

¹Medizinische Klinik und Poliklinik II, Universitätsklinikum Bonn,

²Klinik für Innere Medizin I, Klinikum Chemnitz gGmbH,

³Klinik für Innere Medizin I, Kardiologie, Pulmologie und Angiologie, Städtisches Klinikum Brandenburg,

⁴Medizinische Klinik II, Klinikum Kassel GmbH,

⁵Klinik für Kardiologie, Pneumologie und Internistische Intensivmedizin, Klinikum Schwabing, Städtisches Klinikum München GmbH,

⁶Zentrum für Innere Medizin, Universitätsklinikum Leipzig,

⁷Innere Medizin III (Kardiologie, Angiologie und Pulmologie), Universitätsklinikum Heidelberg.

Telemedizin in der Kardiologie – Relevanz für die Praxis?!

Jörg O. Schwab¹, Axel Müller², Michael Oeff³, Jörg Neuzner⁴, Stefan Sack⁵, Dietrich Pfeiffer⁶, Christian Zugck⁷, Nucleus der Arbeitsgruppe Telemonitoring der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie, Herz- und Kreislaufforschung

Zusammenfassung

Der deutliche Zuwachs an Patienten mit chronischen Erkrankungen bei gleichzeitig verbesserungswürdiger Koordination der unterschiedlichen Versorgungsebenen (mit diskontinuierlichen Prozessen und Redundanzen) resultiert in steigenden Belastungen für das deutsche Gesundheitssystem. Aktuelle technische Entwicklungen bieten bereits eine realistische Basis, Telemonitoring als zentrales Service- und Informationstool zu implementieren und als Instrument

zur Steuerung von Informations- und Datenfluss zwischen Patient, Krankenhaus und niedergelassenem Arzt zu nutzen. Der Fokus dieses Artikels liegt auf der Anwendung dieser innovativen Technologie auf dem Feld der Herzrhythmusstörungen, der Versorgung von Patienten mit Herzinsuffizienz sowie der Anwendung im Bereich der Betreuung von Patienten mit elektrischer Implantation (Herzschrittmacher, implantierbarer Kardioverter-Defibrillator) im Hinblick auf die Nutzung in Klinik und Praxis.

Latest Proceedings: Remote Medicine – Ready for Clinical Practice?!

Abstract

Changes in the demographic structure, increasing multimorbidity in connection with a rise in the number of chronic illnesses and the absence of an effective coordination of the different levels of health-care services with its discontinuous processes and redundancies will increase the economic burdens in the German health-care system. Recent developments and appropriate logistic premises nowadays offer a realistic basis for implementing remote medicine

as a central service and information tool as well as an instrument controlling the information and data flow between patient, hospital and medical practitioner. This article highlights current and future strategies including diagnostic and therapeutic options. The focus will concentrate on patients with heart rhythm disturbances, advanced congestive heart failure, and patients with implantable devices, i.e., pacemaker and implantable cardioverter defibrillator (ICD).

Schlüsselwörter:

Telemedizin · Telekardiologie · Herzrhythmusstörungen · Chronische Herzinsuffizienz · ICD-Therapie

Herz 2008;33:420–30

DOI 10.1007/s00059-008-3147-8

Key Words:

Remote medicine · Telemonitoring · Heart rhythm disorders · Congestive heart failure · ICD therapy

Einleitung

Die Telemedizin überwindet die örtliche Distanz zwischen Patient und Arzt durch den Einsatz innovativer Kommunikationstechnologie. Das erste Standbein befand sich in den 90er Jahren in der Radiologie, als zum ersten Mal digitalisierte Bilder einer Computertomographie über die Telekommunikationskanäle versandt wurden. Weitere Aspekte werden in telematischen Anwendungen wie der elektronischen Patientenakte und Gesundheitskarte realisiert und gewinnen sozioökonomisch deutlich an Gewicht. Darüber hinaus kann die Telemedizin zur Fort- und Weiterbildung von medizinischem Personal verwandt werden.

In der Inneren Medizin, und hier speziell in der Kardiologie, wird die Telemedizin sowohl im Bereich der Diagnostik als auch in der Therapie eingesetzt. Das klar formulierte Ziel liegt darin, durch telemedizinische Anwendungen zum einen eine direkte zeitnahe Intervention am Patienten zu

erreichen und zum anderen im Rahmen der Diagnostik über Jahre hinweg geklagte Palpitationen erstmals in adäquater Aufzeichnungsqualität zu dokumentieren.

Im vorliegenden Beitrag werden bereits etablierte telemedizinische Anwendungen auf dem Gebiet der Telekardiologie dargestellt. Des Weiteren sollen die jeweiligen Unterpunkte bisherige Studien, Situation in Deutschland und Perspektiven in der Umsetzung telemedizinischer Konzepte kritisch beleuchtet werden.

Telemedizinische Diagnostik und Überwachung bei Patienten mit Herzrhythmusstörungen

Telemedizinische Konzepte haben sich in den letzten Jahren in der Diagnostik und zur Überwachung von Patienten mit Herzrhythmusstörungen zunehmend etablieren können.

Hintergrund

Grundsätzlich muss zwischen der telemedizinischen Diagnostik von Herzrhythmusstörungen (Tele-EKG-Diagnostik) und der Überwachung von Patienten mit Herzrhythmusstörungen (Tele-EKG-Monitoring) unterschieden werden. Bei vielen Patienten besteht eine fragliche Korrelation zwischen der Herzrhythmusstörung und der häufig unspezifischen klinischen Symptomatik. Die Patienten sind oft während der 24-h-Langzeit-EKG-Aufzeichnung asymptomatisch. Beschwerden wie Herzrasen, Palpitationen oder Schwindel treten intermittierend und teilweise selten auf. Zum anderen bleiben viele schwerwiegende Herzrhythmusstörungen wegen ihrer geringen oder fehlenden Symptomatik unerkant. In klinischen Studien (PAFAC, SOPAT) waren nur 30–46% der Episoden mit paroxysmalem Vorhofflimmern für die Patienten symptomatisch [1, 2]. Durch die klinische Symptomatik allein ist paroxysmales Vorhofflimmern nicht sicher zu diagnostizieren.

Auch mit einer häufig durchgeführten 24-h-Langzeit-EKG-Aufzeichnung kann ein paroxysmales Vorhofflimmern nicht sicher erkannt werden [3].

Entwicklungen

Aus diesen Überlegungen heraus wurden bereits Ende der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts externe Loop-Rekorder zur Erkennung von Herzrhythmusstörungen eingesetzt. Mit einem 320 g schweren Loop-Rekorder konnten bei entsprechenden Beschwerden patientengetriggert 80 s lange EKGs (70 s Prä- und 10 s Postzeit) aufgezeichnet werden. Die gespeicherten EKGs wurden nach 1 Woche über ein EKG-Gerät ausgedruckt. Der Vorteil des externen Loop-Rekorders lag in der Erkennung der initialen Sequenz der Herzrhythmusstörung und der Erfassung von kurzen Phasen mit Herzrhythmusstörungen [4]. Aufgrund des hohen Gewichts und der Probleme beim Handling haben sich diese Geräte zunächst nicht etablieren können. Neue Optionen ergaben sich durch die zunehmende Verkleinerung der Geräte und die Möglichkeit zur zeitnahen transtelefonischen Übertragung der EKGs (Tele-EKG-Diagnostik). Durch die digitale Umwandlung des EKG-Signals gelingt eine weitestgehend verlustfreie EKG-Übertragung. Die Tele-EKGs werden dem Arzt als Fax oder E-Mail (PDF-Datei) präsentiert. Heute stehen Post-Event-Rekorder (EKG-Monitoring-Karten) und Loop-Rekorder zur Verfügung. Damit sind Übertragungen von Ein-, Zwei-, Drei- oder Zwölf-Kanal-EKGs möglich. Mit dem Tele-EKG können neben der Herzfrequenz und dem Herzrhythmus auch die PQ-Zeit, QRS-Breite und QT-Zeit bestimmt werden. Im modifizierten Zwölf-Kanal-Tele-EKG sind infarkttypische ST-Strecken-

Veränderungen erkennbar. Damit kann ein ST-Hebungsinfarkt diagnostiziert werden [5]. Die Übertragung der Tele-EKGs kann durch den Patienten getriggert oder automatisch erfolgen. Zum Teil können die Loop-Rekorder auch Bradykardien, Tachykardien, Pausen oder Vorhofflimmern automatisch erkennen (Autotrigger) und über Mobilfunk senden (Autotransfer). Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für die automatische Detektion und Übertragung einer supraventrikulären Tachykardie mit einem Ein-Kanal-Loop-Rekorder.

