

# Journal für **Kardiologie**

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislaufferkrankungen

## Neue Aspekte des Krafttrainings in der kardialen Rehabilitation

Christodoulos AD, Tokmakidis SP

Volaklis KA

*Journal für Kardiologie - Austrian*

*Journal of Cardiology 2003; 10*

*(5), 207-213*

Homepage:

**[www.kup.at/kardiologie](http://www.kup.at/kardiologie)**

Online-Datenbank  
mit Autoren-  
und Stichwortsuche



Offizielles  
Partnerjournal der ÖKG



Member of the ESC-Editor's Club



Offizielles Organ des  
Österreichischen Herzfonds



**ACVC**  
Association for  
Acute CardioVascular Care

In Kooperation  
mit der ACVC

Indexed in ESCI  
part of Web of Science

Indexed in EMBASE

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031105M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

**Datenschutz:**

Ihre Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz und werden nicht an Dritte weitergegeben. Die Daten werden vom Verlag ausschließlich für den Versand der PDF-Files des Journals für Kardiologie und eventueller weiterer Informationen das Journal betreffend genutzt.

**Lieferung:**

Die Lieferung umfasst die jeweils aktuelle Ausgabe des Journals für Kardiologie. Sie werden per E-Mail informiert, durch Klick auf den gesendeten Link erhalten Sie die komplette Ausgabe als PDF (Umfang ca. 5–10 MB). Außerhalb dieses Angebots ist keine Lieferung möglich.

**Abbestellen:**

Das Gratis-Online-Abonnement kann jederzeit per Mausklick wieder abbestellt werden. In jeder Benachrichtigung finden Sie die Information, wie das Abo abbestellt werden kann.

Das e-Journal

**Journal für Kardiologie**

- ✓ steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) stets internetunabhängig zur Verfügung
- ✓ kann bei geringem Platzaufwand gespeichert werden
- ✓ ist jederzeit abrufbar
- ✓ bietet einen direkten, ortsunabhängigen Zugriff
- ✓ ist funktionsfähig auf Tablets, iPads und den meisten marktüblichen e-Book-Readern
- ✓ ist leicht im Volltext durchsuchbar
- ✓ umfasst neben Texten und Bildern ggf. auch eingebettete Videosequenzen.

# Neue Aspekte des Krafttrainings in der kardialen Rehabilitation

A. D. Christodoulos, K. A. Volaklis, S. P. Tokmakidis

**Kurzfassung:** Bis vor einiger Zeit wurde die Anwendung von Kraft in den Trainingsprogrammen von Herzpatienten kritisch gesehen und abgelehnt. Grund hierfür waren vor allem Ergebnisse aus frühen Studien, die während isometrischer Haltearbeit unerwünschte hämodynamische Herz-Kreislauf-Reaktionen feststellten.

Neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen zufolge stellt die Verbesserung der Muskelkraft bei Herzpatienten eines der wichtigsten Ziele der Sekundärprävention dar. Dadurch werden zahlreiche gesundheitliche Vorteile erreicht, alltägliche Aktivitäten besser bewältigt und orthopädische Beschwerden gezielt reduziert. Insbesondere das Kraftausdauertraining in Zirkelform mit dynamisch-isotonen Muskelkontraktionen hat sich in den letzten Jahren als sichere und wirkungsvolle Trainingsform für gut belastbare Koronarpatienten bewährt. Durch ein gezieltes und individuell dosiertes Kräftigungsprogramm können muskuläre Kraft und Ausdauer, Herz-Kreislauf-Funktion, kardiovaskuläre Risikofaktoren, anthropometrische Größen sowie psychische Faktoren günstig beeinflusst werden.

Gemäß aktuellen Empfehlungen werden für die ambulante Herztherapie 1–3 Durchgänge von 8 bis 12 Stationen und einer Gesamtdauer von 20–45 Minuten vorgeschlagen. Das Training sollte 2–3mal wöchentlich an 2

bzw. 3 nicht aufeinanderfolgenden Tagen in Abwechslung mit dem Ausdauerprogramm stattfinden. Die Belastungsintensität sollte nach Möglichkeit zwischen 40 und 60 % der Maximalkraft (MK) liegen (12–20 Wdh.), wobei zwischen den einzelnen Übungen Pausen von 30–60 Sek. einzulegen sind. Die Belastungsnormativa dürfen je nach Leistungsfähigkeit der Patienten (linksventrikuläre Funktion, kardiale Komorbidität sowie systemische bzw. orthopädische Beeinträchtigungen) leicht variieren.

Obleich die Sicherheit eines Krafttrainingsprogramms bei ausgewählten Koronarpatienten bestätigt ist, bedürfen Risiken und Langzeiteffekte von Kraftbelastungen auf spezielle Herzgruppen, wie z. B. Patienten mit schwer eingeschränkter linksventrikulärer Funktion, ältere Koronarkranke und Frauen mit koronarer Herzkrankheit, noch weiterer Untersuchungen.

**Abstract: Resistance Training in Cardiac Rehabilitation.** New evidence indicates that the improvement of muscular strength plays an important role in patients with coronary artery disease (CAD). It promotes their physical condition and allows cardiac patients to cope in a better way the required daily tasks.

Resistance training has recently been accepted as a safe exercise mode for properly screened patients, even at relatively high workloads. Circuit weight training, when appropriately prescribed, has favourable effects on muscular strength and endurance, cardiovascular function, coronary risk factors and psychosocial well being.

The recommended resistance exercise program should last 20–45 minutes and consist of 8–12 stations, with 1–3 sets of 12–20 repetitions. Each session should preferably be performed on 2–3 alternating days in conjunction with aerobic exercise. Resistive loads should be 40–60 % of 1 repetition maximum and increase slowly, as the patients adapt to the program. The resistance training prescription may differ slightly among patients, depending on the degree of left ventricular (LV) dysfunction, concomitant comorbid conditions and associated vascular or orthopedic limitations.

Although the safety of CWT in low-risk patients is well established, further research is required in order to fully assess the long-term effects and risks of resistive exercise training in other cardiac populations (e.g. patients with severe LV dysfunction, older cardiac patients with low aerobic fitness level, women with CAD, etc). **J Kardiol 2003; 10: 207–13.**

## ■ Einleitung

Bewegungs- bzw. Sporttherapien gelten seit langem als feste Bestandteile der Sekundärprävention bei Patienten mit koronarer Herzkrankheit (KHK). Durch dosierte, kontrollierte und regelmäßig durchgeführte Ausdauerbelastungen werden kardiovaskuläre Risikofaktoren günstig beeinflusst, die Herz-Kreislauf-Funktion ökonomisiert, die funktionelle Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit der Patienten gesteigert und deren Lebensqualität erheblich verbessert [1, 2].

Andererseits wurden Kraftbelastungen bis vor einigen Jahren für Herzpatienten aus hämodynamischer Sicht als ungeeignet bezeichnet, da sie häufig mit einem hohen Blutdruckanstieg, Herzrhythmusstörungen, Beeinträchtigung der linksventrikulären Funktion sowie einem erhöhten kardialen Risiko verbunden wurden [3]. Nachdem die meisten früheren Studien die akuten Anpassungserscheinungen nur statischer Kraftbeanspruchungen [4–7] oder das Blutdruckverhalten dynamischer Kraftbelastungen maximaler Intensität untersucht haben [8], war die *In-toto*-Einstufung des Krafttrainings als ungeeignete bewegungstherapeutische Maßnahme für Koronarpatienten nur bedingt richtig.

