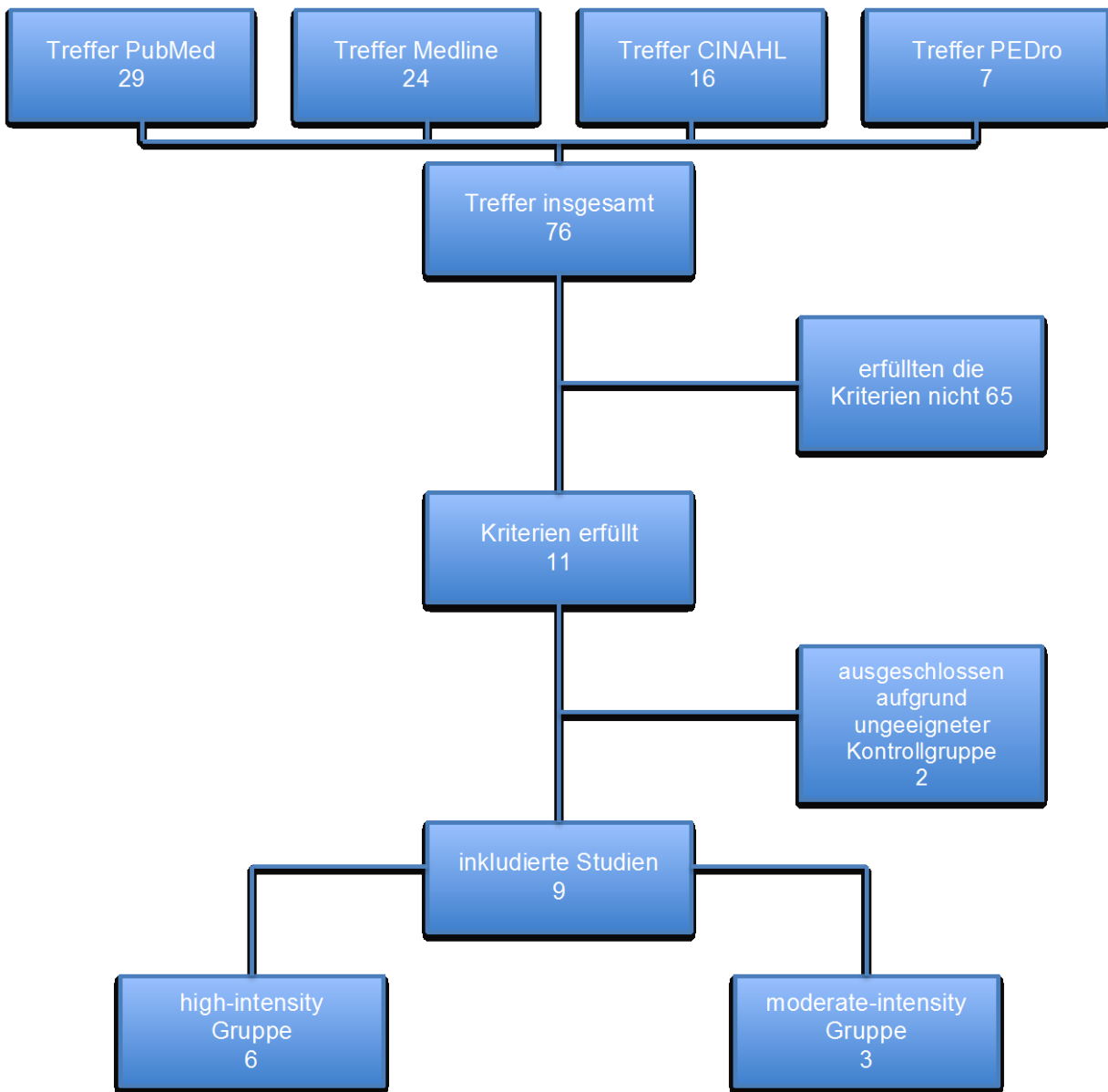


Figure 1: Literaturbeschaffungsprofil

3 Theoretischer Hintergrund

3.1 Herzinsuffizienz

3.1.1 Definition

In den European Society of Cardiology (ESC) Guidelines wird CHF als eine Abnormalität der Herzstruktur oder Herzfunktion definiert, die dazu führt, dass das Herz trotz eines normalen oder eines erhöhten Füllungsdruckes nicht genügend Sauerstoff zu den metabolisch aktiven Geweben zu transportieren vermag, um deren Anforderungen gerecht zu werden (McMurray et al., 2012).

3.1.2 Epidemiologie

CHF ist mit geschätzten 23 Millionen Betroffenen weltweit eine der häufigsten Krankheiten überhaupt. Alleine in den USA werden jährlich 500'000 neue Fälle gemeldet (Belardinelli et al., 2012). In den Industrieländern geht man davon aus, dass ein bis zwei Prozent der erwachsenen Bevölkerung an einer CHF leidet, wobei die Prävalenz bei den über 70-jährigen Personen auf mehr als zehn Prozent ansteigt (McMurray et al., 2012). In den USA lag die Prävalenz im Jahre 2012 bei 5'700'000 (Alter ≥ 20 Jahre; entspricht 2.2 % der Bevölkerung), die Inzidenz bei 870'000 Fällen (Alter ≥ 55 Jahre) und die Mortalität im Jahre 2011 bei 58'309 (Mozaffarian et al., 2015).

In der Schweiz waren ischämische Herzerkrankungen im Jahre 2012 mit 8'100 Todesfällen (13.1 %) die häufigste Todesursache (World Health Organization (WHO), 2015). Bereits in der Periode von 2000 bis 2012 waren die ischämischen Herzerkrankungen auf dem ersten Rang zu finden. Im Jahre 2009 waren sie der Grund für 2.8 % aller Hospitalisationen in den Schweizer Spitälern (Schweizerische Herzstiftung, 2012).

3.1.3 Ökonomische Aspekte

Die volkswirtschaftliche Belastung, welche durch CHF verursacht wird, betrug in den USA im Jahre 2013 mehr als 30 Milliarden Dollar (Yancy et al., 2013). Alleine die durchschnittlichen Hospitalisationskosten pro erkrankte Person lagen dabei bei 23'077 Dollar.

In der Schweiz betrug die Ausgaben für die Behandlung von CHF pro Patientenjahr im Jahre 1999 durchschnittlich 10'637 Schweizer Franken (Szucs, 2003). Dies entspricht einer volkswirtschaftlichen Belastung von 649 Millionen Schweizer Franken pro Jahr, was wiederum 1.6 % der gesamten Gesundheitsausgaben in der Schweiz ausmacht.

3.1.4 klinische Manifestation

Das Unvermögen des Herzens, den Sauerstoffbedarf des Gewebes zu decken, kann insbesondere zu den klinischen Hauptsymptomen Dyspnoe und Fatigue führen, welche die körperliche Belastungskapazität der Betroffenen limitieren können (Yancy et al., 2013). Weiter kann es durch Wassereinlagerungen zu Lungen-, Visceral- und/oder peripheren Ödemen kommen.

3.1.5 Aetiologie

Die Ursache einer CHF liegt meistens bei einer Erkrankung des Myokards, welche zu einer systolischen Ventrikeldysfunktion führt (McMurray et al., 2012). Weitere Auslöser können aber auch eine Abnormalität der diastolischen Ventrikelfunktion, der Klappenfunktion, des Peri- oder Epikards, des Herzrhythmus oder der Reizleitung sein.

3.1.6 Klassifikation der New York Heart Association (NYHA)

In der NYHA-Klassifikation, welche in Tabelle 1 und 2 dargestellt wird, werden vier verschiedene Klassen unterschieden. Diese Klassifikation macht vor allem eine Aussage über das Vorhandensein, sowie den Schweregrad einer CHF und ist insbesondere auf die Ausdauerkapazität und den Symptomstatus fokussiert (Yancy et al., 2013). Weiter dient sie der Patienten- und Patientinnenselektion in Studien und um zu beschreiben, welche Patienten und Patientinnen von einer bestimmten Therapie profitieren (McMurray et al., 2012).

Tabelle 1: NYHA Functional Classification – Patient Symptoms (AHA, 2015)

Class	Patient Symptoms
I	No limitation of physical activity. Ordinary physical activity does not cause undue fatigue, palpitation, dyspnea (shortness of breath).
II	Slight limitation of physical activity. Comfortable at rest. Ordinary physical activity results in fatigue, palpitation, dyspnea (shortness of breath).
III	Marked limitation of physical activity. Comfortable at rest. Less than ordinary activity causes fatigue, palpitation, or dyspnea.
IV	Unable to carry on any physical activity without discomfort. Symptoms of heart failure at rest. If any physical activity is undertaken, discomfort increases.

