

8. Hälsoaspekter på styrketräning

Författare

Eva Jansson, professor, Institutionen för laboratoriemedicin, avdelningen för klinisk fysiologi, Karolinska Institutet, Stockholm, Karolinska Universitetssjukhuset, Stockholm

Ulrik Wisløff, professor, Institutet for cirkulation og bilddiagnostik, Norges Tekniske Naturvitenskaplige Universitet, Trondheim

Dorthe Stensvold, Master of Science, Institutet for cirkulation og bilddiagnostik, Norges Tekniske Naturvitenskaplige Universitet, Trondheim

Sammanfattning

Den traditionella synen på styrketräning är att den ger ökad styrka och uthållighet och i första hand används som ett redskap vid rehabilitering av muskuloskeletala skador. Under senare år har dock intresset ökat för styrketräningens hälsofrämjande effekter. De sjukdomstillstånd där styrketräningens möjliga förebyggande och lindrande effekter diskuteras är bland annat diabetes, fetma, metabola syndromet (förhöjda värden för blodfetter, blodsocker, blodtryck och midjeomfång), hjärt-kärlsjukdom, osteoporos, led- och ryggsmärtor samt ångest och depression. Det är också visat att det finns ett samband mellan låg muskelstyrka och ökad risk för förtida död (1).

Speciellt har styrketräningen för äldre uppmärksamats (2). 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, till exempel promenader, för att överhuvudtaget möjliggöra annan fysisk aktivitet. Två decenniers förlust av styrka och muskelmassa hos äldre kan dock återhämtas inom två månader med styrketräning (3).

Rekommendationer

År 1990 utgav American College of Sports Medicine (ACSM) 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

ACSM:s dokument blev styrketräning ”rumsren” och åtföljdes av ett flertal liknande dokument från andra hälsoorganisationer.

Rekommendationerna från ACSM och från ett flertal andra organisationer såsom American Heart Association, US Department of Health and Human Service samt American Diabetes Association (2, 4–9) föreskriver att styrketräning bör utföras minst två gånger per vecka. Ett träningspass utgörs av 8–10 olika övningar för olika muskelgrupper. Varje övning utförs minst en gång (ett set) med belastningen 8–12 RM (tabell 1). Individer med kronisk sjukdom rekommenderas belastningen 10–15 RM, det vill säga något lättare vikter med fler upprepningar. Den vikt som man kan lyfta endast en gång benämns 1 RM (repetitionsmaximum).

Tabell 1. Rekommendationer för styrketräning (anger minimivärden) (2, 4–9).

	Set, RM	Antal övningar	Frekvens
Friska vuxna (nybörjare/inaktiva)	1 set, 8–12 RM*	8–10	2 gånger/vecka
Äldre	1 set, 10–15 RM	8–10	2 gånger/vecka
Hjärt-kärlsjuka/diabetiker	1 set, 10–15 RM	8–10	2 gånger/vecka
Varje övning bör genomföras med <i>minst</i> ett set.			

* RM = repetitionsmaximum. 1 RM motsvarar den högsta belastningen som kan lyftas genom hela rörelsebanan en gång.

Rekommendationerna vänder sig till individer med ingen eller endast ringa erfarenhet av styrketräning. Styrkevinsten för träningsprogram med flera set jämfört med ett set är endast marginell då träningen påbörjas (7, 8, 10), men den tränande når snabbt en plåtå där det krävs flera set för att öka styrkekapaciteten ytterligare. Skälet till att inledningsvis endast rekommendera ett set är att det är troligare att fler individer genomför styrketräningsprogrammet om träningen är mindre tidskrävande. Dessa faktorer sammantagna utgör grunden för rekommendationen – minst ett set. Ett liknande resonemang ligger bakom rekommendationen; minst två gånger per vecka i stället för minst tre gånger per vecka.

För vuxna friska individer med tidigare erfarenhet av styrketräning har ACSM nyligen gett ut en vetenskaplig dokumentation om mer avancerad styrketräning (6, 11), där man rekommenderar en mer varierad belastningsprofil i området 1–12 RM och upp till 4–5 träningspass per vecka.

Är styrketräning hälsosamt?

