

Abschlussbericht zum Projekt

**Computergestützte Ferntrainingssteuerung und -Kontrolle
mit dem Kardio-Assistenten in der ambulanten
Sekundärprävention Koronarkrankter der Phase III
- Eine Pilotstudie –**

Herzogenaurach und Hopfen, 17.10.2002

Dr. J. Gerling (1),

P. Denkler(1),

Dr. I. Haase (2)

(1) Fachklinik Herzogenaurach, Abt. Innere Medizin/Kardiologie

(2) Klinikgruppe Enzensberg, Arbeitsbereich Forschung und Qualitätssicherung

Inhalt

1. Hintergrund und Zielsetzung	3
2. Methodik.....	5
2.1 Beschreibung des Interventionsprogramms.....	5
2.2 Kurzbeschreibung des Tele-Therapie-Systems evoCare	6
2.3 Methodik der Evaluation	6
3. Ergebnisse der Evaluation.....	8
3.1 Rekrutierung und Patientenkollektiv.....	8
3.2 Praktikabilität und Akzeptanz.....	9
3.2.1 Betreuungsaufwand	9
3.2.2 Zufriedenheit der Interventionsgruppe.....	10
3.2.3 Einschätzungen der Ärzte und Therapeuten.....	11
3.3 Körperliche Leistungsfähigkeit und Risikofaktorenprofil im Verlauf.....	12
4. Diskussion.....	19
Literatur.....	21

1. Hintergrund und Zielsetzung

Herz-Kreislauf-Erkrankungen gehören zu den am weitesten verbreiteten und folgenschwersten Gesundheitsproblemen unserer Zeit. Die Zahl der Koronarpatienten wird für Deutschland auf ca. 5 Millionen geschätzt, die Zahl der Myokard-Infarkte beträgt jährlich ca. 270.000.

Vor diesem Hintergrund wurden im Jahre 2000

- 180.336 PTCA's
 - 97.870 Herz OP's
 - 594.898 Links-Herz-Katheter-Untersuchungen
 - 76.000 AR-Maßnahmen
- durchgeführt.

Die Kosten für diese Maßnahmen beziffern sich in Deutschland allein auf ca. 2,8 Milliarden Euro.

Gleichzeitig ist aus den Daten der Euroaspire-Studien I und II ersichtlich, dass bei nur ca. 20% der Patienten die Richtlinien und Empfehlungen zur umfassenden Risikoverringerng für Patienten mit koronarer Herzerkrankung und Gefäßerkrankungen eingehalten werden. Viele Koronarpatienten empfinden nach einem stationären Krankenhausaufenthalt Unsicherheit bezüglich ihrer aktuellen Belastbarkeit sowie Art und Umfang notwendiger dosierter Bewegungstherapien in der ambulanten Nachbehandlung. Regelmäßiges körperliches Training für KHK-Patienten ist jedoch Voraussetzung für einen nachhaltig verbesserten Gesundheitszustand (insbesondere hinsichtlich der Steigerung der oxydativen Kapazität der Skelettmuskulatur, Korrektur der Endotheldysfunktion, Reduktion des Sympathikotonus und Modifikation weiterer kardialer Risikofaktoren). Selbst ein Jahr nach Entlassung aus einem stationären Anschlussheilverfahren beteiligen sich nur ca. 20 % an einer Herzgruppe, nur 25 % führen ein regelmäßiges körperliches Training durch.

Projektziel ist deshalb zunächst die explorative Entwicklung einer neu entwickelten PC-gestützten ärztlichen Ferntrainingssteuerung und -kontrolle in der ambulanten Sekundärprävention Koronarkrankter in der Phase III nach WHO („Kardio-Assistent“). Patienten haben die Möglichkeit, mittels des Tele-Trainings ihren in der Klinik erworbenen Konditionszustand zu erhalten bzw. weiter zu verbessern. Ärzten und Therapeuten bietet sich die Möglichkeit der inhaltlichen Vervollständigung und der variablen Verwendung innerhalb des Interventionspektrums. Der „Kardio-Assistent“ soll neben der Übungs- bzw. Trainingsprogrammierung

die Speicherung der absolvierten Einheiten auf einem Fahrradergometer unter anderem mit Herzfrequenz, Leistung sowie subjektivem Leistungsempfinden ermöglichen. Die Therapiekontrollfunktion des Kardio-Assistenten gibt Patienten wie Ärzten/Therapeuten ein Feedback über Veränderungen der kardiopulmonalen Belastbarkeit, Modifikation kardialer Risikofaktoren und Überprüfung der Medikation.

Zielgruppe sind Patienten mit koronarer Herzerkrankung (Zustand nach Bypass-OP, PTCA, Herzinfarkt) sowie Ärzte und Therapeuten. Die von Ärzten und Therapeuten via „Kardio-Assistent“ erstellten Übungs- und Trainingsprogramme stellen für Patienten eine ergänzende, individuell angepaßte und auf Eigenverantwortlichkeit und Selbständigkeit ausgerichtete Therapiemaßnahme im ambulanten Rehabilitationsprozeß dar (dies unter besonderer Berücksichtigung der unzureichenden Ergebnisse der Phase III in der Rehabilitation Herzkranker - Euroaspire I und II).

Die zentralen Fragestellungen der explorativ ausgerichteten Evaluation betreffen die Praktikabilität des Systems und die Akzeptanz bei den Betroffenen:

- Arbeitet das System fehlerfrei und zuverlässig (technische Aspekte)?
- Gelingt die Motivierung der Patienten (Compliance) bei gleichzeitiger Vermeidung von Überforderung (Sicherheit)?
- Wird der Kardio-Assistent von Patienten akzeptiert und wie bewerten Sie ihn?
- Welche Hindernisse für eine breite Umsetzung des neuen Verfahrens bestehen aus Sicht der Ärzte und Therapeuten bzw. welche Verbesserungsmöglichkeiten gibt es?

Gleichzeitig erfolgt die Dokumentation und Überwachung der Einstellung des Risikoprofils der Patienten sowie der Medikation analog zu den modifizierten Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie, Herz- und Kreislaufforschung.

Das so skizzierte grundlegende Erkenntnisinteresse und die weitgehend fehlenden Erfahrungen mit einem Tele-Training in der ambulanten Phase III der Rehabilitation Koronarkranke legen eine zunächst explorative Testung des neuen Systems nahe.

2. Methodik

2.1 Beschreibung des Interventionsprogramms

Um Koronarpatienten die Möglichkeit zu geben, ihren in der Rehabilitationsklinik erworbenen Konditionszustand nach Entlassung zu erhalten bzw. weiter zu verbessern, wurde mit dem Kardio-Assistenten ein spezielles Tele-Trainingsystem im Rahmen der teletherapeutischen Plattform „EvoCare“ (siehe Kap. 2.2) entwickelt. Ziel war es, den Patienten mit dem PC zuhause auf einem Fahrradergometer weiter trainieren zu lassen und einen individuellen Therapieplan auf elektronischem Wege nach Hause zu übermitteln, zu überwachen und regelmäßig zu aktualisieren. Wichtiger Bestandteil des Interventionsprogramms war- neben der technischen Lösung einer computergestützten Ferntrainingssteuerung und -kontrolle - eine engmaschige ärztliche und therapeutische Betreuung der Patienten.

