

Aus der Medizinischen Klinik II für Kardiologie und Pulmologie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Klinische Bedeutung der Telemedizin bei kardiologischen Patienten

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät

Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Paul Kühnelt

aus Berlin

Gutachter/in: 1. Priv.-Doz. Dr. A. Morguet.....
2. Prof. Dr. med. St. Behrens.....
3. Priv.-Doz. Dr. Chr. Melzer.....

Datum der Promotion: 09.09.2011

I Inhaltsverzeichnis

I	Inhaltsverzeichnis.....	III
II	Abbildungsverzeichnis.....	V
III	Tabellenverzeichnis.....	VI
1	Einleitung.....	7
1.1	Telemedizin.....	7
1.1.1	Definition.....	7
1.1.2	Einsatzgebiete und Anwendungsfelder.....	8
1.1.3	Telemonitoring.....	9
1.1.4	Historische Entwicklung der Telemedizin.....	9
1.1.5	Telekardiologie.....	10
1.2	Herzinsuffizienz.....	11
1.2.1	Definition.....	11
1.2.2	Ätiologie.....	12
1.2.3	Pathophysiologie.....	12
1.2.4	Klassifikation.....	15
1.2.5	Diagnostik.....	16
1.2.6	Therapie und Verhaltensempfehlungen.....	17
1.2.7	Prognose und Zukunftsaussichten.....	19
1.2.8	Chronische Herzinsuffizienz und Telemedizin.....	20
2	Fragestellungen der Arbeit.....	22
3	Poststationäre telemedizinische Betreuung kardiologischer Patienten.....	23
3.1	Patienten.....	23
3.1.1	Auswahl.....	23
3.1.2	Charakterisierung.....	23
3.2	Methode.....	25
3.2.1	Datenanalyse.....	25
3.3	Ergebnisse.....	26
3.3.1	Auswertung der telemedizinischen Inanspruchnahme.....	26
3.4	Diskussion.....	29
3.4.1	Koronare Herzkrankheit.....	29
3.4.2	Herzrhythmusstörungen.....	31
3.4.3	Chronische Herzinsuffizienz.....	35
3.4.4	Patientenalter.....	35

3.4.5	Andere kardiale Erkrankungen	37
3.5	Limitation	38
3.6	Schlussfolgerungen	39
4	Telemedizinische Betreuung bei gering- bis mittelgradiger chronischer Herzinsuffizienz	40
4.1	Patienten	40
4.1.1	Telemedizinpatienten	40
4.1.2	Kontrollpatienten	40
4.1.3	Charakterisierung	41
4.2	Methode	43
4.2.1	Das abgestufte telemedizinische Service-Programm	43
4.2.2	Datenanalyse	45
4.2.3	Telemedizinischer Service	46
4.2.4	Überwachungszeitraum	46
4.3	Ergebnisse	47
4.4	Diskussion	51
4.5	Limitation	56
4.6	Schlussfolgerungen	57
4.7	Standortbestimmung und Ausblick	58
5	Zusammenfassung	59
IV	Literaturverzeichnis	IX
V	Anhang	XIII

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anwendungen der Telemedizin.....	8
Abbildung 2: Beschwerden bei Anruf.....	27
Abbildung 3: Gewichtsübertragungen.....	44
Abbildung 4: Hospitalisierung allgemein.....	47
Abbildung 5: Hospitalisierung kardial.	48
Abbildung 6: Ereignisfreies Überleben allgemein	49
Abbildung 7: Ereignisfreies Überleben kardial.....	50

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufnahmediagnosen	24
Tabelle 2: Telemedizinischer Service.....	26
Tabelle 3: Ergebnisvariablen.	28
Tabelle 4: Patientencharakterisierung.	43
Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse.	49

1 Einleitung

1.1 Telemedizin

1.1.1 Definition

Was Telemedizin eigentlich ausmacht, ist in der wissenschaftlichen Literatur nicht einheitlich definiert. Nach einer WHO-Definition aus dem Jahre 1998 versteht man unter Telemedizin allgemein die „Erbringung von Gesundheitsleistungen unter Verwendung von Informations- und Kommunikations-Technologien zum Austausch gültiger Informationen für Diagnose, Therapie und Prävention von Krankheiten, wenn dabei die räumliche Entfernung einen kritischen Faktor darstellt“ [1].

Danach bezeichnet Telemedizin eine Vielzahl telematischer Anwendungen, wobei unter Telematik die formelle und inhaltliche Kombination aus Telekommunikation und Informatik verstanden wird.

Mohr et al. geben einen Überblick über den Begriff Telemedizin und damit zusammenhängende Begriffe und Konzepte [2]. Diese Autoren verstehen den elektronischen Austausch fallbezogener diagnostischer und therapeutischer Daten über eine Distanz hinweg als Telemedizin. Ihnen geht es zunächst weniger um die Erbringung von Gesundheitsleistungen wie bei der WHO definiert, als um den damit verbundenen Kommunikationsprozess, der speziell als Telekonsultation definiert wird. Unter Telemonitoring wird die telemetrische Erfassung physiologischer Patientenvariablen mit Alarmmöglichkeit verstanden, während deren Einbettung etwa in die medizinische Versorgung chronisch kranker Patienten in deren häuslichem Umfeld als Telecare bezeichnet wird [2].

Trill sieht Telemedizin als einen Teilbereich von E-Health [3]. Dieser Begriff steht allgemein für den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Gesundheitswesen. Unter Telemedizin versteht Trill nun den Bereich, in dem medizinische Dienstleistungen zu einem bestimmten Fall in Echtzeit oder zumindest zeitnah unter Beteiligung räumlich entfernter Personen über Mittel der Telekommunikation durchgeführt werden. Telemedizinische Partner können medizinische Leistungserbringer sein (etwa Ärzte in unterschiedlichen Krankenhäusern oder Krankenhausarzt und niedergelassener Arzt) oder auch Arzt und Patient. Dies wäre beispielsweise bei der Telecare der Fall (s. Abb. 1).

1.1.2 Einsatzgebiete und Anwendungsfelder

Die verschiedenen Definitionen der Telemedizin schließen also sowohl eine Datenübertragung bzw. Kommunikation von Arzt zu Arzt als auch von Arzt zu Patient ein.

Eine Vielzahl unterschiedlicher Einsatzgebiete ist hier vorstellbar. Die Anwendungsfelder der Telemedizin reichen von einer telefonischen Beratung des Patienten bis zu der Durchführung einer virtuellen Visite via Webkamera.

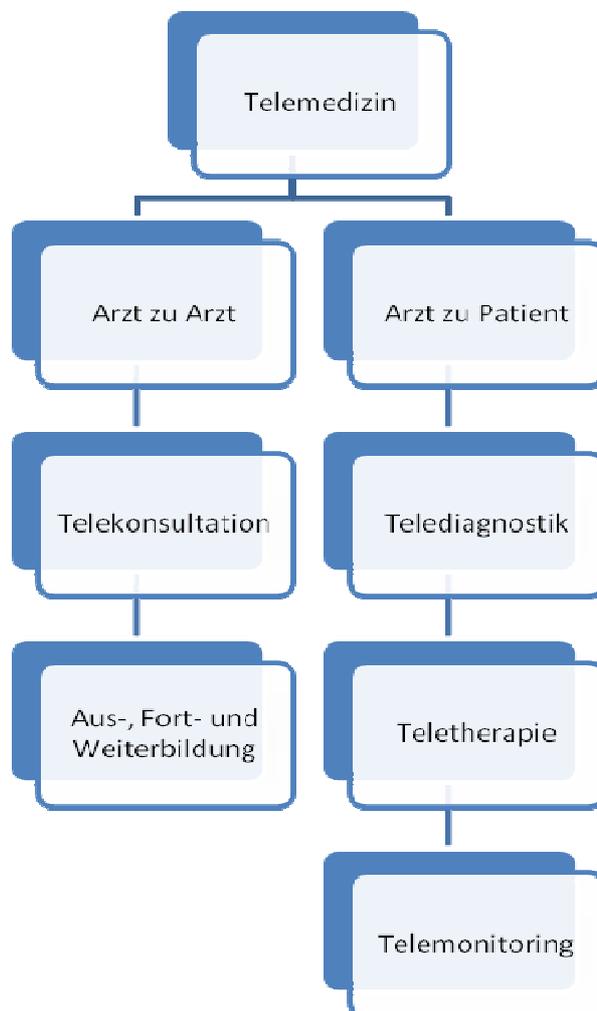


Abbildung 1: Anwendungen der Telemedizin
(abgewandelt nach [3])

1.1.3 Telemonitoring

Telemonitoring, ein Teilbereich der Telemedizin, bezeichnet die Übertragung physiologischer Messwerte von einem Sensor über eine räumliche Distanz hinweg zu einer Analyseeinheit. Dort können die Messwerte entweder nur gesammelt oder sofort bewertet werden. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit des Alarms. Möglich sind eine synchrone Übertragung in Echtzeit, also unmittelbar nach der Ableitung oder Messung, oder eine asynchrone Übertragung mit Verzögerung [4].

Jäckel et al. versteht unter Telemonitoring eine gesundheitliche Fernbetreuung zwischen medizinischen Einrichtungen und einem im häuslichen Umfeld lebenden Patienten mittels Telemedizin. Medizinisches Personal kann, unter Zuhilfenahme multimedialer Informationsübermittlung (Sprache, Bild, Vitalparameter, Gewicht), den Gesundheitszustand eines Patienten beurteilen und frühzeitig, gegebenenfalls sogar noch vor dem Auftreten von körperlichen Symptomen, intervenieren [5].

Zur häuslichen telemedizinischen Überwachung stehen verschiedene technische Varianten zur Verfügung. Patientendaten können via Telefonleitung oder Internetverbindung zum Telemedizin-Zentrum übertragen werden. Ebenso finden Videokonsultationen oder virtuelle Visiten via Webkamera statt. Das Speichern und Verarbeiten der Daten erfolgt in dem Telemedizin-Zentrum, das bei Interventionsbedarf die notwendigen Schritte einleitet.

1.1.4 Historische Entwicklung der Telemedizin

Die Wurzeln der Telemedizin reichen bis zum Anfang des letzten Jahrhunderts zurück: Im Jahre 1906 publizierte Willem Einthoven in den „Archives Internationales de Physiologie“ einen Artikel mit dem Titel „The Telecardiogram“, der sich erstmals mit der Fernübertragung physiologischer Biosignale beschäftigte. Damals ging es um ein Einkanal-EKG, das von Patienten in der Universitätsklinik Leiden über eine 1 Meile lange Telegrafentelefonleitung zu einem Saitengalvanometer im Physiologischen Institut übertragen wurde [6].

Ein starker Anstoß zur Entwicklung der Telemedizin kam in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts aus den USA von der NASA (National Aeronautics and Space Administration) [7]. Seit dem Jahre 1960 überwacht die NASA physiologische Parameter von Astronauten mittels Telemonitoring.

Eines der ersten Medizinfelder, in dem die Telemedizin eine breitere Anwendung fand, war die Radiologie. Im Jahre 1997 wurden bereits 250.000 Röntgenbilder per Teleradiologie fernbefundet [8].

In den letzten Jahren wird telemedizinische Technologie zunehmend eingesetzt [9]. Dies wird unter anderem daran liegen, dass in den Industrieländern immer mehr preisgünstige Lösungen angeboten werden, was Breitband-Internetzugang, Hochgeschwindigkeits-Datenübertragung und Videokonferenzschaltungen anbelangt.

Durch die Möglichkeit einer engmaschigen Überwachung von Patienten mithilfe der Übertragung krankheitsspezifischer physiologischer Schlüsselparameter bietet sich die Telemedizin insbesondere für chronische Erkrankungen an: Beispiele sind Herzinsuffizienz [10], chronisch-obstruktive Lungenerkrankung [11] oder Diabetes [12].

Auch wenn die Telemedizin in vielen Bereichen an Bedeutung gewinnt und gerade in der Kardiologie vielversprechend erscheint, liegen auf diesem Gebiet kaum größere randomisierte klinische Studien vor, die den Nutzen für den Patienten untersuchten.

1.1.5 Telekardiologie

Obwohl sich die Telemedizin mittlerweile in viele Bereiche hinein ausbreitet [13], scheint sie am häufigsten in der Kardiologie eingesetzt zu werden [14].

Das mag daran liegen, dass das EKG zum einen eine große diagnostische Aussagekraft hat und zum anderen sich vom Wesen her als zeitvariabler Spannungsverlauf unmittelbar für eine Datenfernübertragung anbietet, dass Patienten mit Herzerkrankungen bisweilen klinisch instabil sind, und es in der Kardiologie viele Notfälle gibt.

Scalvini et al. unterscheiden in der Telekardiologie eine prähospital, eine hospital und eine posthospital Phase [15]. Beispiel für eine prähospital Anwendung der Telekardiologie ist eine Untersuchung von Terkelsen et al., die prähospital Diagnostik bei Patienten mit Verdacht auf akutes Koronarsyndrom mithilfe einer transtelefonischen EKG-Übertragung aus einem Notarztwagen anwandte [16].

Die hospital Telekardiologie wird beispielsweise in ländlichen Regionen in der Kooperation zwischen kleineren Krankenhäusern der Primär- und größeren Kliniken der Sekundärversorgung relevant. In einer Studie von Huang et al. wurden Echokardiogramme einer neonatalen Intensiv-

station eines kleineren abgelegenen Krankenhauses an ein 290 km entferntes Universitätsklinikum übertragen und dort mitbefundet. Es wurden signifikant mehr kongenitale Herzfehler diagnostiziert [17].

Die posthospital Telekardiologie ist ebenfalls Gegenstand einiger Untersuchungen. Hier wird telemedizinische Technologie eingesetzt zur Telekonsultation zwischen Allgemeinmedizinern und Spezialisten [18], bei chronischer Herzinsuffizienz [19], nach Implantation eines Kardioverters/Defibrillators [20, 21] sowie bei unterschiedlichen kardialen Erkrankungen[22].

1.2 Herzinsuffizienz

1.2.1 Definition

Die WHO hat 1995 Herzinsuffizienz als die Unfähigkeit des Herzens definiert, den Organismus mit ausreichend Blut und damit mit genügend Sauerstoff zu versorgen, um den Stoffwechsel sowohl unter Ruhe- als auch unter Belastungsbedingungen zu gewährleisten. Neuere Definitionen betonen, dass ein an Herzinsuffizienz erkrankter Patient sowohl charakteristische Symptome als auch typische klinische Zeichen wie beispielsweise Ödeme aufweisen soll [23]. Herzinsuffizienz ist danach definiert als ein klinisches Syndrom, bei dem der Patient folgende Symptome aufweist: Dyspnoe bei Belastung oder in Ruhe, leichte Ermüdbarkeit, Hypotonie, Zeichen der Flüssigkeitseinlagerung wie Ödeme der Extremitäten oder pulmonalvenöse Stauung, wenn gleichzeitig eine Funktions- oder Strukturschwäche des Herzmuskels nachzuweisen ist. Die Herzinsuffizienz repräsentiert somit einen breiten Symptomenkomplex auf dem Boden unterschiedlichster ätiologischer Faktoren.

Bei der Herzinsuffizienz handelt es sich im Allgemeinen um eine chronische Erkrankung, bei der eine Verschlechterung der klinischen Symptomatik häufig eine stationäre Krankenhausbehandlung erforderlich macht. Diesen Zustand bezeichnet man als dekompensierte Herzinsuffizienz.

Von einer akuten Herzinsuffizienz spricht man, wenn Herzinsuffizienzzeichen innerhalb von 24 Stunden auftreten. Das kann beispielsweise geschehen im Rahmen eines akuten Lungenödems als Folge einer kardialen Dysfunktion oder eines kardiogenen Schocks mit Hypotension, hervorgerufen etwa durch ein akutes Koronarsyndrom.

1.2.2 Ätiologie

Bei 80 – 90 % der Patienten liegt der Herzinsuffizienz eine ventrikuläre Funktionsstörung zu Grunde. In 60 % dieser Fälle liegt eine systolische Dysfunktion mit einer Ejektionsfraktion ≤ 40 % vor [24].

Patienten mit diastolischer Herzinsuffizienz weisen Symptome und Zeichen einer Herzinsuffizienz bei weitgehend erhaltener linksventrikulärer Ejektionsfraktion auf [25]. Bei den meisten Herzinsuffizienzpatienten liegen jedoch wahrscheinlich sowohl systolische als auch diastolische Herzinsuffizienz gleichzeitig vor, sodass diese beiden Formen der Herzinsuffizienz eigentlich nicht als getrennte Entitäten betrachtet werden sollten [26].

Eine Herzinsuffizienz entwickelt sich infolge einer kardialen Schädigung mit Funktionsbeeinträchtigung oder Untergang von Kardiomyozyten. Ursache hierfür kann eine akute oder chronische Myokardischämie, eine chronische Überlastung durch eine arterielle Hypertonie oder ein Vitium cordis oder auch das Auftreten einer tachykarden Herzrhythmusstörung, wie z. B. Vorhofflimmern, sein (Tachykardiomyopathie).

Die häufigste Ursache einer Herzinsuffizienz ist eine koronare Herzerkrankung (54 – 70 %). 35 – 52 % dieser Patienten leiden zusätzlich an einer arteriellen Hypertonie [27, 28]. An zweiter Stelle steht die dilatative Kardiomyopathie mit circa 15 %, gefolgt von der isolierten arteriellen Hypertonie mit circa 10 % [29].

1.2.3 Pathophysiologie

Das Myokard kann durch Druck- bzw. Volumen-Überlastung oder Gewebeverlust Schaden nehmen. Über eine lokale und systemische neuroendokrine Aktivierung kommt es dann kompensatorisch zu einem ventrikulären Remodeling und im weiteren Verlauf zu einer weiteren myokardialen Zellschädigung [30]. Das Remodeling beschreibt molekulare, proteinbiochemische und zelluläre Veränderungen, welche sich auf die Struktur und die Funktion des Herzens nach einer Schädigung auswirken.

Die akute Herzinsuffizienz führt zu einer Dilatation des Herzens. Bei chronischer Herzinsuffizienz wird unterschieden zwischen exzentrischer und konzentrischer Hypertrophie. Volumenbelastung z. B. durch eine Klappeninsuffizienz führt zu exzentrischer Hypertrophie, Druckbelastung z. B. durch eine Klappenstenose oder Hypertonie führt zu konzentrischer Hypertrophie.

Im Plasma herzinsuffizienter Patienten sind zahlreiche, die kardiovaskuläre Funktion beeinflussende Faktoren in erhöhter Konzentration nachweisbar, welche sich gegenseitig in ihrer Synthese, Freisetzung und Wirkung in komplexer Weise beeinflussen. Große Anstrengungen wurden unternommen, um die wichtigsten Mechanismen der Herzinsuffizienz auf neurohumoraler Ebene zu identifizieren. Lange Zeit hatte man angenommen, dass sich die Entwicklung und das Fortschreiten einer Herzinsuffizienz ausschließlich auf dem Boden eines hämodynamischen Ungleichgewichts vollziehen. Diese Hypothese wich der Erkenntnis, dass ein hämodynamisches Ungleichgewicht nicht der einzige Grund für das Fortschreiten einer Herzinsuffizienz sein kann. Die vermehrte Freisetzung einer bestimmten Klasse biologisch aktiver Hormone, genannt Neurohormone, scheint ebenfalls wesentlich an der Progression einer Herzinsuffizienz beteiligt zu sein [31]. Die damit im Zusammenhang stehenden Vorgänge nennt man neurohumorale Aktivierung. Zunächst kommt es dabei zu einer erhöhten Sympathikusaktivität mit Katecholaminausschüttung. Dies führt anfangs zu einer Steigerung der Herzfrequenz und Kontraktionskraft. Mit zunehmender Herzinsuffizienz steigt der Plasma-Noradrenalin Spiegel jedoch weiter an. Die Zahl der kardialen Betarezeptoren vermindert sich (Downregulation). Dadurch vermindert sich die inotrope Wirkung der Katecholamine zusehends, sie erhöhen jedoch weiterhin durch Steigerung des Arteriolentonus den peripheren Gefäßwiderstand und damit die Nachlast.

Eine Verminderung des zirkulierenden Blutvolumens führt zu einer Aktivierung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems (RAAS) und zu einer Vasopressin- (ADH-) Ausschüttung mit vermehrter Natrium- und Wasserretention. Die anfangs hilfreichen neuroendokrinen Kompensationsmechanismen verschlechtern im weiteren Verlauf die hämodynamische Situation. Durch Vorhofdehnung oder Kammerdehnung kommt es zur Freisetzung der natriuretischen Peptide (ANP, BNP). Das N-terminale *pro brain natriuretic peptide* (NT-proBNP) dient auch als Biomarker der Herzinsuffizienz. Diese Hormone wirken vasodilatatorisch und natriuretisch-diuretisch, da sie das RAAS-System hemmen. Mit Fortschreiten der Herzinsuffizienz steigt der Spiegel dieser Hormone an.

Insgesamt resultiert aus der neuroendokrinen Aktivierung eine periphere Vasokonstriktion, Flüssigkeitsretention und vermehrte Arrhythmieeigung des Herzens sowie letztlich eine Verschlechterung der hämodynamischen Situation des Patienten [31].

Nach neuesten Erkenntnissen gibt es eine weitere Gruppe biologisch aktiver Moleküle, die bei herzinsuffizienten Patienten vermehrt exprimiert werden, sogenannte Zytokine [32]. Dabei han-

delt es sich um eine Gruppe von Proteinmolekülen mit einem relativ kleinen Molekulargewicht (ca. 15 – 30 kDa), die als Antwort auf verschiedene Stimuli sezerniert werden.

