

10. Helseaspekter ved styrketrening

Forfatter

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

Dorthe Stensvold, MSc, *Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim*

Ulrik Wisløff, professor, *Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim*

Sammendrag

Kunnskap om styrketrenings helsefremmende effekter har økt de senere år, og det er påvist en sammenheng mellom lav muskelstyrke og økt risiko for tidlig død. Styrketrening bør benyttes både som forebygging og behandling av sykdommer som diabetes, fedme, metabolsk syndrom (forhøyet blodfett, blodsukker, blodtrykk og midjemål), hjerte- og karsykdommer, osteoporose, ledd- og rygg smerter samt angst og depresjon. Styretrening må også benyttes aktivt som forebygging av muskel- og skjelettplager hos eldre. Svekket muskelfunksjon kan begrense evnen til å utføre daglige aktiviteter betydelig og øke risikoen for fall og beinbrudd. Blant eldre, og i pasientgrupper hvor tap av muskelmasse er et problem, kan det være nødvendig å starte med en periode med styrketrening for at annen fysisk aktivitet i det hele tatt skal være mulig. To tiårs tap av styrke og muskelmasse hos eldre kan gjenvinnes etter to måneder med styrketrening.

Anbefalinger

I 1990 utga American College of Sports Medicine (ACSM) en av de første anbefalingene om styrketrening for den allmenne befolkningen, som en del av et allsidig treningsprogram med kondisjons-, stryke- og bevegelighetstrening. Anbefalingen er basert på vitenskapelig dokumentasjon. ACSMs dokument bidro til å gjøre styrketreningen «stuerein» og ble etterfulgt av flere lignende dokumenter fra andre helseorganisasjoner. ACSM og en rekke andre organisasjoner, som American Heart Association, US Department of Health and Human Service samt American Diabetes Association (1–7), anbefaler å trene styrke minst to ganger i uken. Det anbefales at én treningsøkt består av 8–10 ulike øvelser for ulike muskelgrupper. Hver øvelse utføres minst én gang (ett sett) med belastningen 8–12 RM (tabell 10.1). Personer med kronisk sykdom anbefales ofte belastningen 10–15 RM, altså noe lettere vekter og flere repetisjoner. 1 RM (repetisjonsmaksimum) betegner den vekten man kan løfte i løpet av ett sett. Styrkegevinsten for treningsprogrammer med flere serier sammenlignet med en serie er marginal til å begynne med (5, 6, 8), men det tar ikke lang tid før personen når et nivå der det kreves flere serier for å øke styrken ytterligere. Formålet med å anbefale en serie innledningsvis er at det trolig er flere som vil gjennomføre styrketreningsprogrammet dersom treningen er mindre tidkrevende. Det er disse faktorene som ligger til grunn for anbefalingen om *minst* en serie. Et lignende resonnement ligger bak anbefalingen om minst to ganger i uken i stedet for minst tre ganger i uken.

Det er vist en sterk sammenheng mellom muskelmasse og styrkenivået i store populasjonsstudier og det er litt av bakgrunnen til at ulike helseorganisasjoner anbefaler styrketrening med 8–15 repetisjoner som i hovedsak fører til økt muskelmasse (hypertrofi). Det er viktig å være klar over dette, og det er ikke sikkert at denne type trening er den mest hensiktsmessige for personer som trenger å bli sterkere men som har nok muskelmasse fra før (for eksempel mange sterkt overvektige personer). Færre repetisjoner (1–6 stk) og høyere belastning (som gjør at man ikke klarer mer enn 1–6 repetisjoner) gir stor styrkegevinst uten at muskelmassen øker i særlig grad og har vist seg å være svært effektivt både for friske og i ulike pasientgrupper. Den enkelte lege må vurdere hvilken type styrketrenings som er best egnet for sin pasient, basert på disse betraktningene og ACSM sin oversikt over vitenskapelig dokumentasjon om mer avansert styrketrening (4, 9). Eksempel på styrketrening med færre repetisjoner og de fysiologiske tilpasningene er beskrevet godt andre steder (9, 10, 11).

Tabell 10.1. Anbefalinger for styrketrening (minimumsnivåer) (1–7).
Hver øvelse bør gjennomføres med minst en serie.

	Serier, RM	Antall øvelser	Frekvens
Friske voksne (inaktive)	1 sett, 8–12 RM*	8–10	To ganger i uken
Eldre	1 sett, 10–15 RM	8–10	To ganger i uken
Personer med hjerte- og karsykdommer eller diabetes	1 sett, 10–15 RM	8–10	To ganger i uken

* RM = repetisjonsmaksimum. 1 RM tilsvarer den høyeste belastningen som kan løftes gjennom hele bevegesbanen i løpet av ett sett.