Um einen reibungslosen Ablauf im häuslichen Umfeld zu gewährleisten, wurde der Erhebungsphase eine In-Patient-Trainingsphase in der Rehabilitationsklinik vorgeschaltet, in welcher der Patient in das System eingewiesen wurde. In der dreimonatigen poststationären Trainingsphase sollten die Patienten mindestens dreimal wöchentlich gemäß der Vorgaben des „Kardio-Assistenten“ trainieren (tägliches Training war möglich). Die Belastungsdosierung erfolgte nach THF (Zielzonenbereich). Die Steigerung der Trainingsdauer besaß Priorität vor der Steigerung der Trainingsintensität. Einmal wöchentlich erfolgte ebenfalls via elektronischer Datenübermittlung eine Überprüfung der Trainingsdaten mit entsprechender Anpassung der Vorgaben.

Die Patienten wurden angewiesen, sich bei auftretenden Beschwerden an ihren Hausarzt oder den aus der Rehabilitationsklinik bekannten Arzt zu wenden. Die behandelnden Hausärzte wurden über Zweck und Ablauf des Pilotprojektes informiert.

Ausführliche fachärztliche Untersuchungen fanden bei Reha-Aufnahme, Reha-Entlassung und nach Ablauf der dreimonatigen Heimtrainingsphase statt. Für die Untersuchung nach Ablauf der Heimtrainingsphase wurden die Patienten in die Rehabilitationsklinik einbestellt. Die Untersuchungen umfassten jeweils Anamnese, klinische Untersuchung, Erhebung von Laborwerten, Ruhe- und Belastungs-EKG, Echokardiografie und Lungenfunktionsprüfung.

2.2 Kurzbeschreibung des Tele-Therapie-Systems EvoCare

Das EvoCare-System bietet eine teletherapeutische Plattform, die es ermöglicht, den Patienten Verschreibungsdaten und Nachrichten der Therapeuten über eine sichere Netzstruktur der Deutschen Telekom (TDN) an einem beliebigen Ort zur Verfügung zu stellen. Ebenso werden die Ergebnisdaten und Nachrichten der Patienten an die Therapeuten übermittelt. Herzstück des Netzwerkes ist ein zentrales Rechenzentrum, wo die Daten in einer Datenbank gespeichert werden. Den datenschutzrechtlichen Aspekten wird durch mehrfach kombinierte Verschlüsselungsmechanismen Rechnung getragen. Diese Sicherheitsstruktur bezeichnet man als EvoSAFE.

Ein Therapeut hat nach dem Einloggen in das System die Möglichkeit, seinen Patienten therapeutische Übungen, Anweisungen oder Anleitungen zu verschreiben und sie entsprechend zu parametrisieren. Die Verschreibung wird über das Netzwerk zum Rechenzentrum übertragen, das diese Datenbank verwaltet.

Ein Patient authentifiziert sich an einem beliebigen Terminal (EvoLino) - sowohl in der Klinik, als auch zu Hause - durch eine Check-in-Card. Das Terminal verbindet sich dazu via Standleitung, ISDN, Analog- oder GSM-Modem mit der Sicherheitsstruktur EvoSAFE. Nach der erfolgten Authentifizierung werden die Verschreibungsdaten eingelesen und entsprechende verschreibungsspezifische Plugins gestartet. Die Trainingssequenz findet dabei offline statt. Die Ergebnisse werden nach Beendigung wiederum über das Netzwerk zu dem Rechenzentrum transportiert, über das der Therapeut darauf zu Zwecken der Auswertung zugreifen kann.

2.3 Methodik der Evaluation

Das neu entwickelte Trainingsprogramm war im Rahmen einer deskriptiv explorativen Studie im Bereich der poststationären kardiologischen Rehabilitation zu erproben. Die Probandenzahl war durch die zur Verfügung stehenden PCs auf zehn Patienten begrenzt.

Einschlusskriterien waren:

- erwachsene stationäre Patienten der Fachklinik Herzogenaurach
- Behandlungsdiagnose: Zustand nach Bypass-OP, PTCA, Herzinfarkt

- Ausreichend abgeklärtes Krankheitsbild und beschwerdefreie Belastbarkeit von mindestens 75 Watt bzw. minimal 1 Watt pro kg Körpergewicht.
- Psychosoziale Stabilität
- Wohnort im Einzugsgebiet für eine teilstationäre Rehabilitation, d.h. max. 60 Minuten Anfahrtszeit (einfache Wegstrecke)
- ausreichende Deutschkenntnisse

Ausschlusskriterien waren:

- Fahrradergometrische Belastbarkeit unter 50 Watt
- Angina pectoris Beschwerden bei geringer körperlicher Belastung
- Kardiale Komplikationen wie komplexe Herzrhythmusstörungen, dekompensierte Herzinsuffizienz, hämodynamisch bedeutsame Perikardergüsse, maligne Tumorerkrankungen, mangelnde psychische Belastbarkeit bei neurologischen Grunderkrankungen
- Orthopädische Erkrankungen, die die körperliche Belastbarkeit erheblich einschränken
- Herzinsuffizienz der NYHA-Stadien III und IV
- Stark gestörte häusliche bzw. familiäre Verhältnisse
- Zustand nach Synkope / Reanimation außerhalb OP bzw. Infarkt

Die Patienten wurden in der Fachklinik Herzogenaurach bewusst gemäß o. g. Einschluss- und Ausschlusskriterien ausgewählt und zu Hause mit PC (Kardio-Assistent) und den zur fehlerlosen Datenübermittlung erforderlichen Kleingeräten (für Puls, Blutdruck; Schrittzähler oder Entfernungsmesser) ausgestattet. Diese Ausstattung wurde von der Evosoft Tele Care GmbH bereitgestellt. Ein Fahrradergometer mit Magnetstromwirbelbremse und verstellbarer Wattleistung (soweit nicht bereits vorhanden) musste von den Patienten auf eigene Kosten angeschafft werden (ca. 500 Euro).

Relevante Ereignisse (medizinische, organisatorische und technische Aspekte) wurden laufend dokumentiert. Unmittelbar im Anschluß an die Testphase wurden die Erfahrungen und Einschätzungen der Patienten über eine Befragung und der beteiligten Ärzte/Therapeuten in Expertengesprächen erhoben. Die Auswertung erfolgte dem explorativen Charakter dieser Untersuchungsphase entsprechend deskriptiv.

3. Ergebnisse der Evaluation

3.1 Rekrutierung und Patientenkollektiv

Während der *Rekrutierungsphase* im dritten Quartal 2001 wurden insgesamt 15 Patienten ausgewählt, ausführlich untersucht und während der stationären Reha-Maßnahme in das Training mit dem Kardio-Assistenten eingewiesen. Dafür waren zwischen minimal einer und maximal drei Sitzungen à 30 Minuten nötig. Fünf Patienten sind vorzeitig aus dem Pilotprojekt ausgestiegen. In drei Fällen waren die durch die notwendige Anschaffung eines Fahrradergometers entstehenden Kosten der Grund, in zwei Fällen mangelnder Raum zur Aufstellung der Geräte in der Patientenwohnung.

