

Training als medizinisch verordnete Therapie – kardiovaskuläre und metabolische Auswirkungen

Werner Benzer, Paul Haber

Einleitung

Über viele Jahre waren Internisten und Kardiologen von Thomas Hilton's „Rest and Pain“ beeinflusst und verordneten ihren Herzkreislaufpatienten nach akuten Ereignissen eine mehrwöchige körperliche Ruhephase. In den letzten drei Jahrzehnten hat sich diese Strategie völlig gewandelt. So wird heute ein nachhaltig herzkreislaufwirksames körperliches Training nicht nur in der Primärprävention der koronaren Herzkrankheit [1], sondern auch als ein wichtiger therapeutischer Pfeiler z. B. in der Sekundär- und Tertiärprävention nach Myokardinfarkt [2], perkutaner transluminaler Koronarangioplastie, aortokoronarer Bypassoperation oder nach Herztransplantation [3] empfohlen. Darüber hinaus gibt es auch Hinweise über eine günstige Wirkung von richtig dosiertem körperlichen Training bei angeborenen Herzfehlern [4], nach Klappenoperationen oder bei kongestiven Herzmuskelerkrankungen [5, 6].

Der vorliegende Übersichtsartikel soll den Stellenwert, die Dosierung und die Auswirkungen von körperlichem Training in der Primär- und Sekundärprävention von Herzkreislauferkrankungen, insbesondere der koronaren Herzkrankheit definieren und für seinen Einsatz als therapeutisches Hilfsmittel motivieren.

Therapeutische Ziele der Trainingstherapie

Eine Reihe von epidemiologischen Studien konnte eine inverse Beziehung zwischen regelmäßiger körperlicher Bewegung und dem Auftreten von Herzkreislauferkrankungen zeigen (7, 8, 9). Die Risikoreduktion reicht bezogen auf die Mortalität bis zu 25 % bei

körperlicher Aktivität mit einem Energieverbrauch von mehr als 2000 Kcal/Woche [10]. Eine Metaanalyse von 10 randomisierten Studien mit Ausdauertraining, das im Rahmen einer ambulanten kardiologischen Rehabilitation bei Patienten mit bekannter koronarer Herzkrankheit durchgeführt wurde, ergab eine kalkulierte 24%-ige Reduktion der Gesamtmortalität und eine 25%-ige Reduktion der kardiovaskulären Mortalität in der körperlich aktiven Gruppe, wenn diese einer körperlich inaktiven Kontrollgruppe gegenübergestellt wurde [11]. Bessere körperliche Fitness gemessen mit einem Belastungstoleranztest ist sowohl bei Männern als auch bei Frauen mit einem signifikant niedrigeren Herzkreislaufmortalitätsrisiko verbunden [12]. Das relative Risiko, eine koronare Herzkrankheit zu bekommen, ist bei körperlich inaktiven Leuten um das Zweifache gegenüber körperlich aktiven Leuten erhöht [13]. Diese Daten motivieren eindeutig zur Empfehlung körperlichen Trainings in der Primär- und Sekundärprävention der koronaren Herzkrankheit. Diese gilt gleichermaßen für Männer und Frauen.

Eingeschränkte Leistungsfähigkeit

Therapieziel ist die Verbesserung der motorischen Grundeigenschaften Ausdauer und Kraft. Dies ist ein erstrangiges therapeutisches Ziel in Rekonvaleszenz und Rehabilitation. Eine hochgradig verminderte Leistungsfähigkeit kann bei alten und /oder chronisch kranken Menschen die eigentliche Ursache sein, dass z.B. in einem Haus ohne Lift die Wohnung nicht mehr verlassen werden kann, da der Aufstieg durch das Stiegenhaus nicht oder nur mit größter Anstrengung bewältigt werden kann.