Gir styrketrening noen helsegevinst?

Både styrketrening (tabell 10.2) og kondisjonstrening (aerob trening) kan gi betydelige helsegevinster, og de to variantene gir noen like og noen ulike resultater over tid. Et viktig aspekt ved styrketrening er at muskelstyrke er nødvendig for fysisk aktivitet. Det er spesielt viktig at personer som har vært fysisk inaktive og sengeliggende i forbindelse med sykdom, og som derfor har tapt både styrke og kondisjon, trener styrke for å klare belastningene de møter i hverdagen.

1. Muskelstyrke, muskelmasse

Et par måneders styrketrening gir ofte betydelig økt muskelstyrke, alt fra 20–30 prosent opptil flere hundre prosent (11, 12), blant annet avhengig av type trening, evalueringsmetoder og initial treningsgrad. Evnen til å øke styrkekapasitet og muskelmassen ser ikke ut til å avta med årene, og selv personer på 90–100 år kan oppnå økt betydelig økt styrke og muskelmasse etter en periode med styrketrening (13, 14).

De fleste studier viser en økning av musklens tverrsnitt på 10–60 prosent, vanligvis rundt 20 prosent. Mål av hele muskelgruppens tverrsnitt med MR eller CT gir som oftest verdier på rundt 10 prosent. Det kan skyldes at ekstracellulærrommet reduseres ved trening, slik at MR- og CT- undersøkelser gir et lavere resultat enn den egentlige økningen av muskelmasse.

2. Maksimalt oksygenopptak og utholdenhet

De fleste undersøkelser viser at styrketrening ikke øker det maksimale oksygenopptaket i nevneverdig grad. Styrketrening kan allikevel øke utholdenhetsprestasjonen både på ergometersykel og tredemølle (15, 16). Styrketrening gir redusert kardiovaskulær belastning i form av lavere hjertefrekvens og blodtrykk under gange (17), antagelig forårsaket av bedre arbeidsøkonomi (10). Det er usikkert om dette kan tilskrives den tilpasningen som skjer som følge av selve styrketreningen, eller om det skyldes at den økte styrken gjør det mulig å være

mer fysisk aktiv i hverdagen, slik at man får bedre kondisjon. Uansett årsak er det en viktig kardiovaskulær gevinst av styrketrening.

3. Stoffskifte og kroppssammensetning

Styrketrening kan være et betydelig hjelpemiddel for kontroll av kroppsvekt, kroppssammensetning og energiomsetning. En forutsetning for redusert kroppsvekt og fettmasse er at energiforbruket per døgn øker i forhold til inntaket. De to viktigste komponentene for energiforbruket per døgn er basalforbruket av energi (BMR) og energiforbruket i forbindelse med fysisk aktivitet, så vel spontan aktivitet i hverdagen som strukturert fysisk trening. Økningen av energiforbruket i direkte tilknytning til styrketrening er moderat. I relative tall er belastningen under en økt ca. 20–50 prosent av maksimalt oksygenopptak (18). Det tilsvarer 100–200 kcal (grovt regnet) ved en økt på 30–40 minutter, omtrent det samme som ved en spasertur med samme varighet.

Den viktigste faktoren for BMR er kroppens fettfrie masse, hvorav 60–75 prosent er muskulatur. Blant inaktive utgjør BMR den største komponenten (60–75 %) av energiforbruket per døgn. Studier på styrketrening viser at BMR kan øke med ca. 5 prosent eller 100 kcal per døgn (19, 20) i løpet av en treningsperiode på 3–5 måneder. Hunter og medarbeidere viste at den fettfrie massen økte med 2 kg og BMR med 90 kcal per døgn hos 70-årige kvinner og menn etter 26 ukers stryketrening (45 minutters trening 3 ganger i uken) (19). Økt BMR på 90 kcal per dag øker fettforbrenningen med 15 g per dag i hvile (kroppen bruker 6–7 kcal på å forbrenne 1 g fett). Dette gir stort utslag i løpet av et år (ca. 5.5 kg) og viser betydningen av selv en moderat økning av BMR etter en treningsperiode. Økningen skyldes trolig en kombinasjon av selve den økte muskelmassen (1 kg muskler forbruker basalt 10 kcal per døgn), økt proteinomsetning (21) samt økt sympatikoadrenerg aktivisering (18). Det faktum at muskelmassen i seg selv ikke kan forklare hele økningen støttes av studier som viser at BMR kan være forhøyet i opptil 48 timer etter én enkelt treningsøkt (22). BMR kan altså øke uten at muskelmassen endres. Det bør påpekes at i de studiene som viser at BMR øker i forbindelse med styrketrening, har treningen vært forholdsvis omfattende og intensiv (minst tre sett per øvelse, tre ganger i uken). En nylig publisert styrketreningsstudie på yngre kvinner (to sett per øvelse, tre ganger i uken) viste ingen økning av BMR (23), mens en studie på overvektige personer hvor man trente maksimal styrke i beina (beinpressapparat) i 4 serier med en belastning tilsvarende 5RM (5 repetisjoner ved ca. 90 % av 1RM), 3 ganger per uke i 12 uker, viste økt BMR målt direkte i muskulaturen (11).

