



# Hälsoaspekter på styrketräning

Är styrketräning hälsosamt eller är det kanske farligt? Dessa frågor får du belysta i följande kortfattade översiktsartikel som bygger på aktuella rekommendationer, översikts- och originalartiklar, samtliga publicerade i internationella vetenskapliga tidskrifter.



**EVA JANSSON**  
INSTITUTIONEN  
FÖR MEDICINSK  
LABORATORIE-  
VETENSKAP OCH  
TEKNIK, AVD FÖR  
KLINISK FYSIOLOGI  
VID KAROLINSKA  
INSTITUTET,  
HUDDINGE  
UNIVERSITETSSJUKHUS

## Rekommendationer och historik

Den traditionella synen på styrketräning är att den ger ökad styrka och uthållighet och i första hand används som ett redskap vid rehabilitering av muskelskador. Under senare år har dock intresset ökat för styrketräningens hälsofrämjande effekter.

Därmed har också intresset ökat för att föreskriva styrketräning till hela den vuxna befolkningen, såväl friska som kroniskt sjuka. Speciellt har styrketräningen för äldre uppmärksamats. En försämrad muskelfunktion kan väsentligen begränsa vardagliga aktiviteter och öka risken för fall och benbrott bland äldre. Styrketräning kan därför vara den träningsform som måste föregå annan träning t.ex. promenader, för att över huvud taget möjliggöra den formen av fysisk aktivitet. Två decenniers förlust av styrka och muskelmassa hos äldre kan återhämtas inom två månader med styrketräning (19). De sjukdomstillstånd där styrketräningens möjliga förebyggande och lindrande effekter diskuteras är bl.a. diabetes, fetma, metabola syndromet (förhöjda värden för blodfetter, blodsocker, blodtryck och kroppsvikt), hjärt-kärlsjukdom, osteoporos, led- och ryggsmärter samt ångest och depression.

Historiskt sett har styrketräning sina rötter i Lings lära från tidigt 1800-tal där arbete med isolerade muskelgrupper mot en yttre kraft i tera-

peutiskt syfte var unikt. Den svenska läkaren Zander, som verkade mellan 1857 och 1920, omsatte dessa idéer i ett system där mekaniska styrketräningsmaskiner gav ett yttre motstånd i rörelserna, i stället för manuellt motstånd som gavs av sjukgymnasten i Lings program (23). Men det dröjde nästan 100 år innan intresset tog fart i den vetenskapliga världen. 1990 utgav ASCM (American College of Sports Medicine) en av de första allmänna rekommendationerna till befolkningen om styrketräning som en del av ett allsidigt träningsprogram omfattande kondition, styrka och rörlighet. Den här typen av rekommendation (guidelines/position stands) baseras på vetenskaplig dokumentation. I och med ACMs dokument blev styrketräningen ”rumsren” och åtföljdes av ett flertal liknande dokument från andra hälsoorganisationer (Tabell 1).

De nu gällande rekommendationerna från ACSM från 1998 (modifierad version av 1990 års rekommendation) föreskriver att styrketräning bör utföras minst 2 gånger per vecka (3). Ett träningspass utgörs av 8-10 olika övningar för olika muskelgrupper. Varje övning utförs en gång (ett set) med belastningen 8-12 RM. Äldre eller individer med kronisk sjukdom rekommenderas belastningen 10-15 RM, d.v.s. något lättare vikter med fler upprepningar. (Den vikt som man kan lyfta en gång men inte flera



Foto: Artur Forsberg

benämns 1 RM). Ett flertal studier visar att styrkevinsten för träningsprogram med flera set jämfört med ett set är endast marginell (11). Dessutom antar man att fler genomför styrketräningsprogrammet om träningen är mindre tidskrävande som vid ett jämfört med flera set. Dessa faktorer sammantagna utgör grunden för rekommendationen – ett set. Ett

liknande resonemang ligger bakom rekommendationen minst 2 ggr per vecka i stället för minst 3 ggr per vecka.

#### Är styrketräning farligt?

Om styrketräning utförs enligt rekommendationerna är den samlade bedömningen att styrketräning är minst lika säker som aerob träning om inte säk-

rare (28,29), men i likhet med annan fysisk träning så finns en viss risk, om än mycket liten, för kardiovaskulära och muskuloskeletala komplikationer vid styrketräning.