Der Verlauf chronischer Erkrankungen ist fast immer durch einen ausgeprägten Mangel an körperlicher Bewegung gekennzeichnet. Bedingt durch die häufig auftretenden Dyspnoe bei körperlicher Belastung wird diese eher gemieden, was nicht selten durch eine ärztliche Empfehlung zur Schonung verstärkt wird. Interkurrente Erkrankungen und Exazerbationen der chronischen Erkrankung, vielleicht sogar verbunden mit einem Spitalsaufenthalt, tun ein Übriges. Bewegungsmangel kann auch bei völlig gesunden Personen zu atrophischen Vorgängen an den die Leistungsfähigkeit bedingenden Organsystemen und damit zu einem Verlust an Leistungsfähigkeit führen, ein Vorgang, der mit zunehmendem Alter eher schneller verläuft. Die Schwäche chronisch kranker Menschen besteht daher fast immer aus zwei Komponenten: zum Einen dem organpathologisch bedingten Funktionsdefizit aber zum anderen der durch den Bewegungsmangel bedingten „normalen“ Schwäche. Durch eine noch so gute konventionelle Therapie kann immer nur die auf der Organpathologie beruhende Komponente gebessert werden. Die Folge des Bewegungsmangels ist durch keine wie immer geartete medikamentöse, chirurgische oder physikalische Therapie beeinflussbar, sondern ausschließlich durch Training. Training zur Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit ist daher auch bei chronisch Kranken immer mindestens einen Versuch wert, sofern der Zustand unter Kontrolle und stabil ist, unabhängig von der Art und Schwere der Erkrankung oder dem Grad der Leistungsschwäche.

Hypertonie und hyperkinetisches Herzsyndrom

Durch Ausdauertraining werden Herzfrequenz und Blutdruck gesenkt.

Zwei große longitudinale Studien konnten beweisen, dass regelmäßiges körperliches Training die Entstehung einer Hypertonie verhindern kann [18,19]. Darüber hinaus konnte gefunden werden, dass Ausdauertraining einen erhöhten Blutdruck korrigieren kann. Die Blutdruckwerte sind dabei an Tagen mit körperlichem Training niedriger als an Tagen ohne Training [20]. Auch die konsekutive durch Hypertonie induzierte pathologische Links-

herzhypertrophie ist nach mehreren Monaten eines Ausdauertrainings rückläufig [21].

Ausdauertraining kann daher Teil einer kombinierten Hochdrucktherapie sein und senkt den Blutdruck ähnlich einer Betablockade. Die frequenzsenkende Wirkung wird z.B. auch beim hyperkinetischen Herzsyndrom ausgeübt.

Beispiel: Durch Training kann eine durchschnittliche Senkung der Herzfrequenz um 10 Schläge/Minute erreicht werden. Das heißt: im Ruhezustand schlägt Herz um 14400 Schläge/24 Stunden weniger. An einem Tag mit 30 Minuten Training ist dabei die Herzfrequenz um 50 Schläge/Minute höher als in Ruhe, das sind also an einem Trainingstag um (50 x 30 min =) 1500 Schläge mehr als in Ruhe. Diese sind von den ersparten Schlägen abzuziehen: 14400 – 1500 = 12900. Also auch an einem Trainingstag braucht das trainierte Herz 12900 Schläge weniger als ein untrainiertes Herz ohne Training.

Fettstoffwechselstörungen

Der Effekt von körperlichem Training auf das Lipidprofil ist derzeit Gegenstand aktivster Forschungsarbeit. Die bisher vorliegenden Daten sind noch kontroversiell. Die Ergebnisse sind auch teilweise durch zusätzliche Diät und medikamentöser Lipidsenkung beeinflusst. Eine Metaanalyse von 95 allerdings meist nicht randomisierten Studien konnte zeigen, dass regelmäßiges Ausdauertraining zu einer 6,3 %-igen Reduktion des Gesamtcholesterins, zu einer 10,1 %-igen Reduktion des LDL – Cholesterins und zu einem 5 %-igen Anstieg des HDL – Cholesterins führt [14]. In diesem Zusammenhang scheint die notwendige Trainingsintensität zum Erreichen einer Lipidsenkung niedriger zu sein als zur Verbesserung der körperlichen Fitness. Vor allem HDL - Cholesterin wird durch ein breites Spektrum an Trainingsintensität positiv beeinflusst [15,16]. Eine eigene Untersuchung an koronargesunden Probanden ergab eine inverse Beziehung zwischen körperlicher Fitness gemessen an der maximalen Sauerstoffaufnahme und der Höhe der Serumspiegel von Gesamtcholesterin und LDL-Cholesterin. Im Gegensatz zu den

meisten einschlägigen Studien konnte kein signifikanter Unterschied im HDL-Cholesterin zwischen gesunden Untrainierten und gesunden Trainierten gefunden werden [17].