Både styrketräning (tabell 2) och konditionsträning (aerob träning) kan leda till en betydande förbättring av hälsan, och de två varianterna ger till viss del lika, till viss del olika, träningsvar över tid. En viktig aspekt vid styrketräning är att muskelstyrka är nödvändig

för fysisk aktivitet. För personer som på grund av sjukdom varit fysiskt inaktiva och sängbundna, och som därmed förlorat såväl styrka som kondition, är det speciellt viktigt att styrketräna för att klara de belastningar som de möter i vardagslivet.

1. Muskelstyrka, muskelmassa

Ett par månaders styrketräning ger ofta mycket stora förändringar i uppmätt muskelstyrka, alltifrån 20–30 procent upp till flera hundra procent (12) beroende bland annat på typen av träning och utvärderingsmetoder samt på initial träningsgrad. De flesta studier visar en ökning av muskelfibrernas tvärsnittsytta i storleksordningen 10–60 procent, vanligtvis runt 20 procent. Mätningar av hela muskelgruppens tvärsnittsytta med magnetkamera (MR) eller datortomografi (DT) uppvisar oftast värden runt 10 procent (13), 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 90–100-åringar har muskeltillväxt och styrkeförbättringar beskrivits (14, 15).

Förutom styrketräningens positiva effekter på muskelmassa har också senaste årens forskning visat att födo- och proteinintag i samband med träningen (före och speciellt efter) är viktig för att optimera muskeltillväxten (16).

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 löpband (17, 18). Man har även funnit att styrketräning minskar kardiovaskulär stress i form av minskad hjärtfrekvens och blodtryck under gång med viktbelastning (19). Om detta kan tillskrivas den anpassning som sker som en följd av själva styrketräningen, eller om det är en följd av att man, på grund av ökad styrkekapacitet, är i stånd att vara mer fysiskt aktiv i det dagliga livet och därmed får bättre kondition, är inte klarlagt. Oavsett orsak är detta en viktig kardiovaskulär följd av styrketräning på individnivå.

3. Ämnesomsättning och kroppssammansättning

Styrketräning kan vara ett väsentligt hjälpmedel för kontroll av kroppsvikt, kroppssammansättning och energiomsättning. En förutsättning för en minskad kroppsvikt och fettmassa är att dygnsenergiförbrukningen ökar i förhållande till dygnsenergiintaget. Dygnsenergiförbrukningens två viktigaste komponenter är basal energiförbrukning (BMR) och energiförbrukning i samband med fysisk aktivitet, såväl vardaglig spontan sådan som strukturerad fysisk träning. Ökningen av energiförbrukningen i direkt samband med styrketräning är måttlig. I relativa tal är belastningen under ett pass cirka 20–50 procent av maximalt syreupptag (20), motsvarande 100–200 kcal (grovt räknat) för ett 30–40 minuters pass, vilket är ungefär detsamma som vid promenad.

Den viktigaste bestämmande faktorn för BMR är kroppens fettfria massa, varav 60–75 procent är muskulatur. Bland inaktiva utgör BMR den största delkomponenten (60–75 %) av dygnsenergiförbrukningen. Styrketränningsstudier visar att BMR kan öka med cirka 5 procent eller 100 kcal per dygn (3, 21) under loppet av en träningsperiod på 3–5 månader. Hunter och medarbetare visade att den fettfria massan ökade med 2 kg och BMR med 90 kcal per dygn hos 70-åriga kvinnor och män efter 26 veckors styrketräning (45 minuters träning 3 gånger per vecka) (3). Ökad BMR med 90 kcal per dag medför en ökad förbränning med 15 g av fett per dag i vila (för att förbränna 1 g fett krävs 6–7 kcal), jämfört med förbränningen före träningsperioden. Detta innebär stor förändring under ett år och illustrerar vikten av även en måttlig ökning av BMR efter en träningsperiod.

Orsaken till denna ökning tros bero på en kombination av ökad muskelmassa i sig (1 kg muskler förbrukar basalt 10 kcal per dygn), en ökad proteinomsättning (22) samt en ökad sympatoadrenerg aktivering (21). 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 (23), det vill säga BMR kan öka utan att muskelmassan har förändrats. Det bör dock påpekas att i de studier som visar att BMR ökar i samband med styrketräning, har träningen varit relativt omfattande och intensiv (minst 3 set per övning, 3 gånger per vecka). En nyligen publicerad styrketränningsstudie på yngre kvinnor (2 set per övning, 3 gånger per vecka) visade ingen ökning av BMR (25).