Anwendungen

Der Vorteil der Loop-Rekorder mit individuell einstellbaren Autotriggern (z.B. für Bradykardie, Tachykardie, Pausen oder Vorhofflimmern) besteht neben der Möglichkeit zur manuellen patientengetriggerten Speicherung in der automatischen Detektion von Herzrhythmusstörungen, die besonders bei gering symptomatischen bzw. asymptomatischen Patienten von Bedeutung ist. Der Nachteil der Loop-Rekorder ist die EKG-Ableitung über Klebeelektroden. Bei den sehr kompakten EKG-Monitoring-Karten erfolgt die EKG-Ableitung üblicherweise durch direkten Hautkontakt über Metallelektroden. Die EKG-Monitoring-Karten können mehrere EKGs speichern, die später über Festnetz oder Mobilfunk übertragen werden. Der Patient muss jedoch während der klinischen Symptomatik in der Lage sein, dass EKG selbst abzuleiten. Voraussetzung für den Einsatz dieser Post-Event-Rekorder ist eine über eine bestimmte Zeit (mehrere Minuten) andauernde klinische Symptomatik. In Abbildung 2 ist ein mög-



Abbildung 1. Ein-Kanal-Tele-EKG – automatische Detektion und transtelefonische Übertragung einer kurzen supraventrikulären Tachykardie (Pfeil) mit einem Loop-Rekorder.

Figure 1. Single-channel ECG recording demonstrating automatic detection of a remotely transmitted supraventricular tachyarrhythmia (arrow) by using a loop-recording system.

licher diagnostischer Weg für die Abklärung von Symptomen bzw. symptomatischen Herzrhythmusstörungen skizziert.

Der Einsatz telemedizinischer Geräte erscheint besonders zur Abklärung von Herzrhythmusstörungen im ambulanten Bereich sinnvoll. Die Patienten können längere Zeit eine EKG-Monitoring-Karte erhalten, was besonders bei Patienten mit seltenen Herzrhythmusstörungen oder Symptomen sinnvoll ist. Die Qualität der aufgezeichneten und übertragenen Tele-EKGs eignet sich zur Sicherung der Diagnose und dient damit als Basis für therapeutische Interventionen.

Die Integration der Tele-EKG-Aufzeichnung in ein Mobiltelefon mit Global-Positioning-System-(GPS-)Funktion erweitert die Möglichkeiten. Durch die Einbeziehung eines telemedizinischen Servicecenters und die GPS-Ortung besteht eine Notfalloption. Diese Strategie wird mit dem Herz-Handy®-Konzept verfolgt [6]. Mit dem Herz Handy® können gleichzeitig EKG-Veränderungen und klinische Symptome an ein telemedizinisches Servicecenter übertragen werden. Über einen Notruftknopf ist eine direkte Kontaktaufnahme mit dem Servicecenter möglich. Durch die integrierte GPS-Funktion kann der Patient im Notfall geortet werden. Durch dieses Konzept können eine patientenbedingte Verzögerung der Alarmierung des Rettungsdiensts verringert, aber auch unnötige Notarzteinsätze vermieden werden. Zum anderen wird

dem Wunsch der chronisch kranken Patienten nach mehr Mobilität und Sicherheit entsprochen [6].

Ein zweiter wichtiger Aspekt zum Einsatz der Telemedizin bei Patienten mit Herzrhythmusstörungen ist die Überwachung von Patienten (Tele-EKG-Monitoring). Das betrifft Patienten nach therapeutischen Eingriffen (Kardioversion, Katheterablation) oder zur Kontrolle nach Medikamenteneinstellungen [1, 7, 8]. Eine Überlegenheit der Tele-EKG-Diagnostik im Vergleich zum 24-h-Langzeit- und zum Zwölf-Kanal-Standard-EKG zur Erkennung von Rezidiven konnte bei Patienten nach Katheterablation wegen Vorhofflimmern nachgewiesen werden [7]. Durch den Einsatz von Tele-EKG-Monitoring könnte auch die Einstellung von Patienten auf Antiarrhythmika (z.B. Amiodaron) durch eine zeitnahe Erkennung proarrhythmischer Effekte sicherer gestaltet werden.

Ausblicke

Eine andere Anwendungsmöglichkeit des Tele-EKG-Monitorings ist die Überwachung von Patienten mit koronarer Herzkrankheit im Rahmen der kardiologischen Rehabilitation. So konnten Patienten mit koronarer Herzkrankheit im Rahmen der Rehabilitation effektiv telemedizinisch (EKG-Monitoring, Sprachkontakt) beim Ergometertraining im häuslichen Bereich betreut werden [9].

Weitere Anwendungen sind in der Überwachung von Patienten mit akutem Koronarsyndrom im Krankenhaus und im häuslichen Bereich denkbar (mobiles EKG-Monitoring). Dies könnte eine frühzeitige Mobilisierung und Entlassung aus dem Krankenhaus ermöglichen. Zusätzlich lässt sich dadurch das Sicherheitsgefühl der Patienten erhöhen.

Das Ziel in der Therapie von Patienten mit Vorhofflimmern besteht u.a. in einer Verhinderung thromboembolischer Komplikationen (Schlaganfall, periphere Embolie) durch eine entsprechende Antikoagulation [10]. Aktuelle Untersuchungen haben gezeigt, dass bei Patienten mit Vorhofflimmern Defizite im Wissen über die Erkrankung und im eigenen Krankheitsmanagement (z.B. regelmäßige Pulskontrolle) bestehen [11]. Durch ein telemedizinisches Gerinnungsmanagement mit Patientenselbstkontrolle und telemedizinischer Überwachung der International-Normalized-Ratio-(INR-)Werte sowie der Einstellung auf Cumarine und Beratung der Patienten könnten eine bessere Effektivität der Antikoagulation und eine Verringerung von Komplikationen (Blutungen) erreicht werden [12].

Trotz aller Fortschritte in der Geräteentwicklung und der Kommunikationstechnik sowie allen Optimismus bleiben einige Fragen in Bezug auf die Tele-EKG-Diagnostik und das Tele-EKG-Monito-

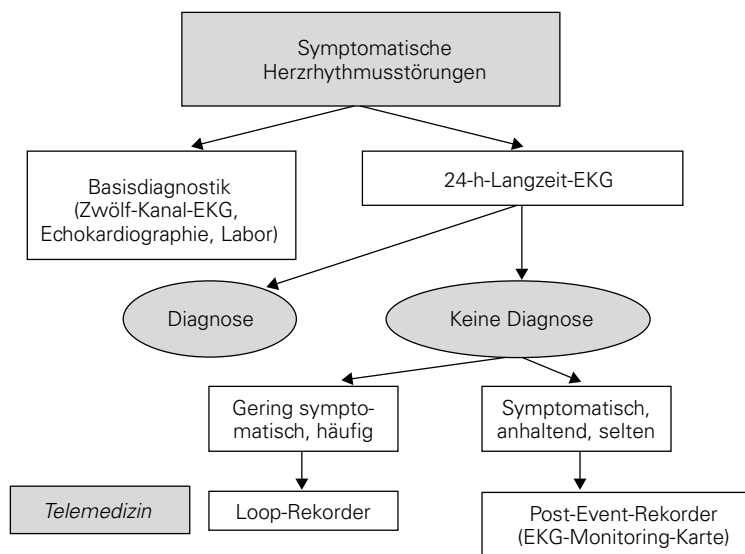


Abbildung 2. Schema zur Diagnostik symptomatischer Herzrhythmusstörungen: Einsatz der Telemedizin bei Patienten mit gering symptomatischen und häufigen Rhythmusstörungen mittels Loop-Rekorder und bei Patienten mit symptomatischen und anhaltenden, aber seltenen Herzrhythmusstörungen mittels Post-Event-Rekorder (EKG-Monitoring-Karten).