Diabetes mellitus

Körperliche Aktivität hat einen nachgewiesenen günstigen Einfluss sowohl auf den Glukosestoffwechsel als auch auf die Insulinsensitivität. Dies bewirkt eine erhöhte Sensitivität von Glukose auf Insulin, eine verminderte Produktion von Glukose in der Leber und eine größere Anzahl von Muskelzellen, die vermehrt Glukose metabolisieren können [22].

Diabetes mellitus Typ I

Der sogenannte juvenile Diabetes entsteht durch Zerstörung der insulinproduzierenden Inselzellen in der Bauchspeicheldrüse. Es herrscht ein absoluter Insulinmangel, daher muss immer Insulin injiziert werden. Ausdauertraining wirkt insulinparend, allerdings kann niemals gänzlich auf Insulin verzichtet werden, wegen der permissiven Wirkung des Insulins; d.h. kleine Insulinmengen sind immer erforderlich um die Glukoseaufnahme durch die Muskelzellmembran zu ermöglichen.

Diabetes mellitus Typ II

Der sogenannte „Alterszucker“ entsteht durch Atrophie von Muskelmasse und Verlust der Insulinrezeptoren an den Muskelzellen und dadurch verminderter Insulinsensitivität, bei erhöhtem Insulinspiegel, häufig in Kombination mit Hypertonie und Fettstoffwechselstörungen (metabolisches Syndrom X). Durch Training wird die Bildung von Insulinrezeptoren an den Muskelzellen gefördert, was zu einer besseren Ausnützung des vorhandenen Insulins führt. Die häufig vorhandene Hyperinsulinämie wird reduziert und die Glukosetoleranz verbessert. Training wirkt auch dem Verlust an Muskelmasse und damit des „glukoseverbrauchenden Organs“ entgegen.

Übergewicht

Körperliches Training ist eine anerkannte Methode zur Gewichtsreduktion. Die meisten

kontrollierten Studien zeigen allerdings durch Ausdauertraining allein eine nur geringe Reduktion des Körpergewichts. Erst wenn das Training mit einer gezielten Diät kombiniert wird, ist der Gewichtsverlust deutlicher ausgeprägt [23]. Diese Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung einer kombinierten Strategie von Diät und Training zum Erreichen einer anhaltenden Reduktion des Körpergewichts.

Depressive Verstimmung

Körperliches Training wirkt stimmungsaufhellend und antidepressiv.

Besonders bemerkenswert ist, dass Ausdauertraining alleine bei allen oben angeführten Indikationen wirksam ist. Behandelt man diese Störungen medikamentös, muss jede mit einem anderen Medikament behandelt und unter Umständen in Kauf genommen werden, dass ein Medikament, das bei einer Krankheit hilft, bei einer anderen nachteilige Effekte hat (z.B.: Betablocker und Diuretika zur Hypertoniebehandlung, die den Cholesterinspiegel erhöhen und die Glukosetoleranz verschlechtern). Bei Fortsetzung des Trainings über Monate und Jahre werden die genannten Trainingswirkungen eher verstärkt.

Physiologische Effekte durch regelmäßiges körperliches Training:

Aus kardiologischer Sicht hat körperliches Training sowohl direkte als auch indirekte Effekte auf das gesunde und kranke Herzkreislaufsystem. Die direkten Effekte verbessern die funktionelle Kapazität, die indirekten Effekte reduzieren die Wahrscheinlichkeit eines kardiovaskulären Ereignisses.

Die direkten physiologischen Auswirkungen von regelmäßigem körperlichem Training auf das Herzkreislaufsystem und den Stoffwechsel sind nachfolgend zusammengefasst.

Kardiovaskuläre Veränderungen:

- Senkung der Ruhe- und Belastungsherzfrequenz

- Senkung des Ruhe- und Belastungsblutdrucks
- Senkung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs bei submaximalen Belastungen
- Verbesserung der Kontraktilität des linksventrikulären Myokards
- Aktivierung der endothelabhängigen Vasodilatation
- Aktivierung der Genexpression für die NO - Synthetase
- Erhöhung des Parasympathikotonus
- Mögliche Verbesserung des koronaren Blutflusses, der koronaren Kollateralisation und der intramyokardialen Kapillardichte

Metabolische Veränderungen

- Gewichtsreduktion
- Erhöhte Glukosetoleranz
- Verbesserung des Lipidprofils

Die zeitliche Dauer dieser Adaptationsmechanismen an das Ausdauertraining wird in den einschlägigen Studien verschieden angegeben. Erste funktionelle Veränderungen werden bereits nach 8 Wochen sichtbar [25]. Morphologische Veränderungen im Sinne einer Regression der Koronarsklerose werden nach etwa einem Jahr beschrieben [26]. Über eine eventuell bereits kürzerfristig einsetzenden plaquestabilisierenden oder plaqueregressiven Effekt von Training liegen keine Untersuchungen vor.