Det mest intressanta fyndet i Hunters studie (3) var dock att även den genomsnittliga totala dygnsenergiförbrukningen ökade med 240 kcal, det vill säga med cirka 10 procent. Detta innebär troligtvis att den fysiska aktiviteten utanför träningsprogrammet har ökat, eftersom summan av BMR-ökningen (90 kcal per dygn) och energiförbrukningen i samband med styrketräningen (60 kcal per dygn) uppgick till 150 kcal per dygn. Ytterligare en studie visade liknande fynd bland yngre män (24). 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. En annan studie 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 (26).

4. Insulinkänslighet

Styrketräning kan medföra en förbättrad insulinkänslighet (17, 27–30) och i en del fall även förbättrad glukostolerans och glykemisk kontroll (17, 29–33). Troligen kan styrketräningens effekter på glukosomsättning delvis förklaras av dess effekter på kroppsvikt, kroppssammansättning och energiomsättning. Även kvalitativa förändringar av muskulaturen bidrar troligen. Styrketräning leder exempelvis till en ökad andel typ IIA-fibrer på bekostnad av typ IIB-fibrer, det vill säga en förändring mot högre oxidativ kapacitet och långsammare kontraktionshastighet (20).

5. *Blodfetter*

Studier har visat att det finns ett samband mellan muskelstyrka och förbättrad lipidprofil (33, 34). Det har också visats att ett enstaka styrketräningsspass kan leda till en ökning av HDL (High Density Lipoprotein, det goda kolesterolet) hos unga otränade män (35).

6. *Blodtryck*

Ett flertal studier visar att styrketräning kan sänka blodtryck (17, 29, 37, 38). En metaanalys från 2007 visar att styrketräning reducerar diastoliskt blodtryck, men inte systoliskt blodtryck, hos hypertensiva personer, det vill säga de med högt blodtryck (39). Resultaten är dock inte entydiga, fler och större studier krävs för att enbart styrketräning ska kunna rekommenderas som en icke-farmakologisk behandling till personer med högt blodtryck. ACSM avråder individer med manifest blodtrycksförhöjning från att endast styrketräna (40). Man rekommenderar i första hand aerob träning ur blodtrycksbehandlande syfte eller ett allsidigt program som inkluderar både aerob träning och styrketräning.

7. *Bentäthet, fallrisk, balans och 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 (41–43). Väsentligen fler studier är utförda på kvinnor, beroende på att osteoporos (benskörhet) är mycket vanligt förekommande, speciellt bland äldre kvinnor. Risken för brott på lårbenshalsen fördubblas vart femte år efter femtioårsåldern och var tredje kvinna i 80-årsåldern bryter lårbenshalsen (17). De ökningarna i bentäthet som observerats efter såväl styrketräning som exempelvis aerob träning, är dock oftast mindre än 5 procent, och man hävdar att ökningen i bentäthet borde vara större för att förhindra benbrott vid fall (17). En väl så viktig effekt av styrketräning kanske är att man förhindrar fallolyckor. Dock är bevisen begränsade för att fallolyckor blir mindre vanliga efter styrketräning, men visat är att riskfaktorer för fall, såsom muskelstyrka, gångförmåga och balans, påverkas i positiv riktning (17, 41).

Det finns inga entydiga bevis för att styrketräning ökar rörligheten, snarare kan den minska vid styrketräning. Därför rekommenderas att ett allsidigt träningsprogram ska inkludera rörlighetsträning förutom aerob träning och styrketräning (4).

8. *Ledsmärta/ryggsmärta*

Förslitning och nedbrytning av brosk i knäleden leder till uttalad smärta och funktionshinder. Styrketräning har visats minska smärtan och förbättra funktionen (17, 44–46). Kronisk smärta i ländryggen är näst de kardiovaskulära sjukdomarna ett av våra största hälsoproblem. Visat är att ett specifikt träningsprogram för ländryggen, bestående av endast ett set med 8–12 repetitioner en gång per vecka, kan ge minskad smärta samt ökad styrka och rörlighet (47). I detta sammanhang bör dock nämnas att många andra former av

styrketräning, och även andra typer av träning, är effektiva för behandling av kronisk ländryggsmärta (48). 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 som ultraljud, elektrisk stimulering och massage varit dominerande (47).