Die Zytokinhypothese besagt, dass die Progression einer Herzinsuffizienz zumindest partiell durch Zytokine verursacht wird. Grund dafür sind Kreislaufwirkungen oder direkte toxische Effekte am Herzen durch diese Moleküle [32]. Die Hypothese besagt demnach nicht, dass Zytokine per se zu einer Herzinsuffizienz führen, sondern dass sie dazu beitragen, dass sich eine bestehende Herzinsuffizienz verschlechtert. Das Interesse, die Rolle der Zytokine in Bezug auf die Herzinsuffizienz genauer zu untersuchen, entstand aus der Beobachtung, dass viele Zeichen der Herzinsuffizienz erklärt werden können durch die bekannten biologischen Effekte von Zytokinen. Bei hinreichender Expression können Zytokine klinische Erscheinungen hervorrufen, die denen einer Herzinsuffizienz gleichen. Beispielsweise kann es durch eine übermäßige Expressierung von Zytokinen zu einer fortschreitenden linksventrikulären Dysfunktion kommen, pulmonalem Ödem, linksventrikulärem Remodeling, fetaler Genexpression und zur Ausbildung einer Kardiomyopathie [33-35].

Anscheinend sezerniert nur geschädigtes Myokard, nicht aber normales, vermehrt Zytokine ins Blut [36]. Zwei Gruppen von Zytokinen wurden in Bezug auf die Herzinsuffizienz identifiziert: Vasokonstriktorische Zytokine wie Endothelin und big-Endothelin, sowie vasodepressorische Zytokine wie Tumornekrosefaktor- α (TNF- α) und Interleukin-6 (IL-6). Zudem kann man Zytokine darin unterscheiden, ob sie primär pro- oder antiinflammatorische Wirkungen entfalten. Auf einige Zytokine und ihre in Studien nachgewiesenen Effekte soll nachfolgend kurz eingegangen werden.

TNF- α kann als Prototyp antiinflammatorischer Zytokine angesehen werden. Bei Patienten mit schwerer Herzinsuffizienz wurden hohe TNF- α -Plasmaspiegel nachgewiesen [37]. Genetisch veränderte Mäuse, die chronisch TNF- α exprimieren, entwickeln eine kardiale Hypertrophie und Fibrose mit daraus folgender dilatativer Kardiomyopathie und versterben häufig kurz nach der Geburt [35].

Neben TNF- α gilt auch Interleukin-1 als klassischer Vertreter der Zytokine. Es wird im Myokard von Patienten mit Herzinsuffizienz aufgrund einer idiopathischen dilatativen Kardiomyopathie exprimiert und führt dosisabhängig zu einer Reduktion der myokardialen Inotropie [38].

IL-6 ist einer der wichtigsten Verursacher der Akutphasenreaktion. Im Plasma von Herzinsuffizienzpatienten wurden erhöhte Spiegel gemessen [39]. IL-6 scheint bei der Entwicklung einer Hypertrophie von Kardiomyozyten und einer kardialen Dysfunktion involviert zu sein. Erhöhte

Spiegel wurden auch in Verbindung mit einer schlechten Prognose bei Herzinsuffizienz gebracht.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht eindeutig gesagt werden kann, in welchem Ausmaß Zytokine eine Herzinsuffizienz beeinflussen. In weiteren Studien wird ihre Rolle im Detail untersucht werden, auch therapeutische Ansätze im Sinne einer Behandlung der Herzinsuffizienz durch Immunmodulation von Zytokinen [40]. Vielversprechend ist auch die Bestimmung von Zytokinen als Biomarker, wie sie Haehling et al. 2009 durchgeführt haben [41].

1.2.4 Klassifikation

Die Klassifikation der Herzinsuffizienz kann nach der New York Heart Association (NYHA) entsprechend der Dyspnoe des Patienten erfolgen. Die NYHA-Klassifikation wird benutzt, um die Stufentherapie der Herzinsuffizienz danach auszurichten und um die Prognose abzuschätzen.

Die Einteilung beginnt mit der Stufe NYHA I: Hier besteht eine kardiale Dysfunktion ohne körperliche Limitation, bei der eine alltägliche körperliche Belastung unter Therapie keine Dyspnoe verursacht. Darauf folgt Stufe II, bei der eine leichte Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit besteht. Es bestehen keine Beschwerden in Ruhe. Eine alltägliche körperliche Belastung verursacht Dyspnoe.

Bei NYHA-Stufe III besteht eine höhergradige Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit bei gewohnter Tätigkeit. Es bestehen keine Beschwerden in Ruhe. Schon eine geringe körperliche Belastung verursacht Dyspnoe. Bei Stufe IV bestehen Beschwerden bei allen körperlichen Aktivitäten und in Ruhe. Der Patient ist bettlägerig.

Eine andere, neuere Klassifikation wurde von der American Heart Association vorgeschlagen. Diese Einteilung in 4 Stadien berücksichtigt mehr die Entstehung und Progression der Herzinsuffizienz. Die Stadien A und B werden Patienten zugeordnet, die noch keine Herzinsuffizienz aufweisen, jedoch Risikofaktoren dafür. Das Stadium A bezeichnet Patienten mit einer Grunderkrankung wie Diabetes mellitus oder Hypertonie. Patienten des Stadiums A weisen noch keine strukturelle Herzerkrankung auf. Bei Patienten des Stadiums B besteht eine strukturelle Herzerkrankung, die eng mit der Entstehung einer Herzinsuffizienz assoziiert ist, wie beispielsweise eine koronare Herzkrankheit. Es bestehen keine Herzinsuffizienzsymptome. Das Stadium C bezeichnet Patienten, die aktuell Symptome einer Herzinsuffizienz aufweisen oder in der Vergan-

genheit aufwiesen, und bei denen eine strukturelle Herzerkrankung vorliegt. Dem Stadium D gehören Patienten an, die an einer fortgeschrittenen strukturellen Herzerkrankung leiden und schwere Herzinsuffizienzsymptome in Ruhe trotz maximaler medikamentöser Therapie zeigen.

1.2.5 Diagnostik

Das Erkennen und Deuten von Symptomen und Zeichen einer Herzinsuffizienz sind der Schlüssel zur Verdachtsdiagnose Herzinsuffizienz. Die klinischen Zeichen einer Herzinsuffizienz sollten in einer sorgfältigen klinischen Untersuchung einschließlich einer Auskultation des Patienten geprüft werden [42, 43].

Die klinische Verdachtsdiagnose wird durch paraklinische und apparative Untersuchungen überprüft. Bei jedem Patienten mit Verdacht auf Herzinsuffizienz sollte ein EKG aufgezeichnet werden. Ein völlig normales EKG macht eine Herzinsuffizienz mit systolischer Dysfunktion unwahrscheinlich [23]. Mit der Röntgenuntersuchung des Thorax können andere Gründe für eine Dyspnoe, wie z. B. eine pulmonale Erkrankung ausgeschlossen werden. Zeichen der Herzinsuffizienz, wie pulmonalvenöse Stauung oder Pleuraergüsse, können erkannt werden. Eine Kardiomegalie kann ebenfalls diagnostiziert werden.

Eine Routinediagnostik bei jedem Patienten mit Verdacht auf Herzinsuffizienz schließt die Bestimmung von Laborparametern, wie Serumelektrolyten, Kreatinin, Blutbild, Leberwerten sowie eine Urinanalyse ein. Eine wichtige Bedeutung hat nach neuesten Studien die Bestimmung der natriuretischen Peptide (BNP, NT-proBNP). Erhöhte Plasmaspiegel natriuretischer Peptide korrelieren mit einer verminderten linksventrikulären Ejektionsfraktion [44], linksventrikulärer Hypertrophie, erhöhtem linksventrikulären Füllungsdruck, akutem Myokardinfarkt bzw. akuter Myokardischämie [45]. Erhöhte BNP-Werte zeigen sich jedoch ebenfalls bei Lungenembolie und chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung [45]. Es wurde nachgewiesen, dass die Bestimmung natriuretischer Peptide bei der notfallmäßigen Diagnostik einer Herzinsuffizienz nützlich sein kann [46]. Sie kann auch dazu dienen, die Wahrscheinlichkeit einer erneuten Krankenhausaufnahme eines Patienten abzuschätzen oder die Wirksamkeit der Herzinsuffizienztherapie zu überprüfen [47].

Wenn der Verdacht auf ein akutes Koronarsyndrom besteht, sollte Troponin I oder T im Serum bestimmt werden [23]. Die Diagnostik bei Verdacht auf Herzinsuffizienz schließt immer eine Echokardiographie ein. Die 2-dimensionale Echokardiographie kombiniert mit einer Dopplerun-

tersuchung ist hilfreich zur Erkennung von pathologischen Veränderungen an Myokard, Herzklappen oder Perikard. Zugleich kann erkannt werden, welcher Ventrikel in seiner Funktion eingeschränkt ist. Der Untersucher prüft, ob die linksventrikuläre Ejektionsfraktion normal oder vermindert ist. Er überprüft die Morphologie des linken Ventrikels auf pathologische Abweichungen. Er sucht nach anderen Veränderungen, wie Klappenvitien, Perikarderkrankungen oder rechtsventrikulären Auffälligkeiten. Diese Informationen werden ergänzt durch Messung der Ventrikeldimensionen, des Ventrikelvolumens, der Bestimmung der Wanddicken und der regionalen Analyse der Wandbewegung.

Eine Koronarangiographie sollte bei Herzinsuffizienzpatienten mit Angina pectoris in der Anamnese, mit Verdacht auf eine ischämische Kardiomyopathie und bei Patienten mit zusätzlich erhöhtem Risiko für eine koronare Herzerkrankung erfolgen. Bei Patienten im kardiogenen Schock auf dem Boden eines akuten Myokardinfarkts ist sie ebenfalls indiziert.

Zusätzlich sollte bei Patienten mit reduzierter Ejektionsfraktion unklarer Genese sowie bei Patienten mit Klappenvitien, die einer operativen Korrektur zugänglich sind, ebenfalls eine koronarinvasive Diagnostik erfolgen.

1.2.6 Therapie und Verhaltensempfehlungen

Eine große Bedeutung bei der Behandlung der Herzinsuffizienz kommt den nicht-pharmakologischen Maßnahmen zu. Das sogenannte „Self-Care-Management“ kann einen signifikanten Einfluss auf die Symptome, die funktionelle Kapazität und auch auf die Prognose haben [23]. In einer Untersuchung von Jaarsma et al. werden unter dem Begriff „Self-Care-Management“ Maßnahmen verstanden, die der Aufrechterhaltung der klinischen Stabilität dienen, also das Vermeiden von Verhalten, das zu einer Verschlechterung der Erkrankung führen kann, und das frühe Erkennen von Symptomen, die eine Dekompensation anzeigen [48].

Ein Anstieg des Körpergewichts kann im Sinne einer Flüssigkeitseinlagerung auf eine beginnende Dekompensation einer Herzinsuffizienz hinweisen. Eine Studie aus dem Jahr 2007 fand heraus, dass ca. eine Woche vor Krankenhausaufnahme ein Gewichtsanstieg bei Patienten mit Herzinsuffizienz zu beobachten war [49]. Tägliche Gewichtsmessungen und damit verbundene mögliche Interventionen, wie eine Erhöhung der Diuretikadosis, könnten eine stationäre Aufnahme vermeiden helfen. Weitere nicht-pharmakologische Empfehlungen laut den Leitlinien der European Society of Cardiology bestehen in einer Salzrestriktion, einer Trinkmengenbeschränkung bei symptomatischen Herzinsuffizienzpatienten, einer Begrenzung des Alkoholkonsums auf 10 –

20 g pro Tag, einer Gewichtsreduktion bei Übergewicht, gegebenenfalls Einstellen eines Nikotinkonsums und einer moderaten sportlichen Aktivität. Bei symptomatischen Herzinsuffizienzpatienten sollte eine Pneumokokken- und Influenzaimpfung erwogen werden. Reisen in große Höhen oder in sehr heiße Gebiete sollten vermieden werden.

Die pharmakologische Therapie der Herzinsuffizienz ist in zahlreichen Studien untersucht worden. Bei jedem symptomatischen Herzinsuffizienzpatienten mit einer Ejektionsfraktion $< 40\%$ sollte in die Therapie ein ACE-Hemmer integriert werden. Große randomisierte Studien zeigten eine Herabsetzung der Mortalität unter ACE-Hemmertherapie [50, 51]. Ebenso haben verschiedene Betablocker in unterschiedlichen Studien die Mortalität bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz reduziert, z. B. Carvedilol [52], Bisoprolol [53] oder Metoprololsuccinat [54]. Wenn keine Kontraindikationen bestehen, sollte nach den europäischen Leitlinien bei allen Patienten mit symptomatischer Herzinsuffizienz und einer Ejektionsfraktion $< 40\%$ ein Betablocker verordnet werden.

Eine randomisierte, kontrollierte Studie aus dem Jahr 1993 konnte bei 1663 Herzinsuffizienzpatienten mit einer linksventrikulären Ejektionsfraktion $< 35\%$ eine Absenkung der Mortalität unter Spironolacton nachweisen [55]. Gemäß den europäischen Leitlinien sollte eine Therapie mit einem Aldosteronantagonisten bei allen Patienten mit einer linksventrikulären Ejektionsfraktion $< 35\%$ und einer schweren symptomatischen Herzinsuffizienz, wenn keine Kontraindikationen bestehen, durchgeführt werden.

Diuretika sind indiziert bei Patienten mit Herzinsuffizienz und klinischen Symptomen oder Zeichen der Flüssigkeitseinlagerung. Kontrollierte Studien haben gezeigt, dass die Therapie mit Diuretika zu einem Rückgang der Flüssigkeitseinlagerungen bei Herzinsuffizienzpatienten führen kann. Ein Schleifendiuretikum sollte bei mittel- bis hochgradiger Herzinsuffizienz eingesetzt werden. Ein Thiaziddiuretikum kann bei therapieresistenten Ödemen in Kombination mit einem Schleifendiuretikum eingesetzt werden. Hier sollte jedoch die Gefahr einer Dehydratation, Hypovolämie, Hyponatriämie und Hypokaliämie beachtet werden.

Eine Digitalisierung kann in Erwägung gezogen werden bei Patienten mit persistierenden Symptomen der Herzinsuffizienz trotz einer Therapie mit einem Diuretikum, ACE-Hemmer (oder Angiotensinrezeptorblocker) und einem Betablocker [56].

Die Implantation eines Kardioverters/Defibrillators (ICD) im Sinne einer sekundären Prävention ist angezeigt bei Patienten, die ein hohes Risiko haben, an Kammerflimmern zu versterben. Eine weitere Indikation für eine ICD-Implantation stellen Episoden mit symptomatischen ventrikulären

ren Tachykardien bei einer linksventrikulären Ejektionsfraktion $< 40\%$ (unter optimaler medikamentöser Therapie) und einer Lebenserwartung von mehr als einem Jahr dar [23].

Weiterhin ist eine Indikation gegeben zur primär präventiven ICD-Implantation bei Postinfarktpatienten, bei denen der Infarkt mindestens 40 Tage zurückliegt, bzw. Patienten mit nicht-ischämischer Kardiomyopathie bei einer linksventrikulären Ejektionsfraktion $\leq 35\%$, einer Funktionseinschränkung der NYHA-Klasse II – III und einer Lebenserwartung mit gutem funktionellem Status von mehr als einem Jahr [23].

Die Herztransplantation sowie der Einsatz von Kreislaufunterstützungssystemen bei Herzinsuffizienz im Endstadium werden in den Leitlinien ebenfalls angesprochen.

Seit 2005 erwähnen die europäischen Leitlinien zur Diagnose und Therapie der Herzinsuffizienz das Telemonitoring von Patienten als Therapieoption. Körpergewicht, Blutdruck, Sauerstoffsättigung, EKG oder Symptomatik können regelmäßig erfasst und dazu verwendet werden, bei relevanten Änderungen die notwendigen Maßnahmen zu treffen, um eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes des Patienten zu verhindern. Laut Leitlinien ist eine strukturierte Betreuung von Hochrisikopatienten mit Herzinsuffizienz zu empfehlen, wobei auch eine telefonische Unterstützung oder Telemonitoring eingesetzt werden können.

1.2.7 Prognose und Zukunftsaussichten

In der Liste der Todesursachen des Statistischen Bundesamtes, die jedes Jahr veröffentlicht wird, stehen Herz-Kreislaufkrankungen in Deutschland nach wie vor an erster Stelle. Die Überalterung unserer Gesellschaft und die Zunahme chronischer Erkrankungen tragen mit zur derzeitigen Kostenexplosion im Gesundheitswesen bei. Da die chronische Herzinsuffizienz den zweithäufigsten kardiovaskulären Grund für einen Arztbesuch darstellt, ist sie aus gesundheitsökonomischer Sicht von großer Bedeutung [57].

Dabei nehmen Inzidenz und Prävalenz der chronischen Herzinsuffizienz weiter zu [58, 59]. Gründe dafür sind zum einen die angesprochenen Veränderungen in der Altersstruktur unserer Bevölkerung, zum anderen aber auch die verbesserte Therapie der Herzinsuffizienz.

1.2.8 Chronische Herzinsuffizienz und Telemedizin

In den letzten 30 Jahren konnte die 5-Jahres-Mortalität von Patienten mit Herzinsuffizienz um ein Viertel reduziert werden [60]. Dazu trug einerseits die pharmakotherapeutische Blockade der neurohumoralen Stimulation bei, die mit einer Herzinsuffizienz unabhängig von der Ätiologie einhergeht [61]. Derzeit scheint das Potenzial der pharmakologischen Therapie der Herzinsuffizienz erschöpft zu sein [62].

Eine weitere Reduktion der Mortalität der Herzinsuffizienz über eine optimierte medikamentöse Therapie hinaus wurde in den letzten Jahren mit der Implantation hochkomplexer medizintechnischer Geräte, wie Kardiovertern/Defibrillatoren (ICD) zur Prävention des plötzlichen Herztodes bzw. Aggregaten zur biventrikulären Stimulation im Sinne einer kardialen Resynchronisationstherapie erreicht [63].

In den letzten Jahrzehnten konnte durch verschiedene Programme zum intensivierten Patientenmanagement die Morbidität und Mortalität bei chronischer Herzinsuffizienz reduziert werden [64-73].

Fortschritte in der Informationstechnologie machen es inzwischen möglich, das Patientenmanagement durch Zuhilfenahme der Telemedizin zu revolutionieren. Eine telemedizinische Betreuung scheint geeignet, in Kombination mit einer medikamentösen und apparativen Therapie (ICD, kardiale Resynchronisationstherapie), die Patientenmorbidität und -mortalität in fortgeschrittenen Stadien der Herzinsuffizienz zu senken [74, 75].

Wenn eine telemedizinische Betreuung ein konventionelles Patientenmanagement ersetzen soll, müsste zunächst einmal die gleiche Versorgungsqualität bei gleichen bzw. niedrigeren Kosten gewährleistet sein. Wenn jedoch die Telemedizin dazu benutzt wird, um über die konventionelle Patientenbetreuung hinaus die medizinische Versorgung zu verbessern [76], müssen zusätzlich entstehende Kosten zu rechtfertigen sein.

In den westlichen Industrieländern werden derzeit 1 – 2 % des Gesundheitsbudgets für die Behandlung der Herzinsuffizienz aufgewendet [77, 78]. Der Hauptanteil dieser Kosten entfällt dabei nicht auf Medikamente oder Interventionen, wie ICD-Implantationen oder Herztransplantationen, sondern vielmehr auf die zahlreichen Krankenhausaufenthalte dieser Patienten zur kardialen Rekompensation [28]. Es gibt Schätzungen, dass weit über 50 % dieser stationären Behandlungen bei adäquater Aufklärung, Schulung und Compliance der betroffenen Patienten

vermieden werden könnten [79]. In Europa scheint das Wissen über die Herzinsuffizienz innerhalb der Bevölkerung gering zu sein [80].

Ebenso scheint die Umsetzung neuer, den Krankheitsverlauf günstig beeinflussender Therapie-
strategien, wie sie in den Leitlinien empfohlen werden, durch niedergelassene Ärzte unzu-
reichend [81]. Die Telemedizin könnte sich in diesem Kontext als zentrales Service- und Infor-
mationsinstrument anbieten, das den Informations- und Datenfluss zwischen Patient, Kranken-
haus und niedergelassenem Arzt optimiert, und damit unnötige Krankenhausaufenthalte sowie
Notarzteinsätze reduziert.

2 Fragestellungen der Arbeit

Die Telemedizin scheint sich, wie oben dargestellt, für den Einsatz in der Kardiologie besonders zu eignen. Ihre klinische Bedeutung auf diesem Feld ist jedoch nicht abschließend geklärt.

Der erste Teil der vorliegenden Arbeit geht deshalb der Frage nach, bei welchen kardiologischen Krankheitsbildern ein Nutzen der Telemedizin für die Patienten nach Entlassung aus dem Krankenhaus zu erwarten ist. Das Ziel der Untersuchung bestand darin, potenzielle zukünftige Indikationen für den Einsatz der Telemedizin in der Kardiologie zu identifizieren.

Der zweite Teil der Arbeit ist speziell der telemedizinischen Betreuung von Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz gewidmet. Es gibt Hinweise darauf, dass eine telemedizinische Betreuung bei mittel- bis hochgradiger Herzinsuffizienz die Morbidität (und Mortalität) herabsetzen kann [74, 75]. Patienten mit Herzinsuffizienz sind häufig in einem klinisch instabilen Zustand und bedürfen dann einer intensiven engmaschigen Betreuung. Der Übergang zur kardialen Dekompensation ist oft schnell und fließend. Unzureichende Kenntnisse über die Krankheit, mangelnde Compliance und eine suboptimale medikamentöse Einstellung im Zusammenhang mit einer lückenhaften Erfassung physiologischer Messparameter, können zu einer hohen Rehospitalisierungsrate bei Herzinsuffizienzpatienten führen. In diesem Zusammenhang stellte sich uns die Frage, ob auch bei Patienten mit gering- bis mittelgradiger Herzinsuffizienz mit einem abgestuften telemedizinischen Betreuungsprogramm die Morbidität gesenkt werden kann.

