



Institutionen för hälsa, vård och samhälle  
Avdelningen för sjukgymnastik

Utbildningsprogram  
i sjukgymnastik 180 hp

Examensarbete 15 hp

Höstterminen 2011

**Styrketräning och dess effekter på friska barn och ungdomar  
- en litteraturstudie**

**Författare**

Ida Emanuelsson  
[ida.emanuelson.427@student.lu.se](mailto:ida.emanuelson.427@student.lu.se)  
Sjukgymnastutbildningen  
Lunds universitet

Frida Berlin  
[frida.berlin.979@student.lu.se](mailto:frida.berlin.979@student.lu.se)  
Sjukgymnastutbildningen  
Lunds universitet

**Examinator**

Åsa Segerström, Dr med vet,  
lektor, leg. sjukgymnast  
[asa.segerstrom@med.lu.se](mailto:asa.segerstrom@med.lu.se)  
Avdelningen för sjukgymnastik  
Inst. För hälsa, vård och samhälle  
Lunds universitet  
046-2229766

**Handledare**

Anita Wisén, Dr med vet,  
lektor, leg. sjukgymnast  
[anita.wisen@med.lu.se](mailto:anita.wisen@med.lu.se)  
Avd för sjukgymnastik  
Inst. för hälsa, vård och  
samhälle  
Lunds universitet  
046-2221829

## Sammanfattning

### Styrketräning och dess effekter på friska barn och ungdomar – en litteraturstudie.

**Bakgrund:** Styrketräning för barn och ungdomar är ett relativt outrett område och i dagsläget finns inga svenska officiella rekommendationer om styrketräning för barn och ungdomar. Effekterna av styrketräning hos vuxna är väl dokumenterade och officiella rekommendationer finns. Att styrketräning skulle vara farligt för barn och ungdomar börjar de flesta forskare ta avstånd ifrån, och flera studier visar på positiva effekter.

**Syfte/frågeställningar:** Att undersöka styrketräningens effekter på friska barn och ungdomar i åldern sex till 18 år, vad det gäller metabola, muskulära, skelettala och cirkulatoriska effekter.

**Studiedesign:** En litteraturstudie.

**Material och metoder:** Sökningarna skedde i PubMed, Cinahl och AMED. 16 studier valdes ut för granskning.

**Resultat:** Sju studier visade att den fettfria massan ökade signifikant under en styrketräningsperiod på sex till 16 veckor. Fem studier visade att fettmassan minskade under en styrketräningsperiod på åtta till 24 veckor. Två studier kom fram till att insulinkänsligheten ökade och en kom fram till att HDL-kolesterol ökade. Samtliga studier som undersökte hur muskelstyrka påverkas av styrketräning visade en ökning i styrka. Endast två studier undersökte power och de fick signifikanta ökning. Totalt två studier undersökte muskeluthålligheten och båda studierna fick signifikanta förbättringar efter träningsperiodens slut. Två studier kom fram till att uthålligheten kan förbättras vid styrketräning. Två studier som undersökte de skelettala effekterna av styrketräning visade att skelettet kan påverkas i viss mån. Inga skador har rapporterats.

**Slutsats:** Denna litteraturstudie visar att styrketräning har goda effekter på utvecklingen av muskelstyrka, muskeluthållighet, power, den fettfria massan och fettmassan. Resultatet på styrketräningens effekter på metabola mätvärden, skelettet och uthålligheten ger en tvetydig bild och mer forskning krävs. Resultatet pekar även på att friska barn och ungdomar kan utföra övervakad styrketräning utan att riskera att skada sig.

**Nyckelord:** Barn, ungdomar, styrketräning, metabola effekter, muskulära effekter, skelettala effekter, cirkulatoriska effekter.

## **Abstract**

### **Resistance training and its effects on healthy children and adolescents - a literature review.**

**Background:** Resistance training for children and adolescents is a relatively undefined area and in the current situation there are no Swedish official recommendations on resistance training for children and adolescents. The effects of resistance training in adults are well documented and official recommendations are available. That resistance training would be dangerous to children and adolescents to start, most researchers distance themselves from, and several studies show positive effects.

**Purpose:** To explore the effects of resistance training in healthy children and adolescents aged 6-18 years, in terms of metabolic, muscular, skeletal and circulatory effects.

**Study design:** A literature review.

**Materials and Methods:** Searches were made in PubMed, Cinahl, and AMED. 16 studies were selected for analysis.

**Results:** Seven studies showed that the fat-free mass increased significantly during a resistance training period of six to 16 weeks. Five studies found that fat mass decreased during a workout period of eight to 24 weeks. Two studies found that insulin sensitivity increased and found that HDL cholesterol increased. All studies that examined how muscle strength is affected by resistance training showed an increase in strength. Only two studies investigated the power and they had significant increases. In total, two studies investigated muscle endurance, and both studies showed significant improvements after training period. Two studies found that endurance can be improved by resistance training. Two studies that examined the skeletal effects of strength training showed that the bones may be affected to some extent. No injuries have been reported.

**Conclusion:** This literature study shows that resistance training has a positive effect on the development of muscular strength, muscular endurance, power, the fat-free mass and fat mass. The result of resistance training effects on metabolic measurements, bone and physical fitness gives an uncertain picture and more research is needed. The result also indicates that the healthy children and young people can perform supervised strength training without the risk of injury.

**Keywords:** Children, adolescents, resistance training, metabolic effects, musculoskeletal effects, skeletal effects, circulatory effects

## Innehållsförteckning

1. Ordlista med definitioner .....	1
2. Bakgrund.....	2
3. Syfte.....	8
4. Frågeställningar .....	8
5. Undersökningsmaterial .....	8
6. Metod .....	8
6.1 Sökord.....	8
6.2 Inklusionskriterier.....	9
7. Material .....	9
8. Resultat.....	11
8.1 Metabola effekter .....	11
8.2 Muskulära effekter.....	12
8.3 Skelettala effekter .....	13
8.4 Cirkulatoriska effekter .....	14
9. Diskussion.....	15
9.1 Metabola effekter .....	15
9.2 Muskulära effekter.....	16
9.3 Skelettala effekter .....	18
9.4 Cirkulatoriska effekter .....	18
9.5 Metod .....	19
10. Klinisk relevans .....	21
11. Konklusion .....	22
12. Tack till.....	22
13. Referenser .....	23

Bilaga 1

# 1. Ordlista med definitioner

Tabell 1.