So wurde seit Mitte der 80er Jahre diese Zurückhaltung anhand neuerer Befunde widerlegt. Als wesentliche neue Erkenntnis gilt, daß Kraftausdauertraining in Zirkelform (KAZ)

mit dynamischer Muskularbeitsweise und geringer bis mittlerer Intensität (40–60 % der Maximalkraft [MK]) bei ausgewählten Koronarpatienten tolerable Reaktionen des Herz-Kreislauf-Systems auslöst und zu signifikanten hämodynamischen, kardiorespiratorischen und muskulären Adaptationen führen kann [9–21]. In einigen Studien wurde sogar ein dynamisches Krafttraining bei Herzpatienten mit starker Beeinträchtigung der linksventrikulären Funktion bereits in der Phase II der Sekundärprävention eingeführt [2, 9, 12, 18, 19, 21].

Gemäß den aktuellen Richtlinien des American College of Sports Medicine (ACSM) sollte ein umfassendes Trainingsprogramm in der ambulanten Herzgruppe neben Ausdauerbelastungen auch 2mal wöchentlich Krafttraining beinhalten [22, 23]. Trotz ermutigender Indizien wird diese Trainingsform allerdings von vielen Ärzten sowie Patienten immer noch mit Zurückhaltung betrachtet. In dieser Übersicht werden die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Eignung des Krafttrainings für Koronarpatienten diskutiert, sowie die Auswirkungen dieser Trainingsmodalität auf Herz-Kreislauf-Funktion, metabolisch-kardiovaskuläre Risikofaktoren und muskuläre Parameter dargestellt.

## ■ Definition des Krafttrainings in der kardialen Rehabilitation

Ein gewisses Ausmaß an Kraft ist sinnvoll, um Alltagsbelastungen besser bewältigen zu können und orthopädische Beschwerden gezielt zu reduzieren [24]. Eine Kraftverbesserung wichtiger Muskelgruppen erweist sich demnach auch für Herzpatienten bei Wiederaufnahme beruflicher und freizeit-

Aus der Abteilung für Leistungsphysiologie (Leiter: Univ.-Prof. Dr. Savvas P. Tokmakidis), Fakultät für Sportwissenschaften der Universität zu Thrazien, Komotini, Griechenland  
**Korrespondenzadresse:** Univ.-Prof. Dr. Savvas P. Tokmakidis, Fakultät für Sportwissenschaften (T.E.F.A.A.), Komotini 69100, Griechenland;  
E-Mail: stokmaki@phyed.duth.gr

licher Aktivitäten als Vorteil. Krafttraining in der kardialen Rehabilitation hat eine Leistungsverbesserung durch koordinative Effekte und Stoffwechseladaptationen zur Folge. Maximal- und Schnellkraftübungen sind nur unter Zuhilfenahme der Preßatmung realisierbar und deshalb mit einem erhöhten kardialen Risiko bei gleichzeitig fehlenden günstigen Stoffwechseleffekten verbunden. Um solche pathologischen kardiovaskulären Reaktionen zu vermeiden, wird das Krafttraining in der kardialen Sporttherapie als Kraftausdauertraining mittels dynamisch-isotoner Muskelkontraktionen durchgeführt.

Kraftausdauerprogramme werden meistens in der Form eines Zirkeltrainings absolviert, dessen Vorteil in der Möglichkeit, gleichzeitig lokale Muskelausdauer und Muskelkraft zu trainieren, liegt. Ein Zirkel besteht aus einer Serie von Übungen (üblicherweise 6–12), die nacheinander absolviert werden. Der Patient bewegt sich mit minimaler Pause von einer Station zur anderen (30–60 Sek.), während zwischen den Durchgängen eine längere Pause (3–5 Min.) eingelegt wird [25].

### ■ Hämodynamische Reaktionen beim Kraftausdauertraining

Aufgrund des zunehmenden Interesses an sicheren Krafttrainingsformen in der ambulanten Herzgruppe wurden die kardiovaskulären Beanspruchungen und Risiken von Zirkeltrainingprogrammen in einer Vielzahl aktueller Studien untersucht [9, 10, 14, 15, 18, 19, 21, 26].

In der kardialen Rehabilitation erfolgt die Belastungskontrolle in erster Linie über die Herzfrequenz (HF). Bei gesunden Probanden ist das Verhalten der HF während des KAZ sehr unterschiedlich, schwankend zwischen 60 und 83 % der HFmax [27–30]. Bei Herzpatienten wurden im KAZ generell niedrigere maximale HF-Werte gemessen als bei maximaler ergometrischer Belastung. Bypassoperierte Patienten haben nur 56 % ihrer Herzfrequenzreserve während eines KAZ erreicht [15], während Patienten, die mit Intensitäten von 40–60 % der MK trainierten, 56–64 % der beim symptomlimitierten Stufentest registrierten HF-Werte erreicht haben [31]. Featherstone et al. [13] stellten einen Vergleich zur Laufbandergometrie her und zeichneten während der Kraftarbeit an vier unterschiedlichen Geräten mit einer Belastungsintensität von 40–100 % der MK durchwegs signifikant niedrigere Herzfrequenzen auf (74–92/min) als bei maximaler ergometrischer Ausbelastung (157/min). Obwohl beim Krafttraining im Vergleich zur dynamischen Belastung auch höhere HF-Werte registriert wurden [32, 33], liegt im allgemeinen das Pulsfrequenzverhalten im physiologischen Bereich und beträgt 56–70 % der bei der Belastungsuntersuchung registrierten Werte [13, 31, 34, 35].

Beim Vergleich zwischen einem Krafttraining unterschiedlicher Intensitäten und der maximalen Laufbandergometrie wurde bestätigt, daß der systolische Blutdruck bei Kraftbelastungen die bei der Laufbandergometrie erzielten Werte nicht überschreitet, wohingegen der diastolische Blutdruck leicht höher ausfallen kann [13, 31, 34].

Vander et al. [31] haben festgestellt, daß bei Bypassoperierten, die ein KAZ mit einer Belastungsintensität von 40–60 % der MK durchführten, der systolische Blutdruck 77–

94 % des beim maximalen Stufentest erreichten Wertes betrug. Während des KAZ lag das Druckfrequenzprodukt (DFP) signifikant niedriger ( $93$  vs  $203 \times 10^3$ ), der diastolische Blutdruck jedoch signifikant höher (100–136 %) als beim symptomlimitierten Stufentest.

Es ist hierbei anzumerken, daß sich diese Befunde durch nichtinvasive Messungen in der Nachbelastungsphase ergaben. Wenn die Blutdruckreaktion eines Krafttrainings (20–80 % der MK) bei Herzpatienten intraarteriell während der Belastungsphase registriert wurde [16], wurden höhere Blutdruckwerte festgestellt als in den oben erwähnten Studien; allerdings lagen diese Werte ebenfalls im klinisch akzeptablen Bereich.

In der obengenannten Studie von Featherstone et al. [13] war der systolische Blutdruck beim KAZ mit den Ergebnissen der maximalen Laufbandergometrie vergleichbar ( $158 \pm 27$  bis  $174 \pm 19$  mmHg vs  $168 \pm 31$  mmHg). Das DFP während der Kraftarbeit war deutlich niedriger, wohingegen der diastolische Blutdruckwert wesentlich höher im Vergleich zu stufenweise ansteigender dynamischer Belastung lag ( $93$ – $117$  mmHg vs  $79$  mmHg). Allerdings wurden im Langzeit-EKG keinerlei pathologische kardiale Ereignisse bzw. Ischämiezeichen registriert. Im Gegensatz dazu zeigten 5 von 12 Patienten ST-Streckensenkungen ( $\geq 1$  mm) während des maximalen Stufentests.

