

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislaferkrankungen

Krafttraining bei Patienten mit kardiologischen Erkrankungen

Wonisch M, Hofmann P, Pokan R

Eder B

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2009; 16

(9-10), 337-340

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



Acute
Cardiovascular
Care Association
ACCA
A Registered Branch of the ESC

Member of the



EUROPEAN
SOCIETY OF
CARDIOLOGY®

ESC-Editor's Club

Offizielles Organ des
Österreichischen Herzfonds



Indexed in EMBASE/Excerpta Medica/SCOPUS

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

P.b.b. 02Z031105M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Mozartgasse 10

Preis: EUR 10,-

Mitteilungen aus der Redaktion

Die meistgelesenen Artikel



Journal für Kardiologie

Zeitschrift für Gefäßmedizin



Journal für Hypertonie

Krafttraining bei Patienten mit kardiologischen Erkrankungen

M. Wonisch¹, P. Hofmann², R. Pokan³, B. Eder¹

Kurzfassung: Körperliches Training ist seit Jahren Bestandteil der Empfehlungen zur Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Lange Zeit wurde das Hauptaugenmerk auf Ausdauertraining gelegt, doch belegen immer mehr Studien den positiven Effekt von dosiert ausgeführtem Krafttraining bei kardialen Patienten. Neben Verbesserungen der Muskelkraft *per se* lassen sich ähnlich positive Trainingseffekte wie durch ein Ausdauertraining erzielen. Darüber hinaus finden sich Verbesserun-

gen in der Lebensqualität und in der Mobilität vor allem bei älteren Patienten. Bei entsprechender Ausführung ist das Risiko der Kraftanstrengung gering und kann daher auch stabilen Patienten mit eingeschränkter linksventrikulärer Funktion empfohlen werden.

Abstract: Resistance training for patients with cardiovascular diseases. Physical training is part of the recommendations for prevention and rehabilitation of cardiovascular dis-

eases. The main focus was on endurance training for a long time. However, a positive effect of strength training also has been found for cardiac patients. Beside the improvement of muscle strength similar positive effects than with endurance training have been documented. Moreover, improvements of quality of life and mobility have been found, mainly for older patients. Resistance training is safe and can be also recommended for patients with reduced left ventricular function. **J Kardiol 2009; 16: 337–40.**

■ Einführung – Krafttraining in der kardiologischen Rehabilitation – Rationale

Körperliches Training ist seit über 30 Jahren Bestandteil von internationalen Empfehlungen zur Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Das Hauptaugenmerk wurde dabei lange Zeit auf das aerobe Training gelegt. Stellungnahmen und Empfehlungen zum dynamischen Krafttraining dagegen wurden eher zurückhaltend erteilt [1, 2]. Tatsächlich gibt es auch in den Bereichen der Prävention und Rehabilitation bis in das hohe Alter sinnvolle medizinische Indikationen für ein dosiert eingesetztes Krafttraining [3–5]. Bei richtiger Dosierung und Methodik ist Krafttraining auch bei gut eingestellter Hypertonie, bei koronarer Herzkrankheit und bei chronischer Herzinsuffizienz wirksam und sicher [6, 7]. Gerade Patienten, die nach größeren operativen Eingriffen lange bettlägerig waren, sind muskulär stark geschwächt. Folglich liegt es nahe, dass ein zusätzlich zum Ausdauertraining durchgeführtes Krafttraining auch für Herzpatienten von Bedeutung ist und den Patienten über eine verbesserte Muskelkraft zu mehr Lebensqualität verhilft [8]. So lässt sich auch durch Studien belegen, dass Krafttraining auch beim Koronarpatienten zu signifikanten muskulären sowie hämodynamischen und kardio-respiratorischen Adaptionen führt [9, 10]. Auch konnten keine negativen Auswirkungen auf die Blutdruckregulation und den Stoffwechsel gefunden werden. Im Gegenteil, in der Behandlung des Diabetes mellitus II ist das Hypertrophietraining mindestens so gut wirksam wie das Ausdauertraining [11, 12].