<b>ATP</b>	Muskelns energikälla. Är med i de energikrävande processerna i kroppen (1, 2)
<b>Benmineraltäthet</b>	Kalkhalten i benvävnaden. (3)
<b>BMI</b>	Body Mass Index. BMI innebär att vikten sätts i relation med längden. Normalvärde 21-24. (3)
<b>Cirkulatoriska effekter</b>	I denna studie avsågs styrketräningens påverkan på den muskulära uthålligheten, syreupptagningsförmågan, puls, blodtryck samt uthållighet (kondition).
<b>Dexa-röntgen</b>	Metod som används för att mäta benmineraltätheten. (3)
<b>Diabetes typ 1</b>	Är en kronisk sjukdom som uppkommer i barn- och ungdomsåren. Den innebär att patienten har insulinbrist, d.v.s. förmågan att producera insulin är kraftigt nedsatt. En person med diabetes typ 1 måste tillföra insulin varje dag. (2)
<b>Diabetes typ 2</b>	Beror på nedsatt insulinkänslighet samt förmåga att producera insulin. Diabetes typ 2 är vanligare i högre åldrar, men sjukdomen har även setts hos barn. Riskfaktorer är övervikt, fysisk inaktivitet, rökning samt ärftlighet. (4)
<b>Duration</b>	Längden på träningspasset. (5)
<b>Frekvens</b>	Hur ofta träningspasset genomförs. (1)
<b>HDL- kolesterol</b>	"Det goda kolesterolet", transporterar kolesterol från cellerna till levern. Andelen HDL-kolesterol kan påverkas positivt av fysisk aktivitet och negativt av exempelvis övervikt. (2)
<b>Insulin</b>	Är ett hormon som utsöndras efter måltider som en reaktion på ökade halter av glukos i blodet. Insulinets väsentligaste uppgift är att stimulera glukosupptaget till cellerna. (2)
<b>Insulinkänslighet</b>	Innebär hur känsliga cellerna är för insulin. Vid nedsatt insulinkänslighet krävs en större mängd insulin i blodet innan cellerna reagerar och tar upp glukos. (2)
<b>Metabola effekter</b>	I denna studie avsågs styrketräningens effekter på fettmassa, fettfria massa, vikt, insulin, triglycerider, HDL-kolesterol och serum-leptin.
<b>Muskelstyrka</b>	Den kraft som en muskel eller en muskelgrupp kan utveckla. (6)
<b>Muskulära effekter</b>	I denna studie avsågs styrketräningens påverkan på muskelstyrkan.
<b>Muskulär uthållighet</b>	Muskelns förmåga att bibehålla repeterade muskelkontraktioner eller en statisk rörelse, det vill säga hur många repetitioner en viss individ klarar av att göra en viss övning med en viss belastning. (6)
<b>Neural anpassning</b>	Innebär att nervsystemet anpassar sig, och rätt nervbanor börjar användas. Står för i stort sätt all styrkeökning de första fyra veckorna av styrketräningsperioden (1, 7).
<b>Power</b>	Den hastighet en individ utvecklar en viss rörelse. Består av två delar, styrka och hastighet. (6)
<b>Repetition</b>	En fullbordad rörelse inom det givna rörelseomfånget för en övning. (1)
<b>Repetition maximum, 1 RM</b>	Den maximala vikt som en individ kan lyfta en enda gång. (6)
<b>Leptin</b>	Ett hormon som bildas i fettceller och som deltar i kroppsviktregleringen. (3)
<b>Set</b>	En omgång med x antal repetitioner utan vila mellan varje övning (1).
<b>Skelettala effekter</b>	I denna studie avsågs styrketräningens påverkan på benmineraltätheten
<b>Triglycerider</b>	Kallas i dagligt tal fett. Är ett av tre fettrika ämnen som går under namnet lipider (2)

## 2. Bakgrund

Styrketräning för barn och ungdomar är ett omdiskuterat ämne som är aktuellt. Många frågor och funderingar uppstår när ämnet diskuteras. Är styrketräning farligt för barn och ungdomar? Behöver barn och ungdomar bli starkare? Vilka är effekterna, och hur ska träningen ske på ett optimalt och säkert sätt? (1) Från vetenskapligt håll är en av de största farhågorna om styrketräning för barn och ungdomar har negativ effekt på bentillväxten. Tillväxtzonerna har en lägre mekanisk hållfasthet än andra delar av skelettet, därför menar vissa forskare att det är rimligt att anta att tillväxtzonerna påverkas först om skelettet skulle överbelastas (8). I dagsläget finns inga svenska officiella rekommendationer om styrketräning för barn och ungdomar (9).

Vid forskning kring styrketräning för barn och ungdomar är det viktigt att tänka på att det handlar om växande individer. Genom styrketräning kan barn öka sin muskelstyrka med 14-30 % (9). Resultaten av styrketräningen kan dock ha en naturlig förklaring som till exempel normal ben- och muskeltillväxt och neural anpassning (8). Det är också viktigt att vara medveten om att skillnaden mellan könen. Innan barnen kommer in i puberteten är skillnaden i styrka obetydlig mellan pojkar och flickor. Från cirka 14 års ålder blir pojkarna starkare än flickorna, framförallt på grund av att testosteronproduktionen tiofaldigas, vilket leder till en ökning av muskelmassa (1, 10). Det bör även påpekas att muskelstyrkan hos barn och ungdomar ökar med åldern, men att den ökar mer hos barn som styrketränar (1).

Styrketräning kan utövas både med och utan redskap. Med redskap menas till exempel viktstänger, hantlar och gummiband. För att öka intensiteten ökar personen tyngden på till exempel vikterna (5). Med intensitet menas hur tung själva belastningen är. Andra termer som ofta nämns i samband med styrketräning är frekvens och duration. Träningsfrekvens innebär hur ofta träningspasset genomförs, och duration innebär längden på träningspasset (1, 5). Ett styrketräningsprogram doseras ofta genom att ge individen ett träningsprogram innehållande antal övningar, set och repetitioner. Repetition definieras som en fullbordad rörelse inom det givna rörelseomfånget för en övning. Set definieras som en omgång med x antal repetitioner utan vila mellan varje övning (1). Studier har visat att det inte behövs tung belastning när det gäller styrketräning för barn och ungdomar. Det mest effektiva anses vara låg belastning som upprepas många gånger med den egna kroppen eller med lättare vikter som motstånd (9).

Muskelstyrka definieras som den kraft som en muskel eller en muskelgrupp kan utveckla. Den maximala muskelstyrkan innebär den maximala vikt som en individ kan lyfta en enda gång. Detta "maxlyft" kallas för 1 RM, en repetition maximum. Ibland kan två individer utveckla samma styrka, men den ena klara av att utföra rörelsen snabbare. Den individ som klarar av att lyfta tyngden snabbare utvecklar högre power. Power definieras som den hastighet en individ utvecklar en viss rörelse. Power består av två delar, styrka och hastighet.

Denna kombination är viktig att tänka då den krävs inom de flesta idrotter. Muskulär uthållighet innebär muskelns förmåga att bibehålla repeterade muskelkontraktioner eller en statisk rörelse, det vill säga hur många repetitioner en viss individ klarar av att göra en viss övning med en viss belastning. (6)

När vi föds består 10-12 % av vår kroppsvikt av fett. När en man uppnår kroppslig mognad bör hans kropp bestå av cirka 15 % och motsvarande siffra för en kvinna är cirka 25 %. Skillnaden mellan könen beror främst på skillnaden i hormoner. När flickor når puberteten ökar deras nivåer av östrogen som i sin tur främjar lagringen av kroppsfett. Tidigare trodde forskare att fettcellernas antal bestämdes tidigt i livet, men senare forskning har visat att antalet fettceller kan öka under hela livet. Dessutom kan varje fettcell öka i storlek. Mängden fett kan påverkas av kost och träningsvanor, dock spelar även ärftligheten in (11). Tidigare forskning på vuxna har visat att vanlig styrketräning inte leder till hög kaloriförbränning och att syreupptaget under själva styrketräningen motsvarar syreåtgången vid trädgårdsarbete (12).