In den vorhandenen Untersuchungen wurden generell seltener bei Kraftbelastungen gegenüber ergometrischer Belastung pektanginöse Beschwerden, ST-Streckensenkungen oder ventrikuläre Arrhythmien im Langzeit-EKG festgestellt [13, 31, 32, 35]. Die Abwesenheit von Ischämiezeichen bzw. derartigen Komplikationen weist darauf hin, daß Kraftausdauerprogramme in Form eines Zirkeltrainings für gut belastbare Herzpatienten hämodynamisch günstig sind und kein erhöhtes Risiko mit sich bringen.

### ■ Metabolische Beanspruchung eines Kraftausdauertrainings

Bei gesunden Probanden liegt die Sauerstoffaufnahme während des KAZ zwischen 32 und 47 % der  $\dot{V}O_{2max}$  [27, 36]. Dies bedeutet, daß man ca. 31 Minuten lang trainieren müßte, um den empfohlenen Wert von 300 kcal pro Tag zu erreichen [27]. Allerdings weisen Herzpatienten, die durch eine limitierte Sauerstoffverbrauchskapazität charakterisiert sind, Werte zwischen 25 und 32 % der  $\dot{V}O_{2max}$  während des KAZ auf [37], obwohl ebenfalls trainingswirksame Werte (67 % der  $\dot{V}O_{2max}$ ) gemessen wurden [15].

Hinsichtlich der Laktat- und Katecholaminkonzentrationen stellten Urhausen et al. [38] fest, daß die Maximalwerte für Laktat und Katecholamine signifikant niedriger während des KAZ als bei maximaler Fahrradergometrie lagen (Laktat:  $3,5 \pm 0,7$  vs  $7,3 \pm 1,9$  mmol/l; Adrenalin:  $0,9 \pm 0,4$  vs  $2,0 \pm 1,4$  nmmol/l; Noradrenalin:  $4,5 \pm 1,5$  vs  $8,4 \pm 4,8$  nmmol/l). Allerdings sprach das höhere Laktat:HF-Verhältnis während des KAZ für eine höhere muskulär-metabolische Beanspruchung sowie einen größeren Kraftanteil im Vergleich zur Fahrradbelastung. Es scheint, daß die Art der einbezogenen Muskelgruppen und Muskelmasse, die Belastungsintensität, das Beanspruchungsprofil wie auch die individuelle quantitative Ausführung unterschiedlicher Übungs- bzw. Belastungs-

formen die beim KAZ bestehende metabolische und psychisch-konzentrierte Beanspruchung und somit die Laktatproduktion bzw. die Katecholaminfreisetzung bestimmen.

## ■ Trainingsadaptationen eines Kraftausdauertrainings in Zirkelform

### Muskelkraft

Krafttraining mittlerer bis hoher Intensität mit einer Trainingsfrequenz von 2–3mal/Woche über einen Zeitraum von 6 Monaten führt bei Männern und Frauen aller Altersgruppen zu einer Kraftsteigerung von 25–100 %, in Abhängigkeit von Trainingsreiz und initialem Kraftniveau [39]. KAZ erbringt bei Herz- und Blutdruckpatienten eine Kraftzunahme von 12–53 %, abhängig vom Kraftniveau und den untersuchten Muskelgruppen [15, 17, 21, 40–44] (Tab. 1).

Die Belastungsintensität betrug in den meisten Studien 40–60 % der MK. Obwohl höhere Kraftbelastungen – bis 80 % der MK – erwartungsgemäß auch größere Gewinne an Kraft (bis 63 %) erbrachten [14, 33], ist der Gewinn relativ gering im Gegensatz zu der potentiellen Gefahr hämodynamischer Komplikationen oder muskulärer Verletzungen [45].

Ferner genügt die für das Kraftausdauertraining empfohlene Belastungsintensität von 40–60 % der MK, um entsprechende neuronale bzw. morphologische Antworten für eine Koordinationsverbesserung bzw. eine muskuläre Hypertrophie hervorzurufen [46–48]. Diese physiologischen Anpassungen wirken dem besonders im Alter zunehmenden Frakturrisiko und den altersbedingten muskulären Dysbalancen entgegen [49].

Die Erhaltung bzw. der Erwerb eines basalen Kraftniveaus ist bei Herzpatienten insofern von großer Bedeutung, daß viele Alltagsaktivitäten eine statische bzw. dynamische Kraftkomponente beinhalten. Da die hämodynamische Reaktion bei Kraftbeanspruchungen zum großen Teil von der Relativkraft abhängig ist, bedeuten gleiche Belastungen aufgrund des Maximalkraftanstieges geringere Relativbelastungen und niedrigere Blutdruckanstiege im täglichen Leben [20, 50].

### Maximale Sauerstoffaufnahme ( $\dot{V}O_{2max}$ ) und kardiale Funktion

Die Sauerstoffaufnahme – als bezeichnender Index kardiopulmonaler Kapazität – wurde im Rahmen der kardialen Bewegungstherapie von vielen Autoren untersucht. Durch regelmäßiges Ausdauertraining werden positive Kreislaufveränderungen im Sinne einer Verbesserung der  $\dot{V}O_{2max}$ , einer Steigerung des Schlagvolumens und einer Senkung von HF und Blutdruck in Ruhe sowie bei submaximaler Belastung erreicht [51, 52]. Diese Adaptationen sind von primärer Bedeutung, da sie über eine Verminderung des myokardialen Sauerstoffbedarfs zur Ökonomisierung der Herz-Kreislauf-Tätigkeit führen.

In der traditionellen kardialen Trainingstherapie wurde durch aerobes Training über eine Verbesserung der  $\dot{V}O_{2max}$  von 10–39 % berichtet [51, 52]. Andererseits führt Krafttraining bei KHK-Patienten zu einer geringen, jedoch signifikanten Verbesserung der maximalen aeroben Kapazität, die zwischen 4 und 19 % liegt [15, 21, 25, 26]. Haennel et al. [15] berichte-

ten über eine mäßige Verbesserung der aeroben Kapazität um 11 % nach einem 8wöchigen KAZ an hydraulischen Kraftgeräten bei 8 Bypassoperierten. Dabei wurde eine Reduzierung der HF in Ruhe (80 vs 70/min) sowie bei submaximaler Belastung beobachtet, welche auf die Zunahme des Schlagvolumens zurückzuführen war. Gleichmaßen konnten 16 Postinfarktpatienten nach 12wöchigem KAZ ihre maximale Sauerstoffaufnahme um 19 % steigern und ihre HF bei gegebener submaximaler Belastung (90 W) um 15 % senken [53]. Bei Patienten mit Grenzwerthypertonie [40], die ein KAZ mit 40 % der MK über 9 Wochen durchführten, wurden eine 8%ige Erhöhung der  $\dot{V}O_{2max}$  sowie ein signifikanter Abfall des diastolischen Blutdrucks in Ruhe beobachtet (95,8 vs 91,3 mmHg).