Moderates dynamisches Krafttraining gilt mittlerweile als wichtiger Bestandteil eines umfassenden Fitnessprogramms und wird sowohl für gesunde Personen jeder Altersgruppe als auch den meisten Patienten empfohlen [13–17].

Eingelangt am 1. Juli 2009; angenommen am 8. Juli 2009.

Aus der ¹Sonderkrankenanstalt-Rehabilitationszentrum St. Radegund, dem ²Zentrum für Bewegungswissenschaften und Sportmedizinische Forschung – Human Performance Research ^{Graz}, Karl-Franzens-Universität und Medizinische Universität Graz, und dem ³Institut für Sportwissenschaft, Universität Wien.

Korrespondenzadresse: Prim. Doz. Dr. Manfred Wonisch, Sonderkrankenanstalt-Rehabilitationszentrum für Herz-Kreislaufkrankungen, A-8061 St. Radegund, Quellenstraße 1; E-Mail: manfred.wonisch@pva.sozvers.at

■ Biologische und gesundheitliche Effekte des Krafttrainings

Verbesserungen der Kraft

Ab dem 30. Lebensjahr kommt es zu einer Abnahme der Muskelmasse und Muskelkraft mit einem Verlust von 30–40 % bis zum 70. Lebensjahr [18]. Dabei ist es unklar, ob dieser Abbau durch den Alterungsprozess *per se* oder durch einen oft auftretenden Bewegungsmangel bedingt ist. Im Krankheitsfall erfolgt meist ein zusätzlicher Verlust an Muskelmasse und -kraft durch krankheitsbedingte Bettlägerigkeit, körperliche Inaktivität, und/oder Glukokortikoid-Therapie. Auf der anderen Seite sind Freizeit- und Alltagsanforderungen oft kraftorientiert (statisch und dynamisch), man denke an das Heben von Gütern des alltäglichen Bedarfs oder einfach an das Bewegen des eigenen Körpergewichtes im Rahmen des Stiegensteigens eines hochbetagten Menschen.

Ein Muskelaufbau durch Krafttraining ist auch im höheren Lebensalter möglich. Eine Verbesserung der Muskelkraft und Ausdauer um 25–100 % ist sowohl für Frauen als auch Männer in allen Altersgruppen möglich [19, 20].

Dies resultiert in einer Verbesserung der Koordination und der Gleichgewichtsfähigkeit und somit in einer erhöhten Bewegungssicherheit und einer Reduzierung der Sturzgefahr. Auch der Anstrengungsgrad für eine gegebene Kraftanforderung (z. B. Heben einer 10 kg schweren Kiste) wird prozentuell geringer. Dies ist ein wichtiger Grund, das Krafttraining auch in den Fitnessbereich und in die Rehabilitation einzubauen. Somit ist es sinnvoll, Krafttraining für den Fitness- und Gesundheitsbereich einschließlich kardiologischer Rehabilitation auf Hypertrophie auszurichten [21].

Anpassungen des Herz-Kreislauf-Systems

Konventionelles Krafttraining führt im Allgemeinen zu keinem wesentlichen Anstieg der maximalen Sauerstoffaufnahme [22]. Die Ursache dafür liegt hauptsächlich in der peripheren Widerstandserhöhung in Folge der mechanischen Kompression der Blutgefäße, die zwar zu einem Anstieg der Herzfrequenz führt, eine Zunahme des Herzschlagvolumens unter Belastung jedoch verhindert. Die eingeschränkte Herz-

Tabelle 1: Biologische Wirkungen von Training. Nach [16]