Nach anfänglichen Problemen mit der zeitnahen Bereitstellung des Kardio-Assistenten und Softwareproblemen in der Datenübertragung waren die ersten 6 Teilnehmer ca. 8 Wochen nach dem Klinikaufenthalt zu Hause mit dem System ausgestattet. Die Ausstattung der weiteren vier Teilnehmer erfolgte dann zügiger innerhalb von 2-3 Wochen nach dem Klinikaufenthalt. Die Datenbasis für die hier beschriebene explorative Pilotphase umfasst somit 10 Patienten.

Diese 10 Patienten waren im Durchschnitt 60 Jahre alt (Spannbreite 47 bis 74) und mit einer Ausnahme männlichen Geschlechts (dies entspricht einer weitgehend typischen Verteilung für Koronarpatienten). Sechs Patienten waren vor dem Krankheitsereignis erwerbstätig, vier waren Rentner. Kardiologische Hauptdiagnose war in sechs Fällen eine koronare 3-Gefäß-erkrankung, jeweils einmal 1-Gefäß-erkrankung, 2-Gefäß-erkrankung, Hauptstammstenose und Koronarsklerose (mit ST-Hebungsinfarkt). Sechs Patienten erhielten eine Bypass-OP, drei eine PTCA, ein Patient wurde konservativ behandelt. Häufigste Risikofaktoren waren familiärer und/oder beruflicher Stress (6 Fälle), familiäre Disposition (6), arterielle Hypertonie (5), Hypercholesterinämie (5) und Diabetes (3). Sieben Patienten waren Nichtraucher und drei Ex-Raucher, davon hatte einer nach dem kardialen Ereignis das Rauchen eingestellt, zwei bereits früher. Andere Risikofaktoren kamen nur vereinzelt vor. Pro Patient lagen mindestens zwei Risikofaktoren in unterschiedlicher Kombination vor. Die Medikation entsprach - von einzelfallbedingten Abweichungen abgesehen - über alle drei Erhebungszeitpunkte der von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (Gohlke et al. 2001) empfohlenen Kombination.

3.2 Praktikabilität und Akzeptanz

3.2.1 Betreuungsaufwand

Der Aufwand für die therapeutische Betreuung während der Trainingsphase entsteht durch die regelmäßige Überprüfung der Trainingsprogramme mit entsprechender Anpassung der Vorgaben, dem Versenden von Emails an die Teilnehmer und telefonischen Kontakten. Der dafür nötige Arbeitsaufwand nimmt im Zeitverlauf ab:

- Bezogen auf eine Betreuungsgröße von 10 Personen betrug der zeitliche Aufwand in den ersten vier Wochen insgesamt 10 Stunden pro Woche (entspricht durchschnittlich einer Stunde pro Patient/Woche). In diesem frühen Stadium des häuslichen Trainings erfolgten zwei Überprüfungen der Trainingsprogramme mit entsprechender Modifikation pro Woche. Hinzu kommen pro Teilnehmer ein bis zwei Emails und ein telefonischer Kontakt.
- Ab der fünften Woche reduzierte sich der therapeutische Betreuungsaufwand auf insgesamt 6 Stunden (entspricht durchschnittlich 36 Minuten pro Patient/Woche), da nur noch einmal wöchentlich eine Überprüfung der Trainingsprogramme mit entsprechender Anpassung nötig ist und sich die Zahl der Mails und telefonischen Kontakte reduziert.
- Ab dem zweiten Quartal des häuslichen Trainings - über dessen Effekte an anderer Stelle berichtet wird - reduziert sich der zeitliche Betreuungsaufwand weiter auf insgesamt nur noch zwei Stunden pro Woche bzw. 12 Minuten pro Teilnehmer. Die computergestützte Ferntrainingssteuerung und -kontrolle erfolgt dann in einem Abstand von zwei bis vier Wochen.

Ärztlicherseits fiel bei guter Kenntnis der Patienten aus der Rehabilitationsmaßnahme folgender Zeitaufwand an:

- Im ersten Monat des Heimtrainings waren für das Patientenkollektiv insgesamt etwa zwei Stunden (bzw. 12 Minuten pro Teilnehmer und Woche) Zeitaufwand für Absprache der Therapiepläne mit dem Therapeuten und Rückfragen der Patienten bzgl. Medikation, Verhaltensweisen etc. nötig.
- Dieser Aufwand reduzierte sich im zweiten und dritten Monat (ähnlich wie im therapeutischen Bereich) auf insgesamt ca. eine Stunde pro Woche für zehn Patienten bzw. durchschnittlich 6 Minuten pro Patienten und Woche.

- Darüber hinaus sind für die ausführliche Abschlussuntersuchung nach drei Monaten, zu der der Patient in die Klinik einbestellt wurde, ca. 2 Stunden pro Patient zu veranschlagen.

3.2.2 Zufriedenheit der Interventionsgruppe

Die Zufriedenheit der Probanden mit dem Cardio-Assistenten wurde über einen kurzen Fragebogen erhoben, der in Anlehnung an eine im Rahmen einer Promotion am Institut für Sportwissenschaft der Universität Erlangen-Nürnberg entwickelte Online-Befragung (Eisermann 2002) entwickelt wurde.

Bei der Unterbringung der Geräte beim Patienten zu Hause gab es „keine“ (in 8 von 10 Fällen) bzw. „kaum“ (2/10) Probleme. Technische Probleme während des Trainings wurden nur von einem einzigen Patienten vermerkt, allerdings nicht spezifiziert.

Hinsichtlich der allgemeinen Beurteilung des Programms, der Vorbereitung durch den Therapeuten und der Erreichbarkeit des Therapeuten liegen die Patientenbeurteilungen auf einer fünfstufigen Skala durchweg zwischen „gut“ und „sehr gut“.

Die Dauer einer einzelnen Trainingseinheit wurde von acht Patienten als „angemessen“ bewertet, von zweien als „zu lang“ (einmal wegen Langeweile, einmal ohne Begründung). Die Häufigkeit der Trainingseinheiten pro Woche beurteilten alle 10 Patienten als „angemessen“.

Kritisiert wird von den Befragten die Zuverlässigkeit des automatischen (Blutdruck-) Messsystems (hier wurde nur einmal die Note „sehr gut“, zweimal „gut“, aber fünfmal „mittel“, einmal „schlecht“ und sogar einmal „sehr schlecht“ vergeben). Kaum Beanstandungen gab es hinsichtlich der „Klarheit der Vorgaben“ und der „Übersichtlichkeit des Bildschirms“ (häufigste Note jeweils „sehr gut“). Als im Durchschnitt „gut“ wurden die „Rückmeldemöglichkeiten des Systems“ und das „Training am PC im Allgemeinen“ beurteilt (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Zufriedenheit mit dem PC-Training (N = 10)

Variablen	Durchschnittsnoten*
Training am PC im Allgemeinen	1,9
Klarheit der Vorgaben (Zeit, Watt)	1,4
Übersichtlichkeit des Bildschirms	1,5
Zuverlässigkeit des Messsystems	2,9
Rückmeldemöglichkeiten des Systems	2,0

*Mittelwerte auf einer Skala von 1 („sehr gut“) bis 5 („sehr schlecht“)

Die Wirkung des Trainings hinsichtlich Steigerung der allgemeinen Belastbarkeit wurde auf einer fünfstufigen Skala mit Endpunkten „gar nicht nützlich“ und „sehr nützlich“ gemessen und durchschnittlich als „sehr nützlich“ eingeschätzt (9/10, einmal „nützlich“). Durch die Trainingsvorgaben „weder überfordert, noch unterfordert“ fühlten sich 8 Patienten. Ein Patient gab an, „eher unterfordert“ zu sein. Ein anderer Patient fühlte sich bei einer Trainingsdauer von 45 Minuten „eher überfordert“, nach einer Korrektur der Trainingsvorgaben auf 30 Minuten empfand er die Belastung als unproblematisch. Gesundheitliche Probleme in der Pilotphase sind nur in einem Fall angegeben worden und waren *nicht* durch das PC-Training bedingt.