I vår kropp finns omkring 600 muskler och dessa utgör cirka 45 % av en vuxen mans kroppsvikt, 35 % av en kvinnas och 30 % av ett barns. Skelettmusklernas funktion medför att vi kan röra oss, prata och utföra yttre arbete. En muskel består av muskelvävnad, bindväv, blodkärl och nerver. I varje muskel finns många muskelceller, så kallade muskelfibrer. Runt varje muskelfiber ligger en tunn bindvävshinna, grupper av muskelfibrer ligger omslutna av en något tjockare hinna. Själva muskeln är uppbyggd av många sådana grupper som är omslutna av en grov bindvävshinna. I bindvävshinnorna finns nerver och blodkärl. Cirkulationen till musklerna är viktig eftersom musklerna ska orka med långvarigt arbete. Runt varje liten muskelfiber finns ett kapillärnät, det vill säga ett tunt nät med små blodkärl. I muskelfibrerna finns myofibriller och inuti myofibrillerna finns myofilament. Myofilamenten består av proteinerna aktin och myosin. (2)

Det finns två olika typer av muskelfibrer, långsamma och snabba. Långsamma muskelfibrer kallas även för typ-I-fibrer och används vid lätt belastning och långsamma rörelser, samt vid uthållighetsarbete (1). Dessa står även för den aeroba produktionen av ATP (2). De snabba fibrerna kallas även typ-II-fibrer och används vid snabba och kraftfulla rörelser, men är mycket snabbt uttrötbara. Typ-II-fibrerna delas ofta in i två undergrupper, typ-IIX- och typ-IIA-fibrer. Typ-IIX används vid mycket snabba rörelser och vid mycket hög belastning, men tröttnas ut snabbt. Typ-IIA är lite mer uthålliga än typ-IIX och används vid något långsammare rörelser och något lättare belastning. Fördelningen av de olika muskelfibertyperna hos en normalt aktiv person är cirka 50-50 %. Det finns en något större fördelning av de uthålliga typ-I-fibrerna i bålens muskulatur, då den är viktigt för vår upprätta position. I extremiteterna finns det något fler typ-II-fibrerna då armarna och benen utför snabbare och kraftfullare muskelarbete. Uppsättningen muskelfibrer och dess olika typer är i stort sätt bestämt sedan födseln, men går till viss del att förändra och förbättra med träning. Vid ett

muskelarbete används de olika fibertyperna och de "kopplas in" efter storlek, först kommer typ-I, sedan typ-IIA och sist typ-IIX. När arbetet sedan minskar avvecklas muskelfibrerna i omvänd ordning. Det är typen av arbete som styr behovet av vilka muskelfibrer som ska användas (1).

För att muskeln ska kunna utföra en rörelse krävs det att en elektrisk nervimpuls kommer till muskeln. Den elektriska nervimpulsen kallas även för aktionspotential. Aktionspotentialen som utgår från ett alfa-motorneuron når muskelfibern genom en lång nervtråd, ett axon, som har flera ändplattor ut mot muskelfibern. Alfa-motorneuronet och alla de muskelfibrer som den aktiverar kallas för motorisk enhet. Varje motorisk enhet innerverar en bestämd muskelfibertyp. När aktionspotentialen når ändplattorna vid en så kallad synaps, frisätts signalsubstansen acetylkolin. Detta sätter igång en aktionspotential som kan vandra vidare i muskelfibern. Aktionspotentialen indicerar ett utsläpp av  $Ca^{2+}$  som påverkar de regulatoriska proteinerna troponin och tropomyosin till friläggning av bindningsställena på aktin. Detta leder till att kontraktionsprocessen startar, den så kallade korsbryggecykeln. Vid själva korsbryggecykeln glider proteinerna aktin och myosin mot varandra och muskeln utvecklar kraft, det vill säga en muskelkontraktion sker. (1)

Adenosintrifosfat, ATP, är muskelns energikälla och sönderdelas under korsbryggecykeln. ATP finns lagrat i musklerna, men i vila räcker det endast till några få muskelkontraktioner och en reservkapacitet är nödvändig. Musklerna har tre olika system för att fylla på ATP, två anaeroba system och ett aerobt system. Vid användning av det anaeroba systemet sker en nedbrytning utan syre och detta kan ske med hjälp av kreatinfosfat-ATP-systemet och glykolysen. De aeroba systemens förbränning sker med tillgång av syre och genom oxidation av kolhydrater, fetter och delvis av proteiner. (1)

ATP kan bildas genom nedbrytning av kreatinfosfat. Detta sker mycket snabbt, men förrådet av kreatinfosfat räcker endast i 10-12 sekunders maximalt arbete. Vid glykolysen bryts glukos och glykogen ner utan tillgång på syre. Detta system används då det maximala muskelarbetet ska utföras i 30-60 sekunder. ATP produceras snabbt, men detta system är ineffektivt och kostsamt då endast 2-3 ATP bildas per glukos/glykogenmolekyl och resten blir mjölksyra som kommer ut i blodet. Vid aerob förbränning, som sker i muskelfibers mitokondrier, sker en oxidation av kolhydrater, fetter och delvis proteiner. Detta sätt att producera ATP räcker till flera timmars lågintensivt arbete. Oxidationen av kolhydrater, det vill säga glukos, följer direkt på glykolysen, om tillräckligt med syre finns. Om glukosen bryts ner fullständigt genererar det 38 ATP samt vatten och koldioxid, vilket är betydligt fler än vid glykolysen. Som nämnts ovan kan även fett och protein förbrännas till ATP, nedbrytningen av fett är en viktig energikälla medan proteinnedbrytningens roll är mindre (1). När en fettsyra förbränns genererar det mycket energi, 139-146 ATP per fettsyra (2). De olika energisystemen arbetar för det mesta parallellt. Vid till exempel 100 meter sprint används i stort sätt enbart de anaeroba systemen, men vid 400 meters löpning är fördelning 55 %



anaerobt och 45 % aerobt och vid ett maraton är det i stort sätt endast det aeroba systemet som arbetar (1).

Muskulerna kan arbeta och utveckla kraft på flera olika sätt. När muskeln är aktiv och utvecklar kraft under förlängning sker en excentrisk muskelkontraktion och när muskeln utvecklar kraft under förkortning sker en koncentrisk muskelkontraktion. Om muskeln är aktiv och den yttre muskellängden, det vill säga avståndet mellan ursprung och fäste, inte förändras sker en isometrisk muskelkontraktion. Styrketräning bör innehålla både koncentrisk, excentrisk och isometrisk belastning. Vad det gäller rekommendationer för hur stor fördelningen ska vara finns det ännu inga säkra svar på. (1)

Antalet muskelfibrer ökar inte vid träning, utan att det är egenskaperna hos de fibrer vi redan har som förändras. Det är olika träningsformer som påverkar de olika typerna av muskelfibrer. Exempelvis påverkas de uthålliga typ-I-fibrerna vid långvariga träningspass med låg intensitet. De blir dock inte starkare utan de utvecklar en större muskeluthållighet då det bildas ett tätare nät av små blodkärl runt varje muskelfiber. Muskeluthålligheten förbättras även genom att antalet mitokondrier i muskelfibern ökar. För att muskelmassan ska öka, då framförallt i typ-IIA och typ-IIX-fibrerna, det vill säga mängden aktin och myosin i varje muskelfiber, måste intensiteten på träningen ökas. Detta sker genom styrketräning och kortvariga kraftutvecklingar (2). Vid början av en styrketräningsperiod ökar styrkan snabbt, detta beror troligtvis på den neurala anpassningen. Det innebär att nervsystemet anpassar sig (1), och rätt nervbanor börjar användas. Den neurala anpassningen står för i stort sätt all styrkeökning de första fyra veckorna av styrketräningsperioden (7). Ett välutformat träningsprogram bör innehålla både styrketräning och konditionsträning (2).