Variable	Aerobes Training	Krafttraining
Knochendichte	↑↑	↑↑
Körperzusammensetzung		
% Fett	↓↓	↓
Fettfrei Masse	↔	↑↑
Kraft	↔	↑↑↑
Glukosestoffwechsel		
Insulinantwort auf Glukosestimulation	↓↓	↓↓
Basale Insulinspiegel	↓	↓
Insulinsensitivität	↑↑	↑↑
Serumlipide		
HDL	↔↑	↔↑
LDL	↔↓	↔↓
Ruheherzfrequenz	↓↓	↔
Schlagvolumen in Ruhe und maximal	↑↑	↔
Blutdruck		
systolisch	↔↓	↔
diastolisch	↔↓	↔↓
VO _{2max}	↑↑↑	↔↑
Submaximale und maximale Ausdauerleistung	↑↑↑	↑↑
Basaler Stoffwechsel	↑	↑↑

Tabelle 2: Voraussetzungen und Kontraindikationen für Krafttraining. Nach [2, 19, Volaklis/Tokmakidis 2005]

Voraussetzungen für eine uneingeschränkte Teilnahme an einem Krafttrainingsprogramm

- Gute kardiale Belastbarkeit (> 6 METs = 1,4 W/kg Körpergewicht)
- Moderate bis gute linksventrikuläre Funktion (EF > 30 %)
- Keine Angina pectoris-Symptomatik oder ST-Senkungen in der Ergometrie

Absolute Ausschlusskriterien für die Teilnahme an einem Krafttrainingsprogramm

- Abnorme hämodynamische Reaktionen während Belastung
- Bei Belastung auftretende ST-Streckensenkungen > 2 mm
- Nicht eingestellte Angina pectoris
- Dreifäßerkrankung
- Unkontrollierte ventrikuläre Herzrhythmusstörungen
- Blutdruck in Ruhe nicht ausreichend eingestellt (> 160 mmHg systolisch, > 100 mmHg diastolisch)
- Nicht ausreichend behandelte Herzinsuffizienz
- Höhergradige Aortenstenose
- Hypertrophe Kardiomyopathie
- Nicht ausreichend eingestellte metabolische Krankheiten (z. B. Diabetes mellitus)
- Gravierende kardiovaskuläre bzw. orthopädische Kontraindikationen

volumenarbeit und die damit im Zusammenhang stehende ungenügend hohe Sauerstoffaufnahme während intensiven Krafttrainings führt dazu, dass Anpassungserscheinungen für die Ausdauer fehlen [22, 23]. Es ist davon auszugehen, dass die durchschnittliche belastungsbedingte Sauerstoffaufnahme beim intensiven dynamischen Krafttraining unterhalb des Schwellenwerts für kardiovaskuläre Anpassungen liegt (< 45 % VO_{2max}) [22, 24]. Bei Durchführung eines Kraft-Ausdauer-Trainings in Form eines Zirkeltrainings mit kurzen Pausen zwischen den Sätzen können jedoch moderate Verbesserungen der VO_{2max} bei Untrainierten und Patienten erzielt werden [22, 23, 25–29].

Eine Verbesserung der Muskelkraft führt darüber hinaus zu vielfältigen positiven körperlichen Anpassungserscheinungen (Tab. 1). Obwohl noch unterschiedliche Berichte existieren, gehen Metaanalysen davon aus, auch durch Krafttraining den Ruheblutdruck signifikant senken zu können [30]. Obwohl die Effekte nur bei 3–4 % Reduzierung des systolischen und diastolischen Blutdruckes liegen, kann davon eine signifikante Reduzierung der kardiovaskulären Morbidität für Patienten mit essenzieller Hypertonie abgeleitet werden [30]. Auf jeden Fall scheint jedoch sichergestellt, dass regelmäßiges Krafttraining nicht zu einer Erhöhung der Blutdruckwerte führt [29]. Zusätzlich muss beachtet werden, dass bei gegebener Belastung der Krafteinsatz in Relation zur Maximalkraft geringer ausfällt. Dies resultiert wiederum in einer Senkung der Blutdruck- und Herzfrequenzreaktion auf eine gegebene Kraftbelastung [31].