Pollock et al. (35) visade att bland äldre kvinnor och män fann man endast två mindre muskuloskeletala skador per 1000 träningstimmar, och i de flesta fallen kunde träningen åter-



upptagas efter en tids vila.

Mycket få kardiovaskulära komplikationer har rapporterats i samband med styrketräning bland såväl yngre som äldre, inkluderande individer med t.ex. hjärtsjukdom. Daub et al. (6) visade t.ex. att bland 57 hjärtinfarktpatienter som tränade såväl styrka som kondition i 12 veckor fick endast en patient en okomplicerad rubbning av hjärtrytmen under ett styrketräningsspass men totalt 45 patienter fick bröstsmärta eller EKG-förändring tydande på syrebrist i hjärtat eller rytmrubbning under träning eller test av kondition. Denna typ av observation har gjorts i flertal undersökningar (29).

Den rädsla som ibland framkommer för styrketräning bottnar i den mycket höga blodtrycksökning som påvisats vid vissa former av styrketräning. Flera studier visar att t.ex. yngre män som utför upprepade koncentriska och excentriska kontraktioner med båda benen till maximal utmattning med belastningen 90% av 1 RM kan nå i blodtryck i storleksordningen 300-400 mm Hg (24,25). Försökspersoner i dessa studier tilläts att utföra Valsalvamanöver (viljemässig ökning av buk- och bröstorgstryck under andhållning) i samband med lyften. Senare studier visar dock att blodtrycksstegringen är mer måttlig, ungefär som vid tungt aerobt arbete, om Valsalvamanöver undviks (13,14,17). För att minska risken för kraftig blodtrycksökning rekommenderas att lyftfasen utförs under utandning och tillbakagången under inandning. Därmed undviks Valsalvamanövern (1,3, 10, 29). För patienter med förhöjd risk för kardiovaskulär komplikation, t.ex. tidigt efter en hjärtinfarkt, rekommenderas dessutom att minska utmattningsnivån till cirka 15-16 (ansträngande) på Borgskalan (22).

En annan diskuterad risk är att styrketräning, genom stora blodtrycksökningar, skulle kunna leda till hjärtförstoring av koncentrisk typ, men de flest studier tyder på att denna oro är överdriven. Bland kroppsbyggare som missbrukar anabola steroider har man dock funnit såväl hjärtförstoring som försämrad diastolisk hjärtfunktion (44).

## Är styrketräning hälsosamt?

### 1. Muskelstyrka, muskelmassa

Ett par månaders styrketräning ger ofta mycket stora förändringar i muskelstyrka alltifrån 20-30% upp till flera hundra procent för kvinnor och män

i alla åldrar (38) beroende bl.a. på typen av test och initial träningsgrad. Den förbättrade muskelstyrkan beror på såväl neuronal anpassning som på muskeltillväxt. De flesta studier visar en ökning av muskelfibrernas tvärsnittsytta i storleksordningen 10-60%, vanligtvis runt 20%. Mätningar av hela muskelgruppens tvärsnittsytta med magnetkamera (MR) eller datortomografi (DT) uppvisar oftast värden runt 10% (38), vilken kan bero på att extracellulärutrymmet minskar med träning och därmed underskattas den verkliga ökningen av muskelmassa med MR och DT. Speciellt viktigt att komma ihåg när det gäller styrketräning är att förmågan till styrkeökning och muskeltillväxt bibehålls genom åren och även bland 98-åringar har muskeltillväxt och styrkeförbättringar beskrivits (12).

### 2. Maximalt syreupptag och uthållighet

De flesta undersökningar visar att styrketräning inte nämnvärt ökar maximalt syreupptag. Trots detta kan styrketräning öka aerob uthållighet både på ergometercykel och rullband (19, 27). Man har även funnit att styrketräning minskar kardiovaskulär stress i form av minskad hjärtfrekvens och blodtryck under gång med viktsbelastning (32).