Figure 2. Suggested algorithm for remote monitoring (loop recorder) of patients with symptomatic and often occurring heart rhythm disorders.

ring offen. Die meisten klinischen Untersuchungen mit Tele-EKGs zur Diagnostik und Überwachung von Patienten mit Herzrhythmusstörungen wurden im Rahmen großer klinischer Studien insbesondere bei Patienten mit Vorhofflimmern (PAFAC, SOPAT) durchgeführt. Die Patienten übertrugen in den Studien täglich ein Tele-EKG nach dem Zufallsprinzip [1, 2]. Systematische Untersuchungen zur Frequenz der Tele-EKG-Aufzeichnungen wurden nicht vorgenommen. Zum anderen fehlen große klinische Studien, um den Vorteil und das Kosten-Nutzen-Verhältnis einer Tele-EKG-Diagnostik zur Abklärung von Symptomen (z.B. auch Synkopen) und symptomatischen Herzrhythmusstörungen oder des Tele-EKG-Monitorings zu belegen. Die Möglichkeiten der Tele-EKG-Diagnostik bzw. des Tele-EKG-Monitorings scheinen dabei bei Weitem noch nicht ausgeschöpft (z.B. Kombination eines telemedizinischen EKG-Monitorings und Gerinnungsmanagements bei Patienten mit Vorhofflimmern). Wünschenswert und notwendig erscheinen deshalb klinische Studien oder Untersuchungen im Rahmen der Versorgungsforschung auf diesem Gebiet.

Telemedizin bei Herzinsuffizienz?

Die Herzinsuffizienz stellt ein bedeutendes klinisches und gesundheitsökonomisches Problem dar. Dennoch bleibt die Umsetzung neuer, den Krankheitsverlauf günstig beeinflussender Therapiestrategien im Praxisalltag meist unzureichend [13].

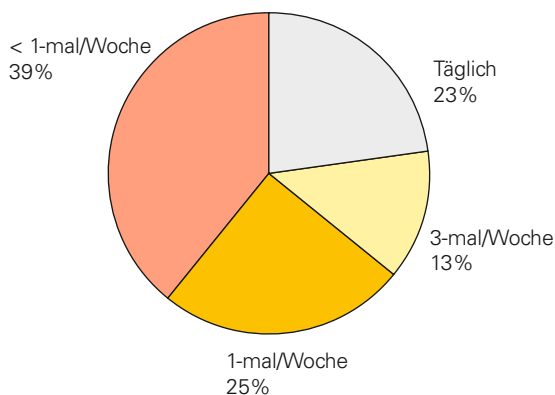
Inzidenz und Prävalenz der Herzinsuffizienz haben in den vergangenen Jahrzehnten in Deutschland wie auch in anderen westlichen Industrieländern stetig zugenommen und sind weiter im Ansteigen begriffen. Man nimmt an, dass derzeit ca. 1,8 Mio. Menschen in Deutschland an einer chronischen Herzinsuffizienz leiden und jährlich 200 000–300 000 Patienten neu hinzukommen [14]. Trotz der Etablierung neuer, die Prognose verbessernder Therapiestrategien wie z.B. des Einsatzes von β -Blockern, ACE-Hemmern, AT_1 -Rezeptor-Blockern und Aldosteronantagonisten ist die Lebenserwartung herzinsuffizienter Patienten weiterhin deutlich eingeschränkt und entspricht in fortgeschrittenen Stadien mit einer 1-Jahres-Letalität von bis zu 50% der von Patienten mit einem Tumorleiden [15]. Herzinsuffizienz ist mit einer progredienten Abnahme von Lebensqualität und körperlicher Leistungsfähigkeit verbunden. Häufige Hospitalisierungen, lange Phasen von Arbeitsunfähigkeit sowie eine hohe Rate an krankheitsbedingter Erwerbsunfähigkeit haben erhebliche gesundheitsökonomische und gesamtwirtschaftliche Konsequenzen. Allein die direkten Kosten der stationären Behandlung herzinsuffizienter Patienten belaufen sich in Deutschland auf

ca. 2,7 Mrd. Euro pro Jahr [16]. Der Hauptanteil dieser Kosten (70%) entfällt nicht auf medikamentöse Versorgung oder teure Interventionen, wie Schrittmacher/Defibrillatoren oder Herztransplantationen, sondern vielmehr auf die zahlreichen Krankenhausaufenthalte herzinsuffizienter Patienten. Dem Krankenhausreport ist zu entnehmen, dass die durchschnittliche Verweildauer herzinsuffizienter Patienten aktuell noch immer > 14 Tage beträgt [16]. Hochrechnungen gehen von einer ca. 30%igen Zuwachsrate der stationären Fälle aus, wobei diese insbesondere die > 65-jährigen Patienten betrifft [17].

Es ist unumstritten, dass sich durch eine leitlinienkonforme medikamentöse Therapie der Krankheitsverlauf bei Patienten mit einer systolischen Herzinsuffizienz günstig beeinflussen, die Hospitalisierungsrate quantitativ senken und die Prognose herzinsuffizienter Patienten signifikant verbessern lassen [18–20]. In der Praxisrealität werden die Leitlinien allerdings nur unzureichend umgesetzt, wie in eigenen Untersuchungen, aber auch in einer europaweit durchgeführten Erhebung (IMPROVEMENT-HF [21]) gezeigt werden konnte. Eine leitliniengerechte Therapie stellt hohe Anforderungen an die Compliance der Patienten. Neben der spezifischen Medikation zur Behandlung der Herzinsuffizienz (oft drei bis fünf Substanzklassen) benötigen herzinsuffiziente Patienten häufig weitere Medikamente u.a. für die Antikoagulation sowie für Komorbiditäten. Es ist jedoch bekannt, dass bereits bei drei verschiedenen Medikamenten pro Tag die Adhärenz bei lediglich 70% liegt [22]. In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass ein Großteil kardialer Dekompensationen und daraus resultierender Rehospitalisierungen herzinsuffizienter Patienten auf fehlendes Wissen über Erkrankung und Medikation sowie auf mangelnde Compliance zurückzuführen ist [23–29]. Ferner erschweren immer kürzer werdende Liegezeiten in den Akutkrankenhäusern eine leitlinienkonforme Umsetzung der Pharmakotherapie, so dass eine individuelle Aufklärung und Schulung der Patienten dort kaum umgesetzt werden können. Insofern verwundert es auch nicht, dass nur etwa jeder vierte herzinsuffiziente Patient die einfachste Empfehlung, sich täglich zu wiegen, konsequent durchführt [23] (s. Abbildung 3). Darüber hinaus interpretieren selbst Patienten, die hinsichtlich ihrer klinisch manifesten Herzinsuffizienz aufgeklärt sind, die Symptome einer klinischen Verschlechterung (z.B. eine rasche Gewichtszunahme) häufig falsch oder wollen diese nicht wahrhaben [30]. Bis zu 50% aller stationären Aufnahmen könnten aber verhindert werden [24, 25], wenn Patient und behandelnder Arzt rechtzeitig und adäquat auf Symptome einer beginnenden kardialen Dekompensation reagieren würden.

Abbildung 3. Repräsentative Verteilung zur Regelmäßigkeit einer Gewichtskontrolle bei 491 herzinsuffizienten Patienten (modifiziert nach [23]).

Figure 3. Distribution of weight control in a cohort of congestive heart failure patients [modified from [23]].