Risiko von Krafttraining

Während rein statischer und hochintensiver dynamischer Kraftbelastung kommt es zu deutlichen Anstiegen des systoli-

schen und diastolischen Blutdrucks [32]. Als wesentliche Ursache wird die periphere Widerstandserhöhung infolge der mechanischen Kompression der Blutgefäße während der Muskelkontraktion in der arbeitleistenden Muskulatur, die mit einer reflektorischen Vasokonstriktion in nicht-beanspruchten Körperregionen verbunden ist, angesehen. Vor allem statische Belastungen > 20 % der maximal möglichen Kontraktionskraft führen zu einem Anstieg des Blutdrucks bei nur geringem Herzfrequenzanstieg und unverändertem oder sogar reduziertem Schlagvolumen („Druckbelastung des Herzens“) [33].

Bei Patienten mit Herzinsuffizienz wurde durch ein Krafttraining mit 70 % des Einwiederholungsmaximums (1-WM) mit 10 Wiederholungen einer einbeinigen Beinpresse im Vergleich zu 4 Minuten Radfahren mit 70 % der Maximalleistung ein niedrigerer myokardialer Sauerstoffbedarf, definiert als Produkt aus Herzfrequenz und mittlerem arteriellen Blutdruck, gefunden [34]. Dies ging mit einer niedrigeren Herzfrequenz aber höherem diastolischen Blutdruck einher, ohne Unterschied im linksventrikulären Volumen oder der Auswurfraction. Daraus lässt sich ein niedrigerer myokardialer Sauerstoffbedarf bei Krafttraining ableiten. Eine Verbesserung der Perfusion durch die höheren diastolischen Drucke bei gleichzeitig geringerer Herzfrequenz wäre denkbar [34]. Auch bei KHK-Patienten konnte trotz höherem systolischen und diastolischen Blutdruck, jedoch niedrigerer Herzfrequenz bei gleichem Druck-Frequenz-Produkt, eine geringere ST-Strecken-Senkung im EKG während der Kraftbelastung im Vergleich zur Ausdauerbelastung nachgewiesen werden [35].

Die Blutdruckreaktion ist abhängig von der Belastungsform, d. h. dem Verhältnis von isometrischer vs. isotonischer Komponente mit stärkerer Blutdruckreaktion bei vorwiegend iso-

Tabelle 3: Guidelines für Krafttraining in der kardiologischen Rehabilitation. Mod. nach [2].

Trainingsaufbau	Trainingsziel	Belastungsform	Intensität	Wiederholungszahl	Trainingsumfang
Stufe I Vorbereitendes Training (3–4 Wochen)	Erlernen und Einüben einer richtigen Durchführung; Verbesserung der intermuskulären Koordination	Dynamisch	< 50% des 1-WM	8–12	2 Einheiten pro Woche; 6–8 Muskelgruppen; 1–2 Sätze pro Muskelgruppe
Stufe II Muskelaufbautraining	Vergrößerung des Muskelquerschnitts (Hypertrophie); Verbesserung der intramuskulären Koordination	Dynamisch	60–80 % des 1-WM*	8–12	2 Einheiten pro Woche; 6–8 Muskelgruppen; je 2 Sätze pro Muskelgruppe

* Die Intensität ist so zu wählen, dass die letztmögliche Wiederholung im angegebenen Bereich liegt.
1-WM (Wiederholungsmaximum) \approx Last (kg)/(1 – Wdhg. \times 0,025)