Vor dem Hintergrund dieser guten Akzeptanz- und Zufriedenheitswerte kann es nicht überraschen, dass alle 10 Patienten das Training am Computer anderen Patienten mit vergleichbaren Erkrankungen empfehlen würden. Es würden 9 von 10 Patienten, wenn sie die Gelegenheit dazu hätten, zu Hause am Computer weitertrainieren. Ein Patient verneinte diese Frage mit dem Hinweis, das Ergometertraining sei auf Dauer zu langweilig.

Neben der offenkundigen grundsätzlichen Zustimmung werden aber im Detail auch Kritikpunkte deutlich. Acht Patienten machten bei der entsprechenden offenen Frage insgesamt 14 Verbesserungsvorschläge. Diese betreffen

- die Messgeräte für Puls und Blutdruck, die als zu ungenau empfunden werden (4 Nennungen),
- die Bildschirmdarstellung (3 Nennungen: farbige Darstellung der Variablen, mehr Platz für Mitteilungstext, Übersicht über gemessene Werte),
- die Ausgabefunktionen (2 Nennungen: Beeper für Wattanpassung zu leise, Ausleseaufforderung zu früh),
- die direkte Verbindung zum Ergometer (2 Nennungen) und
- längere Verbindungskabel (2 Nennungen).

- Ein Patient wünscht sich einen mobilen Einsatz des PC.

3.2.3 Einschätzungen der Ärzte und Therapeuten

Bezogen auf die dreimonatige Testphase kann der Kardio-Assistent aus der Sicht des verantwortlichen Arztes und des betreuenden Therapeuten als grundsätzlich funktionsfähig bezeichnet werden. Im einzelnen sind jedoch bezüglich Praktikabilität und Zuverlässigkeit einige Punkte verbesserungswürdig:

- Die Ausstattung der Teilnehmer mit dem Kardio-Assistenten sollte nach Entlassung aus der Rehabilitation nicht mehr als 1-2 Wochen in Anspruch nehmen.
- Die Hard-Software-Komponente des Kardio-Assistenten muss kompakter und kompatibler werden:
 - Verbindung von Rechner, Pulsmesssystem und Ergometer zu einer Einheit.
 - Die Pulsmessung muss konstant erfolgen und drahtlos auf den Rechner bzw. Ergometer übertragen werden. (Anmerkung: Bereits während der Pilotphase erfolgte die Ausstattung der Patienten mit einer zusätzlichen kontinuierlichen Herzfrequenzmessung.)
 - Die Trainingssoftware muss bezüglich der Auswertung des Trainingsergebnisses mehr Variablen ermöglichen: durchschnittliche, maximale und minimale Herzfrequenz, zeitliche Dauer des Trainings innerhalb, unter und über der Zielzone, evtl. Erstellung eines Pulsprofils; die Belastungssteuerung sollte nicht nur wattgesteuert, sondern auch pulsgesteuert möglich sein.
 - Auf Steuerung über eine Maus sollte zugunsten von Touch-Screens oder Laptops mit Touch-Pad verzichtet werden.
- Wegen der hohen Zahl von Messfehlern bzw. Messungenauigkeiten bei der automatischen RR-Messung sollte in Zukunft auf den Messparameter Blutdruck verzichtet werden (eine Anleitung zur RR-Selbstmessung dürfte sinnvoller sein).
- Um zu verhindern, dass Langeweile entsteht und zu sinkender Akzeptanz führt, scheint nach erster Einschätzung eine zeitliche Begrenzung des engmaschig überwachten Teletrainings auf drei bis sechs Monate sinnvoll zu sein.

3.3 Körperliche Leistungsfähigkeit und Risikofaktorenprofil im Verlauf

Zur Beschreibung des Programmerfolges wurden folgende zentrale Zielparameter der kardiologischen Rehabilitation ausgewählt:

- Kardiale Leistungsfähigkeit im Ergometertraining (Trainingsleistung)
- Maximale symptomlimitierte Belastbarkeit beim Belastungs-EKG
- LV-Funktion
- Bodymass-Index (BMI)
- Rauchen
- Blutdruck
- Gesamtcholesterinwerte
- LDL-Cholesterinwerte
- HDL-Cholesterinwerte
- Triglyzerid-Spiegel
- Diabetes-Einstellung

Die kardiale Leistungsfähigkeit im Ergometertraining umfasst die Aspekte Dauer und Belastung (Watt). Die Trainingsdauer konnte von durchschnittlich 29 Minuten pro Trainingseinheit (Spannbreite: 21 - 38) am Beginn der Heimtrainingsphase auf 45 Minuten in allen Fällen nach drei Monaten gesteigert werden. Die Belastung pro Minute erhöhte sich von durchschnittlich 61 Watt/Min, auf 72 Watt/Min (vgl. Tab. 2). Die Trainingsgesamtleistung (Trainingsdauer * Trainingswatt) steigerte sich damit von durchschnittlich 1811 Watt auf 3231 Watt, verdoppelte sich also nahezu (vgl. Abb. 1). Diese Trainingsleistung wurde während der dreimonatigen Untersuchungsphase durchschnittlich 3,7 mal pro Woche beim Ergometertraining erbracht (Spannbreite: 1,3 bis 6,9). Drei von zehn Patienten erfüllten die Vorgabe, mindestens dreimal wöchentlich zu trainieren, nicht.

Tab 2.: Wichtige Trainingsdaten der Patienten der Pilotphase (13 Wochen)

Pat.-Nr.	Trainingshäufigkeit pro Woche	Trainingsdauer (in Min.)		Trainingswatt/Min.	
		Anfang	Nach 3 Mon.	Anfang	Nach 3 Mon.
1	3,5	25	45	52	63
2	6,9	31	45	52	66
3	4,6	38	45	52	70
4	3,4	33	45	67	76
5	1,3	25	45	81	88
6	2,2	30	45	58	71
7	3,2	33	45	83	89
8	4,9	23	45	43	44
9	1,5	32	45	89	106
10	6,0	21	45	32	45
<i>Mittel</i>	<i>3,7</i>	<i>29</i>	<i>45</i>	<i>61</i>	<i>72</i>

Abb. 2 zeigt die maximale Leistung (Watt) beim Belastungs-EKG in % der Sollwerte nach Alter, Geschlecht und Gewicht zu Rena-Beginn (T1), bei Reha-Ende (T2) und nach drei Monaten Heimtraining (T3). Grundlage ist die Einteilung nach Nordenfeldt. Eine mindestens „normale“ Leistungsfähigkeit wiesen bei T1 nur vier Patienten, bei T2 acht und bei T3 alle zehn auf.