Tabelle 2: NYHA Functional Classification – Objective Assessment (AHA, 2015)

Class	Objective Assessment
A	No objective evidence of cardiovascular disease. No symptoms and no limitation in ordinary physical activity.
B	Objective evidence of minimal cardiovascular disease. Mild symptoms and slight limitation during ordinary activity. Comfortable at rest.
C	Objective evidence of moderately severe cardiovascular disease. Marked limitation in activity due to symptoms, even during less-than-ordinary activity. Comfortable only at rest.
D	Objective evidence of severe cardiovascular disease. Severe limitations. Experiences symptoms even while at rest.

3.1.7 Prognose

Die Prognose von CHF wird multifaktoriell beeinflusst und ändert sich im Krankheitsverlauf. Die wichtigsten prognostischen Parameter sind Alter, Ätiologie, NYHA-Klasse, LVEF, Komorbiditäten und die Plasmakonzentration der natriuretischen Peptide (McMurray et al., 2012).

3.2 Linksventrikuläre Ejektionsfraktion (LVEF)

Mathematisch gesehen ist die LVEF das Schlagvolumen dividiert durch das endsystolische Volumen (McMurray et al., 2012). Diese ist bei Patienten und Patientinnen mit CHF,

welche an einer systolischen Dysfunktion, wie zum Beispiel einer reduzierten Kontraktionsfähigkeit des Myokards oder einer unvollständiger Entleerung des LV leiden, häufig reduziert. Der Grund dafür ist die Ausweitung des LV, um das Schlagvolumen aufrecht zu erhalten. Es wird also ein kleinerer Anteil eines grösseren Volumens ausgeworfen.

In der Klinik erhält die LVEF aus verschiedenen Gründen einen hohen Stellenwert. Zum einen spielt sie eine grosse Rolle bei der Einschätzung der Prognose (McMurray et al., 2012). Dabei gilt, je kleiner die LVEF, desto kürzer die Überlebensdauer. Zum anderen kann ein Grossteil der Herzinsuffizienzsymptome auf eine beeinträchtigte Funktion des LV zurück geführt werden (Yancy et al., 2013). Weiter wird sie in klinischen Studien häufig als Selektionsfaktor für die Probanden und Probandinnen benutzt (McMurray et al., 2012; Yancy et al., 2013).

3.3 Spiroergometrie

Unter der Spiroergometrie versteht man die Messung und Aufzeichnung der Veränderungen der Atemvolumina einer Person unter kontinuierlich ansteigender Belastung (Wonisch et al., 2003). Sie wird zur Erhebung von Kennwerten, welche der Beurteilung der Ausdauerkapazität eines Menschen dienen, angewendet (Scharhag-Rosenberger, 2010). Der wichtigste dieser Parameter ist die VO_{2peak} , welche das obere Limit des kardiovaskulären Systems definiert (van Gestel, Steier und Teschler, 2010). Spirometrisch wird die Sauerstoffaufnahme als Differenz zwischen der während einem Atemzug inspirierten und expirierten Sauerstoffmenge gemessen. Sie beschreibt also die Menge an Sauerstoff, die in der Lunge aus der Atemluft extrahiert wurde. Die VO_{2peak} wird in der Regel durch einen ausbelastenden Fahrradergometrietest mit einem Rampenprotokoll ermittelt (Scharhag-Rosenberg, 2010). Dabei wird ausgehend von einer meistens bei zehn Watt definierten Startbelastung die Wattzahl in zeitlich definierten Abständen so lange erhöht, bis die Testperson sich subjektiv erschöpft fühlt, eine schwere Dyspnoe vorliegt, eine bestimmte Herzfrequenz (HR) oder ein bestimmter Blutdruckwert erreicht ist, bestimmte Elektrokardiogramm-Veränderungen auftreten oder weitere von der Testperson angegebenen Umstände, welche einen Abbruch begründen, eintreten (van Gestel et al., 2010). Aufgrund früherer Empfehlungen wird bis heute mehrheitlich eine Dauer der Testphase zwischen acht und zwölf Minuten angestrebt (Scharhag-Rosenberg, 2010). Neuere

Untersuchungen geben jedoch Hinweise darauf, dass Fahrradergonometests von sieben bis 26 Minuten valide Ergebnisse liefern. Als Maximalwert sollte der Mittelwert, der sich aus den letzten 30 Sekunden errechnen lässt, verwendet werden.

Damit die Werte in der Klinik verglichen werden können, ist die Masseinheit nicht nur in Liter pro Minute angegeben, sondern wird zusätzlich mit der Körpermasse multipliziert ($l/min \times kg^{-1}$) (van Gestel et al., 2010).

3.4 Kardiale Rehabilitation (CR)

Die CR ist eine multidisziplinäre Intervention, welche die funktionale Kapazität, die Genesung und das psychische Wohlbefinden verbessert (Piepoli et al., 2010). Sie wird in den Guidelines der ESC, der ACCF/AHA und der Canadian Cardiovascular Society (CCS) für die Behandlung von CHF empfohlen (Yancy et al., 2013; McMurray et al., 2012; Moe et al., 2014).

Die Schweizerische Arbeitsgruppe für kardiale Rehabilitation (SAKR, 2012) teilt die CR in die drei folgenden Phasen ein:

Phase I: Aufenthalt im Spital nach dem akuten Ereignis.

Phase II: Strukturiertes ambulantes oder stationäres Programm in einer spezialisierten Institution.

Phase III: Erhaltung des teilweise neu gewonnenen, gesundheitsfördernden Lebensstils in ambulanten Herzgruppen ohne zeitliche Begrenzung.

Die Phase II kann entweder stationär oder ambulant durchgeführt werden und dauert vier respektive zwölf Wochen. Liegen keine medizinischen Gründe vor, die eine stationäre Rehabilitation voraussetzen würden, wird in der Regel ein ambulantes setting verschrieben. Unabhängig von dem setting der Phase II steht jedoch fest, dass die Prognose nur durch eine langfristige Veränderung der Lebensführung, mit regelmässiger körperlicher Aktivität, positiv beeinflusst werden kann. Aus diesem Grund wird die an Phase II anschliessende Teilnahme in einer Herzgruppe empfohlen.

Die Ziele der CR sind neben der bestmöglichen Wiederherstellung der psychischen und physischen Integrität der Betroffenen eine zeitnahe und möglichst vollständige Reintegration in deren berufliches und soziales Umfeld.

Die SAKR (2012) definiert folgende Inhalte als obligatorisch für ein CR-Programm:

- kontrollierte körperliche Aktivität
- medizinische Evaluation
- Reduktion der kardiovaskulären Risikofaktoren
- Edukation bezüglich eines gesunden Lebensstiles und Stressmanagement
- alltagsfokussierte Betreuung und Beratung für die soziale und berufliche Reintegration

3.5 Behandlungsmöglichkeiten der CHF

3.5.1 Ausdauertraining

Ausdauertraining gilt aufgrund der heutigen Evidenzlage als eine effektive Therapieform zur Steigerung der funktionellen Belastungskapazität und Reduktion der Symptome bei an CHF erkrankten Personen und wird deshalb in den aktuellen Guidelines der ESC, der ACCF/AHA, sowie der CCS empfohlen (McMurray et al., 2012; Yancy et al., 2013; Moe et al., 2014). Im Gegensatz zu dieser Einigkeit besteht in der Umsetzung dieser Empfehlung kein allgemeiner Konsens über ein optimales Trainingsprotokoll, sodass eine grosse Variabilität hinsichtlich dem Trainingstyp (Ausdauer, Widerstand, Kraft), der Intensität (aerob, aneorob), der Methode (kontinuierlich, intermittierend/mit Intervallen), dem Zielgewebe (systemisch, regional, Atmungsmuskulatur), der Aufsicht (supervisiert, nicht supervisiert) und dem setting (Spital/Rehabilitationscenter, zu Hause) existiert (De Maeyer, Beckers, Vrints und Conraads, 2013). Grundsätzlich werden jedoch Ausdauertraining, Krafttraining und Atemtraining verschieden miteinander kombiniert.

Im Rahmen der CR kommt primär die kontinuierliche Methode des Ausdauertrainings zum Einsatz, welche in der Literatur nicht nur am umfassendsten beschrieben, sondern auch am meisten erforscht ist (Piepoli et al., 2011). In den letzten Jahren wurde jedoch aufgrund neuerer Studien das IT zunehmend populärer.

Kontinuierliches Ausdauertraining (KT)

Das KT ist durch eine konstante Belastungsphase über eine Dauer von gewöhnlich 45-60 Minuten pro Einheit gekennzeichnet, wobei die Intensität von moderat bis hoch variieren kann (Piepoli et al., 2011). Diese Methode wird typischerweise an drei bis fünf Tagen pro Woche, auf einem stationären Trainingsgerät (wie zum Beispiel einem Fahrradergometer)

durchgeführt. Die Dosierung kann bei stärker dekonditionierten Patienten und Patientinnen niedrig initiiert werden, indem einerseits die Dauer und andererseits die Anzahl Einheiten reduziert werden. Die anzustrebende Intensität beträgt zu Beginn 40-50% des VO_{2peak} und sollte bis auf 70-80% VO_{2peak} gesteigert werden.