### 3. Ämnesomsättning, fettmassa, insulin-känslighet

Styrketräning kan vara ett väsentligt hjälpmedel för kontroll av kroppsvikt, kroppssammansättning och energiomsättning. En förutsättning för en minskad kroppsvikt och fettmassa är att dygnsenergiförbrukningen minskar i förhållande till energiintaget. Dygnsenergiförbrukningens två viktigaste komponenter är basal energiförbrukning (BMR) och energiförbrukning i samband med fysisk aktivitet, såväl vardaglig spontan sådan som strukturerad fysisk träning. Den viktigaste bestämmande faktorn för BMR är kroppens fettfria massa, varav 60-75% är muskulatur. Bland inaktiva utgör BMR den största delkomponenten (60-75%) av dygnsenergiförbrukningen. Många styrketräningstudier visar att BMR ökar med cirka 5% eller 100 kcal (34). Hunter et al. (18) t.ex. visade att den fettfria massan ökade med 2 kg och BMR med 90 kcal bland 70-åriga kvinnor och män efter 26 veckors styrketräning (45 min per pass 3 ggr/vecka). Orsaken till denna ökning av BMR tros bero på en kombination av ökad muskelmassa i sig (1 kg muskel för-

brukar basalt 10 kcal/dygn), en ökad proteinomsättning (33) samt en ökad sympatoadrenerg aktivering (39). Att muskelmassan i sig inte tycks kunna förklara hela ökningen stöds av studier som visar att BMR kan vara förhöjt upp till 48 timmar efter ett enstaka träningspass (45), d.v.s. BMR kan öka utan att muskelmassan förändras.

Ökningen av energiförbrukningen i direkt samband med styrketräning är måttlig. I relativa tal är belastningen under ett pass ca 20-50% av maximalt syreupptag (42) motsvarande 100 till 200 kcal, grovt räknat, för ett 30-40 min pass, d.v.s. ungefär som vid promenad. Det mest intressanta fyndet i Hunters studie var dock att även den genomsnittliga totala dygnsenergiförbrukningen ökade med 240 kcal, d v s med ca 10%. Ytterligare en studie av Van Etten et al. (8) visade liknande fynd bland yngre män. Teoretiskt sett skulle således en månads styrketräning kunna minska fettmassan med 1 kg om energiintaget hålls konstant. Det är dock inte självklart att fysisk träning ökar dygnsenergiförbrukningen. Goran och Pohlman (16) visade nämligen att dygnsenergiförbrukningen var oförändrad i samband med ett intensivt aerobt träningsprogram bland äldre kvinnor och män, vilket troligtvis förklaras av att den spontana fysiska aktiviteten utanför träningsprogrammet minskade.

Styrketräning medför även en förbättrad insulinkänslighet (19,30,41) och i en del fall även förbättrad glukostolerans (7,19). Troligen kan styrketräningens effekter på glukosomsättning delvis förklaras av styrketräningens effekter på kroppsvikt, kroppssammansättning och energiomsättning. Men även kvalitativa förändringar av muskulaturen bidrar troligen. Styrketräning leder t.ex. till en ökad andel typ IIA fibrer på bekostnad av typ IIB, d.v.s. en förändring mot högre oxidativ kapacitet och långsammare kontraktionshastighet (42).

### 4. Blodtryck, blodfetter

Ett flertal studier visar att styrketräning kan sänka såväl blodtryck som blodfetter men resultaten är inte entydiga (19,20). Speciellt har man sett en sänkning av blodtrycket bland individer med lätt förhöjt viloblodtryck (26). Men ACSM (2) avråder individer med manifest blodtrycksförhöjning från att endast styrketräna. Man rekommenderar i första hand aerob träning ur blodtrycksbehandlande syfte eller ett allsidigt program som inkluderar både aerob träning och styrketräning.



Foto: Peter Krüger

### 5. Bentäthet/Fallrisk/Balans/Rörlighet

Ett stort antal studier visar att styrketräning ökar bentäthet eller reducerar den åldersrelaterade minskningen och att effekten är relativt specifik för de muskler och delar av skelettet där musklerna fäster (21,40). Väsentligen fler studier är utförda på kvinnor, bero-

ende på att osteoporos (benskörhet) är mycket vanligt förekommande speciellt bland äldre kvinnor. Risken för brott på lårbenshalsen fördubblas var femte år efter femtioårsåldern och var tredje kvinna i 80-års åldern bryter lårbenshalsen (19). De ökningarna i bentäthet som observerats efter såväl styrketrä-