Abb. 1: Ergometrieleistung (Watt * Minute)

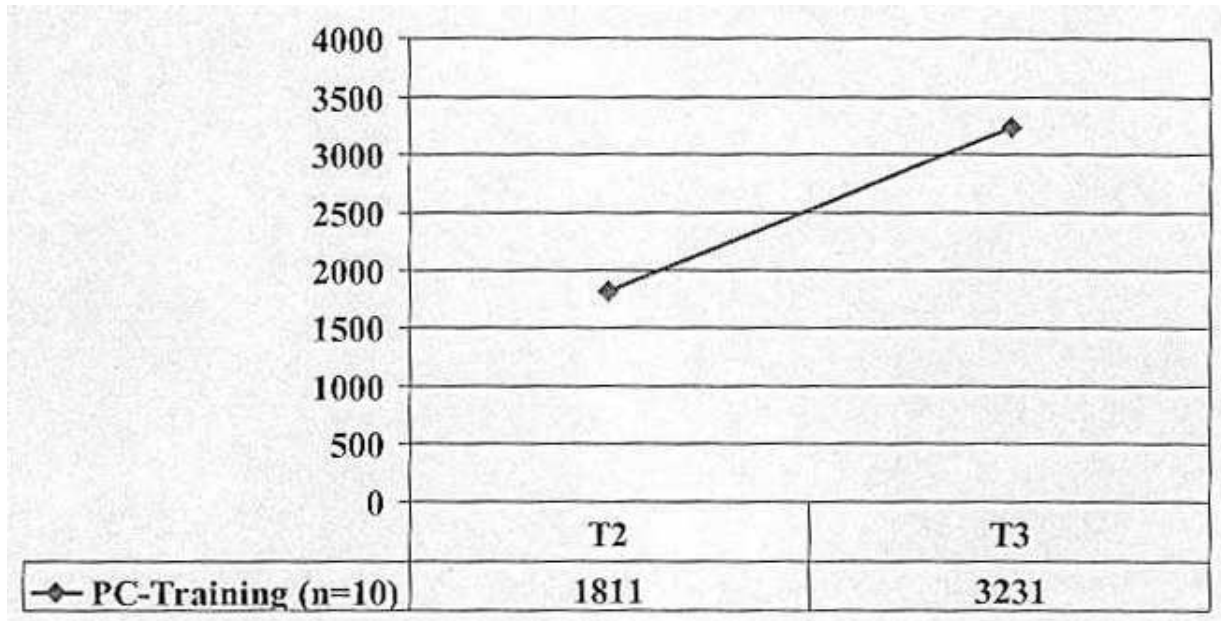
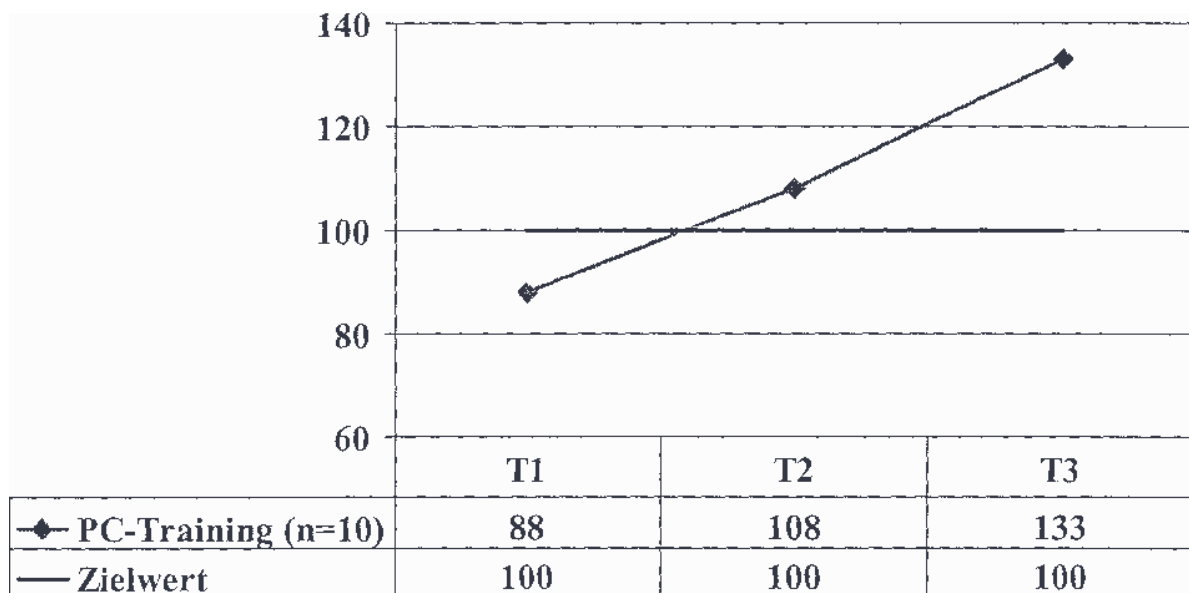


Abb. 2: Max. Belastbarkeit (Watt) in % der Altersnorm

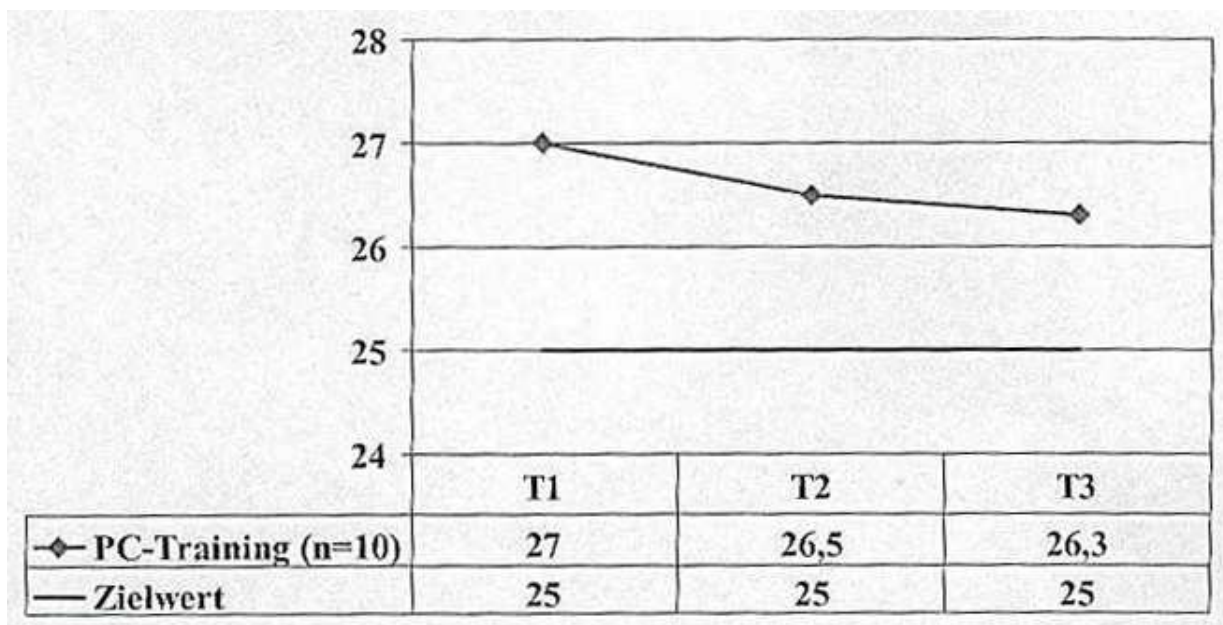


In acht Fällen lag bei Reha-Entlassung eine normale LV-Funktion vor, in zwei Fällen eine mittelgradig eingeschränkte. In keinem Fall hat sich die LV-Funktion während des Beobachtungszeitraums verschlechtert.