Richtlinien bei der Verschreibung der Trainingstherapie

Festlegung des Trainingsprogramms

Zuordnung einer wöchentlichen Netto-Trainingszeit (WNTZ) für den Beginn eines Trainings:

Die Zuordnung erfolgt, indem im Standardplan für Ausdauertraining in der 5. Spalte die aktuelle LF% aufgesucht wird. Die Stufe in der diese gefunden wird enthält die angemessene WNTZ für den Beginn des Trainings.

Wie lange muss die Trainingstherapie durchgeführt werden?

Stufe	Trainingswochen	WNTZ Minuten	Häufigkeit pro Woche	Beginn mit Leistungsf. %
1	6	30	2-3	<75
2	6	45	2-3	75-90
3	6-12	60	2-3	90-110
4	6-∞	90	2-3	110-120
5	6-∞	120	3-4	115-125
6	6-∞	150	3-4	120-130
7	6-∞	180	3-4	125-135
8		240	4-5	130-140
9				135-145

Das primäre Trainingsziel bei Patienten ist die Erreichung einer LF von 90 - 110 % der Norm, d.h. die normale, altersentsprechende Leistungsfähigkeit. In weiterer Folge eine LF bis 120 %, da sich daraus zusätzliche medizinisch erwünschte Effekte ergeben. Dies erfordert eine WNTZ von 1 - 2 Stunden. Mehr zu trainieren ist zwar nicht ungesund, bringt aber nicht in dem Ausmaß mehr medizinischen Nutzen, als es mehr Aufwand erfordert und zusätzliche Risiken (z.B. einer Verletzung) birgt. Für mehr Training sind daher andere als medizinische Ziele, z.B. sportliche, maßgeblich.

Jene WNTZ, die erforderlich war ein bestimmtes Leistungsniveau zu erreichen, ist auch notwendig um dieses zu erhalten. Wird Training beendet, gehen die erworbenen Trainingseffekte wieder verloren. Besonders bei alten Menschen kann dieser Abbau sehr rasch vor sich gehen. Ein Aufbau ist jedoch zu jeder Zeit und in jedem Alter wieder möglich. Therapeutisches Training ist daher eine lebenslange Maßnahme.

Eine besonders wichtige Frage ist, wie häufig mit kardialen Zwischenfällen beim Training mit Herzpatienten zu rechnen ist. In einer deutschen Untersuchung, unter Einbeziehung von 1000 Koronargruppen mit ca. 20.000 Patienten, kam es zu einem schweren kardialen Ereignis auf 17.132 Patientenstunden Training und zu einem tödlichen Ereignis auf 111.384 Patientenstunden. Bei Annahme von 2 x 1 Stunde Training pro Woche ergibt das 164 Patientenjahre, respektive 1071 Patientenjahre.

Bei flächendeckender ambulanter Rehabilitation würden in Österreich, mit ca. 700 Koronargruppen á 15 Teilnehmern, etwa 10.000 Patienten betreut werden. Dabei müsste mit ca. 10 tödlichen Ereignissen pro Jahr gerechnet werden.

Bei 10.000 Patienten nach Myokardinfarkt sind allerdings, bei Annahme einer – günstigen – Mortalität von 2% pro Jahr, 200 tödliche Ereignisse zu erwarten. Die 10 Ereignisse während oder kurz nach den Trainingsstunden können daher nicht ohne weiteres kausal mit dem Training in Zusammenhang gebracht werden. Viele Patienten, die während der Trainingsstunde einen kardialen Zwischenfall erlitten, hatten bereits vor der Stunde Beschwerden angegeben, aber dennoch am Training teilgenommen. Ausserdem hatten sich die meisten Zwischenfälle im ersten Trainingsjahr ereignet. Dies bedeutet, dass das Risiko eines Zwischenfalls deutlich verringert werden kann, wenn jeder Patient vor jeder Trainingsstunde nach seinem Befinden gefragt wird (Kurzanamnese) und Patienten mit Beschwerden im Zweifelsfall an diesem Tag nicht am Training teilnehmen. Ausserdem nimmt die Gefahr von Zwischenfällen mit der Dauer des Trainings und der Verbesserung des Trainingszustandes ab.