Intervalltraining (IT)

Im Gegensatz zum KT absolvieren die Trainierenden beim IT alternierend kurze Perioden auf moderater bis hoher Intensitätsstufe (50-100% peak exercise capacity) und Erholungsphasen bei niedriger Intensität oder kompletter Ruhe (Piepoli et al., 2011). Die Dauer der einzelnen Phasen variiert in der Regel von zehn bis 30 Sekunden Belastung und 60-80 Sekunden Erholung. Hinzu kommt meistens eine fünf- bis zehnminütige Aufwärm- und Auslaufphase.

Das Prinzip hinter der Intervallmethode besteht vor allem darin, dass während den kurzen, jedoch intensiven Belastungssequenzen die periphere Muskulatur starken Trainingsreizen ausgesetzt wird, woraus aufgrund der Zunahme der Sauerstoffkapazität dieser Muskulatur eine rasche Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit resultiert (Floimayr, 2003). Während der anschließenden, zeitlich begrenzten Erholungsphase ist eine vollständige Regeneration nicht möglich, sodass die HR im ersten Drittel in einem so hohen Bereich verbleibt, dass das kardiovaskuläre System noch immer trainiert wird. Eine Trainingseinheit mit kurzen, intensiven Belastungsphasen zielt demzufolge auf eine Verbesserung des anaeroben Metabolismus ab. Werden hingegen längere Belastungsphasen niedriger Intensität gewählt, liegt der Fokus primär auf dem aeroben Metabolismus. Geht man von einer funktionellen Betrachtungsweise aus, so entspricht das IT eher den Belastungen während Alltagsaktivitäten, bei denen es ebenfalls zu verschiedenen langen Belastungsphasen in unterschiedlicher Intensität kommt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass durch das IT das kardiovaskuläre System positiv beeinflusst wird, was zu einer Steigerung der aeroben Kapazität und in Folge zu einer gesteigerten Ausdauerkapazität führt.

Intervalltraining bei Herzpatienten und Herzpatientinnen

Mit dem Ursprungsgedanken, dass durch intermittierende Belastungsreize der Metabolismus beansprucht werden kann, während dessen das kardiovaskuläre System einem geringeren Reiz ausgesetzt wird, wurde das IT auch in Bezug auf die CR zunehmend

interessant (Floimayr, 2003). Die Herausforderung dabei liegt darin, dass ein genügend hoher Reiz gesetzt werden muss, um Adaptionen in der peripheren Muskulatur hervorzurufen, ohne aber das kardiovaskuläre System zu überfordern. Da das IT von mehreren Faktoren wie der Dauer und der Intensität der einzelnen Phasen, der Anzahl an Wiederholungen und der Art und Intensität der Tätigkeit beeinflusst wird, eignet es sich besonders gut zur individuellen Dosierungsanpassung. Der entscheidende Faktor bei der Dosierung ist jedoch das Belastungs-Pausen-Verhältnis, da dadurch die Beanspruchung des Metabolismus bestimmt wird.

3.5.2 Pharmakologische Behandlung

Die Ziele der pharmakologischen Behandlung von Patienten und Patientinnen mit CHF sind eine Reduktion der Symptome, das Verhindern von Hospitalisationen, sowie eine Verbesserung der Überlebensrate (McMurray et al., 2012). Sämtlichen Personen mit HFrEF sollte ein Angiotensin-converting-Enzym-Hemmer (ACE-Hemmer) in Kombination mit einem Beta-Blocker verschrieben werden. ACE-Hemmer wirken sich positiv auf die linksventrikuläre Remodellierung aus, während Beta-Blocker die LVEF verbessern und zu einer Reduktion der Mortalität führen. Zusätzlich sollte bei Patienten und Patientinnen die trotz einer Behandlung mit einem ACE-Hemmer und einem Beta-Blocker persistierende Symptome (NYHA-Klassen II-V) und eine LVEF $\leq 35\%$ aufweisen ein Mineralkortikoid/Aldosteron-Rezeptor-Antagonist (MRA) eingesetzt werden, um das Risiko auf eine durch die CHF verursachte Hospitalisation und das Risiko eines frühzeitigen Todes zu senken. Der Einsatz dieser drei Medikamentengruppen bei HFrEF ist mit dem Evidenzlevel A ausgewiesen.

3.5.3 Implantable Cardioverter Defibrillator (ICD)

Ein ICD ist ein batteriebetriebenes Gerät, dass im Bereich der Brust oder dem Abdomen unter die Haut implantiert wird (AHA, 2014). Es ist über dünne Kabel mit Elektroden auf dem Myokard verbunden. Im Falle einer Bradykardie stimuliert der ICD das Myokard mit kleinen Impulsen, damit das Herz stets eine normale Kontraktionsfrequenz aufweist. Tritt ein Kammerflimmern auf, sendet der ICD einen so starken Impuls, dass das Myokard defibrilliert wird.

Laut der ESC-Guidelines (2012) ist das Verhindern eines plötzlichen Herztodes ein zentrales Ziel in der Behandlung von CHF, da ungefähr die Hälfte aller Todesfälle plötzlich und unerwartet eintreten und meistens in Verbindung mit ventrikulären Arrhythmien (McMurray et al., 2012). Aufgrund des Unvermögens der pharmakologischen Therapie das Risiko solcher Arrhythmien zu verringern, steht der Verwendung von ICDs eine wichtige Rolle in der Behandlung von Patienten und Patientinnen mit CHF zu.

3.5.4 Cardiac resynchronization therapy (CRT)

Unter CRT versteht man das Beseitigen der Verzögerung der Reizleitung auf die rechte respektive linke Herzkammer, die bei einem Schenkelblock besteht (Shea und Sweeney, 2003). Im Unterschied zu einem üblichen Pacemaker haben CRT-Pacemaker eine dritte Elektrode, die auf dem LV positioniert ist. Diese ermöglicht eine gleichzeitige und koordinierte Stimulation des rechten und linken Ventrikels.

In der ESC-Guidelines (2012) wird die Anwendung der CRT bei Patienten und Patientinnen mit CHF ab der NYHA-Klasse II, welche in Sinusrhythmus sind und definierte Kriterien im EKG aufweisen empfohlen und ist mit dem Evidenzlevel A belegt (McMurray et al., 2012).

4 Resultate

Im Anschluss an die zuvor beschriebene Literaturrecherche wurden neun RCTs in das vorliegende Review eingeschlossen, welche die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten. In der Tabelle 3 sind die einzelnen Studien mit den zugehörigen Werten dargestellt. Die RCTs erreichten auf der PEDro-Skala Punktzahlen zwischen vier und fünf. Alle neun RCTs konnten die Kriterien drei, fünf, sechs und sieben nicht erfüllen. Bei acht RCTs musste das Kriterium neun und bei vier RCTs das Kriterium acht ebenfalls als negativ gewertet werden. Die Probanden und Probandinnen der sechs RCTs der „high-intensity Gruppe“ wiesen eine durchschnittliche LVEF von 33.5 % auf. Dieser Wert war bei den drei RCTs der „moderate-intensity Gruppe“ mit 30.0 % niedriger. Die Sample-Größen erstreckten sich von 17 bis 50 Personen, im Durchschnitt 28.67 und das durchschnittliche Alter der Probanden und Probandinnen betrug 61.1 Jahre.

4.1 Effektivität des HIIT

Koufaki , Mercer, George und Nolan (2014)

In der ersten RCT verglichen Koufaki et al. (2014) KT in moderater Intensität mit HIIT. Die Forschenden konnten ihre Hypothese, dass HIIT die VO_{2peak} von Patienten und Patientinnen mit einer CHF mehr steigern würde als „continuous moderate intensity aerobic exercise“ (CAT) in ihrer 24-wöchigen Studie mit 17 Probanden und Probandinnen nicht bestätigen, da es zu keinem signifikanten Unterschied der VO_{2peak} -Steigerung im Intergruppenvergleich ($p > 0.05$) kam. Beide Gruppen konnten die VO_{2peak} jedoch von Beginn bis nach zwölf Wochen Training signifikant verbessern ($p < 0.05$). Interessanterweise verringerte sich der VO_{2peak} -Mittelwert bei der kontinuierlich trainierenden Gruppe nach den ersten zwölf Wochen und konnte nach 24 Wochen nicht mehr als signifikant ($p > 0.05$) ausgewiesen werden. Die Probanden und Probandinnen trainierten drei Mal wöchentlich, entweder 40 Minuten kontinuierlich bei 40-60 % der VO_{2peak} oder in der HIIT-Gruppe, welche jeweils zwei Mal 15 Minuten mit Intervallen à 30 Sekunden bei 100 % peak power output (PPO) gefolgt von einer Minute bei 20-30 % PPO trainierten. Von den 33 randomisiert zugeteilten Probanden und Probandinnen, konnten am Ende die Werte von neun Teilnehmenden aus der CAT-Gruppe und acht Teilnehmenden der HIIT-Gruppe für die Studiauswertung verwendet werden. Die restlichen Probanden und Probandinnen erfüllten die vorausgesetzten Anforderungen nicht. Genaue Angaben über die Gründe

der drop-outs sind der Publikation nicht zu entnehmen. Die Drop-out-Rate entspricht insgesamt 48.5 %.