Normalt blodtryck hos en vuxen individ är ungefär 125/70, det övre trycket, det systoliska, bör inte överstiga 140 och det undre, diastoliska, bör vara under 85 (13). Blodtrycket är relaterat till kroppsstorleken, stora individer har högre blodtryck än mindre. Detta kan vara en förklaring till att barn har lägre blodtryck i både vila och vid lågintensiv träning än vuxna (14). En annan faktor som gör att barn har lägre blodtryck än vuxna kan också vara att deras kärl är mjukare och mer följsamma än vuxnas (6). Blodtrycket ökar successivt och i slutet av tonåren har "vuxna nivåer" uppnåtts. Vid statiskt arbete stiger blodtrycket kraftigt, det beror framförallt på spänningsutvecklingen i muskulaturen. Hur stor själva blodtrycksstigningen blir beror på vilken muskelgrupp som är engagerad (14). Då barn har mindre hjärta och mindre blodmängd resulterar det i att slagvolymen blir mindre än hos vuxna, både vid låg- och högintensiv träning. Slagvolym innebär den mängd blod som hjärtat pumpar ut vid varje slag. För att kompensera detta är barns hjärtfrekvens högre än vuxnas vid samma typ av arbete. Även barns lungkapacitet är mindre än hos vuxna, detta främst på grund av att lungorna inte slutar växa förrän barnen har växt klart (6). Det är bevisat att uthållighetsträning påverkar hjärtats arbetsförmåga till det positiva. Slagvolymen kan vid intensiv uthållighetsträning öka med cirka 20 % (15). Under maximalt arbete ökar även

andningsfrekvensen, det vill säga antalet andetag per minut. Normalt ökar hjärtfrekvensen och andningsfrekvensen med ökat arbete (14).

Styrketräning ger många positiva effekter hos vuxna, exempelvis en ökad muskelmassa, ökad aerob uthållighet, ökning av kroppens fettfria massa, förbättrad insulinkänslighet, sänkt blodtryck, ökad bentäthet samt lindrar symptom vid depression och ångest (16). Dessa resultat går dock inte att omedelbart applicera på barn och ungdomar då fysiologin ibland skiljer sig ifrån vuxna. En del av resultaten kring fysisk aktivitet är snarlika, exempelvis kommer både barn, ungdomar och vuxna som utövar styrketräning samt aerob träning minska sin mängd fett i kroppen. Dock kommer själva fettminskningen att ske i högre grad hos vuxna. Ytterligare en skillnad är att styrkeökning hos prepubertala barn, till stor del, sker utan att muskelns storlek ändras (6). För att ovan nämnda positiva effekter ska ske säger FYSS allmänna rekommendationerna för vuxna att styrketräning ska utföras två till tre gånger i veckan. Styrketräningspasset ska innehålla åtta till tio olika övningar, varje övning ska utföras med 8-12 repetitioner på 75 % av 1 RM, i minst ett set (16).

Styrketräning kan ske på flera olika sätt och för att specifikt träna muskelstyrka, muskeluthållighet eller power, bör träningen se olika ut. För att träna maximal styrka tränar individen med 1-5 repetitioner på 85-100 % av 1 RM. Träning för muskeltillväxt sker med 6-12 repetitioner på 70-85 % av 1 RM. För att få muskeln mer uthållig bör träningen ske med minst 12 repetitioner på <60 % av 1 RM. (1)

Att styrketräning skulle vara farligt för barn och ungdomar börjar de flesta forskare ta avstånd ifrån (17). En rapport från Riksidrottsförbundet påpekar dock att styrketräning inte bör ske innan barnet är 7-8 år gammalt och givetvis spelar barnets enskilda utvecklings- och mognadsnivå in (8). Ett flertal studier påvisar positiva effekter och styrketräning är en bevisat effektiv träningsform när det gäller att öka styrkan i musklerna, för såväl barn och ungdomar som för vuxna (6). Dessutom kan ökad styrka leda till gynnsammare förutsättningar för motorisk inlärning (8). Det finns studier som även menar på att styrketräning kan förebygga och behandla övervikt och fetma hos barn och ungdomar (18). Det finns även studier som visar på hur viktigt det är att kombinera rätt mat med träning. En sammanställning gjord i en litteraturstudie visar att ett högt kalcium- och D-vitaminintag tillsammans med vikt bärande aktivitet, såsom styrketräning, hopp och löpning, kan leda till ett sunt och starkt skelett i uppväxtåren (19). Dock ses störst effekt av den fysiska aktiviteten på skelettet innan puberteten (9). Att enbart styrketräning skulle kunna ge positiva effekter på benminertillväxten tycker flera forskare att det finns bevis för. Dock saknas det vidare forskning på om styrketräning i unga år kan minska risken för osteoporos senare i livet samt frakturer som beror på detta. Det behövs även mer forskning kring vilken typ av styrketräning som ger bäst effekt (20).

Trots att det finns många studier kring effekterna av styrketräning, finns det inga som täcker in ett helhetsperspektiv, där till exempel metabola, skelettala, cirkulatoriska och muskulära förändringar tas upp. Styrketräning är en vanlig sjukgymnastisk behandling för vuxna och nu när träningsformen blir allt vanligare hos barn och ungdomar är det viktigt att man som sjukgymnast vet effekterna av den. En sjukgymnast ska arbeta evidensbaserat, därför behövs det mer forskning kring styrketräning på barn och ungdomar, men även sammanställda rekommendationer och restriktioner. Sjukgymnasten ska kunna förklara och motivera vad som händer i kroppen vid styrketräning samt varför det är bra för både barn, ungdomar och deras föräldrar.

### 3. Syfte

Syftet med denna litteraturstudie var att sammanställa de forskningsresultat som fanns angående fysiologiska effekter hos barn och ungdomar vid styrketräning. Studien avsåg att undersöka vilka skelettala, metabola, cirkulatoriska och muskulära effekterna styrketräning har på friska barn och ungdomar i åldern sex till 18 år.

### 4. Frågeställningar

- Vilka metabola effekter har styrketräning på friska barn och ungdomar i åldrarna sex till 18 år?
- Vilka muskulära effekter har styrketräning på friska barn och ungdomar i åldrarna sex till 18 år?
- Vilka skelettala effekter har styrketräning på friska barn och ungdomar i åldrarna sex till 18 år?
- Vilka cirkulatoriska effekter har styrketräning på friska barn och ungdomar i åldrarna sex till 18 år?