Zur Sicherheit der Trainingstherapie

Jede medizinische Maßnahme muss so sicher sein, dass sie zumindest nicht mehr Schaden anrichtet, als die Krankheit selbst, bzw. muss das Risiko des medizinischen Eingriffs erheblich geringer sein als das Risiko der Erkrankung.

Auch Training kann besonders bei bewegungsungewohnten älteren Menschen Risiken in sich bergen (z.B. eine Verletzung durch einen Sturz). Auch die starke körperliche Belastung an sich birgt Risiken: während einer schweren körperlichen Belastung und in der Stunde danach ist das Risiko eine Herzattacke zu erleiden, auch bei Gesunden nachweislich höher als in Ruhe und zwar bei völlig untrainierten Personen um das bis zu 100 fache. Das Risiko steigt also mit der Intensität. Bereits 2 Stunden Training pro Woche und die dadurch

erzielte bessere körperliche Leistungsfähigkeit verringern jedoch diese Erhöhung des Risikos bei schwerer körperlicher Belastung auf etwa das 20 fache und verringern das Risiko des Herztodes überhaupt, insbesondere bei Männern zwischen 45 und 65 Jahren.

So wie durch manche Medikamente kann man offensichtlich auch durch eine Überdosis Training „vergiftet“ werden. Andererseits ist Training in zu geringer Dosierung unwirksam (ähnliches gilt ja auch für viele Medikamente). Der angestrebte therapeutische Effekt soll daher mit der geringsten noch voll wirksamen Trainingsintensität angestrebt werden. So liegt die optimale Trainingsintensität für Ausdauertraining bei 60 % der maximalen Leistungsfähigkeit, unter 50 % wird Ausdauertraining zunehmend wirkungslos, über 70 % beginnt das Risiko (besonders für Patienten und/oder bewegungsungewohnte, sehr geschwächte Menschen) deutlich zuzunehmen. Bei sehr geschwächten Menschen (maximale Leistungsfähigkeit < 70% der Normalleistung) liegt die optimale Trainingsintensität schon bei 50% oder weniger.

Das therapeutische Training ist, unter Beachtung der Regeln, nicht nur eine sehr wirksame, sondern auch eine sehr sichere Therapie. Da die Trainingsbelastung nur 60% jener Leistung beträgt, bei der subjektive oder objektive Symptome zum Abbruch des Ergometertest führen, ist eine ausreichende therapeutische Breite gewährleistet. Es gibt keine chronische Erkrankung und, mit Ausnahme terminaler Zustände, auch keinen Schweregrad und ganz sicher keine ergospirometrische Befundkombination, wo der Versuch, die Leistungsfähigkeit durch eine medizinische Trainingstherapie zu verbessern, von vornherein aussichtslos wäre. Auch wenn keine normale Leistungsfähigkeit mehr erreicht werden kann, so kann eine Verbesserung doch die Differenz zwischen Gebrechlichkeit und der Fähigkeit leichtere Belastungen zu bewältigen, bedeuten.

Der Sicherheit dienen auch die Beachtung von Kontraindikationen und die Durchführung von Kontrolluntersuchungen.

Vorsichtsmaßnahmen

Eine Kontraindikation ist jede akute Erkrankung oder plötzliche Änderung des Befindens, sei es im Rahmen der Grunderkrankung oder eine andere. Diese Kontraindikation ist vor jeder einzelnen Trainingseinheit ebenso zu beachten, wie auch die nicht ausreichend behandelte Grunderkrankung. Therapeutisches Training ist in keiner Weise ein Ersatz für die konventionelle kurative Therapie, sondern eine Ergänzung und Erweiterung des therapeutischen Repertoires. Training kommt zum Einsatz, wenn mit konventioneller Therapie ein klinisch zufriedenstellender Zustand erreicht worden ist. Diese konventionelle Therapie wird unabhängig von einer allfälligen Trainingstherapie beibehalten und nach den Regeln der Kunst verstärkt oder reduziert.