Hunter og medarbeidere (19) viste at det gjennomsnittlige totale energiforbruket per døgn økte med 240 kcal (ca. 10%) etter en styrketreningsperiode. Det skyldes sannsynligvis at den fysiske aktiviteten utenfor treningsprogrammet økte siden summen av BMR-økningen (90 kcal per døgn) og energiforbruket i forbindelse med styrketreningen (60 kcal per døgn) utgjorde totalt 150 kcal per døgn. Tilsvarende ble observert etter styrketrening blant yngre menn (24).

Teoretisk sett bør derfor en måneds styrketrening som beskrevet av Hunter og medarbeidere (19) kunne redusere fettmassen med 1 kg i den samme perioden dersom energiinntaket er konstant.

4. Insulinfølsomhet

Styrketrening kan gi bedre insulinfølsomhet (15, 25–28) og i enkelte tilfeller også bedre glukosetoleranse og glykemisk kontroll (15, 27–31). Styrketrenings effekten på glukoseomsetningen skyldes nok delvis effekten på kroppsvekten, kroppssammensetningen og energiomsetningen. Kvalitative endringer av muskulaturen bidrar sannsynligvis også. Styrketrening gir for eksempel en økt andel type IIA-fibere på bekostning av type IIB-fibere. Det vil si en endring mot høyere oksidativ kapasitet og langsommere kontraksjonshastighet (18).

5. Fettstoffer i blodet

Studier har vist en sammenheng mellom muskelstyrke og forbedret lipidprofil (31, 32). Det er også påvist at enkelte styrketreningsøker kan gi økt HDL-kolesterol (det gode kolesterolet) hos unge, utrente menn (33).

6. Blodtrykk

Flere studier viser at styrketrening kan senke blodtrykket (15, 27, 34, 35). En metaanalyse fra 2007 viser at styrketrening reduserer det diastoliske blodtrykket, men ikke det systoliske blodtrykket, hos personer med høyt blodtrykk (36). Resultatene er ikke entydige, og det er behov for flere og større studier for at styrketrening alene skal kunne anbefales som ikke-farmakologisk behandling av personer med høyt blodtrykk. ACSM fraråder personer med manifest hypertensjon å trene bare styrketrening (37). Når formålet er å senke blodtrykket, anbefales fortrinnsvis aerob trening eller et allsidig program som både inkluderer aerob trening og styrketrening.

7. Beintetthet, fallrisiko, balanse og bevegelighet

En rekke studier viser at styrketrening øker beintettheten eller reduserer det aldersrelaterte beintapet, og at effekten er forholdsvis spesifikk for de musklene og de delene av skjelettet der musklene er festet (38–40). Det er utført betydelig flere studier på kvinner, da osteoporose (beinskjørhet) forekommer langt hyppigere hos kvinner, spesielt eldre kvinner. Risikoen for lårhalsbrudd fordobles hvert femte år etter fylte 50 år, og hver tredje kvinne i 80-årsalderen bryter lårhalsen (15). Den økte beintettheten som både er observert etter styrketrening og for eksempel aerob trening, er imidlertid på under fem prosent, og det hevdes at en større økning er nødvendig for å forhindre fall og/eller beinbrudd ved fall (15). En vel så viktig effekt av styrketrening er kanskje at det bidrar til å forhindre fallulykker. Det er begrenset grunnlag for å hevde at fallulykker blir mindre vanlige etter styrketrening, men det er påvist at risikofaktorer for fall, som for eksempel muskelstyrke, gangevne og balanse, påvirkes i positiv retning (15, 38).

8. Ledd- og ryggsmertes

Slitasje og nedbrytning av brus i kneleddene medfører store smerter og nedsatt funksjon. Styrketrening har vist seg å redusere smerten og forbedre funksjonen (15, 41–44). Etter kardiovaskulære sykdommer er kronisk smerte i korsryggen et av våre største helseproblemer. Det er påvist at et spesifikt treningsprogram for ryggen, bestående av kun ett sett med 8–12 repetisjoner én gang i uken, kan gi mindre smerte og økt styrke og bevegelighet (44). Også andre typer (styrke)trening, er effektive for behandling av kroniske smerter i korsryggen (45).