### 5. Undersökningsmaterial

Materialet som användes var artiklar publicerade i vetenskapliga tidsskrifter. Artiklarna skulle vara skrivna på engelska eller svenska samt publicerade från år 1990-2011.

### 6. Metod

Metoden var en litteraturstudie där forskningsresultat inom området styrketräning för barn och ungdomar sammanställdes. Litteraturstudien undersökte de metabola, skelettala, muskulära och cirkulatoriska effekterna på friska barn och ungdomar i åldrarna sex till 18 år. Sökningar gjordes i olika medicinska sökmotorer samt på Internet, även böcker användes. De medicinska sökmotorerna var PubMed, Cinahl, AMED, Pedro och Cochrane. Artiklarna skulle vara publicerade i vetenskapliga tidsskrifter från 1990-2011. Målet var att ha med fyra till fem artiklar inom varje område.

#### 6.1 Sökord

- Resistance training
- Strength training
- Children
- Adolescents
- Youth
- Bone
- Bone density
- Bone mass
- Bone mineral
- Skeleton
- Skeletal
- Metabolic effects
- Metabolism
- Circulation
- Circulatory effects
- Physical fitness
- Endurance
- Cardio respiratory effects
- Cardio respiratory fitness
- Cardiovascular effects

- Fitness
- Muscularity effects
- Muscle
- Muscles

Vi kombinerade dessa ord på olika sätt. Resistance training eller strength training samt children, adolescents eller youth fanns med i alla sökningar.

## 6.2 Inklusionskriterier

- Friska barn i åldern sex till 18 år.
- Publicerade mellan åren 1990-2011.
- Tillgängliga i fulltext utan kostnad.
- Ren styrketräning med fria vikter, maskiner alternativt egen kroppsvikt.
- Publicerad i vetenskapliga tidskrifter.
- Skrivna på engelska eller svenska.

## 7. Material

Sökningar gjordes i databaserna PubMed, CINAHL och AMED. Abstracten lästes på de artiklar som verkade vara väsentliga för litteraturstudien. Om abstracten var relevanta för frågeställningen undersöktes om artikeln fanns tillgänglig i fulltext. Om inte artikeln fanns i fulltext via databaserna gjordes sökningar via LibHub och [www.google.se](http://www.google.se). Målet från början var att ha fyra till fem artiklar inom varje område, det vill säga 16-20 artiklar totalt. Efter hand som sökningen pågick insåg vi att det skulle bli svårt att hitta lika många artiklar inom varje område. Då utökades sökorden och totalt 150 olika sökordskombinationer gjordes i varje databas. Slutligen fann vi 16 artiklar, antalet skiljer sig dock mellan de olika områdena, se tabell 2 nedan. Då sökningen var tidskrävande valdes att inte söka i Pedro och Cochrane. Inklusionskriterierna frångicks vid ett tillfälle och detta var för att studien var av stort intresse. I denna studie var individerna från 5,2 till 11,8 år och inklusionskriteriet var att individerna som yngst skulle vara sex år (28).

Tabell 2. Inkluderade artiklar

Ref nr.	Titel	Författare	Tidskrift	Studiedesign
<b>METABOLA EFFEKTER</b>				
21.	Fitness and Energy Expenditure After strength Training in Obese Prepubertal Girls	Treuth M.S. et al. 1998	Med Sci Sports Exerc	Prospektiv Kontrollerad
22.	Effect of an Individualized Training Program During Weight Reduction on Body Composition, a Randomized Trial.	Schwingshandl J. et al. 1999	Arch Dis Child	Prospektiv Kontrollerad
23.	Effects of Resistance Training on Protein Utilization in Healthy Children	Pikosky M. et al. 2001	Med Sci Sports Exerc	Prospektiv

24.	Effects of Resistance Training on Insulin Sensitivity in Overweight Latino Adolescents Males	Shaibi G.Q. et al. 2006	Med Sci Sports Exerc	Prospektiv Kontrollerad
25.	The Effect of High-intensity Progressive Resistance Training on Adiposity in Children	Benson A.C. et al. 2008	Int J Obes	Prospektiv Kontrollerad Randomiserad
26.	The Effect of Duration of Resistance Training Interventions in Children Who Are Overweight or Obese	Sgro M. et al. 2009	J Strength Cond Res	Prospektiv
27.	Effects of Short-term Resistance Training on Serum Leptin Levels in Obese Adolescents	Lau P.W.C. et al. 2010	J Strength Cond Res	Prospektiv
<b>MUSKULÄRA EFFEKTER</b>				
28.	The Effects of Different Resistance Training Protocols on Muscular Strength and Endurance Development in Children	Faigenbaum A.D. et al. 1999	Pediatrics	Prospektiv Kontrollerad
29.	Eight weeks of Resistance Training Can Significantly Alter Body Composition in Children Who Are Overweight or Obese.	McGuigan M.R. et al. 2009	J Exerc Sci Fit	Prospektiv
30.	Exercise Adherence and Intervention Effects of Two School-based Resistance Training Programs for Adolescents	Lubans D.R. et al. 2009	Preventive Medicine	Prospektiv Kontrollerad
31.	Strength Exercise Improves Muscle Mass and Hepatic Insulin Sensitivity in Obese Youth	Van Der Heijden G-J et al. 2010	Med Sci Sports Exerc	Prospektiv
<b>SKELETTALA EFFEKTER</b>				
32.	Resistance Training and Bone Mineral Density in Adolescent Females	Nichols D. et al. 2001	J Pediatr	Prospektiv Kontrollerad
33.	The Physiological and Psychological Effects of Resistance Training on Chinese Obese adolescents	Lau P.W.C. et al. 2004	J Exerc Sci Fit	Prospektiv Kontrollerad
<b>CIRKULATORISKA EFFEKTER</b>				
34.	Preliminary Evaluation of an After-school Resistance Training Program for Improving Physical Fitness in Middle School-age Boys	Faigenbaum A.D. et al. 2007	Percept Mot Skills	Prospektiv
35.	Resistance Training and Diastolic Myocardial Tissue Velocities in Obese Children	Naylor N.H. et al. 2008	Med Sci Sports Exerc	Prospektiv Kontrollerad
36.	The Effects of Manual Resistance Training on Fitness in Adolescents	Dorgo S. et al. 2009	J Strength Cond Res	Prospektiv Kontrollerad

## 8. Resultat

I de 16 artiklar som ingick i denna studie deltog totalt 894 antal friska barn och ungdomar (21-36). 127 var flickor och 340 pojkar, i en av studierna specificerades inte könskvoteringen (36). Av alla individer ingick 504 stycken i träningsgrupperna och 390 stycken i kontrollgrupperna. I elva av de 16 studierna var alla eller delar av individerna som deltog överviktiga. Träningen i alla studier genomfördes två till tre gånger i veckan under allt ifrån sex veckor till 15 månader. Åldern på individerna i studierna sträckte sig från fem till 17 år. Träningssessionerna varade från 45 minuter upp till 90 minuter, dock specificerades inte tiderna för ren styrketräning i alla studier. Tre av studierna rapporterade att inga skador eller träningsvärk uppkom under träningsperioden (26, 29, 32), övriga studier nämnde inget om det. En översikt över resultatet kan ses i bilaga 1.