Kontrollen

Diejenigen Untersuchungen und Kontrollen, die für die Langzeitbehandlung einer Grunderkrankung erforderlich sind, werden hier nicht besprochen. Aus leistungsmedizinischer Sicht sind diese Untersuchungen durch die Ergometrie, bzw. Ergospirometrie zu ergänzen, die zu Beginn, nach 3 und 6 Monaten und dann etwa einmal pro Jahr durchgeführt werden soll [27]. Diese Untersuchungen dienen der Kontrolle des Trainingseffektes und der Überprüfung der Trainingsherzfrequenz.

Bei jeder einzelnen Trainingseinheit wird die Trainingsherzfrequenz kontrolliert und danach die Belastung geregelt. Da diese bei richtigem und wirksamem Training zunimmt, kann durch Notierung der Belastung bei der immer gleichen Trainingsherzfrequenz der Trainingseffekt laufend überprüft werden. Bei sehr geschwächten und bewegungsunbewohnten Patienten kann es vorkommen, dass der Patient bei der ersten Ergometrie nicht in der Lage ist, sich ventilatorisch und kreislaufmäßig auszubelasten, da er den Test vorher schon wegen lokaler muskulärer Beschwerden abbricht. Das ist an einem fehlenden Anstieg des Blutlaktatspiegels auf 4 mmol/l zu erkennen. Die maximale Herzfrequenz ist kein zuverlässiger Parameter für die Ausbelastung,

da es individuell starke Abweichungen vom statistischen Erwartungswert gibt. In solchen Fällen kann die Trainingsherzfrequenz nach ca. 5 Trainingseinheiten, das ist nach 2 – 3 Wochen, unter ambulanten Bedingungen neu bestimmt werden.

Lebensstiländerung

Ein indirekter günstiger Begleiteffekt von regelmäßigem körperlichem Training ist die nahezu zwangsläufig einsetzende sportbedingte Änderung des Lebensstils. Ausdauersportler rauchen weniger oder stellen bei zunehmendem Trainingsaufwand das Rauchen ein. Sportlich aktive Leute ernähren sich im allgemeinen gesünder und nehmen auch vermehrt Mikronährstoffe wie z.B. Vitamine C und E zu sich. Diese hemmen die Oxidation von LDL-Cholesterin und wirken somit begleitend antiatherogen. Sportlich aktiven Leuten fällt es leichter, ihr Körpergewicht zu kontrollieren. Einige Formen von körperlichem Training wirken entspannend. Dies beeinflusst zumindest die gesundheitsbezogene Lebensqualität positiv (24).

Schlussfolgerung

Wenn man die rasante Entwicklung der pharmakologischen aber auch der interventionellen und chirurgischen Behandlungsmethoden von Herz-Kreislaufkrankungen mit der Bewusstseinsbildung der klinisch tätigen Ärzteschaft für die prognostische Bedeutung regelmäßiger körperlicher Aktivität in eine zeitliche Beziehung stellt, erkennt man einen großen Nachholbedarf auf diesem Gebiet. Die derzeit zur Verfügung stehenden Daten zeigen jedoch eindrucklich, dass ein medizinisch gesteuertes körperliches Training abgesehen von seinem primärpräventiven Stellenwert die Prognose und Lebensqualität von Herz-Kreislaufpatienten nachhaltig verbessern kann.

Anschrift der Verfasser:

*OA Dr. Werner Benzer
Institut für Sportmedizin
Landeskrankenhaus Feldkirch
Carinagasse 67, 6807 Feldkirch-Tisis*

LITERATUR:

1. Shephard RJ. Ischemic Heart Disease and Exercise. London, England: Croom Helm Publishing; 1981
2. Balady GJ, Fletcher BJ, Froelicher EF, Hartley LH, Krauss RM, Oberman A, Pollock ML, Taylor CB. Statement on cardiac rehabilitation programs. *Circulation* 1994;90:1602-1610.
3. Shephard RJ. How important is exercise-centered rehabilitation following cardiac transplantation ? *Crit Rev Phys Rehab Med* 1998;10:101-121.
4. Galioto FM. Exercise rehabilitation programs for children with congenital heart disease: a note of enthusiasm. *Pediatr Exerc Sci* 1990;2:197-200.
5. Shephard RJ. Exercise for patients with congestive heart failure. *Sports Med.* 1997;23:75-92.
6. Balady GJ, Pina IL. eds. Exercise and Heart Failure. New York: Futura Publishers; 1997.
7. Wannamethee SG, Shaper AG, Walker M. Changes in physical activity, mortality, and incidence of coronary heart disease in older men. From the British Heart Study (BRHS). *Lancet* 1998 May 30;351(9116):1603-8.
8. Leon AS, Connett J. Physical activity and 10.5 year mortality in the Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT). *Int J Epidemiol* 1991;20(3):690-7.
9. Leon AS, Myers MJ, Connett J. Leisure time physical activity and the 16-year risks of mortality from coronary heart disease and all-causes in the Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT). *Int J Sports Med* 1997;18 Suppl 3:S208-15.
10. Hambrecht R, Niebauer J, Marburger C, Grunze M, Kalberer B, Hauer K, Schlierf G, Kubler W, Schuler G. Various intensities of leisure time physical activity in patients with coronary artery disease: effects on cardiorespiratory fitness and progression of coronary atherosclerotic lesions. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:468-477.
11. Oldridge NB, Guyatt GH, Fischer ME, Rimm AA. Cardiac rehabilitation after myocardial infarction: combined experience of randomized clinical trials. *JAMA* 1988;260:945-950.
12. Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger RS, Clark DG, Cooper K, Gibbons LW. Physical fitness and all-cause mortality. *JAMA* 1989;262:2395-2401.
13. US Department of Health and Human Services: Physical activity and health: a report of the Surgeon General. Atlanta, Ga: US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. 1996.
14. Tran ZV, Weltman A. Differential effects of exercise on serum lipid and lipoprotein levels seen with changes in body weight. *JAMA* 1985;254: 919-924.
15. King AC, Haskell WL, Young DR, Oka RK, Stefanick ML. Long-term effects of varying intensities and formats of physical activity on participation rates, fitness and lipoproteins in men and women aged 50 to 65 years. *Circulation* 1995;91:2596-2604.
16. Williams PT. High-density lipoprotein cholesterol and other risk factors for coronary heart disease in female runners. *N Engl J Med* 1996;334:1298-1303.
17. Benzer W, Bitschnau R, Gröchenig E, Aczel S, Drexel H. Regular physical activity and risk factors for coronary heart disease. Letter. *Circulation* 1998;98:2356.
18. Paffenbarger RS, Wing AL, Hyde RD. Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am J Epidemiol* 1983;117:245-257.
19. Blair SN, Goodyear NN, Gibbons LW, Cooper KH. Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *JAMA* 1984;252:487-490.
20. Pescatelli LS, Fargo AE, Leach CN, Scherzer HH. Short-term effect of dynamic exercise on arterial blood pressure. *Circulation* 1991;83:1557-1561.
21. Kokkinos PF, Narayan P, Collieran JA, Pittaras A, Notargiacomo A, Reda D, Papdemetriou V. Effects of regular exercise on blood pressure and left ventricular hypertrophy in African-American men with severe hypertension. *N Engl J Med* 1995;333:1462-1467.
22. Wasserman DH, Zinman B. Fuel homeostasis. In: Ruderman N, Devlin JT, eds. *The Health Professionals Guide to Diabetes and Exercise*. Alexandria, Va: American Diabetes Association; 1995:29-47.
23. Blair SN. Evidence for success of exercise in weight loss and control. *Ann Intern Med* 1993;119:702-706.
24. Shephard RJ. Exercise and relaxation in health promotion. *Sports Med.* 1997;23:211-217.
25. Belardinelli R, Georgiou D, Ginzton L, Cianci G, Purcaro A. Effects of moderate exercise training on thallium uptake and contractile response to low-dose dobutamine of dysfunctional myocardium in patients with ischemic cardiomyopathy. *Circulation* 1998;97:553-561.
26. Niebauer J, Hambrecht R, Velich T, Hauer K, Marburger C, Kalberer B, Weiss C, von Hodenberg E, Schlierf G, Schuler G, Zimmermann R, Kubler W. Attenuated progression of coronary artery disease after 6 years of multifactorial risk intervention: role of physical exercise. *Circulation* 1997;96:2534-2541.
27. Balady GJ, Chaitman B, Driscoll D, Foster C, Froelicher E, Gordon N, Pate R, Rippe J, Bazzarre T. American Heart Association/American College of Sports Medicine Joint Scientific Statement: Recommendations for Cardiovascular Screening, Staffing, and Emergency Policies at Health/Fitness Facilities. *Circulation* 1998;97:2283-2293.