Die Kombination von KAZ und aeroben Trainingsprogrammen führt zu ausgeprägteren kardiovaskulären Adaptationen im Vergleich zu ausschließlich ausdauertrainierten Patienten [21, 42]. Tokmakidis und Volaklis [54] haben für 8 Monate ein kombiniertes Ausdauer- und Zirkeltraining bei 14 Koronarpatienten angewandt, das einen signifikanten Anstieg der Ejektionsfraktion (4,7 %), des Schlagvolumens (9,3 %) und der  $\dot{V}O_{2max}$  (15,6 %) zur Folge hatte. In einer ähnlichen Studie führten 42 Postinfarktpatienten 3mal wöchentlich über 10 Wochen ein KAZ bei entweder 20, 40 oder 60 % der MK in Kombination mit Ausdauertraining durch [26]. Die Erhöhung der maximalen Sauerstoffaufnahme lag bei allen Intensitätsgruppen zwischen 4,4 und 13,4 %, während in der Kontrollgruppe eine Abnahme der  $\dot{V}O_{2max}$  festgestellt wurde. Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen Stewart et al. [21] bei 23 Postinfarktpatienten, allerdings konnten sie eine Beeinflussung der Ruhe- bzw. Belastungshämodynamik trotz einer 14%igen  $\dot{V}O_{2max}$ -Verbesserung nicht beweisen.

Mit Ausnahme einer Studie, die keine Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme nach einem KAZ feststellen konnte [19], legen die Resultate der Trainingsstudien im allgemeinen nahe, daß diese Trainingsmodalität zu einem mäßigen Anstieg der  $\dot{V}O_{2max}$  führen kann; wird sie dennoch mit Ausdauerbelastungen kombiniert, sind markante positive zentrale und periphere Herz-Kreislauf-Anpassungen zu erwarten.

### Serumlipide

In bezug auf die Beeinflussung der Serumlipide zeigen Studien bei krafttrainierten Probanden bzw. Herzpatienten keine übereinstimmenden Ergebnisse [41, 55–58]. Hurley et al. [55] konnten bei unveränderter  $\dot{V}O_{2max}$  und Körperzusammensetzung einen erheblichen HDL-Cholesterinanstieg (10 %), eine Senkung des LDL-Cholesterinwertes (5 %) sowie eine 8- bzw. 14%ige Verbesserung der Gesamtcholesterin/HDL- und LDL/HDL-Quotienten nach einem 16wöchigen KAZ nachweisen. Diese Ergebnisse sprechen für einen direkten Trainingseinfluß auf das Lipoproteinmuster. Nach einer Kombination aus Ausdauer- und Krafttraining (2× wöchentlich Ausdauer/70–80 % der HFmax und 2× wöchentlich KAZ/60 % der MK) über 8 Monate bei Koronarpatienten sprachen Tokmakidis und Volaklis [54] von einer Senkung des Gesamtcholesterins um 8,6 % und des LDL-Cholesterinwertes um 7,1 % sowie von einer Verbesserung der Gesamtcholesterin/HDL- bzw. LDL/HDL-Quotienten um 14,6 % bzw. 14 %. Demgegenüber konnten Wosornu et al. [58] nach einem 6monatigen KAZ einen positiven Einfluß auf das Lipoproteinprofil von 27 KHK-Patienten nicht bestätigen.

**Tabelle 1:** Übersicht ausgewählter Studien über Zirkeltraining bei Herzpatienten

Autoren	Patienten-kollektiv (n)	Trainingsdauer und -frequenz	Belastungs-normativa	Kraftzunahme (% der MK)	Kardiopulmonale bzw. hämodynamische Adaptationen	Komplikationen
Kelemen et al. 1986 [17]	CABG, PI, KHK (n = 20)	10 Wochen, 3TE/Woche	40 % der MK, 10 Übungen, 2 Durchgänge, P: 30 Sek. plus aerobes Training bei 85 % der HFmax	MK erhöht um 24 % bei allen Übungen	Verbesserung der Belastungszeit bis zur subjektiven Erschöpfung um 12 %	BD-Abfall bei einem Patienten, ventrikuläre Bigeminie bei vier Patienten
Harris & Holly 1987 [40]	Blutdruckpatienten (n = 10)	9 Wochen, 3TE/Woche	40 % der MK, 10 Übungen, 3 Durchgänge, 20–25 Wdh., RD: 45 Sek., P: 15 Sek.	MK erhöht um 12,5 % bzw. 53 % für Ober- bzw. Unterkörper	VO <sub>2</sub> max erhöht um 21 % bzw. 8 % am Ergostat bzw. auf dem Laufband. Reduzierung des DBD am Ende des Trainingsprogramms	Keine
Stewart et al. 1988 [44]	CABG, PI, KHK (n = 17)	3 Jahre, 3TE/Woche (Follow-up der Studie von Kelemen et al., 1986)	40 % der MK, 10 Übungen, 2 Durchgänge, P: 30 Sek. plus aerobes Training bei 85 % der HFmax	MK-Anstieg um 13 % bzw. 40 % für Ober- bzw. Unterkörper	Keine Angabe	Keine
Ghilarducci et al. 1989 [14]	CABG, PI, KHK (n = 9)	10 Wochen, 3TE/Woche	80 % der MK, 1 Durchgang plus aerobes Training bei 45–64 % der HFmax	MK erhöht um 12–53 % bei allen Übungen	Keine Angabe	Keine
Sparling et al. 1990 [43]	CABG, PI, PTCA, KHK (n = 16)	6 Monate, 3TE/Woche	30–40 % der MK, 12 Übungen, 1–2 Durchgänge, 12–20 Wdh., P: 1 Min.	22%iger Kraftzuwachs bei allen Übungen	VO <sub>2</sub> max nicht erhoben, keine Wirkung auf Ruhe- und Belastungs-hämodynamik	Keine
Haennel et al. 1991 [15]	9–10 Wochen nach CABG (n = 8)	8 Wochen, 3TE/Woche	3 Übungen, 3 Durchgänge, 8–16 Wdh., P: 20–60 Sek.	MK-Anstieg um 22 % bzw. 18 % für Ober- bzw. Unterkörper	Senkung der Ruhe- und Belastungsfrequenz, Reduzierung des DFP, SV-Anstieg, VO <sub>2</sub> max-Erhöpfung um 11 %	Keine
Kokkinos et al. 1991 [41]	Risikopatienten (n = 16)	20 Wochen	11 Übungen, 2 Durchgänge, 12–15 Wdh.	Oberkörper: +50 % Beine: +37 %	Keine Verbesserung der aeroben Kapazität	Keine
McCartney et al. 1991 [42]	CABG, PI, KHK (n = 10)	10 Wochen, 2TE/Woche	40–80 % der MK, 3 Übungen, 3 Durchgänge plus aerobes Training bei 60–85 % der HFmax	MK-Anstieg um 42 % bzw. 23 % für Ober- bzw. Unterkörper	Verbesserung der Belastungszeit bis zur subjektiven Erschöpfung um 109 %	Keine
Daub et al. 1996 [26]	6–16 Wochen nach Herzinfarkt (n = 42)	10 Wochen, 3TE/Woche	3 Gruppen, Training bei 20, 40 und 60 % der MK, 2 Durchgänge plus aerobes Training bei 70–85 % der HFmax	Kraftzunahme um 10,5 %, 11,9 % und 13,5 % am Oberkörper für die 3 Gruppen	VO <sub>2</sub> max erhöht um 4,4–13,4 %	30 Patienten wiesen Komplikationen beim AT auf, beim ZT jedoch nur einer
Maiorana et al. 1997 [19]	19 Monate nach CABG (n = 12)	10 Wochen	ZT bei 40–60 % der MK	Durchschnittlicher Kraftzuwachs um 18 % bei 5 aus 7 Übungen	Keine Verbesserung der VO <sub>2</sub> max, geringe Reduzierung des DFP	Keine
Stewart et al. 1998 [21]	4–6 Wochen nach Herzinfarkt (n = 23)	10 Wochen, 3TE/Woche	40 % der MK, 2 Durchgänge plus aerobes Training bei 70–85 % der HFmax	Oberkörper: +20 % Beine: +31 %	VO <sub>2</sub> max um 14 %, Belastungszeit bis zur subjektiven Erschöpfung um 10 % erhöht	Keine