ning som efter t.ex. aerob träning är dock oftast mindre än fem procent och man hävdar att ökningen i bentäthet borde vara större för att förhindra benbrott vid fall (19). Kanske en väl så viktig effekt av styrketräning är att man förhindrar fallolyckor. Dock är bevisen begränsade för att fallo-



lyckor blir mindre vanliga efter styrketräning, men visat är att riskfaktorer för fall såsom muskelstyrka, gångförmåga och balans påverkas i positiv riktning (19,21). Det finns inga entydiga bevis för att styrketräning ökar rörligheten, snarare kan den minska vid styrketräning. Därför rekommenderas att ett allsidigt träningsprogram skall inkludera stretching förutom aerob träning och styrketräning (3).

## 6. Ledsmärta/Ryggsmärta

Förlitning och nedbrytning av brosk i knäleden leder till uttalad smärta och funktionshinder. Styrketräning har visats minska smärtan och förbättra funktionen (9,19).

Kronisk smärta i ländryggen är näst de kardiovaskulära sjukdomarna ett av våra största hälsoproblem. Visat är t.ex. att ett specifikt träningsprogram för ländryggen, bestående av endast 1 set med 8-12 repetitioner en gång per vecka, kan ge minskad smärta samt ökad styrka och rörlighet (5). Men i detta sammanhang bör nämnas att många andra former av styrketräning, och även andra typer av träning är effektiva för behandling av kronisk ländryggssmärta (43). Styrketräning tillämpades redan på 1800-talet och tidigt 1900-tal i rehabiliteringssyfte men kom sedan att "falla i glömska" under nästan 100 år, en period då behandlingsmetoder såsom ultraljud, elektrisk stimulering och massage varit dominerande (5).

## 7. Mental hälsa

Såväl aerob träning som styrketräning kan mildra symtomen vid depression och ångest. Man har dock inte visat att träning kan förebygga uppkomsten av dessa symtom (31). Intressanta fynd är att längden av ett enskilt träningspass verkar ha betydelse för effekten på sinnesstämmningen. Träningspassen bör enligt dessa studier överskrida 20 minuter och mer optimalt uppgå till 30-40 min (31). Fler studier inom detta fält är önskvärda för bekräftelse av dessa fynd.

- Två decenniers förlust av muskelmassa och styrka bland äldre kan återfås efter två månaders styrketräning.
- En månads styrketräning kan minska kroppsfettet med 1 kg.
- De allra flesta individer kan öka sin styrka och muskelmassa med styrketräning oavsett ålder, kön, hälsotillstånd.
- Styrketräning kan även öka aerob

uthållighet vid cykling och gång/löpning.

	Set; RM	Antal Övningar	Frekvens
Friska inaktiva vuxna			
- 1998 ACMS Position Stand (3)	1 set; 8-12 RM	8 – 10	2-3 ggr/vecka
- 1998 ACSM Guidelines (4)	1 set; 8-12 RM	8 – 10	2 -"-
- 1996 Surgeon General's Report (46)	1-2 set; 8-12 RM	8 – 10	2 -"-
Äldre			
- 1994 Pollock et al. (36)	1 set; 10-15 RM	8 – 10	2 ggr/vecka (minst)
- 1998 ACSM Position Stand (3)	1 set; 10-15 RM	8 – 10	2 ggr/vecka (minst)
Hjärtsjuka			
- 1995 AHA Exercise Standards (15)	1 set; 10-15 RM	8 – 10	2-3 ggr/vecka
- 1995 AACVPR Guidelines (1)	1 set; 10-15 RM	8 – 10	2-3 -"-
ACSM = American College of Sports Medicine AHA = American Heart Association AACVPR = American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation RM = Repetition maximum Modifierad efter Feigenbaum and Pollock (11)			

Tabell 1. Rekommendationer för styrketräning

1. Muskelstyrka	↑↑↑
Muskelmassa	↑↑
2. Maximalt syreupptag	↔↑
Uthållighet	↑
3. Basal ämnesomsättning	↑
Fettmassa	↓
Insulinkänslighet	↑
4. Blodtryck	↓ ↔
Blodfetter	↓ ↔
5. Bentäthet	↑ ↔
Fallrisk	↓
Balans	↑
Rörlighet	↔ ↓
6. Ledsmärta	↓
Ryggsmärta	↓
7. Mental hälsa	↑
Modifierad efter Hurley and Roth (19) and Pollock and Evans (37) ↑↑↑ = mycket stor ökning, ↑↑ = stor ökning, ↑ = ökning, ↓ = minskning, ↔ liten eller ingen ändring eller varierande fynd.	