9. Mental helse

Både aerob trening og styrketrening kan lindre symptomer ved angst og depresjon. Ti uker med styrketrening hos eldre, deprimerede personer har vist seg å redusere alle mål på depresjon betydelig (46). Det er imidlertid ikke påvist at trening kan forebygge symptomene (47). Et interessant funn er at lengden på den enkelte treningsøkten later til å ha betydning for effekten på sinnsstemningen. Ifølge disse studiene bør treningsøkten være på over 20 minutter, fortrinnsvis på 30–40 minutter.

Tabell 10.2. Effekter av styrketrening. Modifisert etter (15) og (12).

1. Muskelstyrke	↑↑↑
Muskelmasse	↑↑
2. Maksimalt oksygenopptak	↔↑
Utholdenhet	↑
3. Basalstoffsifte	↑
Fettmasse	↓
4. Insulinfølsomhet	↑
5. Blodtrykk	↓ ↔
6. Fettstoffer i blodet	↓ ↔
7. Beintetthet	↑ ↔
Fallrisiko	↓
Balanse	↑
Bevegelighet	↑ ↔ ↓
8. Leddsmerter	↓
Ryggsmertes	↓
9. Mental helse	↑

↑↑↑ = svært stor økning, ↑↑ = stor økning, ↑ = økning, ↓ = reduksjon, ↔ = liten eller ingen endring eller varierende funn.

Er styrketrening farlig?

Såfremt styrketreningen utføres som anbefalt, regnes styrketrening for å være minst like sikkert som aerob trening, om ikke sikrere (7, 48–50), men i likhet med annen fysisk trening innebærer styrketrening en viss risiko, om enn svært liten, for komplikasjoner i hjerte, blodårer, muskler og skjelett. I en studie på eldre kvinner og menn fant man kun to mindre muskel- og skjelettskader per 1 000 treningstimer, og treningen kunne gjenopptas etter en hvileperiode (51).

Det er rapportert om svært få kardiovaskulære komplikasjoner i forbindelse med styrketrening blant så vel yngre som eldre, inkludert personer med hjertesykdom. Blant 57 hjerteinfarktpasienter, som både trente styrke og kondisjon i 12 uker, fikk kun én pasient en ukomplisert hjerterytmeforstyrrelse under en styrketreningsøkt, mens totalt 45 pasienter opplevde brystmerter eller fikk en EKG-forandring som tydet på oksygenmangel i hjertet eller hjerterytmeforstyrrelser, under trening eller kondisjonstest (50).

Frykten som enkelte har for styrketrening, bunner i den hemodynamiske responsen som er påvist ved enkelte former for styrketrening. Studier viser at for eksempel yngre menn som utfører gjentatte konsentriske og eksentriske kontraksjoner med begge beina til maksimal utmattelse med belastningen 90 prosent av 1 RM, kan nå et blodtrykk i størrelsen 300–400 mm Hg (36, 53). Deltakerne i studiene fikk holde pusten (Valsalvas manøver) i forbindelse med løftene. Senere studier viser imidlertid at den hemodynamiske responsen er mer moderat, omtrent som ved aerob trening, dersom pressing unngås (53–56). For å redusere risikoen for kraftig blodtrykksøkning i forbindelse med styrketrening anbefales det å puste jevnt, og å puste ut når anstrengelsen er størst (ved løft og/eller når musklene forkortes), samt å puste inn når anstrengelsen er mindre (ved tilbakegang og/eller når musklene forlenges). Pasienter med forhøyet risiko for kardiovaskulære komplikasjoner, som for eksempel kort tid etter hjerteinfarkt, frarådes dessuten å overskride anstrengelse 15–16 på Borgs RPE-skala (57). Enkelte frykter at styrketrening, gjennom store blodtrykksøkninger, kan medføre konsentriske hjerteforstyrrelser, men de fleste studier tyder på at dette er en overdrevet bekymring. Blant kroppsbyggere som misbruker anabole steroider, har man imidlertid funnet både hjerteforstyrrelser og redusert diastolisk hjertefunksjon (58).