n = Anzahl des Patientenkollektives, CABG = Bypassoperierte, PTCA = Perkutane Transluminale Coronar-Angioplastie (Ballondilatation), KHK = Koronarpatienten, PI = Postinfarktpatienten, AT = Ausdauertraining, TE = Trainingseinheiten, ZT = Zirkeltraining, MK = Maximalkraft, Wdh. = Wiederholungen, RD = Reizdauer, HFmax = maximale Herzfrequenz, P = Pause zwischen den einzelnen Stationen, SV = Schlagvolumen, DBD = Diastolischer Blutdruck, VO<sub>2</sub>max = maximale Sauerstoffaufnahme, DFP = Druckfrequenzprodukt

Die Belastungsmerkmale und der Gesamtenergieverbrauch eines Trainingsprogramms spielen eine entscheidende Rolle für protektive Stoffwechseladaptationen [59, 60]. Beim Maximalkrafttraining, wobei mit hoher Intensität und längeren Pausen trainiert wird, reichen die Belastungszeiträume einzeln und in ihrer Summe eventuell für eine effektive Lipolyse und Lipidutilisation nicht aus [57]. Wenn allerdings mit niedrigen bis mittleren Gewichten, hohen Wiederholungszahlen und kürzeren inter- bzw. intraserialen Pausen trainiert wird, wie es in der kardialen Rehabilitation der Fall ist, sind mit großer Wahrscheinlichkeit günstige Auswirkungen auf das Lipid- bzw. Lipoproteinmuster zu erwarten. Ob KAZ ein adäquates Trainingsmittel für Fettstoffwechseladaptationen bei Koronarpatienten darstellt, muß jedoch weiter evaluiert werden.

### Körperzusammensetzung

Die Körperzusammensetzung und das Fettverteilungsmuster werden mit der kardiovaskulären Sterblichkeit verknüpft und durch körperliche Bewegung verbessert [61]. Aerobes Training begünstigt die selektive Fettmobilisierung vom Oberkörper [62] und trägt dadurch zur Abnahme von Körpergewicht und prozentualem Fettanteil bei unveränderter fettfreier Körpermasse bei [45].

Bei gesunden Populationen bewirkt Kraftausdauertraining eine Reduktion des prozentualen Fettanteils [30]. Bei Herzpatienten wurde nach einem 10wöchigen KAZ ebenfalls eine niedrige, jedoch signifikante Abnahme des prozentualen Fettanteils ( $20,8 \pm 4,4$  vs  $19,4 \pm 3,3$  %) bei unverändertem Körpergewicht beobachtet [17], während bei Hypertonikern ein ähnliches Trainingprogramm über 9 Wochen eine 2,2%ige Zunahme der fettfreien Körpermasse erbrachte [40]. Kombiniert mit Ausdauerbelastungen ist KAZ einigen Autoren nach in der Lage, die über Ausdauertraining zu erzielenden Veränderungen der anthropometrischen Größen bei Koronarpatienten durch eine deutliche Zunahme der fettfreien Körpermasse und somit des Basalstoffwechsels zu beschleunigen bzw. zu verstärken [10, 20].

Der mäßige Einfluß des Kraftausdauertrainings hinsichtlich der mit einem erhöhten kardiovaskulären Risiko assoziierten anthropometrischen Parameter ist auf den niedrigen Energieumsatz dieser Trainingsmodalität zurückzuführen [60]. Hinzu kommt auch die Tatsache, daß die bisherigen Studien über eine kurze Zeit (10–12 Wochen) durchgeführt wurden. Es fehlen derzeit prospektive Studien zur längerfristigen Wirkung von Kraftausdauertraining auf die Körperfettverteilung und das damit verbundene metabolisch-kardiovaskuläre Risiko.

### ■ Kontraindikationen gegen die Teilnahme an einem Kraftausdauerprogramm

Die Teilnahme am Kraftausdauertraining beinhaltet für die Herzpatienten einige Mindestvoraussetzungen. Die ergometrische Leistungsfähigkeit der Patienten sollte über 6–7 MET (metabolische Äquivalente) liegen [63]. Eine ausreichende linksventrikuläre Funktion (Ejektionsfraktion > 45 %) sowie eine 12- bis 16wöchige Teilnahme in der ambulanten Herzgruppe sollten ebenfalls vorliegen [64]. Dieser Zeitraum erlaubt eine ausreichende klinische Beobachtung, die Eingeöhnung der Patienten wie auch wichtige kardiovaskuläre

bzw. muskuläre Anpassungen. Nach den Vorgaben des ACSM darf ein Krafttraining früher eingebaut werden (4–6 Wochen nach Herzinfarkt oder Bypassoperation und 1–2 Wochen nach Ballondilatation), wenn aufgrund des Langzeit-EKGs, der Blutdruck-Langzeitmessung und der Belastungsuntersuchung keine abnormen Herz-Kreislauf-Reaktionen zu erkennen sind [23].

Andererseits gelten als Ausschlußkriterien für die Teilnahme an einem Kraftausdauertraining im Prinzip [1, 20, 23, 54, 65]:

- Abnorme hämodynamische Reaktionen während Belastung
- Bei Belastung auftretende ST-Streckensenkungen größer als 2 mm
- Schlechte linksventrikuläre Funktion (Ejektionsfraktion < 30 %)
- Nicht eingestellte Angina pectoris
- Dreifäßerkrankung
- Ernsthafte ventrikuläre Herzrhythmusstörungen
- Blutdruck in Ruhe und während ergometrischer Belastung nicht ausreichend eingestellt
- Nicht ausreichend behandelte Herzinsuffizienz
- Schwergradige Aortenstenose
- Hypertrophe Kardiomyopathie
- Nicht ausreichend eingestellte metabolische Krankheiten (z. B. Diabetes mellitus)
- Gravierende kardiovaskuläre bzw. orthopädische Kontraindikationen

In den letzten Jahren wurde der wissenschaftliche Beleg für die Effektivität eines Krafttrainings bei manchen Herz-Kreislauf-Erkrankungen erbracht, welche früher eine absolute Kontraindikation für derartige Trainingsformen darstellten.

So kann ein peripheres Muskeltrainingprogramm bei schwer herzinsuffizienten Patienten günstige Effekte auf die allgemeine Leistungsfähigkeit hervorrufen [66, 67]. Dabei müssen vorrangig kleine Muskelgruppen belastet werden, die Belastungsphasen kurz und die Wiederholungszahl klein gehalten werden. Das Belastung:Pausen-Verhältnis soll bei 1:2 oder 1:3 festgelegt werden [68]. Zwar darf eine signifikante Wirkung auf das Herz-Kreislauf-System nicht erwartet werden, dennoch können die positiven Veränderungen bezüglich Muskelkraft schon eine Verbesserung der Belastungstoleranz für den Alltag zur Folge haben.