Maßnahmen zur Optimierung des Managements von herzinsuffizienten Patienten sollten sich daher nicht nur auf eine verbesserte Umsetzung medikamentöser Therapiestrategien beschränken, sondern auch Ansätze umfassen, die es ermöglichen, rascher auf Veränderungen des klinischen Zustands zu reagieren. Um dem Patienten hierdurch ein größeres Maß an Sicherheit im Umgang mit seiner Erkrankung bieten zu können, scheint ein künftig besser koordinierter, multidisziplinärer Ansatz unter Einbeziehung von Hausarzt, Facharzt, Akutkrankenhaus und Rehabilitationseinrichtung erforderlich. In dieser Konzeption ist Telemonitoring als integrierter Baustein einer übergeordneten Behandlungsstrategie im Rahmen einer medizinischen Dienstleistungskette zu verstehen, der den Wissenstransfer vereinfacht, die Möglichkeiten der Diagnostik verbessert, Behandlungsstrategien konzentriert und koordiniert, Überversorgung verhindert und den Informationsfluss zwischen Patient, Krankenhaus und niedergelassenem Arzt steuern und optimieren kann (Abbildung 4).

Studienergebnisse zum Disease-Management bei Herzinsuffizienz

Entscheidend für den Erfolg jedes sog. Disease-Management-Programms (DMP) ist neben der Intensität der Intervention auch die Zeitdauer, über die ein DMP wirksam wird. In der Metaanalyse von Roccaforte et al. [26] erzielten multidisziplinäre Interventi-

onen über einen Zeitraum von 3–6 Monaten bessere Effekte bezüglich Mortalität und Morbidität als kurz dauernde Programme (< 3 Monate). Wie anzunehmen und mittlerweile durch die Arbeit von Ojeda et al. belegt, verflüchtigen sich innerhalb von 1 Jahr die initial positiven Effekte auf Compliance, Morbidität und Mortalität der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe eines zuvor erfolgreich durchgeführten DMP [31]. Obwohl in unlängst publizierten Metaanalysen ein signifikanter klinischer, prognostischer (NNT [„number needed to treat“] = 34) und gesundheitsökonomischer Nutzen [26, 32] solcher multidisziplinären Programme belegt werden konnte, erhalten nach wie vor die wenigsten herzinsuffizienten Patienten ein entsprechendes Betreuungsangebot.

In den letzten Jahren wurden bereits verschiedene Ansätze speziell auch zur telematischen Versorgung der Herzinsuffizienz erprobt und klinische Studien – mit überwiegend positiven Ergebnissen – durchgeführt.

Wie sinnvoll schon das telematische Gewichtsmessung von Patienten mit Herzinsuffizienz ist, wies bereits eine amerikanische Studie (WHARF Trial) im Jahre 2003 nach. Es zeigte sich, dass die Kosten für die Therapie der Herzinsuffizienz um mindestens 30% reduziert werden konnten. Gleichzeitig sank die Mortalität der telemedizinisch betreuten Patienten um bis zu 57% [33]. Die transtelefonische Übermittlung von Vitalparametern führte in der bislang größten randomisierten Studie (TEN-HMS) ebenfalls zu einer signifikanten Mortalitätsreduktion und tendenziell auch zu einer Abnahme der Hospitalisierungszeit [34].

Studienergebnisse aus Deutschland

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen mittlerweile auch mehrere kontrollierte Studien in Brandenburg [35], Berlin [36], Bayern (München [37] und Fürth [38]) sowie Baden-Württemberg (Heidelberg [13]). Weitere Daten von randomisierten Studienergebnissen aus Deutschland wurden bereits vorgestellt (Heidelberg [39] und werden 2009 erwartet (Berlin [40])).

Erste gesundheitsökonomische Analysen an 478 Patienten ergaben [13, 41], dass die telemedizinische Betreuung zwar zunächst eine erhöhte Inanspruchnahme von ambulanten Leistungen verursachen kann, aber signifikant höhere Einsparungen im stationären Sektor ermöglicht. Mittels Markov-Modell konnte nachgewiesen werden, dass die Kosten für stationäre Aufenthalte einschließlich Rehabilitation bei telemedizinisch betreuten Patienten von rund 5 800 Euro auf rund 2 700 Euro sanken. Dabei betrug der Beobachtungszeitraum 6 Monate. Da die Gesamtkosten (Markov-Modell) trotz zusätzlicher Systemkosten niedriger als ohne Telemedizin sind, konnte eine Kosteneffizienz der telemedizinischen

Abbildung 4. Konzept einer telemedizinischen Betreuung zur Therapieoptimierung bei Patienten mit Herzinsuffizienz (aus [13], mit freundlicher Genehmigung der Fa. PHTS, Düsseldorf).

Figure 4. Optimized algorithm for remote care and optimization of therapy for patients with congestive heart failure (modified from [13]).



Betreuung in Deutschland nachgewiesen werden [41]. Ähnliche Ergebnisse erbrachte eine weitere Studie, bei der nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 12 Monaten in der telemedizinischen Interventionsgruppe eine Reduktion der Krankenhaustage um 48% ($p = 0,01$) und der Krankenhauskosten um 7 128 Euro ($p = 0,01$) nachgewiesen wurde. Darüber hinaus fühlte sich ein sehr hoher Prozentsatz der Patienten durch die erhöhte Sicherheit im Rahmen der telemedizinischen Dienstleistung besser betreut und bewältigte die mit der Grunderkrankung einhergehenden Ängste besser. Nur etwa 13% aller Patienten sahen durch die Telemedizin den Kontakt zu ihrem primär betreuenden Arzt beeinträchtigt [42].

Ausblick und Perspektiven zur Telemedizin bei Herzinsuffizienz

Die aufgeführten Versorgungsdefizite und die vielfältigen positiven Studiendaten zur telemedizinischen Mitbetreuung herzinsuffizienter Patienten haben bereits zum Abschluss von integrierten Versorgungsverträgen („Corbene“, Köln [43]; „Telemedizin fürs Herz“, Fürth [44]; „Herz-As“, IFAT – Bad-Oeynhaus [45]; „HeiTel“, Heidelberg [46]) mit mehreren Krankenkassen geführt. So ist es auch nicht verwunderlich, dass es eine zunehmende Anzahl an Klinikern versteht, diese nicht zu unterschätzenden Vorteile der Telekardiologie zu nutzen.

Die „ideale“ Form eines Telemonitorings sollte modular den Gegebenheiten der jeweiligen Situation angepasst werden können, so dass eine reibungslose Überwachung (Abstimmung bezüglich der Schnittstellen) sowohl im stationären als auch im ambulanten Bereich gewährleistet wird, die zusätzlich auch individuell dem Bedarf im Sinne der benötigten Überwachungsfunktionen (Herzfrequenz, Blutdruck, ST-Strecken, Sauerstoffsättigung, Gewicht, Atemfrequenz und Temperatur) und der Intensität des Monitorings (Event-Recording, „on-demand“ vs. kontinuierlich) angepasst werden kann. Zukünftig sicherlich sinnvoll wird die integrierte telemedizinische (Mit-)Betreuung eines „primär“ kardialen Patienten mit seinen relevanten Komorbiditäten, wie z.B. Diabetes- oder Gerinnungsmonitoring, aber auch eine telemedizinische Prozessoptimierung der Nachsorge von ICD- (implantierbarer Kardioverter-Defibrillator) und Schrittmacherträgern sein.

Nachsorge und Betreuung von Patienten mit implantierbarem Kardioverter-Defibrillator (ICD) oder Herzschrittmacher Hintergrund

Technologische Neuerungen und die deutliche Zunahme des Indikationsspektrums für Patienten zur

Primärprophylaxe des plötzlichen Herztods haben die Anzahl der Patienten mit Implantaten zur Behandlung von Herzrhythmusstörungen deutlich steigen lassen. Hierdurch schnellen die Anzahl der Gerätekontrollen und Interrogationen spezieller Systeme (besonders für die kardiale Resynchronisationstherapie [CRT]) in große Höhen. Vor dem Hintergrund des immer größer werdenden Kostendrucks in den Kliniken und vor allem bei den niedergelassenen Kardiologen ist dies nicht mehr durch eine Umstrukturierung der Ressourcenallokation zu bewerkstelligen, zumal diese Ressource durch administrative Reglementierung zusehends verkleinert wird. Aufgrund dieser Tatsachen ist eine Automatisierung der Geräteüberwachung und -adjustierung quasi unumgänglich. Die aktuellen Empfehlungen der kardiologischen Fachgesellschaften sehen vor, dass jeder Patient, egal ob er ein antibrady- oder antitachykardes Implantat erhält, ein „telemedizinfähiges“ Gerät bekommen soll [47].