metrischer Kontraktion. Weiters steigt der Blutdruck mit der Anzahl der Wiederholungen bzw. der Belastungsdauer sowie, wenn auch nur in geringem Ausmaß, mit der Größe der eingesetzten Muskulatur [22, 33, 36, 37]. So konnte nachgewiesen werden, dass bei langer Belastungsdauer (60 Sekunden Übungszeit) die Blutdruckwerte trotz relativ geringer Intensität (ca. 50 % des 1-WM) wesentlich höher liegen, als in den kürzer dauernden Belastungen trotz höherer Intensität erreicht wird [31, 37–39]. Die wichtigste Komponente der akuten Blutdruckantwort scheint aber die relative Intensität einer Belastung zu sein [33]. Daraus resultiert aber auch, dass nach einem Krafttraining dieselbe (absolute) Belastung zu einem geringeren Blutdruckanstieg führt. Dieser Effekt ist auch in den Alltag transferierbar. Eine kombinierte Ausdauer-Kraft-Belastung (z. B. Tragen einer schweren Einkaufstasche) führt nach einem gezielten Krafttraining zu einem geringeren Blutdruckanstieg [33, 39]. Die höchsten Druckwerte finden sich somit bei 70–95 % der Maximalkraft und bei Serien bis zur völligen Erschöpfung. Die Druckwerte liegen hierbei höher als bei niedrigeren Belastungsintensitäten oder aber auch bei einmaligem maximalen Krafteinsatz. Während des Krafttrainings mit mittlerer Intensität (40–60 % des 1-WM) und Wiederholungszahl von 10–15 findet sich nur ein moderater Anstieg des Blutdrucks vergleichbar mit moderatem Ausdauertraining [33].

Ein deutlicher zusätzlicher Blutdruckanstieg besteht durch ein Valsalva-Manöver [2, 22]. Als mögliche negative Folgen eines exzessiven Blutdruckanstieges kann es zu arteriellen Rupturen kommen, eine Verminderung des Herzminutenvolumens kann zu einem Absinken der Koronardurchblutung führen, dadurch können Herzrhythmusstörungen und Herzinfarkt ausgelöst werden. Eine Besonderheit des Krafttrainings liegt im Auftreten einer postpressorischen Bradykardie, welche ev. Auslöser von Herzrhythmusstörungen und Kammerflimmern sein kann. Es handelt sich hierbei um einen kurzfristigen Druckabfall nach dem Pressen mit ev. Auftreten einer Synkope [2].

Trotz der potenziell gefährlichen akuten Auswirkungen auf den Blutdruck zeigen entsprechende Trainingsstudien an kardialen Patienten keine zusätzliche Erhöhung des kardialen Risikos durch Krafttraining bei Patienten nach Myokardinfarkt, chronischer Herzinsuffizienz oder nach Herztransplantation [23, 29, 33, 34, 40–43].

■ Indikationen, Kontraindikationen

Obwohl eine umfassende Evidenz über die Wirksamkeit und Sicherheit eines Krafttrainings bei Patienten mit kardialen Krankheiten besteht, kann aufgrund der fehlenden Datenlage nicht für alle Patientengruppen bedenkenlos ein uneingeschränktes Training empfohlen werden [2, 16, 44]. Sowohl für Gesunde als auch Patienten kann eine Risikostratifizierung durchgeführt werden [2, 16]. Tabelle 2 gibt Auskunft über Voraussetzungen und Kontraindikationen für die Teilnahme an einem Krafttrainingsprogramm.

Weiters sollte beachtet werden, dass vor Aufnahme des Krafttrainings mind. 1–2 Wochen ein klassisches aerobes Training durchgeführt werden sollte [2]. Dies gilt auch für Patienten nach PTCA. Nach einem Myokardinfarkt sollte frühestens 2–3 Wochen begonnen werden [2, 16].

■ Durchführung

Der grundsätzliche Trainingsaufbau wird in 2 Phasen gegliedert, wobei in den ersten 4 Wochen ein vorbereitendes Training durchgeführt werden soll und danach zu einem Muskelaufbautraining übergegangen wird (Tab. 3). Für Details über Trainingsmethoden und die entsprechenden Belastungskomponenten wird auf das „Kompendium der kardiologischen Prävention und Rehabilitation“ verwiesen [45].