Roditis et al. (2007)

Ähnlich wie in der Arbeit von Koufaki et al. (2014) konnte auch bei der Analyse der VO_{2peak} -Werte aus der RCT von Roditis et al. (2007) kein signifikanter Unterschied im Intergruppenvergleich ($p = 0.6$), jedoch ein signifikanter Unterschied in beiden Intragruppenvergleichen ($p = 0.03$) festgestellt werden. Auch sie verglichen HIIT mit „continuous training“ (CT). Die Teilnehmerzahl lag hier bei elf Probanden und Probandinnen in der HIIT-Gruppe und zehn Probanden und Probandinnen in der CT-Gruppe. Die Trainingsphase erstreckte sich über 12 Wochen mit entweder 36 Einheiten HIIT mit Intervallen von 30 Sekunden bei 100 % WRp auf 30 Sekunden Ruhepause, oder mit ebenso vielen Einheiten CAT, welches aus 40 Minuten kontinuierlichem Fahrradergometer fahren bei 50 % pWR bestand. Durch einen zusätzlichen Belastungstest mit konstanter Arbeitslast stellten Roditis et al. zusätzlich bei beiden Trainingsgruppen eine signifikante Verlängerung der Zeit von Belastungsbeginn bis die respiratorische Austausch-Ratio fällt (der end-expiratorische Sauerstoffpartialdruck (pO_2) sinkt und der endexpiratorische Kohlendioxidpartialdruck (pCO_2) steigt) fest.

Dimopoulos et al. (2006)

Mit der selben Gesamtdauer, Trainingshäufigkeit und Einheitsdauer führten im Jahre 2006 Dimopoulos et al. eine RCT durch, in der IT mit CT bezüglich der Ausdauerkapazität mit Fokus auf die HR untersucht wurde. 14 Teilnehmende führten 36 Einheiten Intervalltraining mit 30 Sekunden bei 100 % WRp gefolgt von 30 Sekunden kompletter Ruhe durch. Weitere 15 Probanden und Probandinnen trainierten kontinuierlich bei 50 % WRp. Vier Probanden und Probandinnen der Intervallgruppe und ein Proband der kontinuierlichen Gruppe komplettierten die RCT aufgrund von orthopädischen Problemen oder aus Zeitgründen nicht. Als einzige der inkludierten RCT enthält sie keine Aussage über einen Intergruppenvergleich bezüglich der VO_{2peak} . Die Intragruppenvergleiche beider Gruppen ergaben jedoch eine signifikante Steigerung der VO_{2peak} (IT: $p < 0.02$; CT: $p = 0.01$).

Wisløff et al. (2007)

Im Gegensatz zu den vorherigen RCTs konnten Wisløff et al. (2007) in einer zwölfwöchigen RCT eine signifikant höhere Steigerung der VO_{2peak} ($p < 0.05$) bei einer Gruppe, die „aerobic interval training“ (AIT) absolvierte, im Vergleich zu einer kontinuierlich trainierenden Gruppe nachweisen. Die Dosierung des AIT beruhte auf vier Minuten Belastung bei 90-95 % der peak heart rate (HRp) und drei Minuten Erholung bei 50-75 % der HRp. Die Trainingsdauer dieser Gruppe betrug 38 Minuten pro Einheit. Eine zweite Interventionsgruppe absolvierte pro Einheit jeweils 47 Minuten „moderate continuous training“ (MCT) bei 70-75 % der HRp. Die Trainingseinheiten beider Interventionsgruppen wurden zwei Mal pro Woche unter Supervision und einmal zu Hause durchgeführt. Nach zwölf Wochen Training konnte in den Intragruppenvergleichen der AIT-, sowie der MCT-Gruppe eine signifikante Verbesserung der VO_{2peak} ($p < 0.01$) nachgewiesen werden. Zusätzlich zu den beiden Interventionsgruppen wurde eine Kontrollgruppe getestet. Die Informationen der Probanden und Probandinnen dieser Gruppe beschränkten sich auf die allgemeinen Hausarzttempfehlungen und das körperliche Training wurde auf 47 Minuten Gehen auf dem Laufband alle drei Wochen begrenzt. Im Gegensatz zu den Interventionsgruppen konnte bei der Kontrollgruppe im Intragruppenvergleich keine signifikante Steigerung der VO_{2peak} ($p > 0.05$) nachgewiesen werden.

Fu et al. (2011)

Eine weitere RCT, die über zwölf Wochen AIT mit MCT, sowie einer „general health care“ (GHC)-Gruppe ohne Trainingsinterventionen verglich, wurde 2011 von Fu et al. durchgeführt. Wie bei Wisløff et al. (2007) konnte auch in dieser RCT im Intergruppenvergleich zwischen der AIT-Gruppe und der MCT-Gruppe eine signifikant höhere Steigerung der VO_{2peak} ($p < 0.05$) gemessen werden. Die Intergruppenvergleiche der beiden Interventionsgruppen mit der GHC-Gruppe fielen ebenfalls signifikant ($p < 0.05$) zu Gunsten Interventionsgruppen aus. Im Intragruppenvergleich konnte weder bei der MCT-Gruppe, noch bei der GHC-Gruppe eine signifikant höhere VO_{2peak} ($p > 0.05$) erhoben werden, während das AIT wiederum zu einem signifikanten Resultat ($p < 0.05$) führte. Das AIT dauerte bei dieser RCT insgesamt 30 Minuten, wobei die Intervalle aus Belastungsphasen von 180 Sekunden bei 80 % VO_{2peak} und Erholungsphasen von ebenfalls 180 Sekunden bei 40 % VO_{2peak} zusammengesetzt waren. Die Dauer des MCT war mit 30 Minuten identisch zur AIT-Gruppe, die Belastung wurde jedoch bei 60 % VO_{2peak} angesetzt

und gehalten. Alle Trainingseinheiten wurden auf einem Fahrradergometer durchgeführt und fanden unter Supervision statt.

Freyssin, Verkindt, Prieur, Benaich, Maunier und Blanc (2012)

Auf das selbe Ergebnis kamen im Jahre 2012 Freyssin et al., als sie acht Wochen lang eine Interventionsgruppe bei der IT mit Intervallen à 30 Sekunden Belastung bei 80 % WRp auf 60 Sekunden komplette Ruhe, mit einer Kontrollgruppe, bei der 45 Minuten CT bei der HR am „first ventilatory treshold“ (VT1) angewendet wurde, verglichen. Die IT-Gruppe zählte zwölf Teilnehmende und die CT-Gruppe 14. Nach acht Wochen Training kam es auch in dieser RCT bei der IT-Gruppe im Intergruppenvergleich mit der CT-Gruppe zu einer signifikant höheren Steigerung der VO_{2peak} ($p < 0.001$). Weiter konnte die IT-Gruppe, nicht aber die CT-Gruppe die VO_{2peak} im Intragruppenvergleich signifikant steigern (IT: $p < 0.001$; CT: $p > 0.05$). Hervorzuheben ist bei dieser RCT, dass alle Probanden und Probandinnen zusätzlich zu den IT- beziehungsweise CT-Trainingseinheiten wöchentlich vier Stunden Gymnastiktraining und drei Stunden Balneotherapie absolvierten. Die adherence konnte mit 100 % beschrieben werden und es wurden keine drop-outs verzeichnet. Ausserdem weist diese Arbeit den niedrigsten LVEF-Durchschnittswert (34.5 %) aller IT-Gruppen der im vorliegenden Review inkludierten RCTs auf.

4.2 Effektivität des moderate-intensity interval trainings

Smart und Steele (2012)

Unter den RCTs, die das IT in moderater Intensität durchführten, gab es eine RCT, in der bei einer Trainingsmethode im Intragruppenvergleich keine signifikante Steigerung der VO_{2peak} erzielt wurde. Nämlich bei Smart et al. (2012), welche untersuchten, ob „intermittent exercise training“ (INT) bei Patienten und Patientinnen mit CHF zu den gleichen peripheren und zentralen Anpassungen führt wie „continuous exercise training“ (CON). Dies war an die Voraussetzung gebunden, dass beide Trainingsmethoden mit dem selben absoluten Volumen angewendet werden. Während eine INT-Einheit 60 Minuten dauerte und aus Intervallen mit einer Belastungsphase von 60 Sekunden bei 70 % „peak oxygen consumption“ (VO_2) und darauf folgenden Ruhepausen von 60 Sekunden bestanden, dauerte eine CON-Einheit 30 Minuten mit kontinuierlicher Belastung bei ebenfalls 70 % VO_2 . Alle insgesamt 23 Probanden und Probandinnen absolvierten während 16 Wochen drei

Trainingseinheiten pro Woche. Nach dieser Zeit konnte nur bei der INT-Gruppe eine signifikant höhere VO_{2peak} nachgewiesen werden ($p = 0.03$), nicht aber bei der CON-Gruppe ($p = 0.12$). Auch im Intergruppenvergleich konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich der VO_{2peak} ($p = 0.72$) gemessen werden.