Kraftfördernde Trainingsprogramme können zudem bei Patienten nach Herztransplantation wesentliche gesundheitliche Nutzen erzielen und dem postoperativen, durch die Glukokortikoid-Therapie bedingten Verlust von Muskelmasse und Knochendichte entgegenwirken [69, 70]. Patienten mit Mitralklappenprolaps dürfen ebenfalls an einem Kräftigungsprogramm teilnehmen, sie sollten allerdings hohe Intensitäten vermeiden [60]. Signifikante Kraftgewinne sind zudem bei Patienten mit arterieller Verschußkrankheit zu beobachten, allerdings ohne Verbesserung der  $\dot{V}O_{2max}$  oder Verlängerung der beschwerdefreien Gehstrecke [71].

### ■ Organisation des Trainings und Belastungsnormativa

Nach der routinemäßigen Belastungsuntersuchung muß das Krafttraining anhand der individuellen leistungsphysiologischen Daten unter Berücksichtigung krankheitsbedingter Ein-

schränkungen gestaltet werden. Zudem muß das Grundprinzip der ganzkörperlichen Belastung durch entsprechende Übungsauswahl gewährleistet sein. Große Muskelgruppen sind vor kleineren zu trainieren. Die Patienten müssen anfänglich mit geringen Widerständen und niedrigen Trainingsvolumina arbeiten. Das Kräftigungsprogramm sollte 2- bis 3mal wöchentlich an 2 bzw. 3 nicht aufeinanderfolgenden Tagen stattfinden, damit die biologischen Anpassungen des Körpers an die Belastung erfolgen können. Es ist hier anzumerken, daß Krafttraining als adjuvante Behandlung und nicht als Ersatz des Ausdauerprogramms der kardialen Rehabilitation anzusehen ist. Die Belastungsgrößen sollen alle 6 bis 8 Wochen dem neuen Kraftniveau angepaßt werden [60].

In den bisherigen Studien wurden zum Krafttraining mit Herzpatienten hauptsächlich freie Gewichte [13, 40], hydraulische [15, 32, 34, 35] und klassische Fitneßgeräte [2, 21, 26, 44] eingesetzt. Die Kraftgeräte bieten die Möglichkeit, zu Beginn mit geringem Widerstand zu trainieren und durch Feinabstufung der Gewichte die Belastungsintensität individuell zu dosieren. Weiterhin gewährleistet die ergonomische Gestaltung der Geräte eine minimale Verletzungsgefahr; aufgrund des großen apparativen Aufwandes ist allerdings ein KAZ mit Kraftgeräten in der Sporthalle nicht immer realisierbar. Wenn die Möglichkeit eines Geräteaufwandes nicht gegeben ist, sollten beim Krafttraining das eigene Körpergewicht, kleinere Gewichte oder elastische Bänder eingesetzt werden, die ebenfalls trainingswirksame kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchungen auslösen können [38]. Für optimale Trainingsergebnisse mit minimaler Gefährdung sind allerdings die richtige Dosierung, die funktionale Ausführung der Übungen und insbesondere die richtige Atmung (Vermeidung der Preßatmung) wichtiger als das benutzte Trainingsgerät.

Koronarpatienten sollten bei einer Belastungsintensität von 40–60 % der Maximalkraft trainieren (Tab. 2). Aus Sicherheitsgründen kann eine individuelle Abwandlung bei bestimmten Patienten erforderlich werden [20, 65]. Patienten mit geringerer Belastbarkeit können somit an einem Kräftigungsprogramm niedriger Intensität teilnehmen. Bereits bei Belastungsintensitäten von 30–40 % der Maximalkraft wurde bei 3mal wöchentlichem Training nach 2 bis 3 Monaten ein signifikanter Kraftzuwachs gemessen [40, 43]. Leichte Kurz-

hanteln und elastische Bänder können hierbei als wirksame Trainingsmittel eingesetzt werden. Die Steuerung der Intensität wird in diesem Fall zusätzlich durch den subjektiven Anstrengungsgrad (Borg-Skala, Skalierung 6–20) gewährleistet [60].

Zur Feststellung des individuellen Kraftniveaus sind unterschiedliche Krafttestverfahren eingesetzt worden. Die meisten Autoren schlagen den klassischen Maximalkrafttest mittels EKG-Überwachung vor, da dieses Verfahren mit keinerlei kardiovaskulären und orthopädischen Komplikationen einhergeht [13, 16, 35, 60]. Sollte aus Sicherheitsgründen oder aufgrund orthopädischer Erwägungen von einem Maximalkrafttest abgesehen werden, kann die Prozedur der 10 bzw. 15 RM (Repetition-Maximum) angewandt werden (das Gewicht, das 10- bzw. 15mal gehoben werden kann). Demnach ist das anfängliche Trainingsgewicht primär unter Berücksichtigung des subjektiven Belastungsempfindens einzustellen, d. h., die individuelle Belastungsintensität ist so zu wählen, daß mit der 15. Wiederholung auf der Borg-Skala jeweils ein RPE-Wert von 13, entsprechend einer subjektiven Belastungsempfindung von „etwas anstrengend“, vorliegt.

Der Belastungspuls sollte die für ausdauerorientierte Sportarten empfohlene Trainingsfrequenz nicht überschreiten, damit die Gefahr einer Überbelastung minimiert wird [72]. Zur Kontrolle werden periodische Puls- und Blutdruckmessungen empfohlen. Zur präziseren Registrierung des arteriellen Blutdrucks sollte die Messung möglichst während der Übungsausführung an einer nicht arbeitenden Extremität bzw. einem Körpersegment stattfinden, da der Blutdruck in der Nachbelastungsphase rapide abfällt [73]. Bei Patienten mit bekannten Rhythmusstörungen sollte die Registrierung der HF mittels Langzeit-EKG während des gesamten Trainings erfolgen [60, 65].

Das DFP – als Index des myokardialen O<sub>2</sub>-Bedarfs – stellt einen präziseren und aussagekräftigeren Parameter zur Belastungssteuerung dar als HF oder Blutdruck allein [60]. Demnach sollte dieses während der Belastung errechnet werden, damit ungünstige Werte, die ischämische Symptome auslösen können, frühzeitig ermittelt werden. Der subjektive Anstrengungsgrad soll gemäß ACSM-Empfehlungen im Bereich „recht leicht“ bis „etwas schwer“ (Borg-Skala 11–13) liegen [23, 60]. Allerdings bedeutet eine gute muskuläre Leistungsfähigkeit (d. h. ein niedriger Wert auf der Borg-Skala) nicht zwangsläufig eine hohe kardiale Belastbarkeit [38]; dies gilt insbesondere für Patienten mit eingeschränkter linksventrikulärer Funktion [74]. Deswegen ist die Borg-Skala als zusätzliches Hilfsmittel und nur in Zusammenhang mit den anderen Steuerungsparametern (HF, Blutdruck, DFP) zur Intensitätskontrolle zu benutzen. Als externer Steuerungsparameter sollte besonders das Vermeiden von Preßatmung beachtet werden [38].