Literatur:

- Sharkey B, Graeter D. Specificity of exercise, training and testing. In: Durstine L, King AL, Painter PL, Roitman GL, Zwirer LD. ACSMs resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. Lea and Febiger, Champaign IL, 1993; 82–92.
- Bjarnason-Wehrens B, Mayer-Berger W, Meister ER, Baum K, Hambrecht R, Gielen S. Einsatz von Kraftausdauertraining und Muskelaufbau in der kardiologischen Rehabilitation. Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Prävention und Rehabilitation von Herz-Kreislauferkrankungen e.V. Z Kardiol 2004; 93: 357–70.
- Rogers M, Evans W. Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. Exercise and Sport Science Reviews 1993; 21: 65–102.
- Hurley B, Roth S. Strength training in the elderly. Effects on risk factors for age-related diseases. Sports Medicine 2000; 30: 249–68.
- Mayer F, Gollhofer A. Krafttraining mit Älteren und chronisch Kranken. Positionspapier der Sektion „Rehabilitation und Behindertensport“ der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP). Dtsch Z Sportmed 2003; 54: 88–94.
- Grosse T, Kreulich K, et al. Peripheres Muskelkrafttraining bei schwerer Herzinsuffizienz. Dtsch Z Sportmed 2001; 52: 11–4.
- Meyer K, Foster C. Muskelaufbau im Zentrum des kardiovaskulären Trainings. Dtsch Z Sportmed 2004; 55: 70–4.
- Verill D, Ribisl P. Resistive exercise training in cardiac rehabilitation: an update. Sports Medicine 1996; 21: 347–83.
- Adams KJ, Barnard KL, Swank AM, Mann E, Kushnick MR, Denny DM. Combined high-intensity strength and aerobic training in diverse phase 2 cardiac rehabilitation program. J Cardiopulm Rehabil 1999; 19: 209–15.
- Beniamini Y, Rubenstein JJ, 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.
11. Honkola A, Forsen T, et al. Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. *Acta Diabetologica* 1997; 34: 245–8.
 12. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, Wagner O, Georg P, Prager R, Kostner K, Dunky A, Haber P. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 1527–33.
 13. Shephard R, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation* 1999; 99: 963–72.
 14. ACSM, American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins, 2000.
 15. Albright A, Franz M, Hornsby G, Kriska A, Marrero D, Ullrich I, Verity LS. ACSM position stand on exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1345–60.
 16. Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, Chaitman BL, Fleg JL, Fletcher B, Limacher M, Piña IL, 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. *Circulation* 2000; 101: 828–33.
 17. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, Froelicher VF, Leon AS, Piña IL, Rodney R, Simons-Morton DA, Williams MA, Bazzarre T. Exercise standards for testing and training. A statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. *Circulation* 2001; 104: 1694–740.
 18. Seguin R, Nelson ME. The benefits of strength training for older adults. *Am J Prev Med* 2003; 25: 141–9.
 19. Christodoulos AD, Tokmakidis SP, Volaklis KA. Neue Aspekte des Krafttrainings in der kardialen Rehabilitation. *J Kardiologie* 2003; 10: 207–13.
 20. Mayr K, Benzer W. Sport im Alter. Kompendium der Sportmedizin. Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie. Springer Verlag, Wien, New York, 2004; 331–6.
 21. Haber P. Leitfaden zur medizinischen Trainingsberatung. Rehabilitation bis Leistungssport. Springer Verlag, Wien, New York, 2005.
 22. Zimmermann K. Gesundheitsorientiertes Muskelkrafttraining: Theorie-Empirie-Praxisorientierung. Verlag Karl Hofmann, Schorndorf, 2000.
 23. Stewart K. Resistive training effects on strength and cardiovascular endurance in cardiac and coronary prone patients. *Med Sci Sports Exerc* 1989; 6: 678–82.