Die Umsetzung der Telemedizinikonzeppte ist aufgrund schon seit Jahren bestehender technischer Voraussetzungen weit vorangeschritten und umgesetzt. Jedoch kommt ihnen nun aufgrund der genannten ökonomischen Aspekte eine neue Bedeutung zu. Im Folgenden sollen die bis dato verfügbaren Systeme kurz vorgestellt, bisherige Studienergebnisse dargelegt und Perspektiven aufgezeigt werden. Im Rahmen der telemonitorischen Betreuung können prinzipiell verschiedene Szenarien diskriminiert werden. Abbildung 5 zeigt die unterschiedlichen Situationen.

Aktuell verfügbare Systeme zur ICD-Nachsorge

In diesem Abschnitt werden die derzeit auf dem Markt erhältlichen Systeme und deren Besonderheiten kurz aufgeführt. Das Latitude-System (Boston-Scientific) wird aller Voraussicht nach 2009 in Deutschland erhältlich sein.

Housecall-plus-System. Hierbei handelt es sich um ein interaktives System, welches vom Patienten von zu

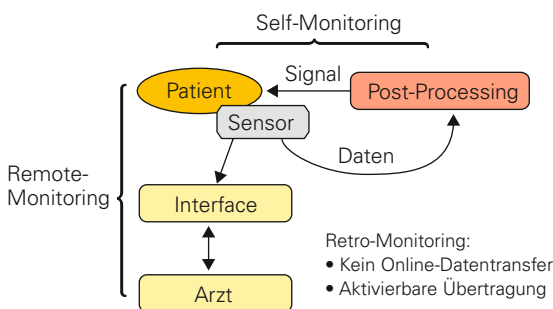


Abbildung 5. Unterschiedliche Möglichkeiten im Rahmen einer telemedizinischen Nachsorge.

Figure 5. Different options in terms of remote monitoring activation/usage.

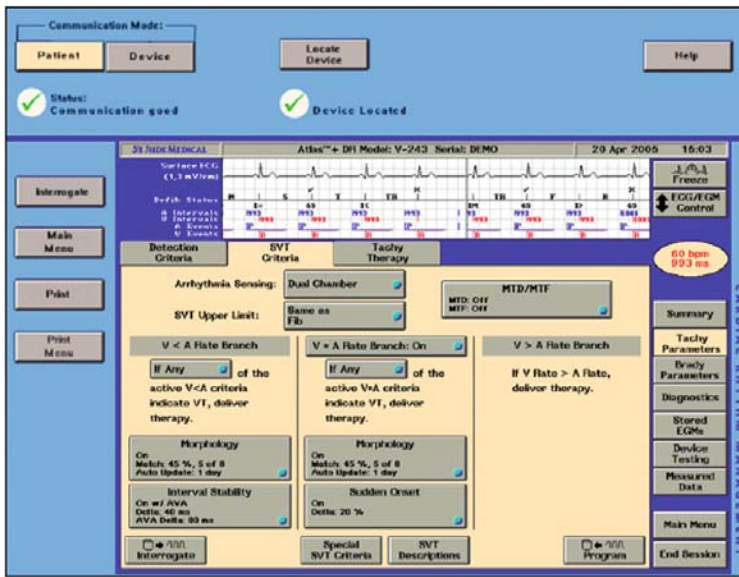


Abbildung 6. Auf dem Bildschirm sind die endokardialen Signale/Annotationen (atrial und ventrikulär) „online“ zu erkennen.

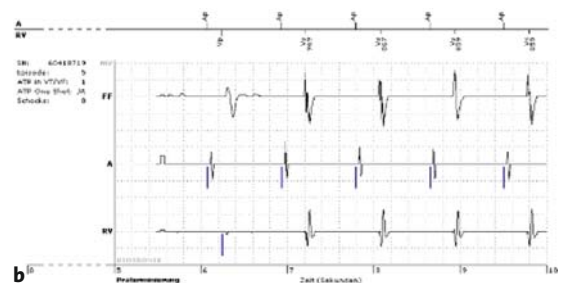
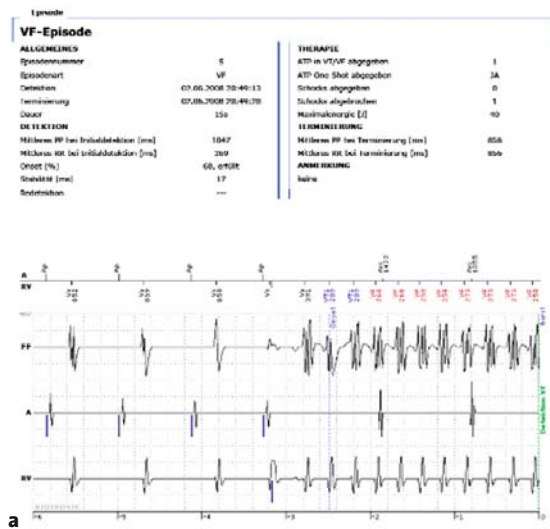
Figure 6. The “online” screen demonstrates endocardial signals/annotations of a patient with a dual-chamber ICD.

Hause aus bedient wird und in die häusliche Telefonanlage integriert werden muss. Im Rahmen einer „Telefonsprechstunde“ wird der Patient vom betreuenden Arzt, von der Study-Nurse oder Krankenschwester angerufen, um so zunächst den telefonischen Kontakt zwischen Patient und Arzt herzustellen. Durch die Auflage des ICD-Abfragekopfs wird quasi eine nahezu identische Situation wie bei der konventionellen Kontrolle hergestellt. Am Empfängersystem kann das Fachpersonal die Daten entsprechend einer normalen ICD-Ab-

frage analysieren, und darüber hinaus hat man mit diesem System die einzigartige Möglichkeit, ein endokardiales Signal „online“ auf dem Bildschirm zu verfolgen (s. Abbildung 6). Diese von St. Jude Medical offerierte Möglichkeit ist ideal, um bei Defibrillatorpatienten mit Palpitationen akut und in Echtzeit eine Rhythmusanalyse durchführen zu können (Remote-Monitoring). Darüber hinaus wird in Kürze ein Datenbanksystem zur Einsicht und Archivierung der Patientendaten (Merlin.net™) zur Verfügung stehen.

Home-Monitoring-System. Dieses Retro-Monitoring-System ist am längsten auf dem nationalen und internationalen Markt verfügbar. Hierbei werden mindestens einmal täglich (in der Regel nachts) über ein mobiltelefonähnliches Gerät die Daten verschlüsselt an den Hersteller (Biotronik GmbH) übermittelt. Dort werden diese dann in eine Datenbank transferiert, zu welcher jeder Arzt, unabhängig ob in der Klinik oder als Niedergelassener, Zugriff besitzt. Zusätzlich zu den Gerätedaten können durch das Home-Monitoring-System intrakardiale Elektrokardiogramme tachyarrhythmischer Episoden übertragen und eingesehen werden. Abbildung 7 zeigt ein solches Beispiel.

CareLink-System. Bei diesem telemedizinischen System stellt der Patient über ein additives Modul eine Verbindung zu seinem betreuenden Kardiologen her und überträgt anschließend die abgefragten Parameter. Der Arzt kann dann auch wieder via Internet auf eine Datenbank zugreifen und sich die Abfragedaten des ICD seines Patienten anschauen (Abbildung 8). Prospektive Daten in Deutschland und Europa hierüber fehlen jedoch, da die Technologie erst im Jahr 2008 in Deutschland realisiert werden konnte.