Tabell 2. Effekter av styrketräning



## Referenser

- American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Guidelines for Cardiac Rehabilitation Programs*, 2nd Ed. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1995, pp. 27-56.
- American College of Sports Medicine. Physical activity, physical fitness, and hypertension. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25:i-x, 1993.
- American College of Sports Medicine. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:975-991, 1998.
- American College of Sports Medicine. *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 3<sup>rd</sup> Ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1998, pp. 448-455.
- Carpenter, D.M. and B.W. Nelson. Low back strengthening for the prevention and treatment of low back pain. *Med. Sci. Sports Exerc* 31:18-24, 1999.
- Daub, W.D., G.P. Knapik and W.R. Black. Strength training early after myocardial infarction. *J. Cardiopulm. Rehabil.* 16:100-108, 1996.
- Eriksson, J.G. Exercise and the treatment of type 2 diabetes mellitus. An update. *Sports J. Med.* 27:381-391, 1999.
- van Etten, L.M.L.A., K.R. Westerterp, F.T.J. Verstappen, B.J.B. Boon and W.H.M. Saris. Effect of an 18-wk weight-training program on energy expenditure and physical activity. *J. Appl. Physiol.* 82:298-304, 1997.
- Ettinger, W.H., R. Burns, S. P. Meissner, W. Applegate, W.J. Rejeski, T. Morgan, S. Shumaker, M.J. Berry, M. O'Toole, J. Monu and T. Craven. A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with osteoarthritis. *JAMA* 297:25-31, 1997.
- Evans, W.J. Exercise training guidelines for the elderly. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:12-17, 1999.
- Feigenbaum, M.S. and M.L. Pollock. Prescription of resistance training for health and disease. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:38-45, 1999.
- Fiatarone Singh, M.A., W. Ding, T.J. Manfredi, G.S. Solares, E.F. O'Neill, K.M. Clements, N.D. Ryan, J.J. Kehayias, R.A. Fielding and W.J. Evans. Insulin-like growth factor I in skeletal muscle after weight-lifting exercise in frail elders. *Am. J. Physiol.* 277:E135-E143, 1999.
- Fleck, S.J. Cardiovascular response to strength training. In: *Strength and Power in Sport* Ed. P.V. Komi. Blackwell Science. 1992.
- Fleck, S.J. and L.S. Dean. Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* 63:116-120, 1987.
- Fletcher, G.F., G. Balady, V.F. Froelicher, L.H. Hartley, W.L. Haskell and M.L. Pollock. Exercise standards: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 91:580-615, 1995.
- Goran, M.I. and E.T. Poehlman. Endurance training does not enhance total energy expenditure in healthy elderly persons. *Am. J. Physiol.* 263:E950-E957, 1992.
- Haslam, D.R.S., N. McCartney, R.S. McKelvie and J.D. MacDougall. Direct measurements of arterial blood pressure during formal weightlifting in cardiac patients. *J. Cardiopulmonary Rehabil.* 8:213-225, 1988.
- Hunter, G.R., C.J. Wetzstein, D.A. Fields, A. Brown and M.M. Bamman. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J. Appl. Physiol.* 89:977-984, 2000.
- Hurley, B.F. and S.M. Roth. Strength training in the elderly. Effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med* 30:249-268, 2000.
- Kelley, G. Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *J. Appl. Physiol.* 82:1559-1565, 1997.
- Layne, J.E. and M.E. Nelson. The effects of progressive resistance training on bone density: a review. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:25-30, 1999.
- Leon, A.S. Exercise following myocardial infarction. Current recommendations. *Sports Med.* 29:301-31, 2000.
- Leveritt, A., F. Heilighenthal, and G. Schutz. *The Leading Features of Dr. G. Zander's Medico-Mechanical Gymnastic Method*. Wiesbaden: Rossel, Schwarz & Co., 1906, pp. 7-35.
- MacDougall, J.D., D. Tuxen, D.G. Sale, J.R. Moroz and J.R. Sutton. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* 58:785-790, 1985.