3 Poststationäre telemedizinische Betreuung kardiologischer Patienten

3.1 Patienten

3.1.1 Auswahl

Zwischen März 2004 und August 2005 wurde allen Patienten, die in unserer kardiologischen Klinik stationär aufgenommen wurden, ein telemedizinischer Service für drei Monate kostenfrei angeboten.

Das Follow-up wurde Ende Mai 2006 beendet. Die Studie erfolgte in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki. Die Ethikkommission verzichtete auf eine Prüfung des Studienprotokolls.

Alle Patienten, die einverstanden waren, an der Studie teilzunehmen, gaben eine schriftliche Einverständniserklärung für das Übermitteln ihrer aktuellen medizinischen Daten an ein telemedizinisches Service-Center (TMS) (Personal Health Care Services, PHTS).

Diese Patienten erhielten während ihres stationären Aufenthaltes eine kleine Einführung in die Telemedizin. Ihnen wurde die Handhabung des telemedizinischen Services erklärt. Die Übertragung eines 12-Kanal-EKGs mit dem Elektrodengürtel über das Telefon wurde ebenfalls geübt.

Nach Beendigung ihres stationären Aufenthaltes wurden sie zu Hause von dem TMS kontaktiert und gebeten, ein Basis-EKG zu übertragen, und so den Service zu beginnen.

3.1.2 Charakterisierung

540 Patienten nahmen für mindestens 30 Tage an dem Programm teil.

Unter diesen Patienten waren 372 Männer (69%) und 168 Frauen (31%). Die Patienten waren 59.1 ± 11.9 (16-87) Jahre alt. Tabelle eins fasst die Diagnosen zusammen, die zum jeweiligen Krankenhausaufenthalt der Patienten geführt haben.

Hauptaufnahmediagnose	n	%
<i>Koronare Herzerkrankung(KHK)</i>		
Stabile koronare Herzerkrankung		
1-KHK	57	10.6
2-KHK	74	13.7
3-KHK	77	14.3
Akutes Koronarsyndrom		
Anteriorer STEMI	22	4.1
Inferiorer STEMI	24	4.4
Lateraler STEMI	11	2.0
Posteriorer STEMI	4	0.7
NSTEMI	13	2.4
Instabile Angina	5	0.6
Endotheliale Dysfunktion	19	3.5
Kürzliche Bypass-OP	11	2.0
<i>Kardiomyopathie</i>		
Dilatative Kardiomyopathie	92	17.0
Akute Myokarditis	3	0.6
Hypertensive Herzerkrankung	11	2.0
Hypertrophische Kardiomyopathie	5	0.9
<i>Arrhythmie</i>		
Vorhofflimmern/fluttern	49	9.1
Atrioventriculäre Reentry-Tachykardie	2	0.2
Supraventrikuläre Tachykardie	13	2.4
Bradykardie	13	2.4
Ventrikuläre Tachykardie	3	0.6
Kammerflimmern	2	0.4
Wolff-Parkinson-White Syndrom	1	0.2
ICD Replacement	10	1.8
<i>Andere</i>		
Herzklappenerkrankungen		
Aortenstenose	5	0.9
Regurgitation Aortenklappe	4	0.7
Regurgitation Mitralklappe	6	1.1
Atrioventrikuläre Malformation	2	0.4
Pulmonale Hypertonie	2	0.4

Tabelle 1: Aufnahmediagnosen

Verteilung der Hauptdiagnosen, die zu der Krankenhausaufnahme unter den 540 Studienpatienten geführt hatten

ICD = implantierbarer Cardioverter-defibrillator, NSTEMI = non-ST-elevation myocardial infarction, Nicht-ST-Hebungsinfarkt, STEMI = ST-elevation myocardial infarction, ST-Hebungsinfarkt.

Die Mehrheit der 540 Patienten, nämlich 317 (59%), wurden primär zur Behandlung der koronaren Herzerkrankung aufgenommen. Unter diesen Patienten waren 109 mit akutem Koronarsyndrom. Andere große Subgruppen unter den Studienteilnehmern waren 111 Patienten mit Kardiomyopathie (21%) und 93 Patienten mit Herzrhythmusstörungen (17%).

Der Überwachungszeitraum für alle Patienten betrug insgesamt 68,649 Tage.

Der Median des Überwachungszeitraumes betrug 93 Tage mit einem Interquartilsabstand von 26,25 (30-853)Tagen.

3.2 Methode

3.2.1 Datenanalyse

Um den Grund der Anrufe der Patienten zu untersuchen, wurden alle Anrufe an das TMS kategorisiert und ausgewertet. Die Anrufe wegen akuter Symptomatik und die übertragenen EKGs pro Patientenjahr wurden als primäre Ergebnisgrößen festgelegt.

Parametrische Daten wurden beschrieben mit Mittelwert \pm Standardabweichung, nichtparametrische Daten wurden charakterisiert mit dem Median und dem Interquartilsabstand (IQR). Verschiedene unabhängige kategorielle demografische und klinische Variablen wurden eingegliedert in ein Poisson-Regressions-Modell mit Newton-Raphson-Verfahren mit 2 der oben genannten Ergebnisgrößen A und B als abhängige Variablen. Unabhängige Variablen für die Inanspruchnahme des telemedizinischen Services wurden bestimmt mit einem χ^2 -Test, basierend auf einer Teilmengen-Vorwärtsauswahl mit dem Signifikanzniveau bei $p < 0.05$ (NCSS-2007-Software, NCSS, Kaysville, USA).

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Auswertung der telemedizinischen Inanspruchnahme

Parameter	Gesamt
Follow-up Tage gesamt	68,649
Follow-up Tage (MD)	93 (IQR 26.25) 30–853
Service-Verlängerungen	72 (14 %)
Patienten, die anriefen	355 (66 %)
Anrufe gesamt	2.431
Anrufe / Patient	4.50
Anrufe / Patientenjahr	12.93
Anrufe mit Symptomen	713 (29 %)
Brustschmerz	262
Palpitationen	158
Generelles Unwohlsein	117
Dyspnoe	64
Schwindel / Synkope	48
Innere Unruhe	47
Gastrointestinale Beschwerden	15
Fokale neurologische Symptome	2
Anrufe mit Symptomatik / Patientenjahr	3.79
EKG-Übertragungen mit Symptomen	221
EKGs / Patient	0.41
EKGs / Patientenjahr	1.18
Überweisungen an den Hausarzt	5
Krankenhausaufenthalte	17
Notarzteinsätze	3
Krankenhaustage	151

Tabelle 2: Telemedizinischer Service.

Die Tabelle beschreibt den telemedizinischen Service, die Auswertungen der Anrufe sowie die Auflistung der telemedizinischen Servicedetails

IQR = interquartile range/Interquartilsbereich, MD = Median

Das Follow-up betrug 68,649 Tage insgesamt, mit einem Median von 93 Tagen pro Patient (30-853 Tage). 66% (355) der Patienten nutzten den Service und riefen in dem telemedizinischen Service-Center an. Insgesamt wurden 2431 Anrufe getätigt, 4,50 Anrufe pro Patient, sowie 12,93 Anrufe pro

Patientenjahr. 713 von 2431 Anrufen (29 %) wurden getätigt aufgrund akuter Symptomatik. Pro Patientenjahr beliefen sich die Anrufe aufgrund akuter Symptomatik auf 3,79.

Die Hauptsymptomatik war Brustschmerz, gefolgt von Palpitationen und generellem Unwohlsein.

Es erfolgten durchschnittlich 0,41 EKG-Übertragungen pro Patient, 1,18 Übertragungen pro Patientenjahr. 221 EKGs wurden übertragen, da akute Symptome bestanden.

Es gab 17 akute Krankenhauseinweisungen (9 wegen Brustschmerz, 4 wegen tachysystolischem Vorhofflimmern, 3 wegen Dyspnoe und eine nach einer Synkope) . Bei 3 Patienten war die Symptomatik so akut, dass der Notarzt gerufen werden musste (2 mal wegen Brustschmerz und einmal wegen Dyspnoe). 3 der 4 Patienten, die wegen Vorhofflimmern eingewiesen wurden, hatten ein Rezidiv (2 nach stattgefundener Kardioversion, ein anderer Patient nach Kardioversion und Radiofrequenzablation von Vorhofflattern). 151 Tage verbrachten die Studienpatienten im Krankenhaus.

Eine große Anzahl der Telefonanrufe (71%) wurde von den Patienten getätigt, die während des Studienzeitraumes wegen Symptomatik auffällig waren (siehe Abb. 2).

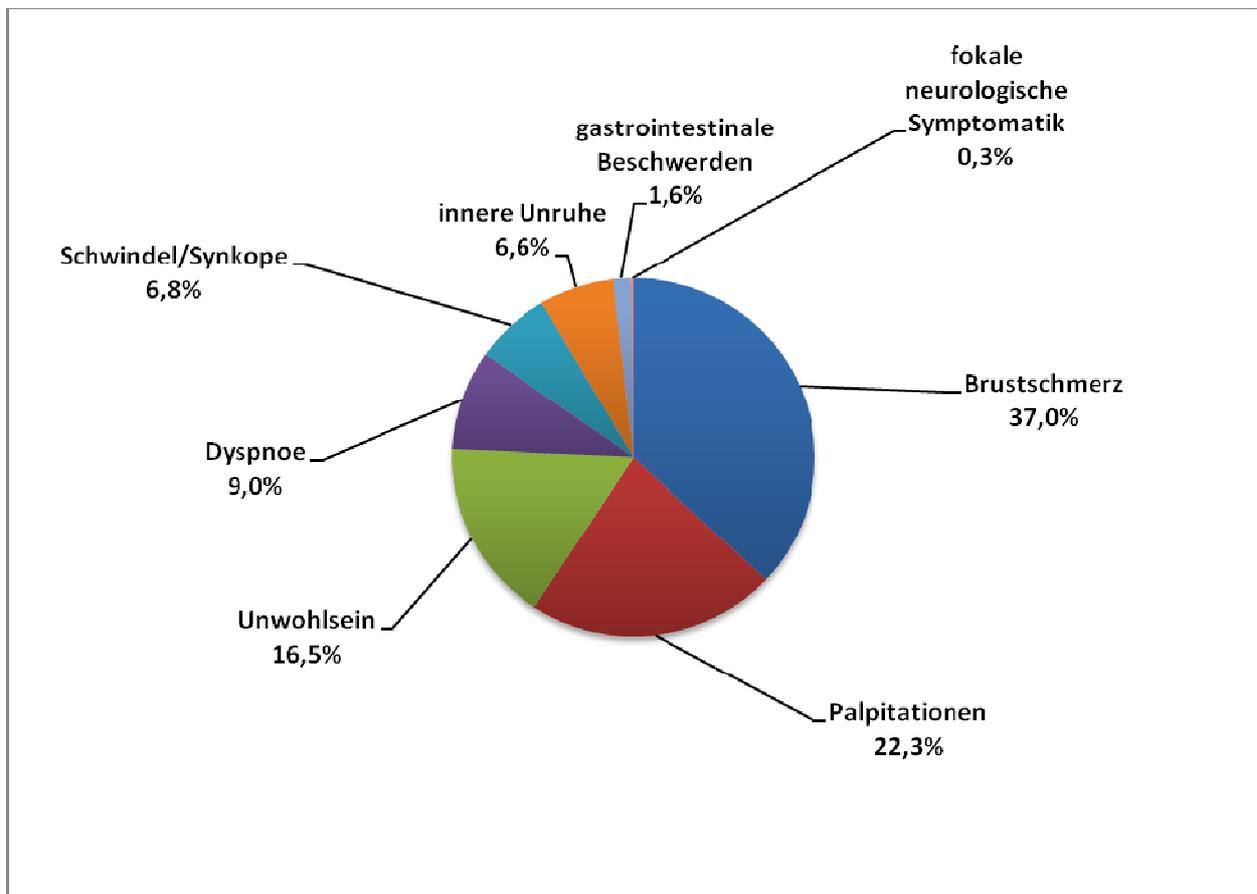


Abbildung 2: Beschwerden bei Anruf.

Die Abbildung beschreibt die Aufteilung der Beschwerden bei Anruf im TMS.

Ein Großteil der Patienten (37%) riefen das TMS aufgrund von Brustschmerz an, 22,3 % der Patienten kontaktierten das TMS aufgrund von Palpitationen und 16,5 % fühlten sich unwohl. Abbildung zwei listet die Symptome auf, aufgrund dessen ein Anruf getätigt wurde.

Es gab zwei kategorielle klinische Variablen und zwei numerische Variablen (eine klinisch und eine demographisch), die unabhängige Prädiktoren darstellten in dem Poisson-Regressionsmodell mit Teilmengenauswahl mit signifikantem impact in einem oder beiden Ergebnisparametern (siehe oben).

Tabelle drei fasst die Details zusammen bezogen auf die 4 Variablen, wiederholte PCI = perkutane koronare Intervention (> 1 in der Anamnese), (2) in dem Indexaufenthalt stattgefunden, erfolgreiche Kardioversion von Vorhofflimmern oder Flattern zu Sinusrhythmus, (3) linksventrikuläre Ejektionsfraktion (LVEF) und (4) Patientenalter.

Regressor Variable	Patienten	Ergebnisvariablen	
		Anrufe mit Symptomen pro Patientenjahr	EKGs mit Symptomen pro Patientenjahr
Wiederholte PCI (≥ 2)	90 (17 %)	5.03 $P = 0.010$	1.66 $P = 0.001$
Kardioversion	58 (11 %)	9.84 $P < 0.0001$	3.01 $P < 0.0001$
Ejektionsfraktion	540 (100 %)	3.79 $P = 0.012$	1.18 $P = NS$
Inverses Alter	540 (100 %)	3.79 $P < 0.0001$	1.18 $P = NS$

Tabelle 3: Ergebnisvariablen.

Die Tabelle zeigt eine Übersicht über die vier unabhängigen klinischen und geografischen Prädiktoren für die telemedizinische Inanspruchnahme, erhoben mit der Poisson-Regressions-Analyse.

(NS = nicht-signifikant, PCI = percutaneous coronary intervention)

Wiederholte PCI und Kardioversion korrelierten signifikant mit den Variablen: Anrufe mit akuter Symptomatik und EKG-Übertragungen.

Bei 198 Patienten wurde bei dem Indexaufenthalt eine PCI durchgeführt, bei 108 Patienten war es das erste mal, 90 Patienten hatten schon einmal eine PCI davor gehabt (40 Patienten hatten 2 PCIs insgesamt, 16 hatten 3 PCIs, 34 Patienten hatten ≥ 4 Interventionen).

In allen Fällen wurde mindestens ein Stent implantiert. 58 Patienten litten an Vorhofflimmern und wurden kardiovertiert.

Bemerkenswerterweise wurden mehr Anrufe getätigt, je geringer das Alter der Patienten war, und je höher die EF.

Diese beiden Parameter korrelierten jedoch nicht signifikant mit den EKG-Übertragungen (Tabelle drei).

Andere Parameter, wie Patientengeschlecht, 1-, 2-, oder 3-Gefäßerkrankung, die Nummer der implantierten Stents, akutes Koronarsyndrom bei Indexaufenthalt, Myokardinfarkt bei Indexaufenthalt, Kardiomyopathie und Herzrhythmusstörungen zeigten keine signifikante, positive Korrelation mit einem der beiden Ergebnisvariablen (Anrufe wegen Symptomatik und EKG-Übertragungen).

3.4 Diskussion

3.4.1 Koronare Herzkrankheit

Die Ergebnisse dieser Studie belegen, dass Patienten, bei denen bei Aufnahme in die Studie eine PCI durchgeführt wurde (mit mindestens einer PCI in der Anamnese), signifikant häufiger das telemedizinische Zentrum anriefen ($P=0.010$) und signifikant häufiger ein EKG übertrugen ($P<0.001$). Andere Variablen in Bezug auf die koronare Herzkrankheit zeigten keine signifikante Korrelation.

Patienten mit koronarer Herzkrankheit profitieren am deutlichsten, wenn die Reperfusionstherapie in den ersten zwei Stunden nach dem erstmaligem Auftreten der Symptome erfolgt. Eine Stunde nach Verschluss eines Koronargefäßes besteht schon ein Gewebeschaden, nach 6-12 Stunden ist das Gewebe irreversibel geschädigt [82]. Auf grund dessen kann man annehmen, dass der Einsatz der Telemedizin bzw. das Übertragen eines EKGs über eine Telefonleitung helfen könnte, dieses Zeitfenster zu verkürzen und so die Mortalität und Morbidität zu verringern.

Es gibt wenige Daten bezüglich telemedizinischer Überwachung bei koronarer Herzkrankheit. Eine Pilotstudie von Drew et al. widmete sich dem prähospitalen Monitoring bei Patienten mit akutem Koronarsyndrom. Untersucht wurde die Zeit vom Eintreffen des Patienten an der Klinik bis zur Durchführung der Koronarangiographie oder Legen der Infusionsnadel [83]. Ein für die Studie programmiertes EKG-Gerät in dem jeweiligen Rettungswagen übertrug bei Änderung der ST-Strecke automatisch EKG-Daten über eine Telefonleitung an das anzusteuernde Krankenhaus. Ein im Krankenhaus installiertes Softwareprogramm ordnete die EKGs randomisiert der Studiengruppe bzw. der Kontrollgruppe zu. Bei den Studienpatienten wurde das EKG direkt an den zuständigen Kardiologen weitergeleitet, der bei Ischämiezeichen schon früh eine Intervention planen konnte. Da die Anzahl der Studienpatienten in dieser Pilotstudie dazu nicht ausreichte, war eine valide statistische Aussage nicht möglich. Die Ergebnisse zeigten jedoch eine deutliche Tendenz zu einer schnelleren kardiologischen Intervention bei Patienten mit ST-Hebungsinfarkt, wenn das EKG von dem Rettungswagen schon vorab dem zuständigen Kardiologen zugesandt wurde [83]. Die Autoren beschreiben hiermit einen interessanten Ansatz, der in Zukunft eine größere klinische Rolle spielen könnte.

Waldmann et al. kamen in ihrer Untersuchung aus dem Jahr 2008 zu keiner signifikanten Senkung von Hospitalisierungsrate, Todesrate oder Herzinfarktrate durch den Einsatz der Telemedizin bei koronarer Herzkrankheit. Die Autoren randomisierten 1500 Patienten mit koronarer Herzkrankheit nach einem kardiovaskulären Ereignis mit Krankenhausaufenthalt in zwei Gruppen [84]. Die Interventionsgruppe wurde mit einem mobilen 12-Kanal-EKG-Gerät ausgestattet. Zusätzlich bestand die Möglichkeit, 24 Stunden ein Telemedizin-Center telefonisch zu kontaktieren. Wenn diese Patienten Symptome verspürten, konnten sie das Call-Center anrufen, ein EKG übertragen und einen Arzt sprechen. Während des Follow-ups von 12 Monaten kontaktierten 171 (23 %) Patienten in der Interventionsgruppe das Call-Center 269 mal. Der Hauptgrund der Anrufe war Brustschmerz. Pathologische EKG-Veränderungen wurden in 24 % der übertragenen EKGs beobachtet. Nur 23 % der EKG-Übertragungen wurden in der ersten Stunde nach Auftreten der Symptome getätigt. In beiden Gruppen, Interventionsgruppe und Kontrollgruppe, lag die Hospitalisierungsrate bei ca. 40 %. Die telemedizinische Betreuung führte zu keiner signifikanten Senkung von Hospitalisierungsrate, Todesrate oder Herzinfarktrate. Ein Grund für die wenig signifikanten Unterschiede der beiden Gruppen könnte daran gelegen haben, dass die telemedizinische Betreuung nur für Notfälle bei den Patienten vorgesehen war und keine regelmäßige Übermittlung der EKG-Daten vorgesehen wurde. Es nutzten so nur 23 % der Patienten den telemedizinischen Service [84]. In unserer Studie nutzten 66 % der Patienten den telemedizinischen Service. Wenn man jedoch bedenkt, dass es sich bei dem

von uns angebotenen Service um einen völlig kostenfreien Service ohne jegliche weitere Verpflichtung handelte, scheint auch diese Zahl noch zu gering zu sein. Ein telemedizinisches Serviceprogramm, das regelmäßige Übertragungen von Parametern zu vorgegebenen Zeiten vorgibt, scheint mehr Patienten zu erreichen [85].

1984 verglich eine prospektive, nicht-randomisierte Studie 161 Patienten mit 124 Kontrollpatienten. Die Studienpatienten waren eingebunden in ein telefonisches Serviceprogramm, sie erhielten standardisierte Einweisungen bezogen auf ihre ischämischen kardialen Symptome. Zusätzlich erhielten sie ein Ein-Kanal-Gerät, was sie bei Bedarf übertragen konnten [86]. Der Mittelwert des Follow-ups betrug 57 Wochen (Spannweite 0-99). In der Telemedizingruppe tätigten 62 Patienten insgesamt 99 Anrufe aufgrund eines Notfalls, 41 Patienten riefen wegen anderer, weniger akuter Gründe an. Das am häufigsten vorkommende Symptom war Brustschmerz (66 %) oder Dyspnoe (7 %). Mehr als 50 % der Notfallanrufe wurden während der ersten 12 Wochen nach der ersten Krankenhausentlassung getätigt. Während sich eine signifikant höhere Wiederaufnahmerate in der Telemedizingruppe zeigte als in der Kontrollgruppe (34 % vs. 16 %, $P=0.0003$), war die kardiale Sterblichkeitsrate in der Telemedizingruppe signifikant niedriger (5,6 % vs. 12,8 %, $p=0,036$) [86]. Hier besteht jedenfalls weiterer Aufklärungsbedarf bezüglich eines nachgewiesenen Nutzens telemedizinischer Betreuung bei koronarer Herzkrankheit.