Nechwatal, Duck und Gruber (2002)

Zu einem anderen Resultat in Bezug auf den Intragruppenvergleich kamen Nechwatal et al. (2002), die zwei Interventionsgruppen, bei denen IT oder CT zur Anwendung kam und eine Kontrollgruppe mit einander verglichen. Die Kontrollgruppe wurde angehalten, ihre körperliche Belastung auf die Aktivitäten des täglichen Lebens zu beschränken und dabei beispielsweise den Fahrstuhl anstelle der Treppe zu benutzen. Die Trainingseinheiten der Interventionsgruppen fanden über drei Wochen statt in denen je sechs Mal trainiert wurde. Die IT-Gruppe trainierte jeweils 15 Minuten lang, wobei die Belastungsdauer 30 Sekunden bei 50 % der maximalen Watt-Leistung des Probanden respektive der Probandin angesetzt war. Daraufhin folgte jeweils eine aktive Ruhepause bei 25 Watt, welche je 60 Sekunden dauerte. Die CT-Gruppe trainierte bei 75 % der HRp, ebenfalls über den Zeitraum von 15 Minuten. Während die Kontrollgruppe die VO_{2peak} im Intragruppenvergleich nicht signifikant steigern konnte ($p > 0.05$), war dies bei beiden Interventionsgruppen der Fall (IT: $p = 0.028$; CT: $p = 0.006$). Im Intergruppenvergleich konnte eine signifikante Verbesserung der VO_{2peak} beider Interventionsgruppen gegenüber der Kontrollgruppe ($p < 0.05$) nicht aber gegenüber der anderen Interventionsgruppe ($p > 0.05$) erzielt werden. Beide Interventionsgruppen zählten 20 Probanden und Probandinnen und die Kontrollgruppe zehn. Die Arbeit von Nechwatal et al. (2002), unterscheidet sich bezüglich der Dauer der einzelnen Trainingseinheiten und der Anzahl Einheiten pro Woche wesentlich von den anderen acht RCTs. Die hier angewandten 15 Minuten waren im Vergleich die kürzeste Dauer pro Einheit, während mit sechs Einheiten jedoch die höchste Anzahl Trainings pro Woche durchgeführt wurde. Weiter verfügt sie mit drei Wochen über den insgesamt kürzesten Interventionszeitraum aller inkludierten RCTs.

Iellamo et al. (2012)

Wie bei Nechwatal et al. (2002) ergaben auch die Untersuchungen von Iellamo et al. (2012) sowohl in der AIT-Gruppe als auch in der Gruppe die „aerobic continuous training“

(ACT) absolvierte, eine signifikante Steigerung der VO_{2peak} ($p < 0.05$). Weiter konnte auch hier im Intergruppenvergleich keine signifikant höhere Steigerung der VO_{2peak} ($p > 0.05$) erhoben werden. Das AIT wurde zwei bis drei Mal wöchentlich mit Intervallen mit Belastungsphasen von jeweils vier Minuten bei 75-80 % der HRR und Ruhephasen bei 45-50 % des HRR à drei Minuten über einer Gesamttrainingsdauer von 23-40 Minuten absolviert. Die ACT-Gruppe trainierte auch zwei bis drei Mal pro Woche, jedoch während 30-45 Minuten konstant bei 40-60 % der HRR. Im Unterschied zu den anderen RCTs wählten Iellamo et al. (2012) nicht ein Fahrradergometer als Trainingsgerät sondern ein Laufband. Eine weitere Besonderheit dieser RCT ist, dass die Probanden und Probandinnen ausschliesslich männlich waren. Ebenfalls erwähnenswert ist, dass jede Interventionsgruppe zwei drop-outs hatte, was die Probandenanzahl auf acht pro Gruppe reduzierte.

Tabelle 3: Studienübersicht high-intensity Gruppe

Studie	Design	Gruppen	Teilnehmer	Dosierung	VO _{2peak}	Intragruppen- vergleich	Intergruppen- vergleich IT vs. KT	Signifikante Steigerung VO _{2peak} im Vergleich	PEDro
Koufaki et al. (2014)	RCT	HIT	n=8; Patients with signs of CHF LVEF 41.7±10.3	24 wk; 3/wk; 2x15 min.	baseline: 15.3±4.7		>0.05	intra 12 wk: ja intra 24 wk: ja inter: nein	5/10
					12 wk: 17.3±5.4	<0.05			
					24 wk: 17.7±4.9	<0.05			
		CAT	n=9; Patients with signs of CHF LVEF 35.2±6.4	24 wk; 3/wk; 40 min.	baseline: 17.6±7.1		>0.05	intra 12 wk: ja intra 24 wk: nein inter: nein	
					12 wk: 19.8±7.8	<0.05			
					24 wk: 18.9±7.5	>0.05			
Fu et al. (2011)	RCT	AIT	n=15; CHF LVEF 38.3±3.5	12 wk; 3/wk; 30 min.	16.0±1.0 → 19.6±1.2	<0.05	<0.05	intra: ja inter vs. MCT: ja inter vs. GHC: ja	5/10
		MCT	n=15; CHF LVEF 38.6±4.8	12 wk; 3/wk; 30 min.	15.9±0.7 → 16.0±1.5	>0.05		intra: nein inter vs. AIT: nein inter vs. GHC: ja	
		GHC	n=15; CHF LVEF 38.0±3.8	allgemeine Informationen vom Arzt für Aktivitäten zu Hause	17.5±1.5 → 16.1±1.4	>0.05		intra: nein inter vs. AIT: nein inter vs. MCT: nein	
Dimopoulos et al. (2005)	RCT	IT	n=14; stable CHF LVEF 34.5±10.5	36 ts; 3/wk, 40 min./d	15.4±4.7 → 16.6±4.9	<0.02	k. A.	intra: ja inter: k.a.	4/10
		CT	n=15; stable CHF LVEF 30.7±10.3	36 ts, 3/wk, 40 min./d	15.5±3.7 → 16.4±3.8	0.01		intra: ja inter: k.a.	
Roditis et al. (2007)	RCT	IT	n=11; stable CHF LVEF 30.7±10.3	36 ts; 3/wk; 40 min.	14.2±3.1 → 15.4±2	0.03	0.6	intra: ja inter: nein	5/10
		CT	n=10; stable CHF LVEF 34.5±10.5	36 ts; 3/wk; 40 min.	15.3±4.4 → 16.6±4.5	0.03		intra: ja inter: nein	
Wisloff et al. (2007)	RCT	AIT	n=9; postinfarction CHF; LVEF 28.0±7.3	12 wk; 3/wk; 38 min.	13.0±1.6 → 19.0±2.1	<0.01	<0.05	intra: ja inter: ja	5/10
		MCT	n=9; postinfarction CHF; LVEF 32.8±4.8	12 wk; 3/wk; 47 min.	13.0±1.1 → 14.9±0.9	<0.01		intra: ja inter: nein	
		Control	n=9; postinfarction CHF; LVEF 26.2±8.0	Hausarzttempfehlungen, 47 min. Laufbandgehen alle 3 wk	13.2±1.9 → 13.4±2.0	>0.05		intra: nein inter: nein	
Freyssin et al. (2012)	RCT	IT	n=12; CHF LVEF 27.8±4.7	8 wk; 168 min/wk	10.7±2.9 → 13.6±3.2	<0.001	<0.001	intra: ja inter: ja	5/10
		CT	n=14; CHF LVEF 30.7±7.8	8 wk; 360 min/wk	10.6±4.1 → 10.8±4.1	>0.05		intra: nein inter: nein	

HIT: high-intensity interval training; CAT: continuous moderate intensity aerobic exercise; AIT: aerobic interval training; MCT: moderate continuous training; GHC: general health care; IT: interval training; CT: continuous training; ACT: aerobic continuous training; INT: intermittent exercise training; CON: continuous exercise training; TG: training group; CG: control group; ns: nicht signifikant; k.A.: keine Angabe; vs.: versus; wk: Woche; ts: training sessions; min.: Minuten; d: Tag