Die Modifikation der bestehenden Risikofaktoren gemäß den nationalen und internationalen Leitlinien und Empfehlungen ist ein weiteres Ziel der computergestützten Ferntrainingssteuerung in der ambulanten kardiologischen Sekundärprävention.

Übergewicht ist nicht nur ein zentraler kardiologischer Risikofaktor sondern beeinflusst auch andere kardiovaskuläre Risikofaktoren negativ. Eine dauerhaft erfolgversprechende Intervention gegen Übergewicht konnte bisher jedoch noch nicht gefunden werden. Positive Effekte einer stationären Rehabilitation halten meist nicht lange vor (vom Orde et al. 2002). In unserer Untersuchung lag der durchschnittliche Bodymass-Index (BMI) zu Reha-Beginn bei 27, d.h. im leicht erhöhten Bereich (vgl. Abb. 3). Während der Rehabilitation war nur eine leichte Gewichtsreduktion zu verzeichnen (BMI bei Entlassung = 26,5), die aber über den Nachbeobachtungszeitraum stabil blieb (BMI nach drei Monaten = 26,3).

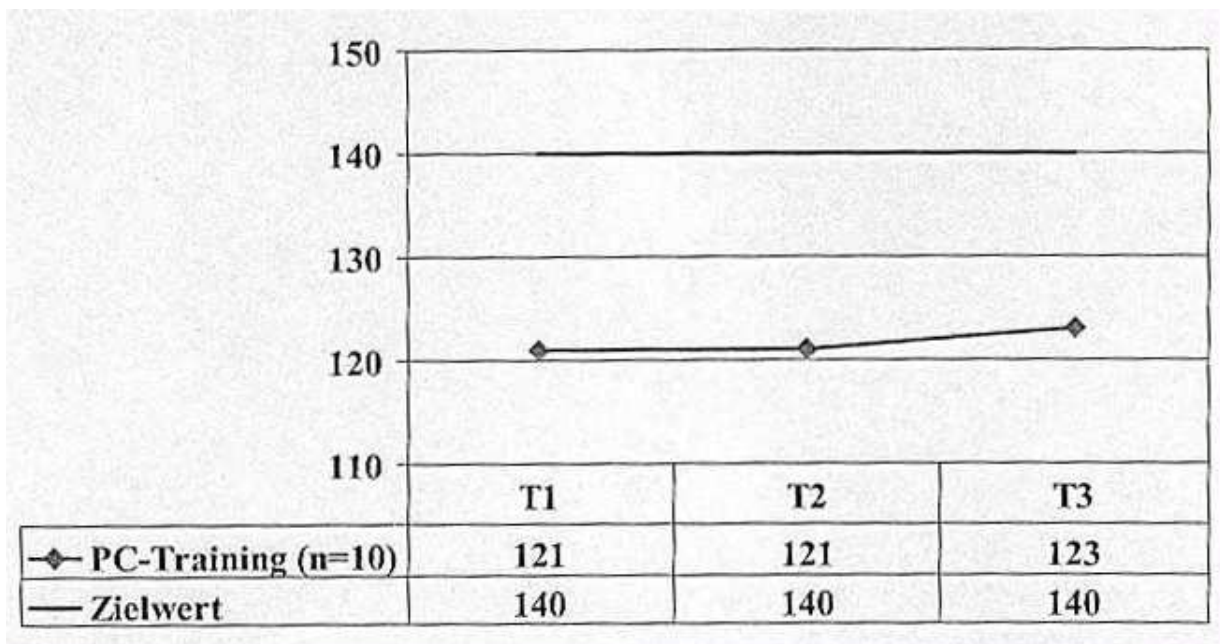
Abb. 3: Bodymass-Index (Mittelwerte)



Die gesundheitsgefährdende Wirkung des Rauchens ist längst unbestritten. Die Aufgabe des Rauchens gilt als die wichtigste Einzelmaßnahme bei Patienten mit Gefäßerkrankungen (Gohlke et al. 2001). Alle Patienten der vorliegenden Studie waren zu Beginn der Reha-Maßnahme Nichtraucher, darunter drei Ex-Raucher. Einer hatte nach dem kardialen Ereignis das Rauchen aufgegeben, zwei weitere bereits früher. Während der poststationären Trainingsphase hat kein Patient das Rauchen (wieder) begonnen.

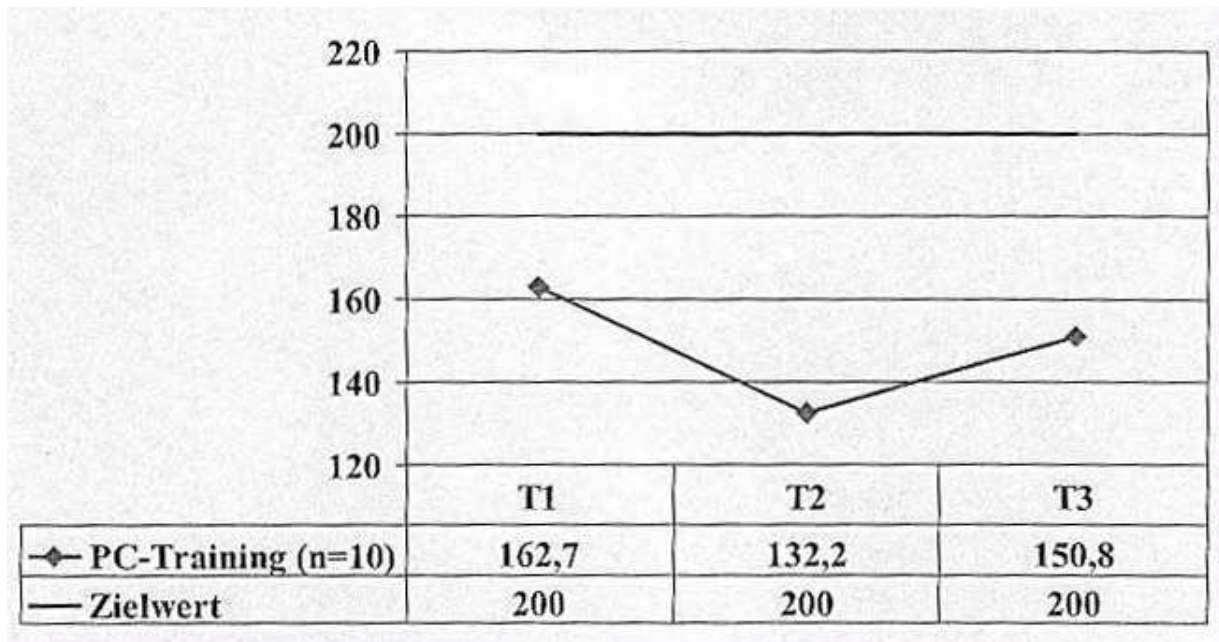
Der systolische Blutdruck, dessen Normalisierung als wesentlicher Faktor zur Senkung der kardiovaskulären Morbidität und Mortalität zu sehen ist, lag zu Beginn der Reha mit durchschnittlich 121 mmHg bereits im Normbereich (≤ 140 mmHg) und veränderte sich kaum (vgl. Abb. 4). Zu Beginn der Reha wie auch nach drei Monaten Heimtraining war er bei nur jeweils zwei Patienten erhöht. Beim diastolischen Blutdruck lagen die Werte aller Patienten über den gesamten Messzeitraum im Normbereich (≤ 90 mmHg).