## ■ Abschließende Bemerkungen

Schlußfolgernd gibt es anscheinend keine grundsätzlichen Bedenken gegen kraftfördernde Programme in der ambulanten Herztherapie. Vorliegende wissenschaftliche Ergebnisse weisen darauf hin, daß ein Krafttraining mittlerer Intensität (40–60 % der MK) klinisch akzeptable Herz-Kreislauf-Reaktionen auslöst. Ferner gewinnt der Patient durch ein kontrolliertes, an die individuelle Belastbarkeit angepaßtes, wohl-

**Tabelle 2:** Belastungsnormativa eines kraftausdauerorientierten Zirkeltrainings mit Herzpatienten [1, 20, 54, 60]

Belastungskomponente	Empfehlungen/Richtlinien
Intensität	40–60 % der Maximalkraft (bei ausgewählten Patienten sogar 60–80 %)
Gesamtumfang	20–45 Min.
Stationen	5–18, meistens 8–12
Durchgänge; Wiederholungen	1–3; 8–20 Wdh. in Abhängigkeit von Fitneßniveau und Intensität
Pause zwischen den Einzelübungen	30–60 Sek.
Pause zwischen den Durchgängen	3–5 Min.
Trainingshäufigkeit	2–3mal wöchentlich
Bewegungstempo	Langsam, zügig. Beim Anheben des Gewichts wird bis 2, beim Absenken bis 4 gezählt. Vermeiden von Preßatmung



dosiertes Kraftausdauertraining über die Funktionsverbesserung, den Abbau von kardiovaskulären Risikofaktoren, die Verbesserung der Muskelkraft sowie die positiven psychologischen Effekte an Leistungsfähigkeit und Lebensqualität. Dementsprechend können derartige Trainingsprogramme unter fachgerechter Betreuung ein wertvolles Ergänzungsangebot im sporttherapeutischen Rehabilitationsprozeß darstellen. Deren Stellenwert sollte jedoch im Rahmen einer umfassenden Bewegungstherapie bei älteren Herzpatienten, Frauen mit KHK und Patienten mit erhöhtem Risiko weiter evaluiert werden.

## ■ Danksagung

Für ihren Beitrag zur Vorbereitung des Manuskriptes sind wir unserer Kollegin Maria Mastorogianni, MSc., zu Dank verpflichtet.