Wir konnten in unserer Studie erkennen, dass die Patienten, die aktuell ein akutes Koronarsyndrom erlitten hatten, weniger von der Telemedizin profitierten als Patienten, die eine erneute akute oder elektive PCI erhielten.

3.4.2 Herzrhythmusstörungen

Die Diagnose kardiale Herzrhythmusstörungen alleine zeigte sich nicht signifikanterweise prädiktiv in Bezug auf Patientenrufe oder EKG-Übertragungen. Jedoch zeigte sich eine erfolgreiche Kardioversion bei Vorhofflimmern signifikanterweise prädiktiv bezogen auf die Patientenrufe ($p<0.0001$) und die übertragenen EKGs ($p<0.0001$) in unserer Studie. Der Fakt, dass drei der 17 akuten Krankenhauseinweisungen während des Follow-ups aufgrund tachysytolischem Vorhofflimmern nach Kardioversion zustande kamen, bestätigt diese Erkenntnis.

Die EKG-Übertragung durch das Telefon wurde erfolgreich genutzt bei Vorhofflimmerpatienten in der SOPAT-Studie (chinidin plus verapamil vs. Sotalol vs. Placebo) und in der SAFE-T-Studie (Amiodarone vs. Sotalol vs. Placebo), um rezidivierende Episoden von Vorhofflimmern zu erkennen

[87, 88]. Die klinische Rolle des telemedizinischen Monitorings bei Vorhofflimmern wurde in einer Studie mit 72 Patienten untersucht. Diese Patienten wurden nach einer Radiofrequenzablation wegen Vorhofflimmerns randomisiert. Die Gruppe der Telemedizinpatienten übertrug täglich ein EKG über das Telefon von dem Tag 30 beginnend bis zum Tag 120. Die andere Patientengruppe erhielt ein 24-Stunden Holter-Monitoring nach einem und vier Monaten. Es wurden signifikant mehr Episoden von Vorhofflimmern aufgezeichnet bei den Telemedizinpatienten als bei den Holter-Monitoring-Patienten (27,8 % vs. 13,9 %, $p=0,001$). 50 % der Patienten waren asymptomatisch in mindestens einer arrhythmischen Episode [89].

Wir sehen durch diese Daten eine klare Indikation für den Einsatz von telemedizinischem Monitoring bei Patienten mit Vorhofflimmern, wenn das Ziel angestrebt wird, den Sinusrhythmus nach Kardioversion oder nach Radiofrequenzablation zu erhalten. Ebenso kann man eine Indikation für Patienten mit Vorhofflattern nach Kardioversion erkennen.

Ein weiterer vielversprechender Ansatz für das telemedizinische Monitoring ergibt sich bei implantierbaren Devices, wie implantierbaren Kardiovertern-Defibrillatoren (ICD). Seit mehrere randomisierte Studien den Nutzen eines ICDs für die primäre und sekundäre Prävention eines plötzlichen Herztodes nachgewiesen haben, nimmt die Rate an ICD-Implantationen deutlich zu [90-92]. Leider liegen auf diesem Gebiet zu dem jetzigen Zeitpunkt wenig aussagekräftige Studien vor. Res et al. [93] argumentieren, dass ein Fernmonitoring bei Patienten mit ICDs wesentlich zu einer Reduktion von fehlerhaften Schocks beitragen kann. Bei dem Biotronik Home-Monitoring-System seiner deskriptiven Studie handelte es sich um ein voll automatisches System, das Daten der jeweiligen ICDs an das Home-Monitoring-Center schickte. Dort loggte sich der Arzt oder die Krankenschwester ein, um den Status und die stattgefundenen ICD-Therapie des jeweiligen Patienten einzusehen. Im Falle eines Alarms, beispielsweise wenn ein Schock aufgrund einer ventrikulären Tachykardie abgegeben wurde, oder ein ICD-Kabel fehlerhafte Signale abgegeben hatte, wurde eine Nachricht per Fax, E-Mail oder per SMS direkt auf das Handy des Arztes gesendet. Mittels Interpretation dieser Information entschied der Arzt, ob der Patient in die Klinik, zur weiteren Diagnostik und eventuellen Reprogrammierung des ICDs bestellt werden musste. Laut Res et al. kann ein frühes Erkennen von technischen und medizinischen Problemen zu einer Reduktion von inadäquaten Schocks führen. Die Telemedizin scheint sich hier als wirksames Instrument anzubieten [94]. Laut Res et al. stellt ein schnelles Reagieren nach einem stattgehabten Schock zusätzlich eine große Beruhigung für den Patienten dar. Ängste, bis hin zu einer Depression sind nicht selten bei Patienten, die einen ICD-Schock erlebt haben [95]. Die Patientenzufriedenheit

bewertete Res et al. in seiner deskriptiven Studie als hoch. Jedoch ist bei dieser Studie das Fehlen einer Kontrollgruppe zu bemängeln.

Nielsen et al. untersuchte in einer deskriptiven Studie den Nutzen des Fernmonitorings bei Patienten nach ICD-Implantation [96]. Diese ICDs stellten einen täglichen kabellosen Datenaustausch mit einem Home-Monitoring-Service-Center sicher. Das Ziel der Studie bestand darin, das Fernmonitoring bei ICD-Patienten auf Funktionalität und Sicherheit zu untersuchen. Die Autoren beobachteten die Patienten während des Untersuchungszeitraumes und protokollierten die Ereignisse, die per Fernmonitoring gesendet wurden. Nielsen et al. unterschieden in ihrer Studie zwischen technischen und medizinischen Ereignissen. Technische Ereignisse waren solche, bei denen der ICD Daten über mögliche Defekte der ICD-Kabel sowie Batterieerschöpfung oder beeinträchtigte Funktionalität des Aggregats an das Service-Center übertrug. Eine eingeschränkte Funktionalität könnte beispielsweise durch einen Kontakt zu elektromagnetischen Feldern vorkommen. Durch ein fehlerhaftes Reaktivieren des ICDs nach einer Deaktivierung aufgrund einer elektiven Operation oder Katheterablation könnte es ebenfalls zu einer Funktionalitätseinschränkung kommen. Medizinische Ereignisse fasste Nielsen unter bedeutenden Herzrhythmusstörungen zusammen. Die Autoren untersuchten 260 Patienten mit Home-Monitoring-ICDs über zehn Monate. Bei 41,2 % der Patienten traten Home-Monitoring-Ereignisse auf (38 % medizinische, 0,8 % technische und 2,3 % beide Arten von Ereignissen). Mehr als 60 % der Ereignisse traten im ersten Monat der Nachbeobachtung auf. Die Autoren kamen zu der Schlussfolgerung, dass eine telemedizinische Überwachung von ICD-Patienten durchführbar war und zu einem frühen Erkennen technischer und medizinischer Ereignisse führte. Zu bemängeln an der Studie ist ebenfalls die fehlende Kontrollgruppe.

Raatikainen et al. untersuchte [97] im Rahmen einer finnischen Studie über einen Zeitraum von neun Monaten ein internetbasiertes Fernmonitoringprogramm bei Patienten mit neu implantiertem ICD. Das Ziel war zu erforschen inwiefern dieses Fernmonitoring eine sichere und praktische Alternative zu den ICD-Kontrollterminen in der Klinik darstellte. (Laut internationalen Leitlinien sollten Patienten mit einem ICD ca. in einem dreimonatigen Intervall Kontrolltermine in der Klinik wahrnehmen [91].) Raatikainen konnte 119 Routine- und 18 ungeplante Untersuchungen des ICDs per Fernmonitoring während des Untersuchungszeitraumes durchführen. Die Autoren untersuchten die Einfachheit der Bedienung, die Arbeitskosten der Klinik sowie den Zeitaufwand für Patient und Arzt. Verglichen mit den Vor-Ort-Untersuchungen zeigte sich eine signifikante Reduktion des Zeitaufwandes für Arzt und Patient sowie eine Kostenreduktion von 41 % pro Patient. Bei diesen Angaben ist jedoch die Infrastruktur Finnlands zu bedenken. Der Durch-

schnittsanfahrtsweg zu der behandelnden Klinik lag bei 130 Kilometern. Es ist jedoch davon auszugehen, dass auch in einer Stadt mit kürzeren Anfahrtswegen eine Zeitersparnis zu erwarten wäre. Die Autoren gehen durch die Daten ihrer Studie davon aus, dass mindestens zwei von fünf Vor-Ort-Kontrollen des ICDs per Fernmonitoring erfolgen könnten. Die Studie verfolgte einen interessanten Ansatz, der sicherlich in naher Zukunft durch weitere Untersuchungen geprüft werden wird.

Heidebüchel et al. [98] sammelten retrospektiv Daten von prospektiv protokollierten ICD-Kontrollen im Krankenhaus bei 169 randomisiert ausgewählten Patienten, bei denen ein ICD implantiert wurde. Der Beobachtungszeitraum lag zwischen zwei Monaten und zehn Jahren. Heidebüchel et al. unterschieden bei den Besuchen zwischen Routineuntersuchungen und nicht-geplanten Untersuchungen. Weiterhin wurde der Grund der Kontrolle protokolliert, ob relevante Befunde auftraten oder ob eine Reprogrammierung des ICDs notwendig wurde. Die Studie zielte darauf ab, zu erforschen, ob ein Remote-Monitoring-System in der Lage gewesen wäre, das Problem zu erfassen und somit ein Besuch zu vermeiden gewesen wäre. 88 % der Besuche waren geplant. Bei 78,2 % der geplanten Besuche wurde kein relevanter Befund festgestellt. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass nur bei 6 % der geplanten Besuche eine Reprogrammierung einen Krankenhausbesuch nötig machen würde, bei 2 % eine Krankenhausaufnahme. Bei den nicht-geplanten ICD-Kontrollen aufgrund aufgetretener Beschwerden traten erwartungsgemäß signifikant mehr relevante Befunde auf. Signifikant mehr Reprogrammierungen wurden nötig und die Hospitalisierungsrate zeigte sich signifikant erhöht. Laut Autoren müssten 51,4 % der ungeplanten ICD-Kontrollen in der Klinik stattfinden.

Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass > 99,5 % der aufgrund einer Arrhythmie oder eines technischen Problems bedingten Ereignisse, durch Fernmonitoring diagnostiziert werden könnten. Voraussetzung ist, dass die Technik einwandfrei funktioniert und die gleiche Information wie bei den Kontrollen in der Klinik transferiert. Hier könnte sich ein enormes Einsparungspotential zeigen. Die Autoren merken jedoch an, dass viele der derzeit gängigen Remote-Monitoring-Systeme nicht in der Lage sind, Schrittmacherschwellenwerte zu bestimmen. In 0,4% der Beobachtungen war dies nötig, durchgehend jedoch in dem ersten Monat nach Implantation. Aufgrund dessen empfehlen einige Autoren bei dem Einsatz eines Remote-Monitoring-Systems die erste Kontrolle eines ICDs generell immer in der Klinik durchführen zu lassen. Fernmonitoring könnte laut Heidebüchel et al. zu einer signifikanten Reduktion von Follow-up-Besuchen nach ICD-Implantation führen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Studienlage noch nicht ausreicht, um klare Aussagen bezüglich eines Nutzens der telemedizinischen Fernüberwachung bei ICD-Patienten zu treffen. Randomisierte, multizentrische Studien werden folgen. Der Ansatz und die Tendenz zeigt sich hier jedoch positiv und vielversprechend bezogen auf eine Einsparung von Ressourcen im Gesundheitswesen, wie auch auf eine verbesserte Überwachung der Patienten.

3.4.3 Chronische Herzinsuffizienz

Die jetzt vorhandenen Daten über Telemedizin und chronische Herzinsuffizienz suggerieren, dass Telemedizin bei Herzinsuffizienzpatienten NYHA-Klasse II-IV eine Indikation darstellt, mit telemedizinischem Monitoring bei NYHA-Klasse III und IV.

In der hier vorliegenden Studie ergab die Rate der durch Symptome hervorgerufenen Anrufe pro Patientenjahr eine positive Korrelation mit steigender LVEF (linksventrikuläre Ejektionsfraktion) ($p=0,012$) und eben nicht mit sinkender LVEF und schwererer systolischer Herzinsuffizienz. Es scheint einen fundamentalen Unterschied zu geben zwischen dem telemedizinischen Service unserer Studie, der den Patienten selbst entscheiden lässt, wann er das TMS anrufen möchte, und einem telemedizinischen Programm, das regelmäßige Anrufe von Seiten des TMS vorgibt. Deshalb zeigen unsere Daten, dass Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz nicht mit einem generellen telemedizinischen Serviceangebot erreicht werden können, sondern ein auf sie zugeschnittenes Programm mit klaren vorgegebenen Regeln benötigen [76, 85].

3.4.4 Patientenalter

Ein anderer unabhängiger, signifikanter Prädiktor für die Inanspruchnahme des telemedizinischen Services in unserer Studie bestand in dem inversen Patientenalter ($p < 0,0001$). Jüngere Patienten riefen das telemedizinische Zentrum häufiger an als alte Patienten. Diese Erkenntnis scheint verblüffend, da ältere Patienten häufig kränker und weniger mobil sind. Zudem haben sie meist größere Probleme, alleine zu wohnen. Aus diesen Gründen sollte man annehmen, dass gerade ältere Patienten die Telemedizin eher nutzen sollten. Viele Aspekte der Telemedizin sind zudem auf die Ansprüche älterer Patienten abgestimmt. Jedoch ähneln unsere Ergebnisse denen einer anderen Studie, in der die Autoren höheres Alter als einen von zwei unabhängigen Prädiktoren für die Ablehnung der Telemedizin herausfanden [99]. Mair et al. konnte belegen, dass fast ein Drittel der

Patienten einen Besuch einer Krankenschwester im Gegensatz zu telemedizinischer Betreuung vorziehen. Es scheint so, dass gerade ältere Menschen Angst haben, durch den Einsatz der Telemedizin den Kontakt zum Arzt oder zur Schwester zu verlieren.

In einer anderen Studie waren die Ergebnisse weniger drastisch. Hier hielten ältere Patienten jedoch die Kombination aus telemedizinischer Betreuung und zusätzlichen Hausbesuchen des Arztes oder der Schwester für die beste Lösung [100]. Um ältere Patienten mit telemedizinischer Technik zu erreichen, liegt eine essentielle Aufgabe darin, den Patienten die Angst zu nehmen, den Kontakt zum Arzt zu verlieren. Es sollte eine klare Betonung auf dem Statement liegen, dass die Telemedizin als Ergänzung zu der konventionellen Betreuung gesehen werden muss. Sie kann diese niemals ersetzen.

Ein weiteres Problem, das gerade auf ältere Menschen zutrifft, liegt in der Schwierigkeit mit neuartiger Technik umzugehen. Die jetzt erhältliche Technik scheint für ältere Menschen so kompliziert zu sein, dass sie sich entmutigt fühlen, die Technik zu nutzen. Eine benutzerfreundliche Technik ist generell bei telemedizinischem Service eine Voraussetzung. Möchte man jedoch auch ältere Menschen ansprechen, die zum größten Teil mit Kommunikationstechnik gänzlich unerfahren sind, scheint das Gestalten eines solchen Programms deutlich schwieriger. Hinzu kommen funktionelle Einschränkungen, die das korrekte Bedienen der Geräte zusätzlich erschweren. Demiris et al. entwarf 2001 Leitlinien für das Erstellen eines webbasierten Programmes zum klinischen Monitoring von speziell älteren Menschen [101]. Hierbei lag der Schwerpunkt auf der leichten Bedienbarkeit der Geräte. Hier scheint noch enormer Handlungsbedarf zu existieren.

Eine Studie aus dem Jahr 2008 kam durch telemedizinische Betreuung bei älteren Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz zu positiven Ergebnissen. Antonicelli et al. randomisierte 57 Patienten > 70 Jahre und einer Ejektionsfraktion < 40 % in die Gruppen "standard care" oder "home telemonitoring" und überwachte diese Patienten über 12 Monate [102]. Die Telemedizinpatienten wurden einmal wöchentlich kontaktiert und bezüglich ihrer Symptome, ihres Blutdrucks und Gewichts befragt. Eine wöchentliche EKG-Übertragung wurde ebenfalls vorgenommen. Angehörige wurden geschult, um das für zu Hause entworfene Studienprotokoll umzusetzen, sowie den korrekten Gebrauch des Equipments zu überprüfen. Medikamentendosierungen konnten so ggf. angepasst werden. Es zeigte sich eine statistisch signifikant niedrigere Mortalitäts- und Hospitalisierungsrate. Zusätzlich zeigte sich eine deutliche Verbesserung der Compliance hinsichtlich der leitliniengerechten Einnahme von Statinen und Betablockern. Es zeigten sich ebenfalls geringere Cholesterinspiegel und bessere Health Perception Scores [102].

Der Autor führte die therapeutischen Erfolge bei Herzinsuffizienz weitestgehend auf eine bessere Compliance zurück. Diese sei entstanden durch die wöchentlichen Befragungen von Seiten des Service-Centers. Der wöchentlichen Übertragung des EKGs wurde weitaus weniger Bedeutung beigemessen. Diese Erkenntnisse konnten wir ebenfalls in unserer Studie beobachten. Es scheint so, dass ein telemedizinisches Programm dazu führt, dass Patienten sich intensiver mit ihrer Erkrankung auseinandersetzen. Dies führt zu einem Wachstum an Wissen über die Erkrankung [103].

Wir konnten durch unsere Daten einen Zusammenhang zwischen dem Einfluss des Alters und der linksventrikulären Ejektionsfraktion auf die Inanspruchnahme der Telemedizin nachweisen. Gerade ältere Patienten scheinen die Telemedizin abzulehnen. Hier sind weitere Studien nötig, um die Zusammenhänge aufzuklären.

3.4.5 Andere kardiale Erkrankungen

Bezogen auf andere Erkrankungen wie Herzklappenerkrankungen, Wolff-Parkinson-White-Syndrom, hypertrophische Kardiomyopathie usw. war die Anzahl der Patienten unserer Studie zu klein, um zu einem Ergebnis zu kommen. Der Nutzen der Telemedizin, bezogen auf diese speziellen medizinischen Konditionen muss durch Studien noch erforscht werden. Das Untersuchen von Synkopen unklaren Ursprungs mit home-based telemedizinischem Monitoring ist schwierig, da in dem Moment der Synkope das EKG-Gerät angeschlossen sein muss. Für so eine Studie würde sich ein implantierbarer Event-Recorder mit Loop-Aufnahme-Funktion eher eignen.

Hier soll noch auf einen weiteren Aspekt möglicher telemedizinischer Betreuung hingewiesen werden. Ades et al. untersuchten den klinischen Nutzen der Telemedizin bei der kardiologischen Rehabilitation [104]. Die multizentrische, kontrollierte Studie sollte die Effektivität des Home-Monitorings mit der Standardmethode in der Rehabilitation vergleichen. Den Anstoß für die Studie gab die Überlegung, dass in den USA nur generell 15% aller Patienten, denen eine RehaMaßnahme angeboten wurde, diese auch wahrnahmen. Gründe dafür seien häufig große Strecken, die zum nächstgelegenen Rehazentrum zurückgelegt werden müssen. Eingeschlossen in die Studie wurden 133 Patienten nach einem kardialen Event, die Studiendauer betrug drei Monate. Die Patienten wurden ohne Randomisierung auf zwei Gruppen verteilt. Jeder Patient der Telemedizingruppe erhielt ein bipolares EKG, einen EKG-Transmitter, ein Head-Set und einen sogenannten Voice-Transmitter (Sprachdialogsystem). Während des Trainings waren die Telemedizinpatienten konstant in Telefonkontakt mit der spezialisierten Krankenschwester sowie zusätzlich untereinander per Konferenzschaltung. Das Training erfolgte auf einem Ergometer.

Komplikationen während des Trainings traten bei den TM-Patienten nicht auf. Als Zielparameter wurden die maximale Sauerstoffaufnahme sowie die Lebensqualität definiert. Nach Studienende konnte in beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung der Lebensqualität sowie der maximalen Sauerstoffaufnahme gesehen werden. Zwischen den beiden Gruppen ergab sich kein signifikanter Unterschied. Die Kosten waren für Home-Monitoring oder die konventionelle Rehabilitation vor Ort gleich. Die Autoren sehen eine Indikation für ein Home-Monitoring bei Hochrisikopatienten, die weit von einem Rehaszentrum entfernt wohnen, gegeben. Weitere Studien zur Erforschung dieser Fragestellung sind nötig.

Eine andere Studie widmet sich ebenfalls Patienten nach einem kardialen Event, jedoch wird hier der Einsatz eines Managementprogramms, mittels monatlicher Telefonanrufe, im Rahmen der sekundären Prävention getestet [105]. Patienten der Studie wurden nach einem kardialen Event mit anschließender dreiwöchiger Rehabilitationsphase in zwei Gruppen randomisiert. Die Studiengruppe erhielt monatlich einen Anruf über einen Zeitraum von einem Jahr. Die Kontrollgruppe erhielt nur schriftliche Information. Das Ziel war eine Reduktion kardialer Risikofaktoren sowie eine Verbesserung der Lebensqualität. Primärer Endpunkt war der Framingham-Riskscore. Nach 12 Monaten zeigten die Studienpatienten einen signifikant niedrigeren Framingham-Riskscore als die Kontrollpatienten. Hier zeigt sich, dass die Telemedizin ebenfalls im Rahmen der Präventivmedizin eingesetzt werden könnte.

3.5 Limitation

Die vorliegende Studie weist einige Einschränkungen auf. In der vorliegenden Studie wurden alle Anrufe an das telemedizinische Service-Center registriert. Die Anrufe wurden jedoch nicht geprüft und bewertet auf deren medizinische Notwendigkeit. Ein Anruf wurde an sich als gerechtfertigt erachtet. Dieses System ist ähnlich wie bei Analysen in anderen Sektoren des Gesundheitssystems.