 24. Hurley BF, Seals DR, Ehsani AA, Cartier LJ, Dalsky GP, Hagberg JM, Holloszy JO. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Med Sci Sports Exerc* 1984; 16: 483–8.
 25. Gettman L, Culter L, et al. Physiologic changes after 20 weeks of isotonic vs isokinetic circuit training. *J Sports Med* 1980; 20: 265–74.
 26. Kelemen M, Stewart K. Circuit weight training in cardiac patients. *J Am Coll Cardiol* 1986; 7: 579–92.
 27. Petersen S, Miller G. The influence of high-velocity resistance circuit training on aerobic power. *J Orthop Sports Phys Ther* 1988; 9: 339–44.
 28. Kelemen M. Resistive training safety and assessment guidelines for cardiac and coronary prone patients. *Med Sci Sports Exerc* 1989; 21: 675–7.
 29. Graves JE, Franklin BA. Resistance training for health and rehabilitation. *Human Kinetics, Champaign IL*, 2001.
 30. Kelley G. Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *J Appl Physiol* 1997; 82: 1559–65.
 31. Fleck S, Dean L. Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. *J Appl Physiol* 1987; 63: 116–20.
 32. Stone MH, Fleck SJ, Triplett NT, Kraemer WJ. Health- and performance – related potential of resistance training. *Sports Med* 1991; 4: 210–31.
 33. McCartney N. The safety of resistance training: hemodynamic factors and cardiovascular incidents. Resistance training for health and rehabilitation. *Hum Kinetics* 2001; 83–94.
 34. McKelvie RS, McCartney N, Tomlinson C, Bauer R, MacDougall JD. Comparison of hemodynamic responses to cycling and resistance exercise in congestive heart failure secondary to ischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1995; 76: 977–9.
 35. Bertagnoli K, Hanson P, Ward A. Attenuation of exercise-induced ST depression during combined isometric and dynamic exercise in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1990; 65: 314–7.
 36. Meyer K, Greinacher W, et al. Koronarpatienten im Fitness-Studio – eine riskante Bewegungstherapie. *Dtsch Z Sportmed* 1991; 42: 54–8.
 37. MacDougall JD, McKelvie RS, Moroz DE, Sale DG, McCartney N, Buick F. Factors affecting blood pressure during heavy weightlifting and static contractions. *J Appl Physiol* 1992; 73: 1590–7.
 38. Meyer K, Kardos A. Intervall-Kraftbelastung im Vergleich zur Fahrradergometer-Belastung. *Z Kardiologie* 1992; 81: 531–7.
 39. McCartney N, McKelvie RS, Martin J, Sale DG, MacDougall JD. Weighttraining induced attenuation of the circulatory response to weightlifting in older males. *J Appl Physiol* 1993; 74: 1056–60.
 40. Faigenbaum AD, Skrinar GS, Cesare WF, Kraemer WJ, Thomas HE. Physiologic and symptomatic responses of cardiac patient to resistance exercise. *Arch Phys Med Rehabil* 1990; 71: 395–8.
 41. Featherstone JF, Holly RG, Amsterdam EA. Physiologic responses to weight lifting in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1993; 71: 287–92.
 42. Oliver D, Pflugfelder P, et al. Acute cardiovascular responses to resistance exercise in heart transplant patients. *Can J Cardiol* 1998; 14 (Suppl F): 132F.
 43. McCartney N. Acute responses to resistance training and safety. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 31–7.
 44. AACVPR, American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for cardiac rehabilitation and secondary prevention. *Human Kinetics, Champaign IL*; 2004.
 45. Wonisch M, Hofmann P, Pokan R. Krafttraining in der kardiologischen Rehabilitation. In: Pokan R, Benzer W, Gabriel H, Hofmann P, Kunschitz E, Mayr K, Samitz G, Schindler K, Wonisch M (Hrsg). Kompendium der kardiologischen Prävention und Rehabilitation. Springer Verlag, Wien, New York, 2009; 353–71.

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](#)