## Literatur

- Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, Hartley LH, Haskell WL, Pollock ML. Exercise standards. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. Writing Group. *Circulation* 1995; 91: 580–615.
- Squires RW, Muri AJ, Anderson LJ, Allison TG, Miller TD, Gau GT. Weight training during phase II (early outpatient) cardiac rehabilitation. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1991; 11: 360–4.
- Sharkey BJ, Graetzer DG. Specificity of exercise, training and testing. In: Durstine L, King AL, Painter PL, Roitman JL, Zwirner LD (eds). ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. Lea and Febiger, Champaign, 1993; 82–92.
- Atkins JM, Matthews OA, Blomqvist CG, Mullins CB. Incidence of arrhythmias induced by isometric and dynamic exercise. *Br Heart J* 1976; 38: 465–71.
- Elkayam U, Roth A, Weber I. Isometric exercise in patients with chronic advanced heart failure. *Circulation* 1985; 72: 975–81.
- Quinones MA, Gaassch WH, Weisser E, Theil HG, Alexander JK. An analysis of left ventricular response to isometric exercise. *Am Heart J* 1974; 88: 29–36.
- Siegel W, Gilbert CA, Nutter DO. Use of isometric handgrip for the indirect assessment of left ventricular function in patients with coronary atherosclerotic disease. *Am J Cardiol* 1972; 30: 48–54.
- MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz DE, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* 1985; 58: 785–90.
- Adams KJ, Barnard KL, Swank AM, Mann E, Kushnick MR, Denny DM. Combined high-intensity strength and aerobic training in diverse phase II cardiac rehabilitation patients. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1999; 19: 209–15.
- Beniamini Y, Rubenstein J, Faigenbaum AD, Lichtenstein AH, Crim MC. High-intensity strength training of patients enrolled in an outpatient cardiac rehabilitation program. *J Cardiopulm Rehabil* 1999; 19: 8–17.
- Beniamini Y, Rubenstein J, Zaichkowsky L, Crim M. Effects of high intensity strength training on quality of life parameters in cardiac rehabilitation patients. *Am J Cardiol* 1997; 80: 841–6.
- Delagardelle C, Feiereisen P, Krecke R, Essamri B, Beisel J. Objective effects of a 6 months' endurance and strength training program in outpatients with CHF. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 8: 1102–7.
- Featherstone JF, Holly RG, Amsterdam EA. Physiologic responses to weight lifting in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1993; 71: 287–92.
- Ghilarducci LE, Holly RG, Amsterdam EA. Effects of high resistance training in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1989; 64: 866–70.
- Haennel RG, Quinney HA, Kappagoda CT. Effects of hydraulic circuit training following coronary artery bypass surgery. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23: 158–65.
- Haslam RS, McCartney N, McKelvie RS, McDougall JD. Direct measurements of arterial blood pressure during formal weightlifting in cardiac patients. *J Cardiopulm Rehabil* 1988; 8: 213–25.
- Kelemen MH, Stewart KJ, Gilliland RE, Ewart CK, Valenti SA, Manley JD, Kelemen MD. Circuit weight training in cardiac patients. *J Am Coll Cardiol* 1986; 7: 38–42.
- Maiorana A, O'Driscoll G, Cheetham C, Collis J, Goodman C, Rankin S, Taylor R, Green D. Combined aerobic and resistance exercise training improves functional capacity and strength in CHF. *J Appl Physiol* 2000; 88: 1565–70.
- Maiorana AJ, Briffa TG, Goodman C, Hung J. A controlled trial of circuit weight training on aerobic capacity and myocardial oxygen demand in men after coronary artery bypass surgery. *J Cardiopulm Rehabil* 1997; 17: 239–47.
- Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, Limacher M, Pina I, Stein RA, Williams M, Bazzarre T. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: Benefits, rationale, safety, and prescription. An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation* 2000; 101: 828–33.
- Stewart KJ, McFarland LD, Weinhofer JJ, Cottrell E, Brown CS, Shapiro EP. Safety and efficacy of weight training soon after acute myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil* 1998; 18: 37–44.
- American College of Sports Medicine. Exercise for patients with coronary artery disease. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26: i-v.
- ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 5<sup>th</sup> ed. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia, 1995; 189–91 & 231–3.
- Brill PA, Macera CA, Davis DR, Blair SN, Gordon N. Muscular strength and physical function. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 412–6.
- Gettman LR, Pollock ML. Circuit weight training: A critical review of its physiological benefits. *The Physician and Sportsmedicine* 1981; 9: 44–60.
- Daub WD, Knapik GP, Black WR. Strength training early after myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil* 1996; 16: 100–8.
- Bailor DL, Becque DM, Katch V. Metabolic responses during hydraulic resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1987; 19: 363–7.
- Beckham SG, Earnest CP. Metabolic cost of free weight circuit weight training. *J Sports Med Phys Fitness* 2000; 40: 118–25.
- Collins MA, Cureton KJ, Hill DW, Ray CA. Relation of plasma volume change to intensity of weight lifting. *Med Sci Sports Exerc* 1989; 21: 178–85.
- Gettman LR, Ayres JJ, Pollock ML, Jackson A. The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. *Med Sci Sports Exerc* 1978; 10: 171–6.
- Vander LB, Franklin BA, Wrisley D, Rubenfire M. Acute cardiovascular responses to nautilus exercise in cardiac patients: implications for exercise training. *Annals of Sports Medicine* 1986; 2: 165–9.
- Butler RM, Palmer G, Rogers FJ. Circuit weight training in early cardiac rehabilitation. *J Am Osteopath Assoc* 1992; 92: 77–89.
- Hurley BF, Seals DR, Ehsani AA, Cartier LJ, Dalsky GP, Hagberg JM, et al. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Med Sci Sports Exerc* 1984; 16: 483–8.
- Butler RM, Beierwaltes WH, Rogers FJ. The cardiovascular response to circuit weight training in patients with cardiac disease. *J Cardiopulm Rehabil* 1987; 7: 402–9.
- Stralow CR, Ball TE, Looney M. Acute cardiovascular responses of patients with coronary disease to dynamic variable resistive exercise at different intensities. *J Cardiopulm Rehabil* 1993; 13: 255–63.
- Collins MA, Cureton KJ, Hill DW, Ray CA. Relationship of heart rate to oxygen uptake during weight lifting exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23: 636–40.
- DeGroot DW, Quinn TJ, Kertzer R, Vroman NB, Olney WB. Circuit weight training in cardiac patients: determining optimal workloads for safety and energy expenditure. *J Cardiopulm Rehabil* 1998; 18: 145–52.
- Urhausen A, Schwarz M, Stefan S, Schwarz L, Gabriel H, Kindermann W. Kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchungen durch einen Kraftausdauer-Zirkel in der ambulanten Herztherapie. *Dtsch Z Sportmed* 2000; 51: 130–6.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. Designing resistance training programmes. 2<sup>nd</sup> ed. Human Kinetics, Champaign, 1997; 175–215.
- Harris KA, Holly RG. Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc* 1987; 19: 246–52.
- Kokkinos PF, Hurley BF, Smutok MA, Farmer C, Reece C, Shulman R, Carabogos C, Patterson J, Will S, Devane-Bell J. Strength training does not improve lipoprotein-lipid profiles in men at risk for CHD. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23: 1134–9.
- McCartney N, McKelvie RS, Haslam DR, Jones NL. Usefulness of weightlifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1991; 67: 939–45.
- Sparling PB, Cantwell JD, Dolan CM, Niederman RK. Strength training in a cardiac rehabilitation program: a six-month follow up. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71: 148–52.
- Stewart KJ, Mason M, Kelemen MH. Three-year participation in circuit weight training improves muscular strength and self-efficacy in cardiac patients. *J Cardiopulm Rehabil* 1988; 8: 292–6.
- American College of Sports Medicine: Position Stand on The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 975–91.
- Brown A, McCartney N, Sale D. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *J Appl Physiol* 1990; 69: 1725–33.
- Frønter W, Meredith C, O'Reilly K, Knuttgen H, Evans W. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988; 64: 1038–44.
- Gillich A, Schmidbleicher D. Struktur der Kraftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. *Dtsch Z Sportmed* 1999; 50: 223–34.
- ACSM Position Stand on Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 992–1008.
- Rost R. Sport- und Bewegungstherapie bei inneren Krankheiten. Deutscher Ärzte-Verlag, Köln, 1991; 159–64.
- De Plaen JF, Detry JM. Hemodynamic effects of physical training in established arterial hypertension. *Acta Cardiol* 1980; 35: 179–88.
- Hagberg JM, Ehsani AA, Holloszy JO. Effect of 12 months of intense exercise training on stroke volume in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1983; 67: 1194–9.
- Svedahl K, Haennel RG, Hudec R, Habib H, Gebhart V. The effects of circuit training on the physical fitness of post-myocardial infarction patients [abstract]. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26: 185.
- Tokmakidis PS, Volaklis KA. Weight training in patients with coronary artery disease: hemodynamic alterations, functional adaptations and application of training programs. *Hellenic J Cardiol (Athens)* 2000; 41: 312–24.
- Hurley BF, Hagberg JM, Goldberg AP, Seals DR, Ehsani AA, Brennan RE, Holloszy JO. Resistive training can reduce coronary risk factors without altering  $\dot{V}O_{2\max}$  or percent body fat. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20: 150–4.
- Hurley BF. Effects of resistive training on lipoprotein-lipid profiles: a comparison to aerobic exercise training. *Med Sci Sports Exerc* 1989; 21: 689–93.
- Niessen-Dietrich U, Simon G, Blome G, Schulte H, Schmidt A, Assmann G. Wirkungen eines Geh-, Lauf- und Krafttrainings auf Leistungsfähigkeit und Fettstoffwechselformparameter. *Dtsch Z Sportmed* 1994; 45: 18–30.
- Wosomu D, Bedford D, Ballantyne D. A comparison of the effects of strength and aerobic exercise training on exercise capacity and lipids after coronary artery bypass surgery. *Eur Heart J* 1996; 17: 854–63.
- Stone MH, Fleck SJ, Triplett NT, Kraemer WJ. Health- and performance-related potential of resistance training. *Sports Med* 1991; 11: 210–31.
- Verrill DE, Ribisl PM. Resistive exercise training in cardiac rehabilitation: an update. *Sports Med* 1996; 21: 347–83.
- Halle M, Berg A, Keul J. Adipositas und Bewegungsmangel als kardiovaskuläre Risikofaktoren. Bedeutung von Tumornekrosefaktor- $\alpha$  und Leptin in der Genese der Adipositas induzierten Insulinresistenz und der mögliche Einfluß von körperlicher Aktivität. *Dtsch Z Sportmed* 2000; 51: 123–9.
- Buermann B, Tremblay A. Effects of exercise training on abdominal obesity and related metabolic complications. *Sports Med* 1996; 21: 191–212.
- Kelemen MH. Resistive training safety and assessment guidelines for cardiac and coronary prone patients. *Med Sci Sports Exerc* 1989; 21: 675–77.
- Fardy PS, Franklin BA, Porcari JP, Verrill DE. Training techniques in cardiac rehabilitation. 1<sup>st</sup> ed. Human Kinetics, Champaign, 1998; 41–87.
- Grosse T, Kreulich K, Nägele H, Reer R, Petersen B, Braumann K-M, Rödiger W. Peripheres Muskeltraining bei schwerer Herzinsuffizienz. *Dtsch Z Sportmed* 2001; 52: 11–4.
- Koch M, Douard H, Brostet JP. The benefit of graded physical exercise in chronic heart failure. *Chest* 1992; 101: 231–5.
- Meyer K. Neue Aspekte zum körperlichen Training bei chronischer Herzinsuffizienz. *Dtsch Z Sportmed* 2000; 51: 286–90.
- Braith RW, Mills RM, Welsch MA, Keller JW, Pollock ML. Resistance exercise training restores bone mineral density in heart transplant recipients. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 1471–7.
- Braith RW, Welsch MA, Mills RM JR, Keller JW, Pollock ML. Resistance exercise prevents glucocorticoid-induced myopathy in heart transplant recipients. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 483–9.
- Hiatt WR, Wolff EE, Meier RH, Regensteiner JG. Superiority of treadmill walking exercise versus strength training for patients with peripheral arterial disease. Implications for the mechanism of the training response. *Circulation* 1994; 90: 1866–74.
- Seiffert A, Seiffert KR, Völker K, Halhuber C. Kraftausdauertraining in der kardialen Rehabilitation. *Dtsch Z Sportmed* 1990; 41: 84–92.
- Wieck EM, McCartney N, McKelvie RS. Comparison of direct and indirect measures of systemic arterial pressure during weightlifting in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1990; 66: 1065–9.
- Meyer K, Greinacher W, Weidemann H. Koronarpatienten im Fitness-Studio – eine riskante Bewegungstherapie. *Dtsch Z Sportmed* 1991; 42: 54–8.

# Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

## [Medizintechnik-Produkte](#)



Neues CRTD Implantat  
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno  
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:  
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3  
Labotect GmbH



InControl 1050  
Labotect GmbH

## e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

## [Bestellung e-Journal-Abo](#)

### Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)