- MagDougall, J.D., R.S. McKelvie, D.E. Moroz, D.G. Sale, N. McCartney and F. Buick. Factors affecting blood pressure during heavy weightlifting and static contractions. *J. Appl. Physiol.* 73:1590-1597, 1992.
- Martel, G.F., D.E. Hurlbut, M.E. Lott, J.T. Lemmer, F.M. Ivey, S.M. Roth, M.A. Rogers, J.L. Fleg and B.F. Hurley. Strength training normalizes resting blood pressure in 65 to 73 year-old men and women with high normal blood pressure. *J. Am. Geriatr. Soc.* 47:1215-1221, 1999.
- McCartney, N., R.S. McKelvie, D.R.S. Haslam and N.L. Jones. Usefulness of weightlifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. *Am. J. Cardiol.* 67:939-945, 1991.
- McCartney, N. Role of resistance training in heart disease. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30: S396-S402, 1998.
- McCartney, N. Acute responses to resistance training and safety. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:31-37, 1999.
- Miller, J.P., R.E. Pratley, A.P. Goldberg, P. Gordon, M. Rubin, M.S. Treuth, A.S. Ryan and B.F. Hurley. Strength training increases insulin action in healthy 50- to 65-yr-old men. *J. Appl. Physiol.* 77:1122-1127, 1994.
- Paluska, S.A. and T.L. Schwenk. Physical activity and mental health. *Sports Med.* 29:167-180, 2000.
- Parker, N., G. Hunter, and M. Treuth. Effects of strength training on cardiovascular responses during a submaximal walk on a weight-loaded walking test in older females. *J. Card. Rehab.* 16:56-62, 1996.
- Phillips, S.M., K.D. Tipton, A. Aarsland, S.E. Wolf and R.R. Wolfe. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 273:E99-E107, 1997.
- Poehlman, E.T. and C. Melby. Resistance training and energy balance. *Int. J. Sport Nutr.* 8:143-159, 1998.
- Pollock, M.L., J.F. Carroll, J.E. Graves, S.H. Leggett, R.W. Braith, M. Limacher and J.M. Hagberg. Injuries and adherence to walk/jog and resistance training programs in the elderly. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23:1194-1200, 1991.
- Pollock, M.L., J.E. Graves, D.L. Swart and D.T. Lowenthal. Exercise training and prescription for the elderly. *South. Med. J.* 87:S88-S95, 1994.
- Pollock, M.L. and W.J. Evans. Resistance training for health and disease: introduction. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31:10-11, 1999.
- Porter, M.M. The effects of strength training on sarcopenia. *Can. J. Appl. Physiol.* 26:123-141, 2001.
- Pratley, R., B. Nicklas, M. Rubin, J. Miller, A. Smith, M. Smith, B. Hurley and A. Goldberg. Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men. *J. Appl. Physiol.* 76:133-137, 1994.
- Rutherford, O.M. Is there a role for exercise in the prevention of osteoporotic fractures? *Br. J. Sports Med.* 33:378-386, 1999.
- Ryan, A.S., R.E. Pratley, A.P. Goldberg and D. Elahi. Resistive training increases insulin action in postmenopausal women. *J. Geront. Med. Sci.* 51A:M199-M205, 1996.
- Tesch, P. A short- and long-term histochemical and biochemical adaptations in muscle. In: *Strength and Power in Sport* Ed. P.V. Komi. Blackwell Science. 1992.
- van Tulder, M., A. Malmivaara, R. Esmail and B. Koes. Exercise therapy for low back pain. A systematic review within the framework of the cochrane collaboration back review group. *Spine* 25:2784-2796, 2000.
- Urhausen, A. and W. Kindermann. Sports-specific adaptations and differentiation of the athlete's heart. *Sports Med.* 28: 237-244, 1999.
- Williamson, D.L. and J.P. Kirwan. A single bout of concentric resistance exercise increases basal metabolic rate 48 hours after exercise in healthy 59-77-year-old men. *J. Geront. Med. Sci.* 52A:M352-M355, 1997.
- U.S. Department of Health and Human Services, Physical Activity and Health. *A Report of the Surgeon General*. Atlanta GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996, pp. 22-29.