Tabelle 4: Studienübersicht moderate-intensity Gruppe

Studie	Design	Gruppen	Teilnehmer	Dosierung	VO _{2peak}	Intragruppen- vergleich	Intergruppen- vergleich IT vs. KT	Signifikante Steigerung VO _{2peak} im Vergleich	PEDro
Iellamo et al. (2012)		AIT	n=8; postinfarction CHF; LVEF 33.7±4.79	12 wk; 2-3/wk; 23-40 min.	18.78±4.58 → 23.02±4.28	<0.05	>0.05	intra: ja inter: nein	4/10
		ACT	n=8; postinfarction CHF; LVEF 31.5±6.9	12 wk; 2-3/wk; 30-45 min.	18.44±4.29 → 22.53±3.13	<0.05		intra: ja inter: nein	
Nechwatal et al. (2002)	RCT	IT	n=20; stable CHF; LVEF 29.3	3 wk; 6/wk (18 ts); 15 min.	18.5±4.1 → 20.0±4.5	0.028	>0.05	intra: ja inter vs. CT: nein inter vs. control: ja	5/10
		CT	n=20; stable CHF; LVEF 27.3	3 wk; 6/wk (18 ts); 15 min.	17.2±6.0 → 18.8±6.5	0.006		intra: ja inter vs. IT: nein inter vs. control: ja	
		Control	n=10; stable CHF; LVEF 26.6	angehalten Fahrstuhl zu benutzen; Aktivität auf ATL beschränken	15.9±4.0 → 15.8±4.2	>0.05		intra: nein inter vs. IT: nein inter vs. CT: nein	
Smart et al. (2012)	RCT	INT	n=10; CHF LVEF 27±8	16 wk; 3/wk; 60 min.	12.2±6.5 → 14.7±4.5	0.03	0.72	intra: ja inter: nein	4/10
		CON	n=13; CHF LVEF 29.5±7.2	16 wk; 3/wk; 30 min.	12.4±2.5 → 14±4	0.12		intra: nein inter: nein	

HIT: high-intensity interval training; CAT: continuous moderate intensity aerobic exercise; AIT: aerobic interval training; MCT: moderate continuous training; GHC: general health care; IT: interval training; CT: continuous training; ACT: aerobic continuous training; INT: intermittent exercise training; CON: continuous exercise training; TG: training group; CG: control group; ns: nicht signifikant; k.A.: keine Angabe; vs.: versus; wk: Woche; ts: training sessions; min.: Minuten; d: Tag

5 Diskussion

Das Ziel des vorliegenden Reviews war es, zu ermitteln, ob IT bei Patienten und Patientinnen mit HFrEF zu einer grösseren Steigerung der Ausdauerkapazität führt als KT. Dafür wurden nach einer Literaturrecherche neun Studien mit geeignetem Design inkludiert und ausgewertet. In drei von sechs RCTs, welche HIIT anwendeten, wurde eine signifikante Verbesserung der Ausdauerkapazität gegenüber dem KT ausgewiesen. Im Gegensatz dazu konnte diesbezüglich keine der drei RCTs, in denen das Training in moderater Intensität durchgeführt wurde, einen signifikant höheren Effekt nachweisen. Diesen Ergebnissen zufolge kann nicht eindeutig festgestellt werden, dass die Anwendung von IT im Vergleich mit KT die Ausdauerkapazität von Patienten und Patientinnen mit HFrEF signifikant erhöht.

Die CHF ist mit weltweit geschätzten 23 Millionen Betroffenen eine der häufigsten Krankheiten überhaupt (Belardinelli et al., 2012). Im Jahre 2011 führte CHF zu 58'309 Todesfällen in den USA (Mozzaffarian et al., 2015) und verursachte im Jahre 2013 eine volkswirtschaftliche Belastung von über 30 Milliarden Dollar (Yancy et al., 2013). Aufgrund der hohen Prävalenz- und Mortalitätsraten, sowie den ökonomischen Aspekte ist die Prävention und Behandlung der CHF als eine zentrale Aufgabe des Gesundheitswesens und der Gesundheitspolitik anzusehen. Zum heutigen Zeitpunkt lässt sich durch eine optimale medikamentöse Therapie zwar die Mortalitätsrate senken, die Wirkung auf die körperliche Leistungsfähigkeit, welche das Leitsymptom der CHF ist, verbleibt dadurch jedoch insuffizient (Bocalini et al., 2008; Clark et al., 2005). Im Gegensatz zur medikamentösen Therapie hat Ausdauertraining nachweislich einen positiven Einfluss auf die Ausdauerkapazität und ist deshalb als ein zentrales Element der CR anzusehen (Dörr et al., 2015). Obwohl das Ausdauertraining von sämtlichen internationalen Guidelines zur Behandlung von CHF empfohlen wird (Yancy et al., 2013; McMurray et al., 2012; Moe et al. 2013), besteht in der Literatur keine Einigkeit bezüglich der optimalen Trainingsmethode und Trainingsintensität. Bis zum aktuellen Zeitpunkt wurde das KT in der Literatur am häufigsten empfohlen und wird deshalb in der Praxis mehrheitlich eingesetzt (Ross et al., 2012). Mehrere Studien und Meta-Analysen der letzten Jahre geben jedoch Hinweise darauf, dass IT dem KT überlegen ist (Smart et al., 2011; Wisløff et al., 2007; Freyssin et al., 2012). Ausgehend von dieser Diskrepanz war das Ziel des vorliegenden Reviews zu

ermitteln, ob IT dem KT bezüglich der Steigerung der Ausdauerkapazität bei Patienten und Patientinnen mit HFrHF überlegen ist.

Die Literaturrecherche ergab insgesamt neun geeignete RCTs, die IT mit KT verglichen. Diese wurden im weiteren Verlauf aufgrund ihrer Trainingsintensitäten in eine „high-intensity Gruppe“ und eine „moderate-intensity Gruppe“ aufgeteilt. Von den sechs RCTs in der „high-intensity Gruppe“ konnte bei dreien eine signifikant höhere Steigerung der Ausdauerkapazität durch IT gegenüber dem KT erhoben werden. Von der „moderate-intensity Gruppe“ konnte hingegen keine der drei RCTs einen superioren Effekt nachweisen. Im Intragruppenvergleich der KT-Gruppen konnten sechs der neun RCTs einen signifikant positiven Effekt auf die Ausdauerkapazität erzielen. Bei den IT-Gruppen konnten hingegen alle neun RCTs eine signifikante Steigerung der Ausdauerkapazität nachweisen. Aus diesen Resultaten lässt sich entnehmen, dass trotz Hinweisen keine eindeutige Evidenz existiert, dass HIIT einen positiveren Einfluss auf die Ausdauerkapazität von Patienten und Patientinnen mit CHF hat. Des Weiteren gibt es keine Hinweise auf Unterschiede in der Wirkung zwischen moderatem IT zu moderatem KT in Bezug auf die Ausdauerkapazität.

Das vorliegende Review zeigt auf, dass es aus wissenschaftlicher Sicht keinen Grund gibt, das bis heute in der CR überwiegend angewendete KT generell durch IT zu ersetzen. Bei korrekter Durchführung und angemessener Dosierung sind beide Trainingsmethoden als eine wirksame Intervention zur Steigerung der Ausdauerkapazität von Patienten und Patientinnen mit CHF anzusehen. Im Unterschied zum KT bietet das IT die Möglichkeit, die periphere Muskulatur einem hohen Trainingsstimulus auszusetzen, ohne dabei das kardiopulmonale System zu überlasten. Die Anwendung von IT auf moderater Intensitätsstufe, mit verhältnismässig langen Intervallen, sollte deshalb insbesondere zu Beginn der CR bei stark dekonditionierten Patienten und Patientinnen in Betracht gezogen werden. Bei Patienten und Patientinnen, welche bereits positive und stabile Reaktionen auf körperliches Training gezeigt haben, stellt HIIT eine effektive und effiziente Alternative zum KT dar. Unabhängig von der Trainingsmethode entscheidet jedoch die individuelle Abstimmung des Trainings auf jeden einzelnen Patienten und jede einzelne Patientin über den Trainingserfolg. Hierzu ist eine umfassende und korrekt durchgeführte kardiopulmo-

nale Testung vor der Aufnahme des Trainings unabdingbar. Ebenfalls essentiell ist die Aufrechterhaltung eines adäquaten Trainingsreizes, was nur durch eine regelmässige Re-Evaluation mit einer darauf abgestimmten Anpassung der Trainingsintensität erreicht werden kann. Zu beachten gilt es, dass die Probanden und Probandinnen der RCTs, in denen HIIT erforscht wurde, durchschnittlich eine höhere LVEF aufwiesen. Deshalb ist es aktuell nicht möglich, eine evidenzbasierte Aussage bezüglich der Sicherheit von HIIT bei Patienten und Patientinnen mit stark reduzierter LVEF zu machen. Ein weiterer Einflussfaktor auf die Wirksamkeit der Trainingsmethode in der Praxis stellt die adherence dar.

Bedauerlicherweise gibt es bisher keine RCT mit HIIT, welche als primären outcome die adherence gemessen hat. Dies erschwert es, eine Empfehlung für die Praxis abzugeben. Nichtsdestotrotz ist davon auszugehen, dass die Motivation der Patienten und Patientinnen, eine bestimmte Trainingsmethode auszuführen, ein entscheidender Faktor bezüglich der adherence und damit des Erfolges des Trainings darstellt. Aus diesem Grunde ist ein individuell abgestimmtes Training bezüglich Dosierung und Gestaltung zu empfehlen. Die Grundvoraussetzung dafür ist sicherlich eine kompetente Patientenedukation. Das 2012 erschienene Position Statement der ESC „Adherence of heart failure patients to exercise: barriers and possible solutions“ bietet zum Thema adherence eine erste Auseinandersetzung mit konkreten Empfehlungen für die Praxis (Conraads et al., 2012).