Kontraindikasjoner for styrketrening

Absolutte kontraindikasjoner (6):

- Ustabil hjerte- og karsykdom
- Ukompensert hjertesvikt
- Ukontrollert hjertearytmi
- Pulmonal hypertensjon (alvorlig > 55 mm Hg)
- Aortastenose (alvorlig)
- Akutt myo-, endo- eller perikarditt
- Ukontrollert høyt blodtrykk (> 180/110 mm Hg)
- Aortadisseksjon
- Marfans syndrom
- Høyintensiv styrketrening (80–100 % av 1 RM) hos personer med alvorlig nyresvikt på grunn av diabetes (diabetesnefropati)
- Diabetesretinopati
-

Relative kontraindikasjoner (konsulter lege) (6):

- Høy risiko for hjerte- og karsykdommer
- Ukontrollert diabetes
- Ukontrollert høyt blodtrykk (> 160/> 110 mmHg)
- Begrensninger i muskulatur eller skjelett
- Personer som har pacemaker eller defibrillator

Referanser

1. 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.
2. 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.
3. U.S. Department of Health and Human Services, Physical Activity and Health. A Report of the Surgeon General. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; 1996. s. 22-9.
4. American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:364-80.
5. 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.
6. 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.
7. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD. Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2006;29:1433-8.
8. 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.
9. 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* 2002;4:58-67.
10. Hoff J, Tjønnå AE, Steinshamn S, Høydal M, Richardson RS, Helgerud J. Maximal strength training of the legs in COPD: a therapy for mechanical inefficiency. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:220-6.
11. Schjerve IE, Tyldum GA, Tjønnå AE, Stølen TO, Loennechen JP, Hansen HE, Haram PM, Heinrich G, Bye A, Najjar SM, Smith GL, Slørdahl SA, Kemi OJ, Wisløff U. Both aerobic endurance and strength training programs improve cardiovascular health in obese adults. *Clin Sci (Lond)* 2008;115:283-93

12. Pollock ML, Evans WJ. Resistance training for health and disease. Introduction. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:10-1.
13. 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.
14. 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.
15. Hurley BF, Roth SM. Strength training in the elderly. Effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med* 2000;30:249-68.
16. 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.
17. 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.
18. Tesch PA. Short- and long-term histochemical and biochemical adaptations in muscle. I: Komi PV, ed. *Strength and power in sport*. Oxford: Blackwell; 1992. s 239-248.
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. 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 Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997;52:M352-5.
23. 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.
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. 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.
26. Ryan AS, Pratley RE, Goldberg AP, Elahi D. Resistive training increases insulin action in postmenopausal women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996;51:M199-205.

27. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training. Its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 2006;113:2642-50.
28. 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.
29. Eriksson JG. Exercise and the treatment of type 2 diabetes mellitus. An update. *Sports J Med* 1999;27:381-91.
30. 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.
31. 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.
32. Tucker LA, Silvester LJ. Strength training and hypercholesterolemia. An epidemiologic study of 8 499 employed men. *Am J Health Promot* 1996;11:35-41.
33. 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.
34. Fagard RH, Cornelissen VA. Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007;14:12-7
35. 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.
36. Kelley G. Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults. A meta-analysis. *J Appl Physiol* 1997;82:1559-65.
37. American College of Sports Medicine. Physical activity, physical fitness, and hypertension. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:i-x.
38. Layne JE, Nelson ME. The effects of progressive resistance training on bone density. A review. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:25-30.
39. Rutherford OM. Is there a role for exercise in the prevention of osteoporotic fractures? *Br J Sports Med* 1999;33:378-86.
40. Vouri IM. Dose-response of physical activity and low back pain, osteoarthritis, and osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(6 Suppl):551-86.
41. Ettinger WH, Burns R, Meissier 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.
42. 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.

43. Bennell K, Hinman R. Exercise as a treatment for osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol* 2005;17:634-40.
44. Carpenter DM, Nelson BW. Low back strengthening for the prevention and treatment of low back pain. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:18-24.
45. 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.
46. 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.
47. Paluska S, Schwenk TL. Physical activity and mental health. *Sports Med* 2000;29:167-80.
48. McCartney N. Role of resistance training in heart disease. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(10 Suppl):396-402.
49. McCartney N. Acute responses to resistance training and safety. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:31-7.
50. Daub WD, Knapik GP, Black WR. Strength training early after myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil* 1996;16:100-8.
51. 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.
52. 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.
53. 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.
54. Fleck SJ. Cardiovascular response to strength training. I: Komi PV, ed. *Strength and power in sport*. Oxford: Blackwell; 1992. s. 305-15.
55. Fleck SJ, Dean LS. Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. *J Appl Physiol* 1987;63:116-20.
56. 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.
57. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-81.
58. Urhausen A, Kindermann W. Sports-specific adaptations and differentiation of the athlete's heart. *Sports Med* 1999;28:237-44.