### 8.1 Metabola effekter

Sju studier hade som primärt syfte att undersöka och utvärdera metabola effekter av styrketräning (21-27). Med metabola effekter avsågs i denna studie hur fettmassan, den fettfria massan och vikten förändrades vid styrketräning samt hur insulin, triglycerider, HDL-kolesterol och serum-leptin reagerade på styrketräning. För utvärdering och mätning av dem metabola effekterna användes bland annat DEXA-röntgen, elektronisk personvåg, blod- och urinprov.

Ett antal studier som berörde området metabolism tydde på att styrketräning ökade den fettfria massan i kroppen (22-24, 26), även artiklar inom de andra områdena kom fram till samma resultat (29-31, 35). Det fanns en artikel där både träningsgruppen och kontrollgruppen visade en ökning av den fettfria massan, dock var ökningen endast signifikant för träningsgruppen (24).

Vad gällde fettmassan kom några artiklar fram till att den minskade vid styrketräning (24-28), utöver artiklarna inom området metabolism visade två andra artiklar samma tendens (29, 30). En artikel stack ut ur mängden och visade på att fettmassan ökade. Individerna i den studien var normalviktiga och tränade två gånger i veckan under sex veckors tid samt uppmuntrades att bibehålla tidigare matvanor (23). En studie innehållande tre olika träningsgrupper som tränade i åtta, 16 eller 24 veckor, visade att de som tränade i åtta veckor minskade sin fettmassa signifikant och att minskningen fortsatte efter avslutad träningsperiod. Samma studie visade även att de som tränade i 24 veckor fick den största minskningen i fettmassa (26). Det fanns en artikel vars resultat visade att fettmassan i träningsgruppen inte ändrades, medan kontrollgruppen ökade sin (33). En annan artikel kom fram till att det inte skedde några större förändringar i kroppssammansättning, det vill säga fettmassan varken minskade eller ökade och likaså vad det gäller den fettfria massan (27).

Vad gällde insulinkänsligheten visade en studie att genom 16 veckors styrketräning kunde insulinkänsligheten öka markant (24). En annan studie som delvis stöttade resultatet visade att efter 12 veckors styrketräning ökade insulinkänsligheten i levern, men inte perifert (31). Ytterligare en studie som undersökte hur insulin påverkades vid styrketräning, i sex veckor, kom fram till att nivåerna av insulin i blodet sänktes samt att den totala mängden triglycerider i blodet minskade (33). En randomiserad studie där träningsgruppen tränade i åtta veckor fick som resultat att HDL-kolesterolet ökade (25). En av studierna undersökte

användandet av protein i kroppen vid sex veckors styrketräning. Den kom fram till att proteinbildningen, proteinnedbrytningen samt den totala nettoomsättningen av proteiner minskade (23). En studie såg inga skillnader i energiförbrukning (21). Hur serumleptin-nivåer påverkades av styrketräning undersöktes i en studie, och den visade en viss minskning av nivåerna i kroppen (27).

När det kom till kroppsvikten gav studierna varierande resultat. En visade att både kontrollgruppen och träningsgruppen gick ner något i vikt, en annan studie visade att deltagarna gick upp i vikt och en tredje såg inga förändringar (22, 23, 35). Ytterligare en studie visade att under träningsperioden på 15 månader gick individerna i träningsgruppen ner i vikt, medan individerna i kontrollgruppen gick upp i vikt (32). Sett till BMI visade en studie att båda grupperna med överviktiga ungdomar minskade i kroppsvikt, men minskningen var mer signifikant i träningsgruppen. Både träningsgruppen och kontrollgruppen hade en måttligt kalorireducerad diet (33).

Sammanfattningsvis i studierna kring dem metabola effekterna sågs en ökning av den fettfria massan (22-24, 26), en minskning av fettmassan (24-26) samt att en viss viktnedgång (21, 22). Två studier undersökte hur insulinkänsligheten påverkades av styrketräning och de pekade på att den kunde öka (24, 31). En studie nämnde att HDL-kolesterolet påverkades positivt av styrketräning (25).

## **8.2 Muskulära effekter**

Fyra studier hade som primärt syfte att undersöka och utvärdera styrketräningens effekter på musklerna i kroppen (28-31). Sekundärt nämndes muskulära effekter i alla övriga studier, utom en (22). Med muskulära effekter avsågs i denna studie hur muskelstyrkan utvecklades under studieperioden. I de olika studierna utvärderades och mättes styrkeutvecklingen bland annat med 1 eller 3 RM på bänkpress, benspark, utfall i maskin, benpress, biceps curl eller leg curl samt i biodex-maskin.

Begreppet power nämns ofta i samband med muskulära effekter. Totalt tre studier har undersökt power. Gemensamt för dessa studier var att de har tränat power genom olika former av hopp, antingen statiska upphopp eller knäböj med hopp. Alla tre studier fick signifikanta ökningar på 5-10% (26, 29, 34).

Samtliga studier inom området muskulära effekter uppvisade en ökad styrka efter träningsperioderna, i både övre och nedre extremiteten (28, 31). I en studie som testade två olika träningsformer, visade endast den ena av träningsgrupperna en signifikant ökning i styrka i övre extremiteten. Skillnaden mellan träningsprogrammen hos de två grupperna låg i antalet repetitioner samt belastningen, annars tränade båda grupperna två gånger i veckan under åtta veckor. Den grupp som uppvisade en signifikant ökning av styrkan i övre extremiteten var den grupp som tränade med högt antal repetitioner och låg belastning (28). I en studie som undersökte skillnaderna mellan två olika träningsprogram, ett med fria vikter och ett med gummiband, syntes en ökning i styrka i övre extremiteten med 24 % resp. 12 % hos pojkarna (30). Vad det gällde styrkeökning i nedre extremiteten sågs det i en studie en ökning på 40,9 % resp. 31 % i benspark. Att det blev två olika resultat i samma studie berodde på att studien hade som syfte att undersöka två olika styrketräningsprogram.



Träningsgruppen med högt antal repetitioner och lägre belastning fick styrkeökningen på 40,9 % och träningsgruppen med lågt antal repetitioner och hög belastning fick ökningen på 31 % (28). En studie använde utfall i maskin som utvärderingsinstrument för att mäta styrkeökningen, och efter åtta veckors styrketräning två gånger per vecka hade det skett en ökning med 74 % på 1 RM (29). En annan studie, som egentligen tillhörde området metabolism, visade en förbättring i styrka på 73 % vid benskiv efter träning i sex veckor (23).

En av artiklarna visade att den största styrkeökningen skedde i början av träningsperioden, men att den fortsatte öka hela träningsperioden ut. Det gällde båda träningsgrupperna och i såväl övre som nedre extremiteten (28). I en annan studie jämfördes två olika träningsgrupper mot en kontrollgrupp. De två träningsgrupperna tränade antingen enbart styrketräning eller styrketräning och uthållighetsträning, under 18 veckors tid. Denna studie visade att styrketränings- och uthållighetsgruppen presterade bättre vid mätningar av rygglyft i mitten av träningsperioden. I slutet av perioden var det inte någon signifikant skillnad mellan de båda träningsgrupperna (36).