Wir haben nicht den Einfluss der Dauer des telemedizinischen Services auf die Inanspruchnahme untersucht. Für die meisten Indikationen besteht keine unbedingte Notwendigkeit, die telemedizinische Überwachung für unbegrenzte Zeit weiterzuführen. In der Postinfarkt-Studie von Capone et al. wurden 50% der Notanrufe in den ersten 12 Wochen der 57-Wochen-Überwachungsperiode getätigt [86]. Weitere Studien sind nötig, um das Optimum des Kosten-Nutzen-Verhältnisses der Telemedizin bezogen auf verschiedene Indikationen zu untersuchen.

3.6 Schlussfolgerungen

Unsere Daten zeigen, dass Patienten nach wiederholter PCI bei koronarer Herzerkrankung und Patienten nach Kardioversion bei Vorhofflimmern oder -flattern von einer telemedizinischen Betreuung nach dem Krankenhausaufenthalt profitieren könnten.

Da Patienten mit niedrigerer Ejektionsfraktion und höheren Alters den telemedizinischen Service weniger nutzen, müssen sie mit speziell auf sie zugeschnittenen Programmen erreicht werden. Dies gilt insbesondere für ältere Patienten. Es scheint einen elementaren Unterschied zu geben zwischen dem telemedizinischen Service unserer Studie, der den Patienten selbst entscheiden lässt, wann er das TMS anrufen möchte, und einem telemedizinischen Programm, das regelmäßige Anrufe von Seiten des TMS vorgibt. Ein Programm mit klaren Regeln, speziell auf die Schwere der Erkrankung des Patienten abgestimmt, kann deutlich mehr Patienten erreichen.

Gerade für ältere Patienten ist die neuartige Technik möglicherweise so kompliziert, dass sie dazu keinen Zugang finden. Hier liegt eine besondere Herausforderung für die Zukunft der Telemedizin. Ein weiterer Grund für die Ablehnung der Telemedizin durch ältere Patienten könnte in der Befürchtung bestehen, den menschlichen Kontakt zu Arzt oder Krankenschwester zu verlieren. Man sollte dieser Zielgruppe deshalb klar machen, dass die Telemedizin den Kontakt zum Arzt nicht wird ersetzen können. Sie ist vielmehr als Ergänzung zur konventionellen Therapie gedacht.

4 Telemedizinische Betreuung bei gering- bis mittelgradiger chronischer Herzinsuffizienz

4.1 Patienten

4.1.1 Telemedizinpatienten

In die Studie wurden 32 Patienten eingeschlossen, die für mindestens drei Monate an dem Programm teilnahmen.

Es handelte sich um Patienten mit einer Ejektionsfraktion von $\leq 60\%$ und NYHA-Klasse II oder III der chronischen Herzinsuffizienz.

Diese Studienpatienten wurden zwischen Januar 2004 und Februar 2006 prospektiv in das telemedizinische Patientenmanagement-Programm aufgenommen. Die Studie und somit die Überwachung wurde Ende Mai 2006 beendet. Ausgeschlossen wurden Patienten, die durch orthopädische oder neurologische Krankheiten die Geräte nicht bedienen konnten.

Alle Patienten bekamen begleitend eine intensive pharmakologische und teils auch Defibrillator (ICD)-unterstützte Herzinsuffizienz-Therapie.

Die Studie war in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki.

Die lokale Ethikkommission verzichtete auf eine Anforderung des Forschungsprotokolls.

Jeder Patient gab seine schriftliche Einverständniserklärung für das Verwenden oder Speichern seiner medizinischen Daten, bevor er in die Studie aufgenommen wurde.

4.1.2 Kontrollpatienten

Zu jedem telemedizinisch überwachten Patienten wurden drei Kontrollpatienten hinsichtlich Geschlecht, Alter (± 5 Jahre), Ätiologie der Herzinsuffizienz (koronare Herzerkrankung/dilatative Herzerkrankung), Ejektionsfraktion ($\pm 5\%$, aber $\leq 60\%$), und NYHA-Klasse gegenübergestellt.

Alle Kontrollpatienten hatten die gleiche medikamentöse Herzinsuffizienzbasistherapie (siehe Tabelle vier), ihr erster Ansprechpartner bei Beschwerden war der Hausarzt oder der niedergelassene Kardiologe.

Der Überwachungszeitraum wurde bei jedem Kontrollpatienten hinsichtlich der Dauer an den jeweiligen Telemedizinpatienten angepasst.

Die medizinischen Daten entnahmen wir den Arztbriefen der Charité.

Alle Patienten wurden telefonisch kontaktiert und bezüglich Krankenhausaufenthalten in anderen Krankenhäusern oder akuten Vorfällen während des Studienzeitraumes befragt. Bei einigen Patienten wurde der jeweilige Hausarzt persönlich besucht, um die Daten zu vervollständigen.

4.1.3 Charakterisierung

Geschlecht, NYHA-Klassen und die Ätiologie der Herzinsuffizienz als kategorielle Matching-Variablen sind identisch in beiden Gruppen. Alle anderen aufgelisteten Parameter waren ebenso nicht signifikant unterschiedlich zwischen den beiden Patientengruppen.

Tabelle vier zeigt, dass die Patienten eine intensive leitliniengerechte Herzinsuffizienzbehandlung bekamen.

Die große Mehrheit (91 % der Telemedizin- und 97 % der Kontrollpatienten) wurden mit Angiotensin-Converting-enzyme-blockern oder Angiotensin-Rezeptor-Antagonisten behandelt.

97 % der Telemedizinpatienten und 89 % der Kontrollpatienten wurden mit β -Blockern therapiert. 9 % der TM-Patienten und 11 % der Kontrollpatienten waren Träger eines ICDs (implantierbarer Cardioverter-Defibrillator).

	Telemedizinpatienten (n = 32)	Kontrollpatienten (n = 96)	p-Werte
Geschlecht			
Männlich	28	84	—
weiblich	4	12	—
Alter/Jahre	60.3 ± 9.7 (43–78)	60.9 ± 10.4 (38–80)	0.78
Linksventrikuläre Ejektionsfraktion / %	44.2 ± 13.4 (20–60)	44.3 ± 13.1 (17–60)	0.95
NYHA-Klasse			
II	24 (75 %)	72 (75 %)	—
III	8 (25 %)	24 (25 %)	—
Herzinsuffizienz-Ätiologie			
Koronare Herzerkrankung	22 (69 %)	66 (69 %)	—
1-KHK	4 (13 %)	13 (14 %)	—
2-KHK	9 (28 %)	14 (15 %)	—
3-KHK	9 (28 %)	30 (31 %)	—
Dilatierte Kardiomyopathie	10 (31 %)	30 (31 %)	—
Follow up / Tage	Median, 307; IQR, 329 (104–459)		—
Body mass index / kg/m²	25.63 ± 3.43 (19.4–32.0)	26.93 ± 4.76 (16.4–49.5)	0.16
Blutdruck			
Systolisch / mmHg	126.3 ± 19.5 (100–170)	124.3 ± 15.9 (80–160)	0.57
Diastolisch / mmHg	76.4 ± 9.9 (60–100)	73.0 ± 9.1 (50–100)	0.09
Bluthochdruck	18 (56 %)	64 (96 %)	0.29
Herzfrequenz / min⁻¹	72.7 ± 11.1 (52–93)	74.1 ± 10.8 (44–100)	0.54
Vorhofflimmern	3 (9 %)	10 (10 %)	0.87
Laborergebnisse			
Serum Kreatinin / μmol/l	90.5 ± 20.9 (65–140)	100.8 ± 36.6 (53–312)	0.14
Serum Natrium / mmol/l	138.4 ± 3.0 (134–146)	136.7 ± 3.4 (129–144)	0.29
Hämoglobin / g/dl	14.08 ± 1.73 (8.9–16.7)	14.17 ± 2.00 (7.5–17.9)	0.83
Diabetes mellitus	4 (13 %)	21 (22 %)	0.31
Orale Antidiabetika	1 (3 %)	9 (9 %)	0.45
Insulin	3 (9 %)	9 (9 %)	1.00
Hyperlipoproteinämie	22 (69 %)	71 (74 %)	0.57
Medikation			
Diuretika	22 (69 %)	79 (82 %)	0.10
Digitalis	7 (22 %)	24 (25 %)	0.72
ACE-Inhibitor	25 (78 %)	83 (86 %)	0.26
AT-1-Rezeptor-Antagonisten	4 (13 %)	11 (11 %)	1.00
β-Blocker	31 (97 %)	85 (89 %)	0.16
Spironolactone	17 (53 %)	44 (46 %)	0.47
Calcium-Kanal-Blocker	2 (6 %)	7 (7 %)	1.00
Antiarrhythmika	5 (16 %)	16 (17 %)	1.00
ASA	19 (59 %)	65 (68 %)	0.34
Clopidogrel	10 (31 %)	47 (49 %)	0.05
Statine	22 (69 %)	66 (69 %)	1.00
Nitrate	4 (13 %)	18 (19 %)	0.59
Phenprocoumon	10 (31 %)	26 (27 %)	0.65
Implantable cardioverter-defibrillator	3 (9 %)	11 (11 %)	0.91
Including CRT	1 (3 %)	4 (4 %)	0.97

Tabelle 4: Patientencharakterisierung.

Informationen über Geschlecht, Altersstruktur, Ejektionsfraktion, Ätiologie der Herzinsuffizienz, Laborwerte und Medikation von den 32 Telemedizinpatienten und den 96 gematchten Kontrollpatienten sind in Tabelle vier zusammengefasst.

Legende:

ACE = Angiotensin-converting-Enzym, ASA = Acetylsalicylsäure, AT 1 = Angiotensin 1

CRT = Kardiale Resynchronisationstherapie

4.2 Methode

4.2.1 Das abgestufte telemedizinische Service-Programm

Medizinische Basisdaten über Alter, Geschlecht, Medikation und Krankengeschichte der 32 Telemedizinpatienten wurden zu einem Telemedizinischen Service-Center (TMS) gesendet (Personal HealthCare Telemedicine Services, Düsseldorf, Germany).

Das TMS war für diese Patienten 24 Stunden am Tag, an jedem Tag der Woche, telefonisch erreichbar. Es war immer mindestens ein Arzt vor Ort, zum Auswerten des EKGs oder zum Beurteilen der Beschwerden des jeweiligen Patienten.

Eine spezialisierte Krankenschwester nahm teils die Anrufe erst entgegen und leitete sie gegebenenfalls an den Arzt weiter.

Alle Patienten nahmen an einer Herzinsuffizienz-Schulung teil, bei der ihnen Wissen über die pathophysiologischen Vorgänge dieser Krankheit vermittelt wurde. Die Patienten erhielten eine Ernährungsberatung zu Salz- und Flüssigkeitsrestriktion sowie zur Gewichtsnormalisierung. Es wurde ihnen Hilfestellung zur Einnahme ihrer Pharmakotherapeutika gegeben und die Empfehlung zur körperlichen Aktivität ausgesprochen.

Das Programm war abgestimmt auf den NYHAII und NYHAIII- Schweregrad der chronischen Herzinsuffizienz.

Die NYHA-II-Patienten wurden von Seiten des TMS mindestens zweimal monatlich angerufen. Sie wurden anhand eines standardisierten Fragebogens zu ihrer Symptomatik, ihrer Medikation und ihrer Lebensqualität befragt.

Ziel dabei war, die medikamentöse Compliance zu fördern und möglichst frühzeitig Veränderungen im Gesundheitszustand des Patienten zu erkennen.

Das TMS war für sie 24 Stunden pro Tag telefonisch erreichbar. Es war zu jeder Zeit ein Arzt vor Ort, der sie bei Fragen und Problemen beraten konnte. Er konnte somit notwendige therapeu-

tische Maßnahmen einleiten, ggf. bis hin zur Alarmierung der Rettungskette, und in ihrer Effektivität kontrollieren.

Die NYHA-III-Patienten wurden mindestens einmal wöchentlich von Seiten des TMS angerufen und ebenfalls standardisiert befragt.

Sie erhielten zudem ein Gerät zur täglichen Gewichtsmessung, ein Blutdruckmessgerät, ein 12-Kanal-EKG und das „Home Care Center“. Die Geräte waren über das „Home Care Center“ miteinander verbunden. Es übermittelte die täglich zu erhebenden Daten per Telefon automatisch an das Telemedizinische Zentrum.

Die Übertragung dieser Parameter erfolgte zwischen 6 und 10 Uhr morgens.

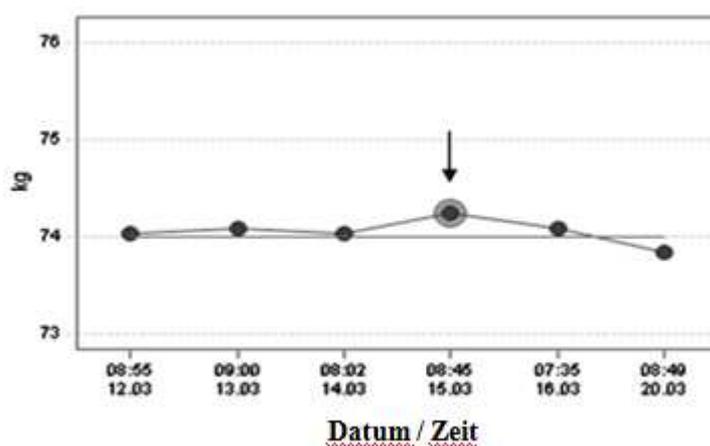


Abbildung 3: Gewichtsübertragungen.

Tägliche Gewichtsübertragungen einer 62-jährigen Patientin mit NYHA-Klasse III- Herzinsuffizienz, entstanden durch eine ischämische Kardiomyopathie. Die gerade Linie stellt das Zielgewicht dar. Bei Gewichtsanstieg wurde ein telemedizinischer Rat ausgesprochen und die diuretische Therapie intensiviert, noch bevor ein Alarm ausgelöst werden konnte.

Bei Bedarf konnte über das „Home Care Center“ ebenfalls ein EKG übertragen werden, was umgehend von einem Arzt interpretiert wurde.

Bei den NYHA-III Patienten wurden bestimmte Grenzwerte bezüglich des jeweiligen Gewichtes, sowie des diastolischen und systolischen Blutdruckes festgelegt. Bei Über- bzw. Unterschreiten dieser Grenzwerte wurde automatisch ein Signal in dem TMS ausgelöst, so dass umgehend therapeutische Maßnahmen eingeleitet werden konnten.

Die Alarmierung wurde ausgelöst, wenn das aktuelle Gewicht des Patienten um 1,5 Kg anstieg, der aktuelle Blutdruck systolisch >180 mmHg anstieg, oder unter <90 mmHg abfiel, bzw. der diastolische Blutdruck > 110 mmHg anstieg.

Nach jedem Signal, dass aufgrund einer Messwerteentgleisung ausgelöst wurde, wurde der jeweilige Patient von einem Arzt des TMS telefonisch kontaktiert.

War ein Patient bei einer Alarmierung nicht erreichbar, folgten weitere Alarme nach 3h und 24h.

Bei einer Alarmierung an drei konsekutiven Tagen wurde das Aufsuchen des Hausarztes empfohlen.

Hatte ein Patient an drei aufeinanderfolgenden Tagen keine Messwerteübertragung vorgenommen, wurde ebenfalls von Seiten des TMS angerufen. Falls der Patient nicht erreicht werden konnte, wurde ein Angehöriger telefonisch kontaktiert.

4.2.2 Datenanalyse

Normal verteilte Werte wurden als arithmetischer Mittelwert \pm Standardabweichung dargestellt, nichtparametrische Daten durch den Median und den Interquartilsabstand. Kategorielle demographische Daten und Basisdaten der Telemedizin- und Kontrollpatienten wurden mit dem χ^2 -Test und dem Exakten Fisher-Test dargestellt, kontinuierliche Daten mit dem t-Test nach Student.

Der Median der Länge der Krankenhausaufenthalte wurde mit dem Mann-Whitney-U-Test verglichen. Hospitalisierungsdauer und -rate während des Überwachungszeitraumes wurden mit dem χ^2 -Test oder dem Exakten Fisher-Test verglichen. Rate und Dauer der Krankenhausaufenthalte bezogen auf alle Krankheiten wurden als primäre Ergebnisvariablen definiert.

Das relative Risiko (RR) wurde kalkuliert.

Sekundäre Ergebnisvariablen waren ungeplante, kardiale Krankenhausaufenthalte (Dauer und Rate), wie auch das ereignisfreie Überleben bis zum ersten Krankenhausaufenthalt oder Tod (bezogen auf alle Krankheiten oder nur kardiale Krankheiten).

Das ereignisfreie Überleben wurde mit der Kaplan-Meier-Analyse und dem Log-Rank-Test ausgewertet. Das Signifikanzniveau wurde auf $p= 0,05$ gesetzt. Alle Tests waren 2-seitig und wurden durchgeführt mit der SPSS 13.0 Software (SPSS GmbH, München, Deutschland).

4.2.3 Telemedizinischer Service

Die acht NYHA-III-Patienten übertrugen ihre Messwerte 2247-mal an das TMS.

601-mal wurde wegen des Überschreitens eines definierten Grenzwertes ein Alarmsignal in dem TMS in Düsseldorf ausgelöst und telefonisch überprüft.

Das TMS rief 697-mal den jeweiligen TM-Patienten an. Diese Anrufe hatten hauptsächlich das Ziel, die Alarme zu überprüfen. Bei einigen Anrufen wurden Patienten auf das überfällige Übertragen der Messwerte aufmerksam gemacht.

Die 32 Telemedizinpatienten riefen das Service-Center 190-mal an, wobei 14 Anrufe von akuter Symptomatik begleitet waren. Bei 5 dieser Anrufe wurde den Patienten empfohlen, den Hausarzt aufzusuchen.

Drei Anrufer, ein NYHA II und zwei NYHA III-Patienten, wurden sofort in das Krankenhaus eingewiesen.

Sie blieben dort zur Behandlung ihrer Herzinsuffizienz für jeweils acht, drei und zwei Tage. Hierbei wurde kein EKG übertragen.

4.2.4 Überwachungszeitraum

Der Median des Überwachungszeitraumes lag bei 307 Tagen (Spannweite 105-459, Interquartilsabstand 329 Tage) in beiden Patientengruppen. Die Anzahl aller Überwachungstage lag bei den 32 Telemedizinpatienten bei 9685 und bei den 96 Kontrollpatienten bei 28282 Tagen. Die Tage nach dem Versterben von vier Kontrollpatienten während des Untersuchungszeitraumes wurden von der Gesamtzahl der Tage subtrahiert.

Während des Untersuchungszeitraumes wurden neun Telemedizinpatienten aus verschiedenen Gründen (sechs NYHA II, drei NYHA III Patienten) zehnmal stationär betreut. Acht Patienten waren einmal als Patienten im Krankenhaus und ein Patient zweimal. Die Gesamtzahl der stationären Tage der Telemedizinpatienten betrug 84 Tage. (Median der Länge des Aufenthaltes 6,5 (Spannweite 3-23; Interquartilsabstand 9).

Drei dieser Patienten wurden dreimal ungeplant wegen eines kardialen Notfalls stationär aufgenommen (Gesamtanzahl stationärer Tage:13).

Bei der Kontrollgruppe waren 39 Patienten aus verschiedenen Gründen (30 NYHA II-Patienten, neun NYHA III-Patienten) 60 mal im Krankenhaus stationär, (27 Patienten einmal, sechs Patienten zweimal, drei Patienten dreimal und drei Patienten viermal).

Die Gesamtzahl der stationären Tage der Kontrollpatienten während des Untersuchungszeitraumes betrug insgesamt 537 Tage (Median von 6, Spannweite 1-41, Interquartilsabstand, 6,75).

18 Patienten wurden 27mal ungeplant kardial stationär aufgenommen (zehn Patienten einmal, sieben Patienten zweimal, ein Patient dreimal). Die Gesamtzahl der Krankenhaustage betrug in diesem Fall 294 Tage.

Es wurden nur Aufenthalte in akuten Krankenhäusern gezählt, Aufenthalte in Rehabilitationszentren wurden nicht mitgezählt.

4.3 Ergebnisse

Die auf ein Patientenjahr bezogene Hospitalisierungsrate bezüglich aller stationären Aufenthalte war signifikant verringert bei der Telemedizingruppe im Gegensatz zur Kontrollgruppe (0,38 vs. 0,77, RR=0,51, $p=0,034$), ebenso die Dauer der Aufenthalte (3,17 vs. 6,93 Tage, RR=0,54, $p<0,0001$).

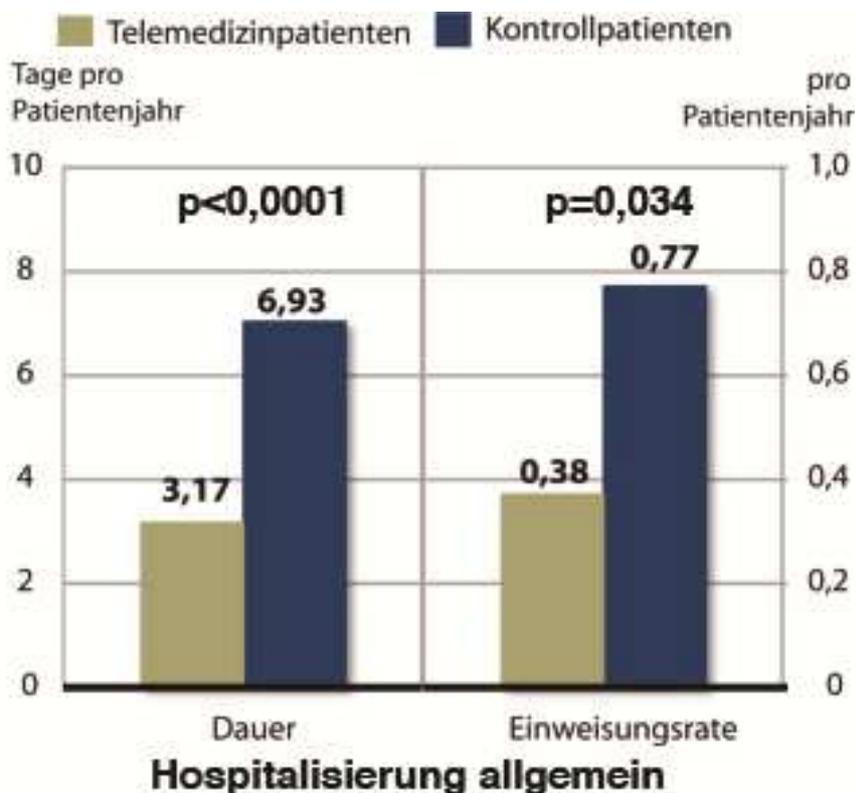


Abbildung 4: Hospitalisierung allgemein.