9. Mental hälsa

Såväl aerob träning som styrketräning kan mildra symtomen vid depression och ångest. Tio veckors styrketräning hos äldre deprimerade personer, visade sig reducera alla mått på depression signifikant (49). Man har dock inte visat att träning kan förebygga uppkomsten av dessa symtom (50). Intressanta fynd är att längden av ett enskilt träningspass verkar ha betydelse för effekten på sinnesstämmningen. Träningspassen bör enligt dessa studier överstiga 20 minuter och mer optimalt uppgå till 30–40 minuter (50).

Tabell 2. Effekter av styrketräning.

1. Muskelstyrka	↑↑↑
Muskelmassa	↑↑
2. Maximalt syreupptag	↔→↑
Uthållighet	↑
3. Basal ämnesomsättning	↑
Fettmassa	↓
4. Insulinkänslighet	↑
5. Blodtryck	↓↔
6. Blodfetter	↓↔
7. Bentäthet	↑↔
Fallrisk	↓
Balans	↑
Rörlighet	↔→↓
8. Ledsmärta	↓
Ryggsmärta	↓
9. Mental hälsa	↑

Modifierad efter Hurley och Roth (17) samt Pollock och Evans (12).

↑↑↑ = mycket stor ökning, ↑↑ = stor ökning, ↑ = ökning, ↓ = minskning, ↔ = liten eller ingen ändring eller varierande fynd.

Är styrketräning farligt?

Om styrketräning utförs enligt rekommendationerna är den samlade bedömningen att styrketräning är minst lika säker som aerob träning om inte säkrare (9, 51–53), men i likhet med annan fysisk träning finns en viss risk, om än mycket liten, för kardiovaskulära och muskuloskeletal komplikationer vid styrketräning.

I en studie av äldre kvinnor och män fann man endast två mindre muskuloskeletal skador per 1 000 träningstimmar, och i de flesta fallen kunde träningen återupptas efter en tids vila (54).

Mycket få kardiovaskulära komplikationer har rapporterats i samband med styrketräning bland såväl yngre som äldre, inkluderande individer med exempelvis hjärtsjukdom. Bland 57 hjärtinfarktpatienter, som tränade såväl styrka som kondition i 12 veckor, fick endast en patient en okomplicerad rubbning av hjärtrytmen under ett styrketräningspass, medan totalt 45 patienter fick bröstsmärta eller EKG-förändring tydande på syrebrist i hjärtat eller rytmrubbning under träning eller test av kondition (53).

Den rädsla som ibland framkommer för styrketräning bottnar i den hemodynamiska responsen som påvisats vid vissa former av styrketräning. Studier visar att exempelvis yngre män som utför upprepade koncentrisk och excentrisk kontraktioner med båda benen till maximal utmattning med belastningen 90 procent av 1 RM kan nå blodtryck i storleksordningen 300–400 mm Hg (38, 55). Försökspersoner i dessa studier tilläts hålla andan (så kallad Valsalvas manöver) i samband med lyften. Senare studier visar dock att den hemodynamiska responsen är mer måttlig, ungefär som vid aerobt arbete, om krystning undviks (56–59). För att minska risken för kraftig blodtrycksökning rekommenderas regelbunden andning i samband med styrketräning och att andas ut då ansträngningen är som störst (lyftfasen och/eller förkortningsfasen) samt andas in då ansträngningen är mindre (tillbakagång och/eller förlängningsfasen) (9, 52). För patienter med förhöjd risk för kardiovaskulär komplikation, exempelvis tidigt efter en hjärtinfarkt, rekommenderas dessutom att inte överskrida 15–16 (ansträngande) på Borgs RPE-skala (60).

En annan diskuterad risk är att styrketräning, genom stora blodtrycksökningar, skulle kunna leda till hjärtförstoring av koncentrisk typ, men de flesta studier tyder på att denna oro är överdriven. Bland kroppsbyggare som missbrukar anabola steroider har man dock funnit såväl hjärtförstoring som försämrad diastolisk hjärtfunktion (61).