Abbildungen 7a und 7b. Teile eines Ausdrucks im PDF-Format aus der Datenbank. a) VF-Episode und deren Einzelheiten. b) Intrakardiale Elektrogramme (IEGM), welche eine klare Zuordnung und Bewertung der Rhythmusstörungen überhaupt erst ermöglichen.

Figures 7a and 7b. Parts of the PDF-printout of the online database. a) VF episode and its details. b) Intracardiac recordings (IEGM) which, in the first place, enable a clear distinction between ventricular and supraventricular tachyarrhythmia.

Tabelle 1. Veränderungen der Geräteparameter nach 6 Monaten (modifiziert nach [48]). CRT: kardiale Resynchronisationstherapie.

Table 1. Changes of device parameter after 6-month follow-up. (modified from [48]). CRT: cardiac resynchronization therapy.

Tage bis zur 6-Monats-Nachsorge	182 ± 61	
		Geändert
Gesamtzahl	Parameter (60) Patienten	6,0 ± 5,9 86%
Bradykardie/CRT	Parameter (25) Patienten	3,9 ± 4,2 81%
Detektion	Parameter (17) Patienten	0,9 ± 1,6 34%
Therapie	Parameter (18) Patienten	0,7 ± 1,9 13%

Untersuchungs-/Studienergebnisse

Viele interessante Fragen stellen sich, wenn man die Relevanz und die Vorteile der Telemedizin im Bereich der „Device-Therapie“ hinterfragt. Ein besonderer Aspekt behandelt die Frage, inwieweit überhaupt Änderungen der Programmierungen bei diesen Patienten notwendig sind. Eine italienische Arbeitsgruppe evaluierte Patienten mit einem CRT-ICD im Hinblick auf die Frage, inwieweit 6 Monate nach Implantation überhaupt eine Umprogrammierung stattfand. Darüber hinaus untersuchten die Kollegen, ob eine ICD-Schockabgabe einen Einfluss auf eine Änderung der ICD-Programmierung besitzt [48].

Tabelle 1 zeigt, wie viele Parameter bei welcher Anzahl von Patienten nach 6 Monaten verändert wurden.

Situation in Deutschland

Eine besonders hierzulande viel diskutierte Frage betrifft die Akzeptanz der Patienten bezüglich einer telemetrischen Nachsorge. Vielfach wird die Ansicht vertreten, eine vernünftige Nachsorge könne nur im persönlichen Kontakt mit dem Patienten stattfinden. Im Rahmen des Deutschen CareLink-Registers wurde diese Frage genauer beleuchtet [49]. Die Graphiken (Abbildung 9) illustrieren wichtige Details in Bezug auf die Patientenzufriedenheit und -qualität der Telemedizin.

Viele Diskussionen der letzten Jahre warfen die Frage auf, ob die telemedizinische Nachsorge von Patienten überhaupt ökonomisch sinnvoll sei. Besonders in Bezug auf Patienten, welche ihren ICD im Sinne einer Primärprävention erhalten haben, ist die Notwendigkeit einer häufigen ICD-Abfrage

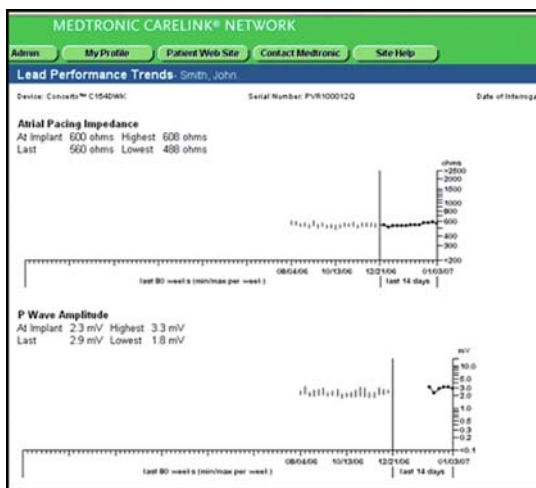


Abbildung 8. Bildschirmdarstellung mit Elektrodentrend in Vorhof (oberer Teil) und atrialer Amplitude (unterer Teil). Die noch in englischer Sprache gehaltene Datenbank wird ab Herbst 2008 in deutscher Sprache überall verfügbar sein.

Figure 8. Schematic drawing retrieved from the CareLink database. The trend of the atrial impedance (top) as well as the amplitude (bottom) is clearly indicated. In autumn 2008, the system will also be available in German language.

aufgrund der niedrigen Ereignisrate fraglich. In einer ökonomischen Analyse wurde dieser Frage in der REFORM-Studie nachgegangen [50]. In diese Studie wurden Patienten eingeschlossen, welche bei chronischem Myokardinfarkt und Vorliegen einer koronaren Herzerkrankung eine linksventrikuläre Ejektionsfraktion $\leq 30\%$ aufwiesen (MADIT-II-Äquivalent). Die vorliegende Analyse zeigt deutlich den ökonomischen Vorteil der telemedizinischen Nachsorge von ICD-Patienten gegenüber einer konventionell durchgeführten Abfrage (Abbildung 10).

Ausblicke/Perspektiven

Die Telemedizin besitzt bereits heute bei Patienten mit Herzschrittmachern oder ICDs einen hohen Stellenwert. Durch die Empfehlungen der Fachgesellschaften wird diese Technologie in Zukunft in nahezu jedem Implantat vorzufinden sein. Eine Spezifizierung der telemonitorischen Optionen verbleibt jedoch immer noch in der Verantwortung des Arztes.

Besonders vor dem Hintergrund der Vergütung dieser volkswirtschaftlich sinnvollen Behandlung/Nachsorge muss unbedingt von Seiten der Fachgesellschaften in Kooperation mit der Legislative ein Konstrukt erarbeitet werden, welches alle drei beteiligten Partner (Patient, Arzt, Kostenträger) in eine Gewinnerposition transferiert. Zukünftige Studien werden hierbei Unterstützung bieten können. Zunächst findet deutschlandweit die ANVITE-Studie (Ambulante Nachsorge von Patienten mit implantierbarem Kardioverter-Defibrillator mittels Home-Monitoring) statt. Diese Evaluation untersucht, inwieweit ein auf 12 Monate verlängertes Nach-