Die Tabelle zeigt die allgemeine Hospitalisierungsdauer und -rate der Telemedizin- und Kontrollpatienten.

Die Dauer der akuten, kardialen Krankenhausaufenthalte war signifikant kürzer (0,49 vs. 3,79 Tage, $RR=0,87$, $p<0,0001$) bei den Telemedizinpatienten als bei den Kontrollpatienten.

Die Hospitalisierungsrate, verursacht durch kardiale Erkrankungen, war in der Telemedizingruppe auch verringert, jedoch nicht signifikant (0,11 vs. 0,35, $RR=0,69$; $p=0,058$).

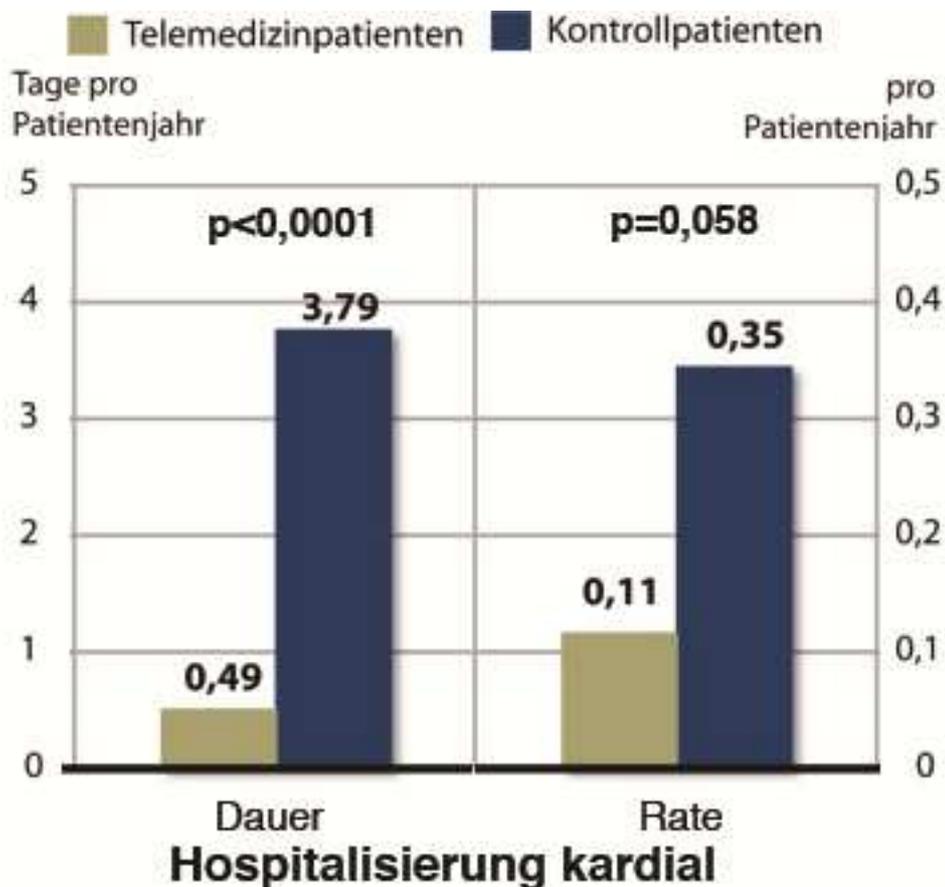


Abbildung 5: Hospitalisierung kardial.

Die Abbildung zeigt die kardiale Hospitalisierungsdauer und -rate der Telemedizin- und Kontrollpatienten.

Outcome-Variable	Telemedizinpatienten (n=32)	Kontrollpatienten (n = 96)	Relatives Risiko	p-Wert
Hospitalisierungsdauer-alle Krankheiten ¹	317	693	0.46 (0.37-0.58)	<0.0001
Hospitalisierungsrate- alle Krankheiten ²	38	77	0.49 (0.25-0.95)	0.034
Hospitalisierungsdauer- kardiale Krankheiten ¹	49	379	0.13 (0.08-0.23)	<0.0001
Hospitalisierungsrate- kardiale Krankheiten ²	11	35	0.31 (0.11-1.02)	0.058

Zahlen in Klammern zeigen ein 95% Konfidenzintervall

1 Tage pro 100 Patientenjahre

2 Hospitalisierungen pro 100 Patientenjahre

Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Studie.

Die Länge der Krankenhausaufenthalte (Median) pro Einweisung war bei den Telemedizinpatienten und den Kontrollpatienten nicht signifikant unterschiedlich ($p = 0,93$). Das ereignisfreie Überleben bis zum ersten Krankenhausaufenthalt, wurde bezogen auf alle Krankenhausaufenthalte und bezogen auf die Krankenhausaufenthalte, die nur durch kardiale Erkrankungen bedingt waren.

Bei den TM-Patienten schien das Intervall länger zu sein, jedoch ergab sich kein signifikanter Unterschied ($p=0,29$ und $p=0,21$, jeweils) (siehe Abb. 6/7).

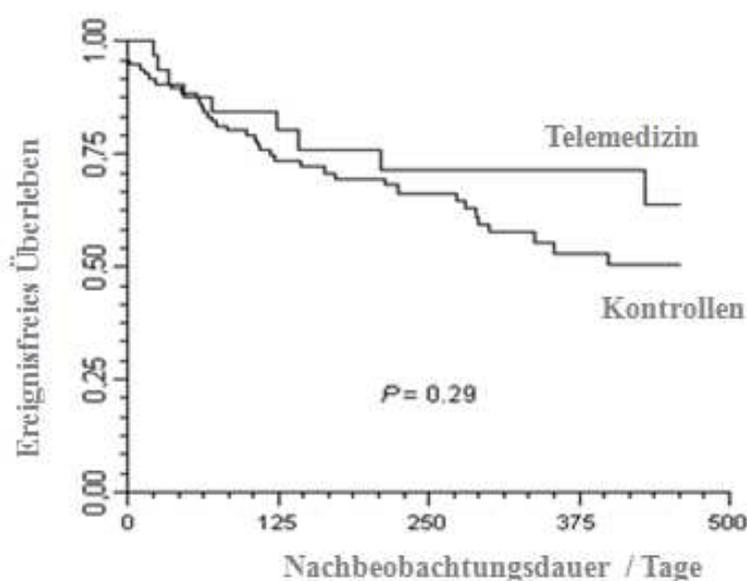


Abbildung 6: Ereignisfreies Überleben allgemein

Die Kaplan-Meier-Kurve zeigt ein längeres ereignisfreies Überleben für die Telemedizinpatienten (n=32) im Vergleich zu den Kontrollpatienten (n=96).

Als Ereignis wurde die erste Krankenhauseinweisung bezogen auf alle Krankenhausaufenthalte oder das Versterben eines Patienten definiert. Es zeigte sich jedoch keine statistische Signifikanz in der log-rank-Analyse.

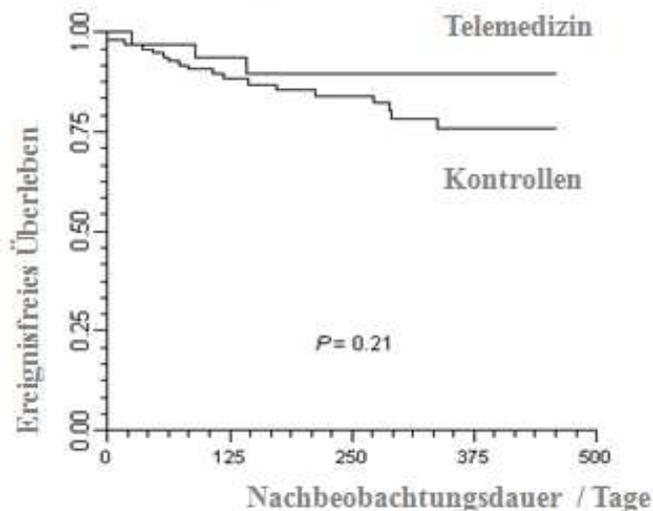


Abbildung 7: Ereignisfreies Überleben kardial.

Diese Abbildung zeigt die Kaplan-Meier-Analyse für den kombinierten, sekundären Endpunkt erste Krankenhauseinweisung bezogen auf nur kardiale Erkrankungen oder das Versterben eines Patienten. Hier zeigt sich ebenfalls eine Tendenz zum längeren ereignisfreien Überleben der Telemedizinpatienten.

Es gab keine Todesfälle in der Telemedizingruppe, aber 4 Todesfälle in der Kontrollgruppe.

Bei zwei Patienten war der Grund des Versterbens nichtkardialen Ursprungs, z.B. verstarb ein Patient nach subtotaler Kolektomie am 25. postoperativen Tag. Ein weiterer Patient verstarb an einem Multiorganversagen.

Die anderen zwei Patienten verstarben aufgrund ihrer Herzinsuffizienz.

Ein Patient davon wurde wegen Hypotonie, Schwindel und Beinödemen stationär aufgenommen. Es zeigte sich radiologisch ein Infiltrat im rechten Lungenunterfeld. Aufgrund einer Eppstein-Barr-Virus-Myokarditis erfolgte die Durchführung einer Myokardbiopsie zur Verlaufskontrolle. Der Patient wurde bei postinterventionell komplikationslosem Verlauf auf die Normalstation an die Telemetrie verlegt. Drei Tage später wurde der Patient bei primärer elektromechanischer Entkopplung reanimationspflichtig. Trotz Reanimationsmaßnahmen verstarb der Patient.

Der andere Patient verstarb 13 Tage später in einem anderen Krankenhaus, nachdem er im Campus Benjamin-Franklin wegen einer schweren 3-Gefäß-KHK und einer EF von 23% behandelt wurde. Er wurde in dieses Krankenhaus zur Nachsorge verlegt.

4.4 Diskussion

Moderne telemedizinische Kommunikationstechnik macht es möglich, komplexe medizinische Daten und biomedizinische Signale über längere Distanzen in hoher Qualität zu transportieren. Diese Fortschritte machen den Weg für einen telemedizinischen Service frei, der bei verschiedenen Krankheitsbildern das Behandlungsergebnis verbessern kann.

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass konventionelles, spezielles home-based disease-management die Morbidität und Mortalität bei chronischer Herzinsuffizienz reduzieren kann [64-66, 68-73]. Deswegen empfehlen die europäischen Leitlinien [23] zur Behandlung einer Herzinsuffizienz eine Überwachung mit einem speziellen Managementprogramm. Die Guidelines erwähnen als Bestandteil des Herzinsuffizienzprogramms den Telefonsupport, sowie das Fernmonitoring von Vitalparametern.

Zwei randomisierte telemedizinische Multicenter-Studien haben gezeigt, dass telemedizinisches Monitoring, inklusive regelmäßiger Gewichtsmessungen und EKG-Übertragungen bei Patienten mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz (NYHA-Klasse III oder IV), signifikanterweise die Mortalität verringern können. Diese Ergebnisse wurden jedoch in Frage gestellt, da bei beiden Studien die Mortalität nicht den primären Endpunkt darstellte. In beiden Studien blieben dagegen die Morbiditätsvariablen, wie Hospitalisierungsrate und Hospitalisierungsdauer, größtenteils unverändert [74, 75].

In der vorliegenden Studie wurde ein abgestuftes, telemedizinisches Programm verwendet, um Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz zu überwachen. Wir konnten nachweisen, dass Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz NYHA-Klasse II und III durch eine telemedizinische Betreuung eine signifikant niedrigere Hospitalisierungsdauer (bezogen auf alle Krankheiten als Aufnahmegrund), Hospitalisierungsdauer (bezogen auf nur kardiale Krankheiten als Aufnahmegrund), eine ebenfalls signifikant niedrigere Hospitalisierungsrate (bezogen auf alle Krankheiten) aufweisen. Die Hospitalisierungsrate bezogen auf die kardialen, unvorhergesehen Krankenhausaufenthalte war bei den TM-Patienten ebenfalls geringer, jedoch zeigte sich keine statistische Signifikanz.

Diese Datenlage zeigt erstmals, dass Telemedizin die Morbidität bei Patienten mit gering- bis mittelgradiger ischämischer und nicht-ischämischer Herzinsuffizienz verringern kann. Der Einsatz der Telemedizin erfolgte zusätzlich zu einer leitliniengerechten medikamentösen Basistherapie.

Eine 2005 veröffentlichte europäische Multicenter-Studie (TEN-HMS) randomisierte 426 Patienten mit Herzinsuffizienz in 3 Gruppen: „häusliche telemedizinische Überwachung“, „telefonische Betreuung durch eine spezialisierte Krankenschwester“ und „konventionelle Therapie“ [74]. Der Studienzeitraum und damit der Überwachungszeitraum betrug 240 Tage. Der primäre Endpunkt wurde definiert durch Verlust an Tagen dieser 240 Überwachungstage. Die Autoren subtrahierten die Tage des Patienten, die durch einen Krankenhausbesuch, bezogen auf jede Erkrankung oder auf den Tod des Patienten, wegfielen. Der primäre Endpunkt war in diesen drei Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. Die beiden Patientengruppen mit den telemedizinischen Betreuungsprogrammen hatten eine niedrigere Ein-Jahres-Sterblichkeit als Patienten mit konventioneller Betreuung und Therapie durch ihren Hausarzt (29 und 27 % vs. 45 %; $p=0,032$). Die Mortalität stellte jedoch nicht den primären Endpunkt der Studie dar. Es muss dabei ebenfalls betont werden, dass die Patienten dieser Studie wegen einer kardialen Dekompensation aufgenommen wurden und an einer Herzinsuffizienz in einem fortgeschrittenen Stadium litten. Einschlusskriterium war eine EF unter 40 %, die Durchschnitts-Ejektionsfraktion lag bei 24-25 %. Bei 48-57 % der TEN-HMS-Studienpatienten lag die EF unter 25 %. Einen Monat vor Beginn der Studie gehörten 82-83 % der Studienpatienten NYHA-Klasse III und IV an. Als die Studie begann, waren es noch 31-46 % [74].

Bei den Patienten unserer Studie stellte eine kardiale Dekompensation keine Bedingung für die Aufnahme in die Studie dar. Unsere Studie stellte als Bedingung eine $EF \leq 60$ %. Die Durchschnitts-Ejektionsfraktion lag in unserer Studie bei 44 %. Die Mehrheit unserer Patienten (75 %) waren NYHA-Klasse II-Patienten. Diese Patienten litten an einer gering- bis mittelgradigen Herzinsuffizienz. Ihr Zustand war demnach weniger bedrohlich. Trotzdem profitierten unsere Patienten ebenfalls von telemedizinischer Behandlung. Die Morbidität konnte reduziert werden. Wir haben diese Studie nicht entworfen, um die Mortalität bei gering- bis mittelgradiger Herzinsuffizienz zu untersuchen, die ohnehin niedrig ist. Dennoch konnten wir eine Tendenz bezüglich eines längeren Überlebens erkennen. Der kombinierte, sekundäre Endpunkt bezogen auf die erste Krankenhauseinweisung (bezogen auf alle Krankheiten oder den Tod) und die erste Krankenhauseinweisung (bezogen auf nur kardiale Gründe oder den Tod) schien bei den Telemedizinpatienten länger zu sein. Es zeigte sich jedoch kein signifikanter Unterschied. Wir wandten ein abgestuftes telemedizinisches Programm an, das sich mit der Intensität an dem jeweiligen Schweregrad der Herzinsuffizienz des Patienten orientierte. Unser vorrangiges Ziel bestand darin, Ressourcen im Gesundheitswesen einzusparen. Die Mehrzahl der Patienten litt an einer Herzinsuffizienz NYHA-Klasse II und erhielt keine telemedizinischen Geräte zur Übertragung,

jedoch zweiwöchige Anrufe und die Möglichkeit, das TMS 24 Stunden am Tag zu erreichen, wenn Probleme auftraten.

Die Rolle der Telemedizin, unterstützt durch Hilfsmittel wie Blutdruck- und Puls-Messgerät oder auch EKG, ist noch nicht klar untersucht worden. Bei der schon oben genannten TEN-HMS-Studie war der einzige wirkliche Unterschied bei dem Outcome zwischen der Telemedizin-Gruppe (die Körpergewicht, Blutdruck und ein 1-Kanal-EKG übertragen hatte), und der Gruppe, die von der Krankenschwester telefonisch betreut wurde, eine signifikante Reduktion der Durchschnittsdauer der Hospitalisierungen bezogen auf alle Krankenhausaufenthalte, egal aus welchem Grund [74]. Die totale Dauer der Hospitalisierungen zeigte jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Eine andere, aktuelle, multizentrische Studie widmete sich noch spezieller der telemedizinischen Monitorüberwachung (WHARF). In dieser Studie wurden 280 Patienten mit einer linksventrikulären Ejektionsfraktion $< 35\%$ und NYHA-Klasse III oder IV randomisiert. Zweimal täglich wurden sie kontaktiert, konnten ihr Körpergewicht übertragen und mussten einen Symptomfragebogen ausfüllen [75]. In dieser Studie beeinflusste das Telemonitoring nicht signifikant die Krankenhausaufenthaltsdauer oder Einweisungsrate (sechs Monate Follow-up). Die Sterblichkeitsrate (bezogen auf alle Krankheiten) war jedoch bei der Telemonitoringgruppe signifikant geringer als in der Vergleichsgruppe (8,0 vs. 18,4 %, $p < 0.003$). Hier war jedoch die Mortalität ebenfalls nicht der primäre Endpunkt. Es blieb unklar, ob die tägliche Monitorüberwachung oder das ebenfalls tägliche Ausfüllen des Symptomfragebogens die Prognose verbesserte. Alle Patienten, die an dieser Studie teilnahmen, hatten ebenfalls sehr fortgeschrittene Stadien der Herzinsuffizienz.

Bei den NYHA-III-Patienten unserer Studie mit geringer- bis mittelgradiger Herzinsuffizienz wurden zahlreiche Alarme gemeldet, die bei Gewichtsabweichungen ausgelöst wurden. Dabei schien es, dass der Übertragung eines EKGs in unserer Studie eine nicht allzu große Rolle zufiel. Es wurde größtenteils genutzt, um bei Patientenrufen mit Symptomen zu entscheiden, ob eine Krankenseinweisung veranlasst werden sollte oder nicht. Dabei konnten wir erkennen, dass Patienten mit geringer- bis mittelgradiger Herzinsuffizienz durch regelmäßige und häufige Telefonbetreuung eher profitierten als durch die Übertragung komplexer physiologischer Parameter. Eine andere Studie kommt zu dem gleichen Ergebnis [102]. Dies wird wahrscheinlich bei weiter fortgeschrittener, gravierenderer Herzinsuffizienz nicht mehr der Fall sein.

Eine aktuelle Metaanalyse, die fünf Studien mit telemedizinischem Monitoring untersucht hat, kommt zu dem Ergebnis, dass durch telemedizinisches Monitoring das Outcome verbessert werden kann [10]. Clark et al. kommen zu dem Schluss, dass telemedizinisches Monitoring eine

Verringerung der Krankenhausaufnahmen, bedingt durch Herzinsuffizienz, sowie eine Reduktion der Gesamtmortalität zur Folge hat. Jedoch wurde kein Effekt auf die Krankenhausaufnahmerate bezogen auf alle Krankheiten nachgewiesen. Eine mögliche Begründung für diesen fehlenden Effekt besteht laut Clark et al. darin, dass Telemonitoring eine Tendenz zu häufigen falschen Alarmen und zu frühen Aufnahmen in das Krankenhaus provozieren kann. Gerade bei Patienten, die kurz vor einer Dekompensation stehen, kann die engmaschige telemedizinische Überwachung zu einer verfrühten Krankenhauseinweisung führen. Da jedoch durch das häusliche Monitoring ein hoher Grad an Sicherheit gewährleistet ist, werden die Patienten meist in einem noch stabilen Stadium eingewiesen. Stabile Patienten sind auf der Station leichter zu behandeln. Aufgrund dessen ist eine Entlassung früher möglich. Dies führt zu einer kürzeren Krankenhausaufenthaltsdauer. Die Autoren sehen die Stärke des Telemonitorings eher in einer Verkürzung der Krankenhausaufenthalte, als in einer Verminderung der Aufnahme- rate.

In unserer Studie konnten wir ebenfalls eine Verkürzung der Krankenhausaufenthaltsdauer (bezogen auf nur kardiale Krankheiten, sowie bezogen auf alle Krankheiten) nachweisen. Jedoch war bei uns ebenfalls eine signifikant niedrigere Hospitalisierungsrate (bezogen auf alle Krankheiten) nachweisbar. Hier wird sich in Zukunft zeigen, wo genau die Stärken telemedizinischer Betreuung liegen.