Kontraindikationer för styrketräning

Absoluta:

- Instabil kranskärslssjuksjukdom
- Okompenserad hjärtsvikt
- Okontrollerad hjärtarytmi
- Pulmonell hypertension (allvarlig, > 55 mm Hg)
- Aortstenos (grav)

- Akut myo-, endo- eller perikardit
- Okontrollerat högt blodtryck (> 180/110 mm Hg)
- Aorta dissection
- Marfans syndrom
- Högintensiv styrketräning (80–100 % av 1 RM) hos personer med allvarlig njursvikt på grund av diabetes (diabetesnefropati)
- Diabetes retinopati

Relativa kontraindikationer (konsultera läkare):

- Hög risk för kranskärslsjukdom
- Okontrollerad diabetes
- Okontrollerat högt blodtryck (> 160/> 110 mm Hg)
- Kraftigt nedsatt kondition (< 4 MET)
- Begränsningar i muskulatur eller skelett
- Personer som har pacemaker eller defibrillator

Williams och medarbetare (8).

Referenser

1. Katzmarzyk PT, Craig CL. Musculoskeletal fitness and risk of mortality. *Med Sci Sports Exerc* 2002;4:740-4.
2. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, King AC, Macera CA, et al. Physical activity and public health in older adults. Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Med* 2007;39:1435-45.
3. Hunter GR, Wetzstein CJ, Fields DA, Brown A, Bamman MM. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. *J Appl Physiol* 2000;89:977-84.
4. 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* 1998;30:975-91.
5. 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, ss. 22-9.
6. American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:364-80.
7. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health. Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1423-34.
8. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. 2007 update. A scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* 2007;116:572-84.
9. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2006;29:1433-8.
10. Hass CJ, Garzarella L, de Hoyos D, Pollock ML. Single versus multiple sets in long-term recreational weightlifters. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:235-42.
11. Hoff, J. Helgerud, J. and Wisløff, U. Endurance training into the next millenium; muscular strength training effects on aerobic endurance performance. Invited review. *Am J Med Sports* 4: 58-67, 2002).
12. Pollock ML, Evans WJ. Resistance training for health and disease. Introduction. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:10-1.
13. Porter MM. The effects of strength training on sarcopenia. *Can J Appl Physiol* 2001;26:123-41.

14. Fiatarone Singh MA, Ding W, Manfredi TJ, Solares GS, O'Neill EF, Clements KM, et al. Insulin-like growth factor I in skeletal muscle after weight-lifting exercise in frail elders. *Am J Physiol* 1999;277:E135-43.
15. Kryger AI, Andersen JL. Resistance training in the oldest old. Consequences for muscle strength, fiber types, fiber size, and MHC isoforms. *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17:422-30.
16. Koopman R, Saris WHM, Wagenmakers AJM, van Loon LJC. Nutritional interventions to promote post-exercise muscle protein synthesis. *Sports Med* 2007;37:895-906.
17. Hurley BF, Roth SM. Strength training in the elderly. Effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med* 2000;30:249-68.
18. McCartney N, McKelvie RS, Haslam DRS, Jones NL. Usefulness of weight-lifting training in improving strength and maximal power output in coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1991;67:939-45.
19. Parker N, Hunter G, Treuth M. Effects of strength training on cardiovascular responses during a submaximal walk on a weight-loaded walking test in older females. *J Card Rehab* 1996;16:56-62.
20. Tesch PA. Short- and long-term histochemical and biochemical adaptations in muscle. I: Komi PV red. *Strength and power in sport*. Blackwell Science; 1992.
21. Pratley R, Nicklas B, Rubin M, Miller J, Smith A, Smith M, et al. Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-year-old men. *J Appl Physiol* 1994;76:133-7.
22. Phillips SM, Tipton KD, Aarsland A, Wolf SE, Wolfe RR. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 1997;273:E99-107.
23. Williamson DL, Kirwan JP. 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* 1997;52A:M352-5.
24. van Etten, LM, Westerterp KR, Verstappen FT, Boon BJ, Saris WH. Effect of an 18-week weight-training program on energy expenditure and physical activity. *J Appl Physiol* 1997;82:298-304.
25. Hunter GR, Byrne NM, Gower BA, Sirikul B, Hills AP. Increased resting energy expenditure after 40 minutes of aerobic but not resistance exercise. *Obesity* 2006;14: 2018-25.
26. Goran MI, Poehlman ET. Endurance training does not enhance total energy expenditure in healthy elderly persons. *Am J Physiol* 1992;263:E950-7.
27. Miller JP, Pratley RE, Goldberg AP, Gordon P, Rubin M, Treuth MS, et al. Strength training increases insulin action in healthy 50- to 65-year-old men. *J Appl Physiol* 1994;77:1122-7.
28. Ryan AS, Pratley RE, Goldberg AP, Elahi D. Resistive training increases insulin action in postmenopausal women. *J Geront Med Sci* 1996;51A:M199-205.
29. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training. Its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 2006;113:2642-50.