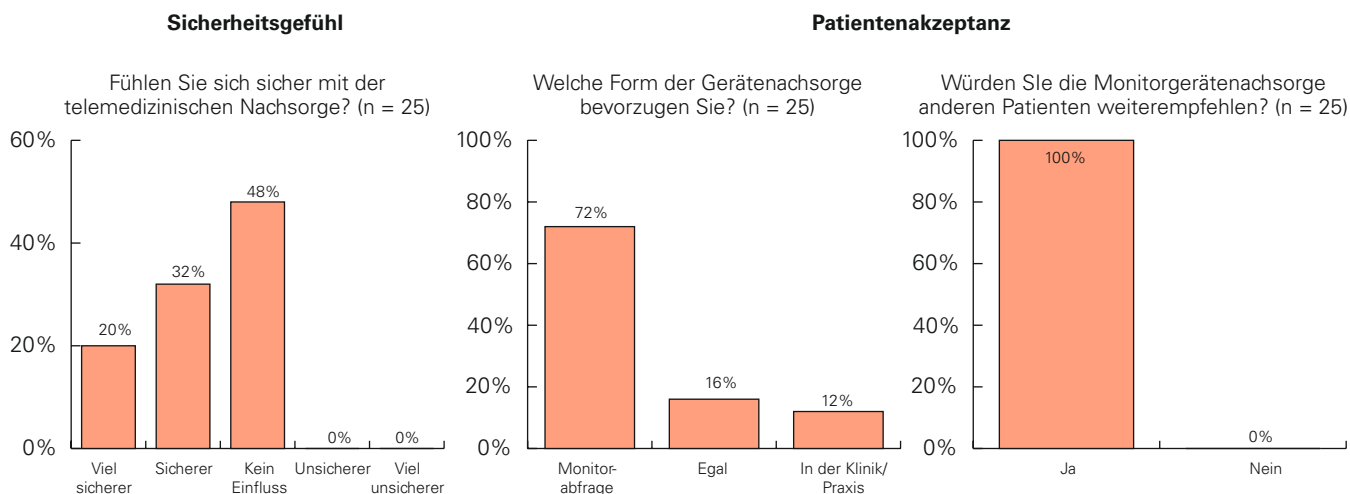
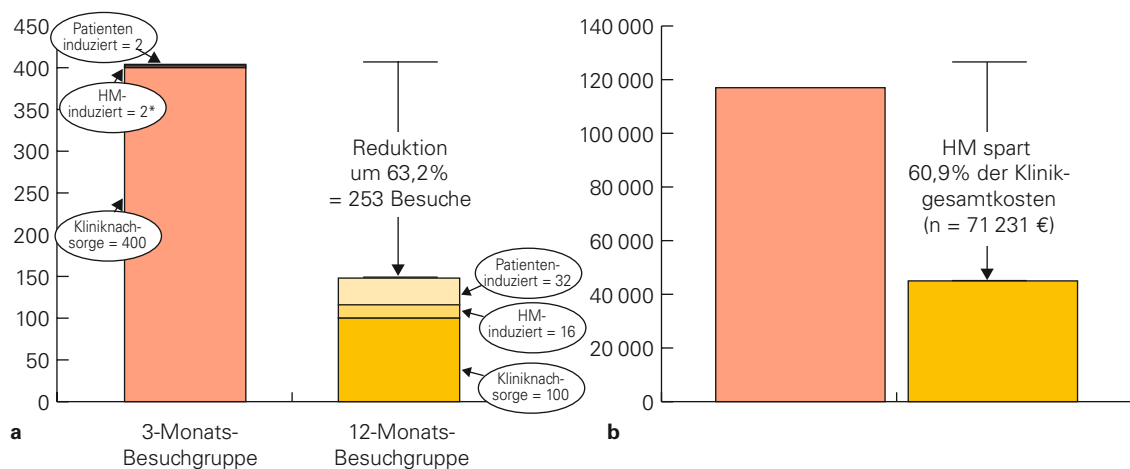


Abbildung 9. Auswertungen der Patientenzufriedenheit der telemonitorischen ICD-Nachsorge. Daten aus dem CareLink-Register [49].
Figure 9. Results from patients' acceptance and perception of a remote ICD follow-up. Data retrieved from the CareLink register [49].



Normalisierte/interpolierte Rechnung 100 Patienten je Arm p.a. (Basis: 115 Patienten, mittlere Beobachtungszeit 117 Tage)

Abbildungen 10a und 10b. Reduktion der Klinikbesuche (a) und der Kosten (b) – Erhebungen aus der REFORM-Studie (modifiziert nach [50]). HM: Home-Monitoring. *HM-induziert in der 3-Monats-Besuchgruppe: Durch HM fand der Klinikbesuch mindestens 4 Wochen früher als geplant statt.

Figures 10a and 10b. Reduction of clinical visits (a) as well as costs (b) in patients participating in the REFORM trial (modified from [50]). HM: home monitoring. *HM-induced in the group with conventional follow-up: the visit took place at least 4 weeks before routine follow-up.

sorgeintervall das Auftreten schwerwiegender unerwünschter Ereignisse im Vergleich zur 3-Monats-Nachsorge beeinflusst.

Des Weiteren wird im Rahmen einer großen multizentrischen Studie prospektiv der Nutzen eines Biosensors (OptiVol, Medtronic Inc.) in Bezug auf die Reduktion von Krankenhauseinweisungen und Mortalität beleuchtet. An beiden prospektiven Studien nehmen sowohl Klinikärzte als auch niedergelassene Kardiologen teil.

Konsequenzen für Praxis und Klinik

Die Telemedizin überwindet durch den Einsatz moderner Telekommunikationstechnologien geographische Distanzen zwischen Patient und Arzt. Neben der elektronischen Übermittlung von Befunden und Bildern sowie Daten von implantierten Geräten sind durch den Einsatz der Telemedizin direkte zeitnahe Interventionen am Patienten möglich. In den letzten Jahren hat sich die Telemedizin in der Kardiologie (Telekardiologie) zunehmend etabliert.

Mit Hilfe des Telemonitorings können diagnostische Möglichkeiten zur Abklärung symptomatischer Herzrhythmusstörungen und zur Überwachung von Patienten nach therapeutischen Interventionen (Pharmakotherapie bei Vorhofflimmern, INR-Management, nach elektrischer Kardioversion oder interventioneller Katheterablation) deutlich verbessert werden. Besonders im Rahmen der Versorgung von Patienten mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz stellt diese Option einen zukünftigen integralen Baustein der Betreuung dieser schwerkranken Patienten dar.

In der Gerätetherapie haben sich verschiedene telemedizinische Anwendungsszenarien (Self-Remote- oder Retro-Monitoring) etabliert. Der Hauptfokus wird auf dem Telemonitoring von Patienten mit komplexen Systemen (ICD, ICD-CRT) liegen.

Autorenklärung: Jörg O. Schwab ist als Berater für die Firmen St. Jude Medical und Biotronic tätig. Des Weiteren erhält er Unterstützung für seine Studien von der Firma Medtronic. Christian Zugck erhält gelegentlich Vortragshonorare der Firmen Astra Zeneca, Daiichi Sankyo, Medtronic, Novartis und PHTS Telemedizin. Stefan Sack ist der Erfinder des Herz Handys® (Fa. Vitaphone), außerdem erhält er für seine Forschung Drittmittel der Firmen Biotronic und Boston Scientific. Der Inhalt dieser Veröffentlichung wurde durch diese Beziehungen nicht beeinflusst.