Eine aktuelle Metaanalyse aus dem Jahr 2009 untersuchte ebenfalls das Telemonitoring bei Herzinsuffizienz [106]. Die Autoren argumentieren, dass zunehmend mehr Studien zu diesem Thema veröffentlicht wurden. Diese seien jedoch häufig nicht-randomisiert und wiesen kleine Fallzahlen auf. Maric et al. kommen zu dem Schluss, dass der Beweis für einen positiven Effekt für den Einsatz von Telemonitoring bei Herzinsuffizienz in der klinischen Routine noch nicht eindeutig erbracht wurde. Die Daten weisen jedoch einen positiven Trend auf.

Eine Studie aus dem Jahr 2000 untersucht speziell den Nutzen einer Videokonferenz bei Herzinsuffizienz. Zusätzlich wurde die Rolle des Telemonitorings und deren Akzeptanz bei den Patienten untersucht [107]. Die Patienten erhielten tägliche Gewichts- und Blutdruckmessungen zweimal pro Tag. Videokonsultationen erfolgten einmal pro Woche in den ersten drei Monaten, bzw. zweimal pro Monat in den folgenden Monaten. Die Zufriedenheit mit der Videokonsultation wurde anhand eines Fragebogens bewertet. Die Teilnahme an der Videokonferenz nahm nach dem ersten Quartal rapide ab. Als Grund gaben die Patienten an, lieber eine Krankenschwester persönlich sehen zu wollen. Zudem waren sie mit der Bildqualität unzufrieden. Ein Grund für die Ablehnung der Videokonferenz kann einerseits an der schlechten Bildqualität gelegen haben. Andererseits scheint der Nutzen einer videobasierten Überwachung bei Herzinsuffizienz fraglich

[107]. Eine andere Studie kommt zu demselben Ergebnis [108]. Laut Jerant et al.[108] sei bei der häuslichen telemedizinischen Betreuung von Herzinsuffizienzpatienten eine visuelle Überwachung nicht unbedingt nötig. Vitalparameter wie Blutdruck oder Gewicht sowie Symptome wie Gewichtszunahme können, mit entsprechendem Equipment, über das Telefon übertragen werden. Eine Fernüberwachung per Videokonferenz scheint keine zusätzlichen Informationen zu bringen. Die Studie zeigt, dass der Nutzen einer Videokonsultation im Rahmen eines telemedizinischen Managementprogramms bei der Betreuung chronisch herzinsuffizienter Patienten nicht klar belegt ist.

In der vorliegenden Studie wurde ein telemedizinisches Konzept entwickelt, um die intensive und leitliniengerechte Herzinsuffizienztherapie zu unterstützen. Gerade bezogen auf die Erkrankung chronische Herzinsuffizienz, scheint es Bedarf zu geben. Das Wissen über ihre eigene Erkrankung scheint bei vielen Herzinsuffizienzpatienten lückenhaft. Nach Ergebnissen der SHAPE-Studie sind nur 3% der europäischen Bevölkerung in der Lage, Symptome und Ursachen der chronischen Herzinsuffizienz zu erkennen [80]. Hierunter kann ebenfalls die Medikamentencompliance leiden. Gerade bei chronischer Herzinsuffizienz ist non-Compliance ein bekanntes Problem [109]. Die leitliniengerechte Umsetzung von Diagnostik und Therapie der Herzinsuffizienz bei den niedergelassenen Allgemeinärzten ist lückenhaft [110]. Bei älteren Patienten scheint zudem die evidenzbasierte, leitliniengerechte Herzinsuffizienztherapie seltener angewendet zu werden [111]. Hier könnte die Betreuung mit einem telemedizinisch gestützten Programm zur Therapieoptimierung sowie Förderung der Compliance beitragen. Die Teilnahme an einem telemedizinischen Programm sollte die Patienten zu einem selbstverantwortlicheren Umgang mit ihrer Krankheitssituation erziehen, sowie dazu führen, dass flächendeckend evidenzbasierte, leitliniengerechte Herzinsuffizienztherapie angewendet wird. Einige Studien hatten den Effekt, dass bei telemedizinischer Betreuung eine Erhöhung der Medikamentencompliance und somit auch eine verbesserte leitliniengerechte Therapie zustande kam [112]. Es scheint so, dass ein wesentlicher Nutzen eines telemedizinischen Programms darin besteht, dass Patienten sich intensiver mit ihrer Erkrankung auseinandersetzen [102]. Dies führt zu einer Zunahme an Wissen über die Erkrankung [103].

Eine Studie von Balk et al. randomisierte Patienten mit Herzinsuffizienz in zwei Gruppen. Die Interventionsgruppe wurde mit einem eigenen Fernsehkanal über Herzinsuffizienz ausgestattet. Auf diesem Sender liefen täglich Schulungssendungen über Herzinsuffizienz kombiniert mit standardisierten Erinnerungen an die Medikamenteneinnahme. Einige Patienten wurden zusätzlich telemedizinisch überwacht. Die Kontrollgruppe erhielt eine konventionelle Herzinsuffizienztherapie.

Die Ergebnisse der Studie ergaben keinen relevanten Unterschied bezüglich Krankenhaustagen, Tagen, an denen der Patient nicht im Krankenhaus war, sowie Lebenstagen. Jedoch zeigte sich bei der Interventionsgruppe ein signifikanter Anstieg bezüglich des Wissens über die Erkrankung "Herzinsuffizienz". Getestet wurde dieser Parameter mittels des "Dutch Heart Failure Knowledge Score." Der Wert war zu Anfang der Studie bei beiden Patientengruppen identisch [103]. Ein ganz wesentlicher Punkt des Nutzens der Telemedizin besteht darin, dass die Patienten sich mit der eigenen Erkrankung auseinandersetzen und lernen, ein Selbstmanagement zu betreiben.

Angesichts knapper Ressourcen im Gesundheitswesen wird die Telemedizin ebenfalls daran gemessen werden, ob sie zu einer Reduktion der Kosten führen kann. Kosten-Nutzen-Analysen müssen untersuchen, ob eine telemedizinische Betreuung Kosten einsparen kann, im Gegensatz zu einer konventionellen Herzinsuffizienztherapie. Disease-Management-Programme speziell für Herzinsuffizienzpatienten, bestehend aus Haus- oder täglicher ambulanter Krankenhausbetreuung, wurden als sehr kostspielig empfunden, konnten die Kosten jedoch nicht wieder einspielen [64, 113]. Es ist sehr nahe liegend, dass Telemedizin die Kosten bei der Behandlung von Herzinsuffizienz reduzieren kann [114].

Unabhängig davon, welchen Weg das Gesundheitssystem in den nächsten Jahren einschlagen wird, gibt es Anzeichen dafür, dass eine telemedizinische Betreuung bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz die Morbidität reduzieren und dadurch die Lebensqualität eines Patienten verbessern kann. Hierzu gibt es jedoch bis jetzt noch wenig wissenschaftliche Daten und keinen eindeutigen Beweis.

4.5 Limitation

Einschränkend ist zu sagen, dass es sich bei der vorliegenden Untersuchung zwar um eine prospektive kontrollierte Studie mit gematchten Kontrollpatienten, aber nicht um eine randomisierte Studie handelt. Die Daten der Patienten, die wir prospektiv in die Studie eingeschlossen haben, könnten teils umfassender sein als die Daten der Kontrollpatienten. Das könnte jedoch allenfalls zu einem Bias zuungunsten unserer Analyse führen und unsere Ergebnisse nicht infrage stellen.

Die Einwilligung zur Teilnahme an unserer Studie könnte die Compliance der Telemedizinpatienten gefördert haben und somit die Ergebnisse in dieser Gruppe positiv beeinflusst haben. Andererseits wählten wir eine 3:1 Ratio zwischen den Kontrollpatienten und den Telemedizinpatienten. Das wiederum erhöhte deutlich die Schwelle für eine statistische Signifikanz in der Telemedizingruppe.

Die Studie hatte nicht die statistische Power, um Unterschiede in der (erwartungsgemäß niedrigen) Mortalität in den beiden untersuchten Patientengruppen aufzudecken. Es gab keine Todesfälle in der Telemedizingruppe. Die Mortalität in der Kontrollgruppe (bezogen auf alle Krankheiten) lag bei 5,0 %.

4.6 Schlussfolgerungen

Die Daten der vorliegenden prospektiven, kontrollierten Studie zeigen, dass eine telemedizinische Betreuung auch bei Patienten mit gering- bis mittelgradiger Herzinsuffizienz (NYHA-Klasse II-III) zu einer Senkung der Morbidität führen kann. Wir konnten eine signifikante Senkung der Hospitalisierungsdauer- und rate, bezogen auf alle Krankheiten nachweisen. Bezogen auf nur kardiale Krankheiten zeigte sich ebenfalls eine signifikant niedrigere Hospitalisierungsdauer. Die Hospitalisierungsrate, verursacht durch kardiale Erkrankungen, war in der Telemedizingruppe ebenfalls verringert. Hier zeigte sich jedoch keine Signifikanz.

Alle Patienten dieser Studie erhielten zusätzlich eine intensive, konventionelle Herzinsuffizienztherapie. Unsere Ergebnisse sprechen für eine randomisierte, multizentrische Studie mit einer großen Anzahl von NYHA-II und III-Patienten, zur Untersuchung des Nutzens der Telemedizin auch in Bezug auf die Reduzierung der Mortalität bei gering- bis mittelgradiger Herzinsuffizienz.

Die Ergebnisse unserer Studie deuten an, dass Patienten mit gering- bis mittelgradiger Herzinsuffizienz eher durch die regelmäßige und engmaschige telefonische Betreuung als durch die Übertragung komplexer Messdaten profitieren. Bei fortgeschrittener Herzinsuffizienz könnte die Bedeutung physiologischer Parameter zunehmen.

Die Leitlinien sehen in regelmäßigen Telefonanrufen eine Möglichkeit für den Patienten, sich bei akut auftretenden Fragen über seine Erkrankung rückzuversichern. Die aktuelle Therapie, neu auftretende Symptome, Nebenwirkungen von Medikamenten und Präventivmaßnahmen können mit spezialisierten Krankenschwestern oder Ärzten besprochen werden. Dies kann zu einem vertieften Verständnis für den eigenen Krankheitsverlauf führen und die Compliance fördern.

Wir gehen davon aus, dass eine telemedizinische Betreuung bei Herzinsuffizienzpatienten der NYHA-Klasse II – IV zumindest die Morbidität verringern kann, in Verbindung mit Telemonitorung auch bei Patienten der NYHA-Klassen III und IV.

4.7 Standortbestimmung und Ausblick

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Telemedizin für die Behandlung der Herzinsuffizienz immer wichtiger werden wird, weil der Kostendruck im Gesundheitswesen durch die Behandlung chronischer Krankheiten voraussichtlich weiter zunehmen wird. Grund dafür ist eine Überalterung der Bevölkerung und ein dadurch bedingtes vermehrtes Auftreten dieser Erkrankungen. Die Ausweitung der medizinischen Behandlungsmöglichkeiten verstärkt diese Entwicklung. Sollten die Vergütungsstrukturen angepasst werden und das System motivieren, ist aus heutiger Sicht damit zu rechnen, dass die verfügbare Technologie breite Anwendung finden wird.

5 Zusammenfassung

Angesichts knapper Ressourcen im Gesundheitswesen gewinnt hierzulande die Telemedizin zunehmend an Bedeutung. Speziell in der Kardiologie sind telemedizinische Anwendungen vielversprechend, wobei ihr klinischer Stellenwert jedoch meist noch nicht klar definiert ist.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde deshalb in einer prospektiven Untersuchung zunächst generell kardiologischen Patienten poststationär eine telemedizinische Betreuung angeboten, um deren Nutzen bei verschiedenen Krankheitsbildern zu evaluieren und mögliche Indikationen zu identifizieren. In einer weiteren prospektiven kontrollierten Studie wurden Herzinsuffizienzpatienten in ein abgestuftes telemedizinisches Betreuungsprogramm eingeschlossen, um den Einfluss auf den Krankheitsverlauf zu untersuchen.

Poststationär nahmen 540 Patienten im Alter von $59,1 \pm 11,9$ Jahren ≥ 30 Tage an einem telemedizinischen Serviceprogramm teil. Die Nachbeobachtungsdauer lag median bei 93 (30 – 853) Tagen und umfasste insgesamt 68,649 Servicetage. Als Ergebnisvariablen wurden die Rate der durch Symptome hervorgerufenen Telefonanrufe (A) und die EKG-Übertragungen (Ü) pro Patientenjahr (PJ) ermittelt. Symptomatische Patienten tätigten 713 Anrufe und übertrugen 221 EKGs. In einer Poisson-Regression mit Subgruppen-Selektion wurden 4 signifikante ($p < 0,05$) unabhängige positive Prädiktoren für die Inanspruchnahme telemedizinischer Dienste identifiziert: (1) wiederholte (≥ 1 vorangegangene) perkutane koronare Intervention (PCI), (A: $p = 0,010$; Ü: $p = 0,001$), (2) erfolgreiche Kardioversion bei Vorhofflimmern (A: $p < 0,0001$; Ü: $p < 0,0001$), (3) die Ejektionsfraktion (EF) (A: $p = 0,012$; Ü: $p > 0,05$) und (4) das inverse Alter (A: $p < 0,0001$; Ü: $p > 0,05$). Diese Daten deuten an, dass Patienten nach wiederholter PCI oder nach Kardioversion bei Vorhofflimmern am ehesten von einer telemedizinischen Betreuung profitieren. Patienten mit niedrigerer Ejektionsfraktion und höheren Alters nutzen den telemedizinischen Service weniger. Daraus lässt sich schließen, dass Herzinsuffizienzpatienten mit einem speziellen, auf sie abgestimmten Programm erreicht werden müssen. Dies gilt insbesondere für ältere Patienten.

In einer weiteren Studie wurden 128 intensiv medikamentös und apparativ behandelte Patienten mit einer $EF \leq 60\%$ und chronischer Herzinsuffizienz im Stadium NYHA II oder III untersucht. 32 Patienten im Alter von $60,3 \pm 9,7$ Jahren mit ischämischer ($n = 22$) oder dilatativer ($n = 10$) Kardiomyopathie und einer EF von $44,2 \pm 13,4\%$ wurden prospektiv in

ein abgestuftes telemedizinisches Programm aufgenommen und mit 96 gematchten Kontrollpatienten verglichen. Die Nachbeobachtungsdauer lag median bei 307 (104 – 459) Tagen. Sowohl die allgemeine Hospitalisierungsdauer (3,17 vs. 6,93 Tage/PJ; relatives Risiko 0,46; 95%- Konfidenzintervall [KI] 0,37 – 0,58; $p < 0,0001$) und -rate (0,38 vs. 0,77/ PJ; RR 0,49; 95%-KI 0,25 – 0,95; $p = 0,034$) als auch die kardiale Hospitalisierungsdauer (0,49 vs. 3,79 Tage/PJ; RR 0,13; 95%-KI 0,08 – 0,23; $p < 0,0001$) waren signifikant, die kardiale Hospitalisierungsrate (0,11 vs. 0,35/PJ; RR 0,31; 95%-KI 0,11 – 1,02; $p = 0,058$) tendenziell niedriger in der Telemedizingruppe. Dies zeigt, dass eine telemedizinische Betreuung über die konventionelle Therapie hinaus die Morbidität auch schon bei Patienten mit nur gering- bis mittelgradiger Herzinsuffizienz reduzieren kann.

In der Zukunft kann die Telekardiologie speziell in der Versorgung von Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz eine wichtige Rolle spielen. Eine entscheidende Herausforderung ist darin zu sehen, die Systeme technisch an die Bedürfnisse und Fähigkeiten älterer Menschen anzupassen.

IV Literaturverzeichnis

1. WHO, *A Health Telematics Policy: Report of the WHO Group Consultation on Health Telematics*. 1998: Geneva 1997.
2. Mohr, M, *Telemedizin*. In: Jähn K, Nagel E, hrsg. E-health. Germany: Berlin, Springer 2003: p. 35-36
3. Trill, R, *Praxisbuch eHealth-Von der Idee zur Umsetzung*. Germany: Stuttgart Kohlhammer 2009: p. 52-53
4. Heinen-Kammerer T, WW, Nelles S, *Monitoring von Herzfunktionen mit Telemetrie*. Health Technology Assessment, DIMDI, 2006. **30**.
5. Jäckel A, S A, Dudeck J, *Einführung in die Chancen und Voraussetzungen von Telematikanwendungen im Gesundheitswesen*. Telemedizinführer Deutschland, 2000: p. 10-13.
6. Einthoven W, *The telecardiogram*. In: Archives international de physiology. Zit. nach: Blackburn JR, et al. Am Heart J 1957. **53**: p. 602 - 615.
7. Nicogossian, AE, DF Pober, and SA Roy, *Evolution of telemedicine in the space program and earth applications*. Telemed J E Health, 2001. **7**(1): p. 1-15.
8. Allen A, P.J., *Annual Servey: teleradiology service providers*. Telemed today, 1997. **5**: p. 24-25.
9. Strode, SW, S Gustke, and A Allen, *Technical and clinical progress in telemedicine*. Jama, 1999. **281**(12): p. 1066-8.
10. Clark, RA, et al., *Telemonitoring or structured telephone support programmes for patients with chronic heart failure: systematic review and meta-analysis*. Bmj, 2007. **334**(7600): p. 942.
11. Bruderman, I and S Abboud, *Telespirometry: novel system for home monitoring of asthmatic patients*. Telemed J, 1997. **3**(2): p. 127-33.
12. Chumbler, NR, et al., *An observational study of veterans with diabetes receiving weekly or daily home telehealth monitoring*. J Telemed Telecare, 2005. **11**(3): p. 150-6.
13. Hersh, WR, et al., *Diagnosis, access and outcomes: Update of a systematic review of telemedicine services*. J Telemed Telecare, 2006. **12 Suppl 2**: p. S3-31.
14. Dellifraire, JL and KH Dansky, *Home-based telehealth: a review and meta-analysis*. J Telemed Telecare, 2008. **14**(2): p. 62-6.
15. Scalvini, S and F Glisenti, *Centenary of tele-electrocardiography and telephonocardiography - where are we today?* J Telemed Telecare, 2005. **11**(7): p. 325-30.
16. Terkelsen, CN, BL; Lassen, JF; Gerdes, JC; Ankersen, JP; , *Telemedicine used for remote prehospital diagnosing in patients suspected of acute myocardial infarction*. Journal of Internal Medicine, 2004. **252**: p. 412-420.
17. Huang, T, et al., *The availability of telecardiology consultations and transfer patterns from a remote neonatal intensive care unit*. J Telemed Telecare, 2008. **14**(5): p. 244-8.
18. Molinari, G, et al., *Nine years' experience of telecardiology in primary care*. J Telemed Telecare, 2004. **10**(5): p. 249-53.
19. Morguet, AJ, Kühnelt P, Kallel A, et al., *Impact of telemedical care and monitoring on morbidity in mild to moderate chronic heart failure*. Cardiology, 2008. **111**(2): p. 134-9.
20. Sinha, AM, et al., *Multicentre evaluation of a rule-based data filter for home monitoring of implanted cardioverter defibrillators*. J Telemed Telecare, 2006. **12**(2): p. 97-102.

21. Perings, C, et al., *The RIONI study rationale and design: validation of the first stored electrograms transmitted via home monitoring in patients with implantable defibrillators*. *Europace*, 2006. **8**(4): p. 288-92.
22. Morguet, AJ, Kühnelt P, Kallel A, et al., *Utilization of telemedicine by heart disease patients following hospitalization*. *J Telemed Telecare*, 2008. **14**(4): p. 178-81.
23. Dickstein, K, et al., *ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008: the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association of the ESC (HFA) and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM)*. *Eur J Heart Fail*, 2008. **10**(10): p. 933-89.
24. Senni, M and MM Redfield, *Heart failure with preserved systolic function. A different natural history?* *J Am Coll Cardiol*, 2001. **38**(5): p. 1277-82.
25. *How to diagnose diastolic heart failure. European Study Group on Diastolic Heart Failure*. *Eur Heart J*, 1998. **19**(7): p. 990-1003.
26. Brutsaert, DL and GW De Keulenaer, *Diastolic heart failure: a myth*. *Curr Opin Cardiol*, 2006. **21**(3): p. 240-8.
27. Cleland, JG, et al., *The EuroHeart Failure survey programme-- a survey on the quality of care among patients with heart failure in Europe. Part 1: patient characteristics and diagnosis*. *Eur Heart J*, 2003. **24**(5): p. 442-63.
28. McMurray, JJ and S Stewart, *Epidemiology, aetiology, and prognosis of heart failure*. *Heart*, 2000. **83**(5): p. 596-602.
29. Osterziel, K, *Medikamentöse Therapie der Herzinsuffizienz*. *Med Welt*, 2004. **55**: p. 367-373.
30. Bradley, DJ, et al., *Cardiac resynchronization and death from progressive heart failure: a meta-analysis of randomized controlled trials*. *Jama*, 2003. **289**(6): p. 730-40.
31. Packer, M, *The neurohormonal hypothesis: a theory to explain the mechanism of disease progression in heart failure*. *J Am Coll Cardiol*, 1992. **20**(1): p. 248-54.
32. Seta, Y, et al., *Basic mechanisms in heart failure: the cytokine hypothesis*. *J Card Fail*, 1996. **2**(3): p. 243-9.
33. Bozkurt, B, et al., *Pathophysiologically relevant concentrations of tumor necrosis factor-alpha promote progressive left ventricular dysfunction and remodeling in rats*. *Circulation*, 1998. **97**(14): p. 1382-91.
34. Thaik, CM, et al., *Interleukin-1 beta modulates the growth and phenotype of neonatal rat cardiac myocytes*. *J Clin Invest*, 1995. **96**(2): p. 1093-9.
35. Kubota, T, et al., *Dilated cardiomyopathy in transgenic mice with cardiac-specific overexpression of tumor necrosis factor-alpha*. *Circ Res*, 1997. **81**(4): p. 627-35.
36. Torre-Amione, G, et al., *Tumor necrosis factor-alpha and tumor necrosis factor receptors in the failing human heart*. *Circulation*, 1996. **93**(4): p. 704-11.
37. Torre-Amione, G, et al., *Proinflammatory cytokine levels in patients with depressed left ventricular ejection fraction: a report from the Studies of Left Ventricular Dysfunction (SOLVD)*. *J Am Coll Cardiol*, 1996. **27**(5): p. 1201-6.
38. Long, CS, *The role of interleukin-1 in the failing heart*. *Heart Fail Rev*, 2001. **6**(2): p. 81-94.
39. Rauchhaus, M, et al., *Plasma cytokine parameters and mortality in patients with chronic heart failure*. *Circulation*, 2000. **102**(25): p. 3060-7.
40. Baumgarten, G, P Knuefermann, and DL Mann, *Cytokines as emerging targets in the treatment of heart failure*. *Trends Cardiovasc Med*, 2000. **10**(5): p. 216-23.
41. von Haehling, S, et al., *Inflammatory biomarkers in heart failure revisited: much more than innocent bystanders*. *Heart Fail Clin*, 2009. **5**(4): p. 549-60.
42. Spiteri, MA, DG Cook, and SW Clarke, *Reliability of eliciting physical signs in examination of the chest*. *Lancet*, 1988. **1**(8590): p. 873-5.