30. Ishii T, Yamakita T, Sato T, Tanakas S, Fujii S. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care* 1998;21:1353-5.
31. Eriksson JG. Exercise and the treatment of type 2 diabetes mellitus. An update. *Sports J Med* 1999;27:381-91.
32. Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes. *Ann Intern Med* 2007;147:357-69.
33. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, et al. 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.
34. Tucker LA, Silvester LJ. Strength training and hypercholesterolemia. An epidemiologic study of 8 499 employed men. *Am J Health Promot* 1996;11:35-41.
35. Kohl HW 3rd, Gordon NF, Scott CB, Vaandrager H, Blair SN. Musculoskeletal strength and serum lipid levels in men and women. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:1080-7.
36. Hill S, Bermingham MA, Knight PK. Lipid metabolism in young men after acute resistance exercise at two different intensities. *J Sci Med Sport* 2005;8:441-5.
37. Fagard RH, Cornelissen VA. Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007;14:12-7.
38. MagDougall 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.
39. Kelley G. Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults. A meta-analysis. *J Appl Physiol* 1997;82:1559-65.
40. American College of Sports Medicine. Physical activity, physical fitness, and hypertension. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:i-x.
41. Layne JE, Nelson ME. The effects of progressive resistance training on bone density. A review. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:25-30.
42. Rutherford OM. Is there a role for exercise in the prevention of osteoporotic fractures? *Br J Sports Med* 1999;33:378-86,.
43. Vouri IM. Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis, and osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:S551-86.
44. Ettinger WH, Burns R, Meissner SP, Applegate W, Rejeski WJ, Morgan T, et al. A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with osteoarthritis. *JAMA* 1997;297:25-31.
45. Roddy E, Zhang W, Doherty M, Arden NK, Barlow J, Birrell F, et al. Evidence-based recommendations for the role of exercise in the management of osteoarthritis of the hip or knee. The MOVE consensus. *Rheumatology* 2005;44:67-73.
46. Bennell K, Hinman R. Exercise as a treatment for osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol* 2005;17:634-40.

47. Carpenter DM, Nelson BW. Low back strengthening for the prevention and treatment of low back pain. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:18-24.
48. van Tulder M, Malmivaara A, Esmail R, Koes B. Exercise therapy for low back pain. A systematic review within the framework of the Cochrane collaboration back review group. *Spine* 2000;25:2784-96.
49. Singh NA, Clements KM, Fiatarone MA. A randomized controlled trial of progressive resistance training in depressed elders. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997;52:M27-35.
50. Paluska S, Schwenk TL. Physical activity and mental health. *Sports Med* 2000;29:167-80.
51. McCartney N. Role of resistance training in heart disease. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:S396-402.
52. McCartney N. Acute responses to resistance training and safety. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:31-7.
53. Daub WD, Knapik GP, Black WR. Strength training early after myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil* 1996;16:100-8.
54. Pollock ML, Carroll JF, Graves JE, Leggett SH, Braith RW, Limacher M, et al. Injuries and adherence to walk/jog and resistance training programs in the elderly. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23:1194-200.
55. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* 1985;58:785-90.
56. 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;76:977-99.
57. Fleck SJ. Cardiovascular response to strength training. I: Komi PV, red. *Strength and power in sport*. Blackwell Science; 1992.
58. Fleck SJ, Dean LS. Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. *J Appl Physiol* 1987;63:116-20.
59. Haslam DRS, McCartney N, McKelvie RS, MacDougall JD. Direct measurements of arterial blood pressure during formal weightlifting in cardiac patients. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1988;8:213-25.
60. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-81.
61. Urhause A, Kindermann W. Sports-specific adaptations and differentiation of the athlete's heart. *Sports Med* 1999;28:237-44.