Unter Einbezug des aktuellen Forschungsstandes lässt sich schlussfolgern, dass die beiden Trainingsmethoden in der Praxis komplementär je nach der individuellen Situation einzusetzen sind und sich nicht gegenseitig ausschliessen.

Bei der Auswertung der RCTs fiel auf, dass abgesehen von einer Ausnahme bei allen RCTs mehrere drop-outs verzeichnet wurden. Als Gründe dafür wurden neben kardialen und orthopädischen Beschwerden auch persönliche Gründe wie Probleme bei der Terminplanung genannt. Dies deckt sich mit den Resultaten der HF-Action Studie, in der nur 31.5 % der Untersuchten die geplanten 36 Trainingseinheiten komplettierten (O'Connor et al., 2009), sowie einer bezüglich der CR erhobenen Drop-out-Rate von 33-56% (Wittmer, Volpatti, Piazzalonga und Hoffmann, 2012). Weiter fielen die Stichprobengrößen beschränkt aus und das Durchschnittsalter der Probanden und Probandinnen lag unter dem Durchschnittsalter der CHF-Population.

Die Qualität der RCTs wurde mittels der PEDro-Skala quantifiziert. Dabei fielen die Werte mit jeweils vier oder fünf von zehn möglichen Punkten vorerst tief aus. Der Grund dafür ist in der Art der untersuchten Intervention zu suchen. Bei sämtlichen RCT fehlen die drei Punkte, die für eine verborgene Zuordnung der Gruppen, die Verblindung der Patienten und Patientinnen, sowie der Verblindung der Therapeuten und Therapeutinnen stehen. Eine solche Verblindung war jedoch aufgrund der Interventionsart nicht möglich, da es für die Patienten und Patientinnen, sowie die Therapeuten und Therapeutinnen klar ersichtlich ist, welche Patienten beziehungsweise welche Patientinnen welches Training ausführen. Weiter wurde in acht RCTs das Kriterium neun „intention to treat“ nicht erfüllt, was im setting der CR unter Einfluss der adherence und aufgrund des physischen Zustandes der aktiv zu therapierenden Risikopatienten ebenfalls nur sehr bedingt als negativ bezüglich der RCT-Qualität zu werten ist. Somit können die niedrigen Werte plausibel und nachvollziehbar durch externe Faktoren erklärt werden und lassen in diesem Fall nur bedingt einen Rückschluss auf die Qualität der RCTs zu.

Insgesamt kann postuliert werden, dass die Vergleichbarkeit der bearbeiteten RCTs sehr unter den unterschiedlichen Trainingsdosierungen gelitten hat. Weiter fiel auf, dass das durchschnittliche Alter der Probanden und Probandinnen aller inkludierter RCTs unter dem Durchschnittsalter der betroffenen Bevölkerungsgruppe lag. Dies verunmöglicht eine direkte Übertragung der Resultate auf die entsprechende Population. Bei den „high-intensity Gruppen“ war ausserdem die durchschnittliche LVEF höher als bei den bei moderater Intensität trainierenden Gruppen. Dies erschwert es wiederum, eine Aussage bezüglich der Sicherheit von HIIT bei schwer betroffenen Patienten und Patientinnen zu machen. Forschungsarbeiten mit einheitlichen Trainingsprotokollen und Trainingsdosierungen, realitätsnahem Probandenalter und tieferer LVEF bei der Anwendung von HIIT wären daher wünschenswert.

Für die Zukunft würden in diesem Themenbereich primär weitere Studien mit komparablen Dosierungen der Trainingsdauer, sowie der Trainingsintensität einen grossen Mehrwert darstellen. Zur Verbesserung der Vergleichbarkeit der einzelnen RCTs sollte dabei die Intensität optimalerweise aufgrund eines einheitlichen Parameters, wie zum Beispiel der VO_{2peak} ermittelt und dosiert werden. Zusätzlich benötigt es Studien mit grösseren samp-

les, sowie über einen längeren Zeitraum ausgelegte Studien, welche sich auf die Sicherheit und adherence fokussieren. Diesbezüglich darf man auf die Resultate der SMARTEX-HF Studie gespannt sein, dessen Publikation anfangs 2016 erwartet wird.

6 Literaturverzeichnis

- American Heart Association. (2015). Classes of Heart Failure. Retrieved from http://www.heart.org/HEARTORG/Conditions/HeartFailure/AboutHeartFailure/Classes-of-Heart-Failure_UCM_306328_Article.jsp am 11.10.2015
- American Heart Association. (2014). Implantable Cardioverter Defibrillator (ICD). Retrieved from http://www.heart.org/HEARTORG/Conditions/Arrhythmia/PreventionTreatmentofArrhythmia/Implantable-Cardioverter-Defibrillator-ICD_UCM_448478_Article.jsp am 30.08.2015
- Belardinelli, R., Georgiou, D., Cianci, G. & Purcaro, A. (2012). 10-Year Exercise Training in Chronic Heart Failure : A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American College of Cardiology*, 60, 1521-1528.
doi:10.1016/j.jacc.2012.06.036
- Bocalini, D. S., dos Santos, L., & Serra, A. J. (2008). Physical exercise improves the functional capacity and quality of life in patients with heart failure. *Clinics*, 63, 437-442.
doi:10.1590/S1807-59322008000400005
- Clark, A. L. & Cleland J. G. F. (2005). β -Blockers, Exercise, and Ventilation in Chronic Heart Failure. *Journal of Cardiac Failure*, 11, 340-342.
doi:10.1016/j.cardfail.2005.03.011
- Conraads, V. M., Deaton, C., Piotrowicz, E., Santaularia, N., Tierney, S. et al. (2012). Adherence of heart failure patients to exercise: barriers and possible solutions. *European Journal of Heart Failure*, 14, 451-458.
doi:10.1093/eurjhf/hfs048
- De Maeyer, C., Beckers, P., Vrints, C. J. & Conraads, V. M. (2013). Exercise training in chronic heart failure. *Therapeutic Advances in Chronic Disease*, 4, 105–117.
doi:10.1177/2040622313480382
- Dimopoulos, S., Anastasiou-Nana, M., Sakellariou, D., Drakos, S., Kapsimalakou, S. et al. (2006). Effects of exercise rehabilitation program on heart rate recovery in patients with chronic heart failure. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 13, 67-73.
doi:10.1097/01.hjr.0000198449.20775.7c

- Dörr, M. & Halle, M. (2015). Körperliches Training als wichtige Komponente der Therapie bei Herzinsuffizienz. *Herz*, 40, 206-214.
doi:10.1007/s00059-015-4206-6
- Floimayr, I. (2003). *Intervalltraining versus Dauertraining in der kardiologischen Rehabilitation*. München: Grin.
- Freyssin, C., Verkindt, C., Prieur, F., Benaich, P., Maunier, S. et al. (2012). Cardiac rehabilitation in chronic heart failure: effect of an 8-week, high-intensity interval training versus continuous training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93, 1359-1364.
doi:10.1016/j.apmr.2012.03.007
- Fu, T. C., Wang, C. H., Lin, P. S., Hsu, C. C., Cherng, W. J. et al. (2011). Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. *International Journal of Cardiology*, 167, 41-50.
doi:10.1016/j.ijcard.2011.11.086
- Hegenscheidt, S., Harth, A. & Scherfer, E. (2010). PEDro-skala – Deutsch. Heruntergeladen von http://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_german.pdf am 22.10.2015
- Iellamo, F., Manzi, V., Caminiti, G., Vitale, C., Castagna, C. et al. (2012). Matched dose interval and continuous exercise training induce similar cardiorespiratory and metabolic adaptations in patients with heart failure. *International Journal of Cardiology*, 167, 2561-2565.
doi:10.1016/j.ijcard.2012.06.057
- Koufaki, P., Mercer, T. H., George, K. P. & Nolan, J. (2014). Low-volume high-intensity interval training vs continuous aerobic cycling in patients with chronic heart failure: A pragmatic randomised clinical trial of feasibility and effectiveness. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 46, 348-356.
doi:10.2340/16501977-1278

- McMurray, J. J., Adamopoulos, S., Anker, S. D., Auricchio, A., Böhm, M. et al. (2012). ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European Heart Journal*, 33, 1787-1847.
doi:10.1093/eurheartj/ehs104
- Moe, G. W., Ezekowitz, J. A., O'Meara, E., Howlett, J. G., Fremes, S. E. et al. (2014). The 2013 Canadian Cardiovascular Society Heart Failure Management Guidelines Update: focus on rehabilitation and exercise and surgical coronary revascularization. *Canadian Journal of Cardiology*, 30, 249-263.
doi:10.1016/j.cjca.2013.10.010
- Mozaffarian, D., Benjamin, E. J., Go, A. S., Arnett, D. K., Blaha, M. J. et al. (2015). Heart Disease and Stroke Statistics—2015 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 131, e29-322.
doi:10.1161/CIR.0000000000000152