43. Drazner, MH, et al., *Prognostic importance of elevated jugular venous pressure and a third heart sound in patients with heart failure*. N Engl J Med, 2001. **345**(8): p. 574-81.
44. Troughton, RW, et al., *Treatment of heart failure guided by plasma aminoterminal brain natriuretic peptide (N-BNP) concentrations*. Lancet, 2000. **355**(9210): p. 1126-30.
45. Hunt, SA, et al., *2009 focused update incorporated into the ACC/AHA 2005 Guidelines for the Diagnosis and Management of Heart Failure in Adults: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: developed in collaboration with the International Society for Heart and Lung Transplantation*. Circulation, 2009. **119**(14): p. e391-479.
46. Maisel, AS, et al., *Rapid measurement of B-type natriuretic peptide in the emergency diagnosis of heart failure*. N Engl J Med, 2002. **347**(3): p. 161-7.
47. Jourdain, P, et al., *Plasma brain natriuretic peptide-guided therapy to improve outcome in heart failure: the STARS-BNP Multicenter Study*. J Am Coll Cardiol, 2007. **49**(16): p. 1733-9.
48. Jaarsma, T, et al., *Development and testing of the European Heart Failure Self-Care Behaviour Scale*. Eur J Heart Fail, 2003. **5**(3): p. 363-70.
49. Chaudhry, SI, et al., *Patterns of weight change preceding hospitalization for heart failure*. Circulation, 2007. **116**(14): p. 1549-54.
50. *Effects of enalapril on mortality in severe congestive heart failure. Results of the Cooperative North Scandinavian Enalapril Survival Study (CONSENSUS). The CONSENSUS Trial Study Group*. N Engl J Med, 1987. **316**(23): p. 1429-35.
51. *Effect of enalapril on survival in patients with reduced left ventricular ejection fractions and congestive heart failure. The SOLVD Investigators*. N Engl J Med, 1991. **325**(5): p. 293-302.
52. Packer, M, et al., *Effect of carvedilol on survival in severe chronic heart failure*. N Engl J Med, 2001. **344**(22): p. 1651-8.
53. *The Cardiac Insufficiency Bisoprolol Study II (CIBIS-II): a randomised trial*. Lancet, 1999. **353**(9146): p. 9-13.
54. Hjalmarson, A, et al., *Effects of controlled-release metoprolol on total mortality, hospitalizations, and well-being in patients with heart failure: the Metoprolol CR/XL Randomized Intervention Trial in congestive heart failure (MERIT-HF). MERIT-HF Study Group*. Jama, 2000. **283**(10): p. 1295-302.
55. Pitt, B, et al., *The effect of spironolactone on morbidity and mortality in patients with severe heart failure. Randomized Aldactone Evaluation Study Investigators*. N Engl J Med, 1999. **341**(10): p. 709-17.
56. Rahimtoola, SH, *Digitalis therapy for patients in clinical heart failure*. Circulation, 2004. **109**(24): p. 2942-6.
57. McMurray, JJ, et al., *Clinical epidemiology of heart failure: public and private health burden*. Eur Heart J, 1998. **19 Suppl P**: p. P9-16.
58. Lloyd-Jones, DM, et al., *Lifetime risk for developing congestive heart failure: the Framingham Heart Study*. Circulation, 2002. **106**(24): p. 3068-72.
59. Sharpe, N and R Doughty, *Epidemiology of heart failure and ventricular dysfunction*. Lancet, 1998. **352 Suppl 1**: p. SI3-7.
60. Levy, D, et al., *Long-term trends in the incidence of and survival with heart failure*. N Engl J Med, 2002. **347**(18): p. 1397-402.
61. McMurray, JJ, et al., *Which inhibitor of the renin-angiotensin system should be used in chronic heart failure and acute myocardial infarction?* Circulation, 2004. **110**(20): p. 3281-8.
62. Havranek, EP, *Improving the outcomes of heart failure care: putting technology second*. J Am Coll Cardiol, 2005. **45**(10): p. 1665-6.

63. Cleland, JG, et al., *The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure*. N Engl J Med, 2005. **352**(15): p. 1539-49.
64. Galbreath, AD, et al., *Long-term healthcare and cost outcomes of disease management in a large, randomized, community-based population with heart failure*. Circulation, 2004. **110**(23): p. 3518-26.
65. Gonseth, J, et al., *The effectiveness of disease management programmes in reducing hospital re-admission in older patients with heart failure: a systematic review and meta-analysis of published reports*. Eur Heart J, 2004. **25**(18): p. 1570-95.
66. Kasper, EK, et al., *A randomized trial of the efficacy of multidisciplinary care in heart failure outpatients at high risk of hospital readmission*. J Am Coll Cardiol, 2002. **39**(3): p. 471-80.
67. Kimmelstiel, C, et al., *Randomized, controlled evaluation of short- and long-term benefits of heart failure disease management within a diverse provider network: the SPAN-CHF trial*. Circulation, 2004. **110**(11): p. 1450-5.
68. McAlister, FA, et al., *Multidisciplinary strategies for the management of heart failure patients at high risk for admission: a systematic review of randomized trials*. J Am Coll Cardiol, 2004. **44**(4): p. 810-9.
69. Phillips, CO, et al., *Comprehensive discharge planning with postdischarge support for older patients with congestive heart failure: a meta-analysis*. Jama, 2004. **291**(11): p. 1358-67.
70. Rich, MW, et al., *A multidisciplinary intervention to prevent the readmission of elderly patients with congestive heart failure*. N Engl J Med, 1995. **333**(18): p. 1190-5.
71. Stewart, S, JE Marley, and JD Horowitz, *Effects of a multidisciplinary, home-based intervention on unplanned readmissions and survival among patients with chronic congestive heart failure: a randomised controlled study*. Lancet, 1999. **354**(9184): p. 1077-83.
72. Stewart, S, et al., *Prolonged beneficial effects of a home-based intervention on unplanned readmissions and mortality among patients with congestive heart failure*. Arch Intern Med, 1999. **159**(3): p. 257-61.
73. Stromberg, A, et al., *Nurse-led heart failure clinics improve survival and self-care behaviour in patients with heart failure: results from a prospective, randomised trial*. Eur Heart J, 2003. **24**(11): p. 1014-23.
74. Cleland, JG, et al., *Noninvasive home telemonitoring for patients with heart failure at high risk of recurrent admission and death: the Trans-European Network-Home-Care Management System (TEN-HMS) study*. J Am Coll Cardiol, 2005. **45**(10): p. 1654-64.
75. Goldberg, LR, et al., *Randomized trial of a daily electronic home monitoring system in patients with advanced heart failure: the Weight Monitoring in Heart Failure (WHARF) trial*. Am Heart J, 2003. **146**(4): p. 705-12.
76. Doolittle, GC and RJ Spaulding, *Defining the needs of a telemedicine service*. J Telemed Telecare, 2006. **12**(6): p. 276-84.
77. Cowie, MR, et al., *Incidence and aetiology of heart failure; a population-based study*. Eur Heart J, 1999. **20**(6): p. 421-8.
78. Szucs, TD, *The growing healthcare burden of CHF*. J Renin Angiotensin Aldosterone Syst, 2000. **1 Suppl 1**: p. 2-6.
79. West, JA, et al., *A comprehensive management system for heart failure improves clinical outcomes and reduces medical resource utilization*. Am J Cardiol, 1997. **79**(1): p. 58-63.
80. Remme, WJ, et al., *Public awareness of heart failure in Europe: first results from SHAPE*. Eur Heart J, 2005. **26**(22): p. 2413-21.
81. Remme, WJ, et al., *Awareness and perception of heart failure among European cardiologists, internists, geriatricians, and primary care physicians*. Eur Heart J, 2008. **29**(14): p. 1739-52.

82. Boersma, E, et al., *Early thrombolytic treatment in acute myocardial infarction: reappraisal of the golden hour*. Lancet, 1996. **348**(9030): p. 771-5.
83. Drew, BJ, et al., *Pre-hospital synthesized 12-lead ECG ischemia monitoring with trans-telephonic transmission in acute coronary syndromes: pilot study results of the ST SMART trial*. J Electrocardiol, 2004. **37 Suppl**: p. 214-21.
84. Waldmann, A, et al., *The TeleGuard trial of additional telemedicine care in CAD patients. 2 Morbidity and mortality after 12 months*. J Telemed Telecare, 2008. **14**(1): p. 22-6.
85. Scalvini, S, et al., *Chronic heart failure home-based management with a telecardiology system: a comparison between patients followed by general practitioners and by a cardiology department*. J Telemed Telecare, 2006. **12 Suppl 1**: p. 46-8.
86. Capone, RJ, et al., *The effect of early prehospital transtelephonic coronary intervention on morbidity and mortality: experience with 284 postmyocardial infarction patients in a pilot program*. Am Heart J, 1984. **107**(6): p. 1153-60.
87. Patten M, MR, Bauer P, *Suppression of paroxysmal atrial tachyarrhythmias. Results of the SOPAT trial*. European Heart Journal, 2005. **25**: p. 1395-404.
88. Singh, BN, et al., *Amiodarone versus sotalol for atrial fibrillation*. N Engl J Med, 2005. **352**(18): p. 1861-72.
89. Senatore, G, et al., *Role of transtelephonic electrocardiographic monitoring in detecting short-term arrhythmia recurrences after radiofrequency ablation in patients with atrial fibrillation*. J Am Coll Cardiol, 2005. **45**(6): p. 873-6.
90. Raj, SR and RS Sheldon, *The implantable cardioverter-defibrillator: does everybody need one?* Prog Cardiovasc Dis, 2001. **44**(3): p. 169-94.
91. Vardas, PE, et al., *Guidelines for cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: The Task Force for Cardiac Pacing and Cardiac Resynchronization Therapy of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association*. Eur Heart J, 2007. **28**(18): p. 2256-95.
92. Seidl, K and J Senges, *Geographic differences in implantable cardioverter defibrillator usage*. J Cardiovasc Electrophysiol, 2002. **13**(1 Suppl): p. S100-5.
93. Res, JC, DA Theuns, and L Jordaens, *The role of remote monitoring in the reduction of inappropriate implantable cardioverter defibrillator therapies*. Clin Res Cardiol, 2006. **95 Suppl 3**: p. III17-21.
94. Scholten, MF, et al., *Twiddler's syndrome detected by home monitoring device*. Pacing Clin Electrophysiol, 2004. **27**(8): p. 1151-2.
95. Pedersen, SS, et al., *Concerns about the implantable cardioverter defibrillator: a determinant of anxiety and depressive symptoms independent of experienced shocks*. Am Heart J, 2005. **149**(4): p. 664-9.
96. Nielsen, JC, et al., *Automatic home monitoring of implantable cardioverter defibrillators*. Europace, 2008. **10**(6): p. 729-35.
97. Raatikainen, MJ, et al., *Remote monitoring of implantable cardioverter defibrillator patients: a safe, time-saving, and cost-effective means for follow-up*. Europace, 2008. **10**(10): p. 1145-51.
98. Heidbuchel, H, et al., *Potential role of remote monitoring for scheduled and unscheduled evaluations of patients with an implantable defibrillator*. Europace, 2008. **10**(3): p. 351-7.
99. Mair, FS, et al., *Recruitment difficulties in a home telecare trial*. J Telemed Telecare, 2006. **12 Suppl 1**: p. 26-8.
100. Jenkins, RL and M McSweeney, *Assessing elderly patients with congestive heart failure via in-home interactive telecommunication*. J Gerontol Nurs, 2001. **27**(1): p. 21-7.

101. Demiris, G, SM Finkelstein, and SM Speedie, *Considerations for the design of a Web-based clinical monitoring and educational system for elderly patients*. J Am Med Inform Assoc, 2001. **8**(5): p. 468-72.
102. Antonicelli, R, et al., *Impact of telemonitoring at home on the management of elderly patients with congestive heart failure*. J Telemed Telecare, 2008. **14**(6): p. 300-5.
103. Balk, AH, et al., *Tele-guidance of chronic heart failure patients enhances knowledge about the disease. A multi-centre, randomised controlled study*. Eur J Heart Fail, 2008. **10**(11): p. 1136-42.
104. Ades, PA, et al., *A controlled trial of cardiac rehabilitation in the home setting using electrocardiographic and voice transtelephonic monitoring*. Am Heart J, 2000. **139**(3): p. 543-8.
105. Mittag, O, et al., *Outcomes of cardiac rehabilitation with versus without a follow-up intervention rendered by telephone (Luebeck follow-up trial): overall and gender-specific effects*. Int J Rehabil Res, 2006. **29**(4): p. 295-302.
106. Maric, B, et al., *A systematic review of telemonitoring technologies in heart failure*. Eur J Heart Fail, 2009. **11**(5): p. 506-17.
107. de Lusignan, S, et al., *Compliance and effectiveness of 1 year's home telemonitoring. The report of a pilot study of patients with chronic heart failure*. Eur J Heart Fail, 2001. **3**(6): p. 723-30.
108. Jerant, AF, R Azari, and TS Nesbitt, *Reducing the cost of frequent hospital admissions for congestive heart failure: a randomized trial of a home telecare intervention*. Med Care, 2001. **39**(11): p. 1234-45.
109. van der Wal, MH, T Jaarsma, and DJ van Veldhuisen, *Non-compliance in patients with heart failure; how can we manage it?* Eur J Heart Fail, 2005. **7**(1): p. 5-17.
110. Cleland, JG, et al., *Management of heart failure in primary care (the IMPROVEMENT of Heart Failure Programme): an international survey*. Lancet, 2002. **360**(9346): p. 1631-9.
111. Mahjoub, H, et al., *Long-term survival in patients older than 80 years hospitalised for heart failure. A 5-year prospective study*. Eur J Heart Fail, 2008. **10**(1): p. 78-84.
112. Schmidt, S, et al., *Acceptance of telemonitoring to enhance medication compliance in patients with chronic heart failure*. Telemed J E Health, 2008. **14**(5): p. 426-33.
113. Capomolla, S, et al., *Cost/utility ratio in chronic heart failure: comparison between heart failure management program delivered by day-hospital and usual care*. J Am Coll Cardiol, 2002. **40**(7): p. 1259-66.
114. Louis, AA, et al., *A systematic review of telemonitoring for the management of heart failure*. Eur J Heart Fail, 2003. **5**(5): p. 583-90.

V Anhang

Anhang 1: Lebenslauf	XIV
Anhang 2: Veröffentlichungen	XV
Anhang 3: Erklärung	XVIII
Anhang 4: Danksagung	XIV

Anhang 1: Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Anhang 2: Veröffentlichungen

A) Originalarbeiten:

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Jaster M, Schultheiss H-P: Impact of telemedical care on morbidity in mild-to-moderate chronic heart failure. *Cardiology* 2008; 109: 111: 134 – 139

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Rauch U, Schultheiss H-P: Utilization of telemedical services by heart disease patients following hospitalization: identification of indications. *J Telemed Telecare* 2008; 14: 178 – 181

B) Artikel in Symposiumsbänden:

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Jaster M, Russ D, Wähner M, Schultheiss H-P: Telemedizinische Betreuung von Patienten mit Herzinsuffizienz. *Biomed Tech* 2006; 51 (Proceedings): V68

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Rauch U, Schultheiss H-P: Poststationäre Inanspruchnahme telemedizinischer Dienste durch kardiologische Patienten. *Biomed Tech* 2007; 52 (Proceedings): Nr. 49041

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Rauch U, Wähner M, Schultheiss H-P: Indikationen zur poststationären häuslichen telemedizinischen Betreuung und Überwachung von Herzpatienten. In: VDE, AAL, BMBF: Ambient Assisted Living. 1. Deutscher Kongress mit Ausstellung / Technologien – Anwendungen – Management / Tagungsband. VDE-Verlag, Berlin 2008, 99 – 101

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Jaster M, Russ D, Schultheiss H-P: Telemedizinische Betreuung und Überwachung von Patienten mit gering- bis mittelgradiger chronischer Herzinsuffizienz in ihrer häuslichen Umgebung. In: VDE, AAL, BMBF: Ambient Assisted Living. 1. Deutscher Kongress mit Ausstellung / Technologien – Anwendungen – Management / Tagungsband. VDE-Verlag, Berlin 2008, 443 – 445

C) Abstracts von Kongressbeiträgen:

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Jaster M, Schultheiss H-P: Telemedizinische Betreuung zur Senkung der Morbidität bei Patienten mit gering- bis mittelgradiger chronischer Herzinsuffizienz. Med Klinik 2007; 102 (Abstract-Band): 11 – 12

113. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin in Wiesbaden vom 14. bis 18.04.2007

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Jaster M, Schultheiss H-P: Staged telemedical service for patients with mild-to-moderate congestive heart failure. Eur J Heart Fail 2007; 6 (Suppl. 1): 63

Internationale Jahrestagung “Heart Failure 2007” der European Society of Cardiology in Hamburg vom 09. bis 12.06.2007

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Jaster M, Schultheiss H-P: Telemedical care and monitoring to reduce morbidity in patients with NYHA class II and III heart failure. Eur Heart J (Suppl.) 2007; 28 (Abstract Suppl.): 788

Jahreskongress der European Society of Cardiology in Wien vom 01. bis 05.09.2007

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Rauch-Kröhnert U, Schultheiss H-P: Welche kardiologischen Patienten profitieren von einer telemedizinischen Betreuung nach stationärer Behandlung? Clin Res Cardiol 2008; 97 (Suppl. 1): KN979

74. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie in Mannheim vom 27. bis 29.03.2008

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Jaster M, Schultheiss H-P: Senkung der Mortalität bei gering- bis mittelgradiger chronischer Herzinsuffizienz durch telemedizinische Betreuung und Überwachung. Clin Res Cardiol 2008; 97 (Suppl. 1): P1166

74. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie in Mannheim vom 27. bis 29.03.2008

D) Weitere Tagungsbeiträge:

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Jaster M, Russ D, Wähler M, Schultheiss H-P: Telemedizinische Betreuung von Patienten mit Herzinsuffizienz.

Vortrag auf der Gemeinsamen Jahrestagung der Schweizerischen, Deutschen und Österreichischen Gesellschaft für Biomedizinische Technik in Zürich vom 06. bis 09.09.2006

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Rauch U, Schultheiss H-P Poststationäre telemedizinische Betreuung in der Kardiologie.

Beitrag zum "21. Treffpunkt Medizintechnik" der Technologiestiftung Berlin auf dem Campus Virchow-Klinikum der Charité – Universitätsmedizin Berlin am 14.06.2007

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Jaster M, Schultheiss H-P: Abgestufte telemedizinische Betreuung zur Senkung der Morbidität bei gering- bis mittelgradiger chronischer Herzinsuffizienz.

Beitrag zum "21. Treffpunkt Medizintechnik" der Technologiestiftung Berlin auf dem Campus Virchow-Klinikum der Charité – Universitätsmedizin Berlin am 14.06.2007

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Rauch U, Schultheiss H-P: Poststationäre Inanspruchnahme telemedizinischer Dienste durch kardiologische Patienten.

Beitrag zur 41. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Biomedizinische Technik in Aachen vom 26. bis 29.09.2007

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Jaster M, Russ D, Schultheiss H-P: Telemedizinische Betreuung und Überwachung von Patienten mit gering- bis mittelgradiger chronischer Herzinsuffizienz in ihrer häuslichen Umgebung.

Vortrag auf dem 1. Deutschen AAL-Kongress des BMBF und des VDE in Berlin vom 30.01. bis 01.02.2008

Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, Rauch U, Wähler M, Schultheiss H-P: Indikationen zur poststationären häuslichen telemedizinischen Betreuung und Überwachung von Herzpatienten.

Beitrag zum 1. Deutschen AAL-Kongress des BMBF und des VDE in Berlin vom 30.01. bis 01.02.2008

Anhang 3: Erklärung

„Ich, Paul Kühnelt, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Klinische Bedeutung der Telemedizin bei kardiologischen Patienten“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

.....

Datum

.....

Unterschrift

Anhang 4: Danksagung

Herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn PD Dr. Andreas Morguet für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und für die hervorragende Betreuung, die sich durch viele Anregungen, Diskussionen und die Ansprechbarkeit bei allen Problemen auszeichnete.

Mein Dank gilt weiterhin Frau Antje Kallel für die besondere Unterstützung bei der Patientenrekrutierung und Datenerfassung.

Schließlich danke ich meiner Freundin und meiner Familie. Sie haben mich alle beim Schreiben stets bestärkt und motiviert.