Sammanfattningsvis sågs en styrkeökning i alla studierna (28-31). En studie visade att träning med högt antal repetitioner och låg belastning gav störst styrkeutveckling samma studie visade även att den största styrkeökningen skedde i början av den åtta veckor långa träningsperioden (28). De tre andra studierna inom området muskulära effekter gjorde inte mätningar i mitten av perioden (29-31).

### **8.3 Skelettala effekter**

Två studier hade som primärt syfte att undersöka de skelettala effekterna av styrketräning (32, 33). Med skelettala effekter avsågs i denna studie styrketräningens påverkan på benmineraltäteten. En DEXA-röntgen användes för att kunna utvärdera effekterna på skelettet.

De två studierna som hade som primärt syfte att undersöka hur benmineraltäteten påverkades av styrketräning kom båda fram till att benmineraltäteten ökade (32, 33). Den ena undersökte flickor som tränade styrketräning i 15 månader och jämförde med en kontrollgrupp som inte motionerade. Studien kom fram till att benmineraltäteten ökade i lårbenshalsen, men att inga signifikanta skillnader syntes i ländryggen eller totalt sett i hela kroppen. Avhoppet i denna studie var stort, från totalt 67 st. från början var det 16 st. kvar efter studieperiodens slut (32). Den andra studien utvärderade effekterna av styrketräning tillsammans med en kalorireducerad diet och jämförde med en kontrollgrupp som enbart hade dieten. Resultatet visade att benmineraltäteten ökade i båda grupperna (33).

Tre övriga studier hade som sekundära syften att undersöka effekten av styrketräning på benmineraltäteten (26, 29, 31). I studien där tre träningsgrupper tränade i åtta, 16 eller 24 veckor sågs en signifikant ökning i benmineralinnehåll i träningsgrupperna som tränade i 16 och 24 veckor. Gruppen som tränade i 16 veckor visade en ökning på 4,9 % och gruppen som tränade i 24 veckor hade en ökning på 6,2 % (26). En annan studie visade en viss ökning av benmineraltäteten efter 12 veckors styrketräning två gånger per vecka (31). Ytterligare en

studie som undersökte hur benmineraltätheten påverkades av styrketräning kom fram till att styrketräning under åtta veckor inte påverkade skelettet nämnvärt (29).

Sammanfattningsvis pekade de två studierna inom området skelettala effekter att benmineraltätheten ökade med styrketräning. Längden på de två olika studierna varierade, 15 månader och sex veckor (32, 33).

#### **8.4 Cirkulatoriska effekter**

Tre studier hade som primärt syfte att undersöka de cirkulatoriska effekterna av styrketräning (34-36). Med cirkulatoriska effekter avsågs i denna studie muskulär uthållighet, syreupptagningsförmåga, puls, blodtryck samt uthållighet. För att utvärdera effekterna användes bland annat PACER konditionstest, ett submaximalt konditionstest på cykel, löpning i en bestämd sträcka där tiden sedan utvärderades samt ultraljud på hjärtat. I en studie mättes den muskulära uthålligheten i överkroppen med armhävningar, och där skulle försökspersonen göra så högt antal som möjligt (29).

En studie där individerna tränade två gånger per vecka under nio veckor visade att alla deltagare fick signifikant ökad uthållighet (34). I en studie jämfördes två olika träningsprogram mot en kontrollgrupp. Skillnaden mellan de två träningsprogrammen låg i att den ena gruppen även tränade uthållighetsträning. Uthålligheten utvärderades genom 1 mile-run, vilket innebar löpning i cirka 1,6 km. De båda träningsgrupperna visade en signifikant förbättring. Styrketräningsgruppen som även tränade uthållighet visade störst utveckling från start, i slutet av träningsperioden syntes inga signifikanta skillnader mellan grupperna (36). En studie som hade ett annat primärt syfte undersökte även om uthålligheten kunde förbättras av styrketräning. Studien pågick under åtta veckor och individerna tränade styrketräning två gånger per vecka. Inga signifikanta förändringar i uthållighet sågs efter träningsperiodens slut (25).

I en studie där syftet var att undersöka hjärtats diastoliska funktion sågs det att det systoliska blodtrycket sjönk hos träningsgruppen. Denna grupp tränade tre gånger per vecka under åtta veckor. Inga signifikanta förändringar i puls syntes vid ett arbetsprov, inte heller det diastoliska blodtrycket förändrades efter träningsperiodens slut (35). En annan studie hade som sekundärt syfte att undersöka de cirkulatoriska effekterna vid styrketräning. De tränade tre gånger per vecka i fem månader och kom fram till att styrketräning inte förändrade syreupptagningsförmågan eller pulsen (21).

Två andra studier som hade ett annat primärt syfte undersökte även den muskulära uthålligheten. Båda studierna pågick under åtta veckor och signifikanta ökningar i muskeluthållighet sågs (28, 29). Den ena studien jämförde två olika träningsprogram, ett där individerna tränade med högt antal repetitioner och lägre vikt och ett med färre antal repetitioner och högre vikt. Både träningsgrupperna fick signifikanta ökningar i muskeluthållighet, men den största muskeluthålligheten sågs i träningsgruppen som tränade med högt antal repetitioner och lägre belastning (28). Den andra studien visade en ökning med 85 % i antalet gjorda armhävningar efter den åtta veckor långa träningsperioden (29).

Sammanfattningsvis sågs en viss förändring av blodtryck (35), en ökning i muskeluthållighet (28, 29) samt en ökad uthållighet vid löpning (34, 36).

## 9. Diskussion

Styrketräningssessionerna som genomfördes i samtliga studier var övervakade av gympersonal, personliga tränare, idrottslärare och delar av forskningsteamet. Detta för att styrketräningen skulle vara så säker som möjligt och för att barnen och ungdomarna skulle utföra de olika övningarna med en korrekt teknik. Då ingen av studierna rapporterade några skador, men endast tre av 16 nämnde något kring detta drar vi slutsatsen att styrketräning, i övervakad form, kan vara ett säkert träningsalternativ för barn och ungdomar i åldern sex till 18 år. Dock har vi inte funnit några långtidsstudier och kan därför inte vara säkra på effekterna över lång tid. Nio av artiklarna i litteraturstudien hade en träningsperiod på nio veckor eller mindre. Detta är en relativt kort period då den neurala anpassningen tar cirka fyra veckor (7). Resultatet, styrkeökningen, i dessa studier beror därför troligen på neural anpassning och sannolikt har det inte skett någon större förändring i muskelns sammansättning. Resultatet i de studier som pågått längre än nio veckor, väger då tyngre enligt oss, om inte avhoppet varit för stort eller antalet deltagare för litet.

### 9.1 Metabola effekter

Till en början avsåg inte denna studie att inkludera överviktiga barn och ungdomar, men då antalet studier inom området metabolism var begränsat ändrade vi oss. Barn och ungdomarna som deltog i studierna var friska, och sedan kan det diskuteras vidare om övervikt och fetma är en sjukdom eller inte. I åtanke hölls ändå att överviktiga barn och ungdomar kanske inte påverkades likadant av styrketräning som normalviktiga. Dessutom bör inte alltid samma resultat eftersträvas. Ett normalviktigt barn behöver inte sänka sitt blodtryck eller gå ner i vikt, medan detta kan vara väsentligt för en överviktig individ. Då resultatet i vissa studier kunde vara väldigt ingående valde vi att se de metabola effekterna ur ett perspektiv där fettfri massa, fettmassa samt vikt var i centrum. Under studiens gång valde vi att även presentera resultat kring bland annat HDL-kolesterol och insulinkänslighet.