Abb. 4: Systolischer Blutdruck (Mittelwerte)



In der vorliegenden Pilotstudie lagen die Gesamtcholesterinwerte zu Rehabeginn zwischen 106 mg/dl und 217 mg/dl und waren nur in zwei Fällen erhöht. Bei den weiteren Messzeitpunkten lagen alle Werte im Zielbereich. Dies Bild drückt sich auch in den Mittelwerten aus, wie Abb. 5 zeigt.

Abb. 5: Gesamtcholesterin (Mittelwerte)



Die LDL-Cholesterinwerte konnten während der stationären Rehabilitation deutlich gesenkt werden und blieben während der dreimonatigen Heimtrainingsphase weitgehend stabil (vgl. Abb. 6). Die Zahl der Patienten mit erhöhten LDL-Cholesterinwerten (> 100 mg/dl) konnte von vier zu Beginn der Reha auf zwei am Ende der Beobachtungszeit gesenkt werden.

Das HDL Cholesterin lässt sich durch regelmäßige körperliche Aktivität positiv beeinflussen und ist insofern in unserem Zusammenhang ein besonders aussagekräftiger Zielparameter. Die entsprechenden Mittelwerte der Probandengruppe entwickelten sich im Beobachtungszeitraum sehr positiv, wie Abb. 7 zeigt.

Die Triglyzeridwerte lagen bei allen Messzeitpunkten im Normalbereich.

Die HbA_{1c}-Werte der drei Diabetiker waren zum Zeitpunkt der Nachbeobachtung mindestens befriedigend (6,0; 7,2; 8,2).

Abb. 6: LDL-Cholesterin (Mittelwerte)

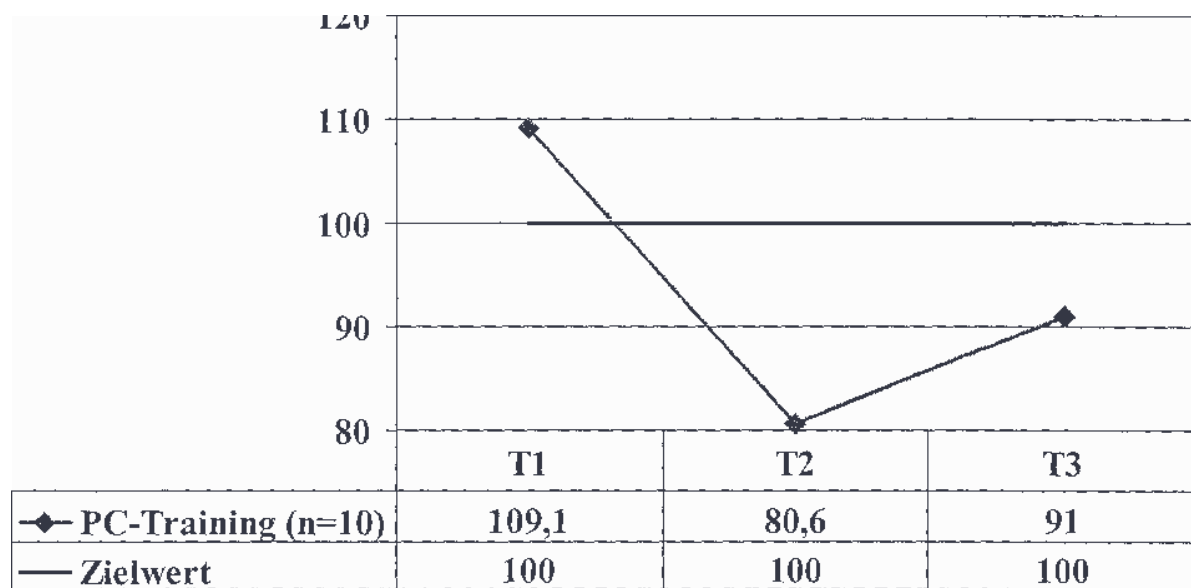
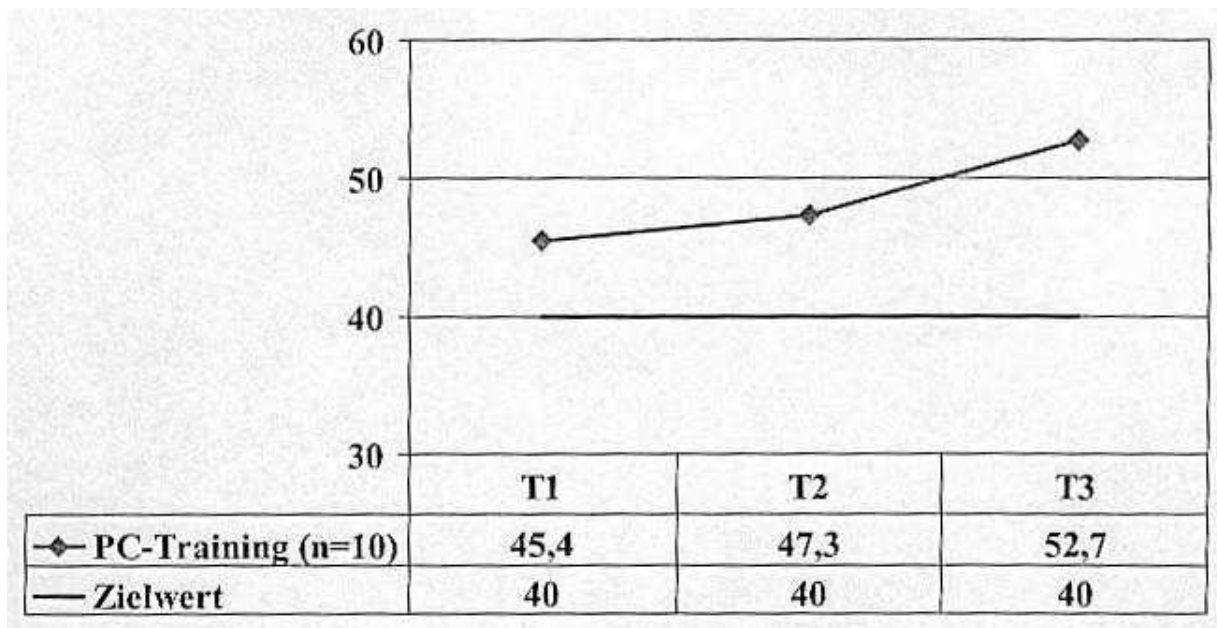


Abb. 7: HDL-Cholesterin (Mittelwerte)



4. Diskussion

Regelmäßiges körperliches Training für KHK-Patienten ist Voraussetzung für einen nachhaltig verbesserten Gesundheitszustand (insbesondere hinsichtlich peripher-muskulärer Belastbarkeit, Risikofaktoren und Perfusion/Funktion des Myokards). Ambulante Herzsportgruppen und individuelles Eigentaining allein reichen zumeist nicht aus (Tegtbur et al. 2000). Projektziel war deshalb die Entwicklung und explorative Erprobung einer computergestützten ärztlichen Ferntrainingssteuerung und -kontrolle in der ambulanten Sekundärprävention Koronarkrankter der Phase III nach WHO mit dem „Kardio-Assistenten“.