- Nechwatal, R. M., Duck, C. & Gruber, G. (2002). Körperliches Training als Intervall- oder kontinuierliches Training bei chronischer Herzinsuffizienz zur Verbesserung der funktionellen Leistungskapazität, Hämodynamik und Lebensqualität – eine kontrollierte Studie. *Zeitschrift für Kardiologie*, 91, 328-337.
- O'Connor, C. M., Whellan, D. J., Lee, K. L., Keteyian, S. J., Cooper, L. A. et al. (2009). Efficacy and Safety of Exercise Training in Patients With Chronic Heart Failure: HF-ACTION Randomized Controlled Trial. *The Journal of the American Medical Association*, 301, 1439-1450.
doi:10.1001/jama.2009.454
- Piepoli, M. F., Conraads, V., Corrà, U., Dickstein, K., Francis, D. P. et al. (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*, 13, 347-357.
doi:10.1093/eurjhf/hfr017
- Piepoli, M. F., Corrà, U., Benzer, W., Bjarnason-Wehrens, B., Dendale, P. et al. (2010). Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training. *European Heart Journal*, 31, 1967-1976.
doi:10.1093/eurheartj/ehq236
- Roditis, P., Dimopoulos, S., Skellariou, D., Sarafoglou, S., Kaldara, E. et al. (2007). The effects of exercise training on the kinetics of oxygen uptake in patients with chronic heart failure, *European Journal of Preventive Cardiology*, 14, 304-311.
doi:10.1097/01.hjr.0b013e32808621a3

- Ross, A., Myers, J., Forman, D. E., Lavie C. J. & Guazzi, M. (2012). Should high-intensity-aerobic interval training become the clinical standard in heart failure?. *Heart Failure Reviews*, 18, 95-105.
doi:10.1007/s10741-012-9333-z
- Scharhag-Rosenberg, F. (2010). Spiroergometrie zur Ausdauerleistungsdiagnostik. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 61, 146-147.
- Schweizerische Arbeitsgruppe für kardiale Rehabilitation. (2012). Inhaltliche und organisatorische Aspekte der kardiovaskulären Prävention und Rehabilitation. Heruntergeladen von https://www.sakr.ch/DOCS_PUBLIC/Inhaltliche%20und%20organisatorische%20Aspekte.pdf am 14.11.2015
- Schweizerische Herzstiftung. (2012). Zahlen und Daten über Herz-Kreislauf-Krankheiten in der Schweiz. Heruntergeladen von http://www.swissheart.ch/uploads/media/HerzStatistik2012_d.pdf am 14.10.2015
- Shea, J. B. & Sweeney, M. O. (2003). Cardiac Resynchronization Therapy: A Patient's Guide. *Circulation*, 108, e64-e66.
doi:10.1161/01.CIR.0000085657.09097.38
- Smart, N. A., Dieberg, G. & Giallauria, F. (2011). Intermittent versus continuous exercise training in chronic heart failure: a meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, 166, 352-358.
doi:10.1016/j.ijcard.2011.10.075
- Smart, N. A. & Steele, M. (2012). A Comparison of 16 Weeks of Continuous vs Intermittent Exercise Training in Chronic Heart Failure Patients. *Congestive Heart Failure*, 18, 205-211.
doi:10.1111/j.1751-7133.2011.00274.x
- Szucs, T. D. (2003). Gesundheitsökonomische Aspekte der chronischen Herzinsuffizienz. *Schweizerische Ärztezeitung*, 46, 2431-2441. Heruntergeladen von <http://www.saez.ch/docs/saez/archiv/de/2003/2003-46/2003-46-996.pdf> am 14.11.2015
- van Gestel, A. J. R., Steier, J. & Teschler, H. (2010). Kardiopulmonale Ausdauerkapazitätstests. In A. J. R. van Gestel & H. Teschler (Hrsg.), *Physiotherapie bei chronischen Atemwegs- und Lungenerkrankungen* (S. 153-162). Heidelberg: Springer.

- World Health Organization. (2015). Switzerland: WHO statistical profile. Retrieved from <http://www.who.int/gho/countries/che.pdf> am 14.11.2015
- Wisløff, U., Støylen, A., Loennechen, J. P., Bruvold, M., Rognum, Ø. et al. (2007). Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*, 115, 3086-3094. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675041
- Wittmer, M., Volpatti, M., Piazzalonga, S. & Hoffmann, A. (2012). Expectation, satisfaction, and predictors of dropout in cardiac rehabilitation. *European Journal of Preventive Cardiology*, 19, 1082-1088. doi:10.1177/1741826711418163
- Wonisch, M., Hofmann, P., Pokan, R., Kraxner, W., Hödl, R. et al. (2003). Spiroergometrie in der Kardiologie – Grundlagen der Physiologie und Terminologie. *Journal für Kardiologie*, 10, 440-446.
- Yancy, C. W., Jessup, M., Bozkurt, B., Butler, J., Casey, D. E. Jr. et al. (2013). 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*, 128, e240-e327. doi:10.1161/CIR.0b013e31829e8776

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	NYHA Functional Classification – Patient Symptoms (American Heart Association, 2015)	Seite 11
Tabelle 2	Tabelle 2: NYHA Functional Classification – Objective Assessment (American Heart Association, 2015)	Seite 11
Tabelle 3	Tabelle 3: Studienübersicht high-intensity Gruppe	Seite 24
Tabelle 4	Tabelle 4: Studienübersicht moderate-intensity Gruppe	Seite 25

8 Deklaration der Wortzahl

Abstract: 198

Arbeit (ohne Abstract, Tabellen, Grafiken, etc. und deren Beschriftung; ohne Inhalts- und Literaturverzeichnis sowie Eigenständigkeitserklärung, Danksagung, Glossar, weitere Verzeichnisse und Anhang): 6'320 Wörter

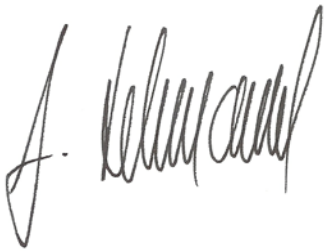
9 Danksagung

Ich bedanke mich herzlich bei Herrn Prof. Dr. rer. medic. A. J. R. van Gestel für die kompetente und sehr engagierte Begleitung bei der Erarbeitung meiner Bachelorarbeit. Ebenfalls danke ich meiner Familie für das zeitintensive Korrekturlesen, die motivierenden Worte und die technischen Hilfestellungen.

10 Eigenständigkeitserklärung

«Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst habe.»

8. März 2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. Lehmann', written in a cursive style.

Aurelia Lehmann

11 Anhang

Abkürzungsverzeichnis

ACCF	American College of Cardiology Foundation
ACE-Hemmer	Angiotensin-converting-Enzym-Hemmer
ACT	aerobic continuous training
AHA	American Heart Association
AIT	aerobic interval training
CAT	continuous moderate intensity aerobic exercise
CCS	Canadian Cardiovascular Society
CG	control group
CHF	chronische Herzinsuffizienz (chronic heart failure)
CON	continuous exercise training
CR	kardiale Rehabilitation (cardiac rehabilitation)
CRT	cardiac resynchronization therapy
CT	continuous training
d	Tag (day)
EKG	Elektrokardiogramm
ESC	European Society of Cardiology
GHC	general health care
HFrEF	Herzinsuffizienz mit reduzierter Ejektionsfraktion (heart failure reduced ejection fraction)
HIIT	high-intensity interval training
HIT	high-intensity interval training
HR	heart rate
HRp	peak heart rate
HRR	heart rate reserve
ICD	implantable cardioverter defibrillator
INT	intermittent exercise training
IT	Intervalltraining
k. A.	keine Angabe
KT	kontinuierliches Ausdauertraining
LV	linkes Ventrikel
LVEF	linksventrikuläre Ejektionsfraktion (left ventricular ejection fraction)

MCT	morderate continuous training
min.	Minuten
MRA	Mineralkortikoid/Aldosteron-Rezeptor-Antagonist
ns	nicht signifikant (not significant)
NYHA	New York Heart Association
PEDro	Physiotherapy Evidence Database
PPO	peak power output
pCO ₂	end-expiratorischer Kohlendioxidpartialdruck
pO ₂	end-expiratorischer Sauerstoffpartialdruck
RCT	randomisiert kontrollierte Studie (randomized controlled trial)
SAKR	Schweizerische Arbeitsgruppe für kardiale Rehabilitation
TG	training group
ts	training sessions
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
VO ₂	peak oxygen consumption
VO _{2peak}	maximale Sauerstoffaufnahme
vs.	versus
VT1	first ventilatory treshold
WHO	World Health Organization
wk	Woche (week)
WRp	work rate peak