Literatur

- Fetsch T, Bauer P, Engberding R, et al. Prevention of atrial fibrillation after cardioversion: results of the PAFAC trial. *Eur Heart J* 2004;25:1385–94.
- Patten M, Maas R, Karim A, et al. Event-recorder monitoring in the diagnosis of atrial fibrillation in symptomatic patients: subanalysis of the SOPAT trial. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2006;17:1216–20.
- Ziegler PD, Koehler JL, Mehra R. Comparison of continuous versus intermittent monitoring of atrial arrhythmias. *Heart Rhythm* 2006;3:1445–52.
- Brown AP, Dawkins KD, Davies JG. Detection of arrhythmias: use of a patient-activated ambulatory electrocardiogram device with a solid-state memory loop. *Br Heart J* 1987;58:251–3.
- Schwaab B, Katalinic A, Richardt G, et al. Validation of 12-lead tele-electrocardiogram transmission in the real-life scenario of acute coronary syndrome. *J Telemed Telecare* 2006;12:315–8.
- Sack S, Hehn A von, Krukenberg A, et al. Das Herz Handy® – ein neues telemedizinisches Servicekonzept für Herzpatienten. *Herzschr Elektrophysiol* 2005;16:165–75.
- Senatore G, Stabile G, Bertaglia E, 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;45:873–6.
- Reiffel JA. Inpatient versus outpatient antiarrhythmic drug initiation: safety and cost-effectiveness issues. *Curr Opin Cardiol* 2000;15:7–11.
- Ades PA, Pashkow FJ, Fletscher G, et al. A controlled trial of cardiac rehabilitation in the home setting using electrocardiographic and voice transtelephonic monitoring. *Am Heart J* 2000;139:543–8.
- Fuster V, Ryden LE, Asinger RW, et al. ACC/AHA/ESC 2006 guidelines for the management of patients with atrial fibrillation: executive summary. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines and Policy Conferences (Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients with Atrial Fibrillation) developed in collaboration with the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation* 2006;114:2118–50.
- McCabe PJ, Schad S, Hampton A, et al. Knowledge and self-management behaviors of patients with recently detected atrial fibrillation. *Heart Lung* 2008;37:79–90.
- Gardiner C, Williams K, Mackie IJ, et al. Can oral anticoagulation be managed using telemedicine and patient self-testing? A pilot study. *Clin Lab Haematol* 2006;28:122–5.
- Zugck C, Nelles M, Frankenstein L, et al. Telemedizinisches Monitoring bei herzinsuffizienten Patienten. *Herzschr Elektrophysiol* 2005;16:176–82.
- German Heart Foundation (<http://www.herzstiftung.de/index.php>).
- Stewart S, MacIntyre K, Hole DJ, et al. More “malignant” than cancer? Five-year survival following a first admission for heart failure. *Eur J Heart Fail* 2001;3:315–22.
- Statistisches Bundesamt Deutschland. Gesundheitswesen, Anzahl der Gestorbenen nach Kapiteln der ICD-10. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 2004 (<http://www.destatis.de/basis/d/gesu/gesutab19.htm>).
- Brucknerberger E. 18. Herzbericht. Hannover: Eigenverlag, 2005.
- Hoppe UC, Böhm M, Dietz R, et al., Arzneimittelkommission der Deutschen Ärzteschaft. Leitlinien zur Therapie der chronischen Herzinsuffizienz. *Z Kardiol* 2005;94:488–509.
- Swedberg K, Cleland J, Dargie H, et al., Task Force for the Diagnosis and Treatment of Chronic Heart Failure of the European Society of Cardiology. Guidelines for the diagnosis and treatment of chronic heart failure: executive summary (update 2005): the Task Force for the Diagnosis and Treatment of Chronic Heart Failure of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2005;26:1115–40.
- Hunt SA, Baker DW, Chin MH, et al., American College of Cardiology, American Heart Association. ACC/AHA guidelines for the evaluation and management of chronic heart failure in the adult: executive summary. *J Heart Lung Transplant* 2002;21:189–203.
- Cleland JG, Cohen-Solal A, Aguilar JC, et al., IMPROVEMENT of Heart Failure Programme Committees and Investigators. Improvement programme in evaluation and management; Study Group on Diagnosis of the Working Group on Heart Failure of The European Society of Cardiology. Management of heart failure in primary care (the IMPROVEMENT of Heart Failure Programme): an international survey. *Lancet* 2002;360:1631–9.
- Osterberg L, Blaschke T. Adherence to medication. *N Engl J Med* 2005;353:487–97.
- Van der Wal M, Jaarsma T, Moser DK, et al. Compliance in heart failure patients: the importance of knowledge and beliefs. *Eur Heart J* 2006;27:434–40.
- Rich MW, Beckham V, Wittenberg C, et al. A multidisciplinary intervention to prevent the readmission of elderly patients with congestive heart failure. *N Engl J Med* 1995;333:1190–5.
- Krumholz HM, Parent ME, Tu N, et al. Readmission after hospitalization for congestive heart failure among Medicare beneficiaries. *Arch Intern Med* 1997;157:99–104.
- Roccaforte R, Demers C, Baldassarre F, et al. Effectiveness of comprehensive disease management programmes in im-

- proving clinical outcomes in heart failure patients. A meta-analysis. *Eur J Heart Fail* 2005;7:1133–44.
27. Galbreath AD, Krasuski RA, Smith B, et al. Long-term healthcare and cost outcomes of disease management in a large, randomized, community-based population with heart failure. *Circulation* 2004;110:3518–26.
 28. Gonseth J, Guallar-Castillon P, Banegas JR, 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;25:1570–95.
 29. Weingarten SR, Henning JM, Badamgarav E, et al. Interventions used in disease management programmes for patients with chronic illness – which ones work? Meta-analysis of published reports. *BMJ* 2002;325:925–32.
 30. Remme WJ, McMurray JJ, Rauch B, et al. Public awareness of heart failure in Europe: first results from SHAPE. *Eur Heart J* 2005;26:2413–21.
 31. Ojeda S, Anguita M, Delgado M, et al. Short- and long-term results of a programme for the prevention of readmissions and mortality in patients with heart failure: are effects maintained after stopping the programme? *Eur J Heart Fail* 2005;7:921–6.
 32. Clark RA, Inglis SC, McAlister FA, et al. Telemonitoring or structured telephone support programmes for patients with chronic heart failure: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2007;334:942–50.
 33. Goldberg LR, Piette JD, Walsh MN, et al., WHARF Investigators. 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;146:705–12.
 34. Cleland JG, Louis AA, Rigby AS, et al., TEN-HMS Investigators. 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;45:1654–64.
 35. Oeff M, Kotsch P, Gößwald A, et al. Überwachung multipler Herzkreislaufparameter mittels Telemonitoring bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz. *Herzschr Elektrophysiol* 2005;16:1–9.
 36. Morguet AJ, Kühnelt P, Kallel A, et al. Utilization of telemedicine by heart disease patients following hospitalization. *J Telemed Telecare* 2008;14:178–81.
 37. Kielblock B, Frye C, Kottmair S, et al. Impact of telemetric management on overall treatment costs and mortality rate among patients with chronic heart failure. *Dtsch Med Wochenschr* 2007;132:417–22.
 38. Helms TM, Pelleter JT, Ronneberger DL. Telemetric care of patients suffering from chronic heart failure with special reference to the Telemetric Care and Education Program: “Telemedicine for the Heart”. *Herz* 2007;32:623–9.
 39. Zugck C, Frankenstein L, Nelles M, et al. Telemedizin reduziert bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz zusätzlich zur optimierten medikamentösen Therapie signifikant die Krankenhausverweildauer. *Clin Res Cardiol* 2008;97: Suppl 1:V1734.
 40. Köhler F, Schieber M, Lücke S, et al. “Partnership for the Heart” – development and testing of a new remote patient monitoring system. *Dtsch Med Wochenschr* 2007;132: 458–60 (<http://www.partnership-for-the-heart.de/>).
 41. Heinen-Kammerer T, Kiencke P, Motzkat K, et al. Telemedizin in der Tertiärprävention: Wirtschaftlichkeitsanalyse des Telemedizin-Projektes Zertiva bei Herzinsuffizienz-Patienten der Techniker Krankenkasse. In: Badura B, Kirch W, Hrsg. Prävention. Berlin–Heidelberg–New York: Springer, 2005.
 42. Schultz C, Gemünden HG, Salomo S, Hrsg. Akzeptanz der Telemedizin. Darmstadt: Minerva, 2005.
 43. <http://www.corbene.de/>.
 44. http://www.stiftung-telemedizin.de/cont_05.html.
 45. <http://www.telemedizin24.de/content/e3407/e4197/e4418?bhndlvf={§e3407/e4858/e4891}>.
 46. <http://www.klinikum.uni-heidelberg.de/Telemedizinsche-Therapieoptimierung-bei-chronischer-Herzinsuffizienz-HeiTel.105349.o.html>.
 47. Epstein AE, Dimarco JP, Ellenbogen KA, et al. ACC/AHA/HRS 2008 guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities. *J Am Coll Cardiol* 2008;51:2085–105.
 48. Lunati M, Gasparini M, Santini M, et al. Follow-up of CRT-ICD: implications for the use of remote follow-up systems. Data from the InSync ICD Italian Registry. *Pacing Clin Electrophysiol* 2008;31:38–46.
 49. Schwab JO. Device follow up: opportunities for changing practice. *CareLink: prime time for a need based care? Cardiotim*, Nice, June 18, 2008.
 50. Hindricks G, Bauer WJ, Schwab JO, et al. Telemedizin in der Kardiologie. Was bringt die Telekardiologie für Patient und Arzt? *Dtsch Ärztebl* 2008;105:A156–9.

Korrespondenz- anschrift

PD Dr. Jörg O. Schwab
Medizinische Klinik und
Poliklinik II
Universitätsklinikum
Bonn
Sigmund-Freud-
Straße 25
53105 Bonn
Telefon (+49/228)
2871-6670, Fax -4983
E-Mail: joerg.schwab@
ukb.uni-bonn.de