Der „Kardio-Assistent“ ermöglicht KHK-Patienten, mittels Tele-Training ihren in der Klinik erworbenen Konditionszustand zu erhalten bzw. weiter zu verbessern. Ärzten und Therapeuten bietet sich die Möglichkeit der inhaltlichen Vervollständigung und der variablen Verwendung innerhalb des Interventionspektrums. Die Therapiekontrollfunktion des Kardio-Assistenten gibt Patienten wie Ärzten/Therapeuten ein Feedback über Veränderungen der kardio-pulmonalen Belastbarkeit und kardialer Risikofaktoren.

Alle 10 Teilnehmer des Pilotprojektes trainierten über mindestens drei Monate im Durchschnitt an knapp vier Tagen pro Woche mit dem Kardio-Assistenten. Die Leistung (Trainingsdauer * Trainingsintensität) der Teilnehmer verbesserte sich dabei nachhaltig um

durchschnittlich 78%. Am Ende der dreimonatigen Heimtrainingsphase waren alle Patienten körperlich belastbarer und psychisch stabiler.

Durch das PC-Training bedingte gesundheitliche Probleme sind nicht aufgetreten. Die Patienten sind durch das Training nicht überfordert und fühlen sich sicher. Auf die bestehenden kardialen Risikofaktoren sowie die Einhaltung der Medikation entsprechend den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie hatte die computergestützte Ferntrainingssteuerung einen günstigen Einfluss.

Die Akzeptanz des neuen Systems erwies sich bei den Teilnehmern der Pilotphase als sehr hoch. Die Patienten empfanden das PC-Training mit Kontrolle und Rückkoppelung als starke Motivation, sich auch nach Entlassung aus der Rehabilitationsklinik regelmäßig körperlich zu bewegen. Lediglich in einem Einzelfall wurde das Fahrradfahren als eher langweilig empfunden. Hier kann eine zeitliche Begrenzung des Trainings möglicherweise Abhilfe schaffen.

Zusammenfassend betrachtet lässt das Pilotprojekt einen deutlichen Nutzen des Cardio-Assistenten in der ambulanten Sekundärprävention Koronarkrankter der Phase III erwarten (eine prospektiv-experimentelle Studie wird dies noch weiter belegen müssen). Die teilweise kritisierten Systemschwächen (wie insbesondere die aufgetretenen Messfehler und die suboptimale Bedienungsfreundlichkeit) konnten in der Zwischenzeit ausgeräumt werden. Grundsätzlich limitierend wirken dürfte, dass die Anschaffungskosten zumindest für den Fahrradergometer beim Patienten liegen. Nicht außer Acht gelassen werden darf außerdem, dass nicht jeder in seiner Wohnung den notwendigen Raum für eine längerfristige Aufstellung von Ergometer und PC hat. Auch aus diesem Grund wird bereits an einer Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten der Ferntrainingssteuerung und -kontrolle für andere Trainingsarten (Joggen, Radfahren, Schwimmen etc.) gearbeitet.

Literatur

Binting, S et al.: Risikofaktoren und subjektive Befindlichkeit im Langzeitverlauf nach kardiologischer Anschlussheilbehandlung. *Das Gesundheitswesen* 61 (1999): A42-A43

Eisermann U: Der Trainings-Assistent der Siemens AG Medical Solutions, Basic Research and Development, GT 2 New Care Solutions. Entwicklung und Erprobung eines computer-gestützten multimedialen Trainings in der stationären orthopädischen Rehabilitation von Patienten mit Hüft- oder Kniegelenktotalendoprothese. Eine interdisziplinäre empirische Studie zur Ermittlung von Effektivität, Eignung, Akzeptanz und Barrieren des Trainings. Erlangen 2002 (Diss.)

Enbergs A et al.: Sekundärprävention der koronaren Herzkrankheit auf dem Prüfstand. *Z Kardiol* 1997; 86: 284-291

EUROASPIRE Study Group. EUROASPIRE. A European Society of Cardiology survey of secondary prevention of coronary heart disease: principle results. *Eur Heart J* 18 (1997): 1569-1582

EUROASPIRE II Study Group: Lifestyle and risk factor management and use of drug therapies in coronary patients. From 15 countries. Principal results from EUROASPIRE II Euro Heart Survey Programme. *Eur Heart J* 22 (2001): 554-572

Gohlke H et al.: Empfehlungen zur umfassenden Risikoverringerung für Patienten mit koronarer Herzerkrankung, Gefäßerkrankungen und Diabetes. Herausgegeben vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung. Bearbeitet im Auftrag der Kommission Klinische Kardiologie durch die Projektgruppe Prävention. *Z Kardiol* 2001; 90: 148-149

Gohlke H, Kubier W: Atherogenese - Von der Pathogenese zur Sekundärprävention. Z Kardiol 2002; 91: Suppl2

Karoff M, Weinheimer H: Flexibilisierungsmöglichkeiten in einer kardiologischen Rehabilitationsklinik durch ergänzende ambulante/teilstationäre Therapieangebote. Rehabilitation 35 (1996): 205-210

Orde v A, Schott T, Iseringhausen O: Behandlungsergebnisse der kardiologischen Rehabilitation und Kosten-Wirksamkeits-Relationen - Ein Vergleich stationärer und ambulanter Versorgungsformen. Rehabilitation 2002; 41: 119-129

Tegtbur U, Busse MW, Tewes U, Brinkmeier U: Ambulante Langzeitrehabilitation von Herzpatienten. Herz 1999; 24: Suppl. I, 89-96

Tegtbur U, Jung K, Markolsky U, Brinkmeier U, Tewes U, Busse MW: Entwicklung eines chipkartengesteuerten Heimergometertrainings für die Reha-Phase. Herz/Kreisl. 32 (2000): 334

Tourpouzidis A, Lacatusu T, Daip W: Die Auswirkung des gezielten Intervall-Trainings bei Patienten mit KHK und/oder chronischer Herzinsuffizienz. Eine Lactat-Untersuchung in der AHB-Phase II. s.u. www.optibike.de/pdfs/intervall.pdf

Voller H, Gohlke H, Hahmann H et al.: Sekundärprävention der koronaren Herzerkrankung: Langzeitergebnisse der PIN-Studie. Präv Rehabil 1999; 11:211-212