En metabol effekt som visade sig var att den fettfria massan i kroppen kan öka signifikant med styrketräning (22-24, 26). Det visade sig även att andel fettmassa i kroppen kan minska (24-26). Genom att studera artiklarna i denna litteraturstudie var det svårt för oss att avgöra hur lång tid det tar innan en eventuell viktnedgång sker, men resultaten tyder att fördelningen mellan fettmassa och fettfri massa förändras relativt snabbt. Ett positivt resultat som uppkom var en studie som visade att ett år efter avslutad träningsperiod syntes ett samband mellan ökad fettfri massa och viktneidgång (22). En annan studie visade att fettmassan kunde börja minska redan efter åtta veckors styrketräning och faktiskt fortsätta att minska efter avslutad träningsperiod. Men efter 24 veckors styrketräning blev minskning i fettmassa större vilket gjorde resultatet mer konsekvent (26). Styrketräningen kan vara en viktig träningsform där det är möjligt att med relativt enkla medel öka sin fettfria massa. Att styrketräning under en längre period ger mer konsekventa resultat var något vi tog för givet.

Vad gällde vikten på individerna i studierna varierade den mycket. Vi har inte lagt någon större tonvikt på detta då det handlar om växande barn och ungdomar. Dock medförde

detta att resultaten i vissa lägen kunde bli mindre trovärdiga då det inte gick att jämföra normalviktiga barn mot överviktiga barn rakt av. Många av studierna visade stort intresse för BMI. Men BMI tar inte hänsyn till förhållandet mellan fettmassa och fettfri massa och detta kan i vissa lägen vara missvisande (12). Vi anser att BMI kan vara en hyfsad vägvisare hos överviktiga eller underviktiga individer. Men vad det gäller vältränande individer tror vi att BMI lätt kan vara vilseledande, då en vältränad person, med stor muskelmassa, kan tolkas som överviktig med BMI.

I tre studier där individerna var överviktiga undersöktes om insulinkänsligheten kunde påverkas (24, 31, 33). Resultatet från två studier tydde på detta (24, 31), och det var något som vi tyckte var väldigt intressant. Eftersom diabetes typ 2 blir en allt vanligare sjukdom även bland barn (4). Att sjukgymnastens roll är stor i det preventiva arbetet vet vi sedan tidigare, men att ren styrketräning på barn och ungdomar kan påverka insulinkänsligheten och därmed eventuellt minska risken för diabetes typ 2 var ett nytt resultat för oss.

Av de studier som undersökte hur HDL-kolesterol och triglycerider påverkades av styrketräning kom båda fram till att styrketräning har positiva effekter på värdena (25, 33). Vad som bör påpekas är dock att de individer som fick förbättrade värden var överviktiga. Det är givetvis positivt att styrketräning förbättrar och förändrar dessa värden hos överviktiga. Men går det att påverka värdena på normalviktiga? Vi tänker att insulinkänslighet, triglycerider och HDL-kolesterol kanske inte behöver förbättras hos barn och ungdomar som är normalviktiga och att det kan vara anledningen till att vi inte hittade några studier på normalviktiga barn och ungdomar som inkluderat dessa mätvärden. Vi tror dock att det hade varit intressant att undersöka om styrketräning påverkar värdena hos normalviktiga barn, män och kvinnor. Detta för att värdena kanske långsamt höjs med åldern och att styrketräning kan förebygga förhöjda värden längre fram i livet.

En studie som hade som sekundärt syfte att undersöka de metabola effekterna jämförde två grupper. Den ena gruppen tränade styrketräning och hade en måttligt kalorie-reducerad diet och den andra gruppen hade enbart dieten. Procentuellt sågs inga förändringar av fettmassan i träningsgruppen, men den ökade i kontrollgruppen (33). När en individ går på en diet minskas det dagliga intaget av kalorier. Vid intensiv träning och förbränning använder sig kroppen framförallt av kolhydrater. Minskas kaloriintaget och mängden kolhydrater i kroppen kommer den att använda sig av proteiner, lagrade i muskulaturen som omvandlas till glukos, istället. Det gör att den fettfria massan minskar och inte själva fettmassan vid en diet. Vad det gäller upplägget på träningen är det viktigt att tänka på att intensiteten inte är för hög, för då är ju kolhydratförbränningen som allra störst och finns det inga kolhydrater att ta av, då bryts kroppen ner mer än den byggs upp (37). Vi tänker då att styrketräning på en måttlig nivå är det bästa alternativet för att försöka bibehålla eller eventuellt öka den fettfria massan i kroppen. Alternativt om intensiteten är högre så måste mängden kolhydrater i kosten öka.

## **9.2 Muskulära effekter**

Att styrketräning ger ökad styrka hos barn och ungdomar är det ingen tvekan om. Men det som är tveksamt är vad som egentligen har mätts i studierna. I bakgrunden definierar vi tre vanliga begrepp inom styrketräning; muskelstyrka, muskeluthållighet samt power. I vissa av

studierna har begreppen inte skiljts åt och detta har gjort resultaten svårtolkade. Detta tycker vi är ett misstag, eftersom om interbedömarreabiliteten ska bli så pålitlig som möjligt, och det gör det omöjligt att göra en liknande studie. Många av studierna hade en brist i beskrivningen om vad som hade mätts och vad interventionen inneburit. Vi hade gärna sett bilder med utförlig bildtext som bilagor för att kunna sätta oss mer in i de olika övningar som genomförts i studierna. Sett till majoriteten av studierna tycker vi framförallt att det är power som ofta glöms bort. Denna bör tas i beaktning och detta genom att övningarna som utvärderas mäts och utförs i en viss hastighet alternativt under en bestämd tid. Endast en av de 16 artiklar testar, tränar och utvärderar muskelstyrka, muskeluthållighet och power (29). I och med att de har skiljt dessa tre begrepp åt gjorde det att artikeln blev lättförstådd och att blev resultatet tydligt. I våra ögon finns det inte bara ett begrepp som heter muskelstyrka utan alla tre begreppen är lika viktiga. Det är tre byggstenar som måste finnas på plats för att kunna få ett helhetsbegrepp.

De flesta studierna utvärderade muskelstyrka genom 1 RM. Detta skedde i tio av 16 studier (21, 23- 25, 27-30, 32, 35). Det fanns dock tre studier som utvärderade med 3 RM, 5 RM respektive 10 RM (31, 33, 34). Givetvis hade det varit bäst om alla studier som undersökt muskelstyrka hade använt 1 RM vid utvärdering, men tio studier av 16 gör ändå resultatet jämförbart. En fundering som kom upp var varför mer än 1 RM användes vid utvärdering. Lau P.W.C. et al menar att 1 RM inte är tillräckligt utvärderat på barn och ungdomar och att flera RM skulle vara ett säkrare alternativ (33). Faigenbaum A.D. et al gjorde en studie där syftet var att utvärdera säkerheten vid 1 RM vid styrketest på friska barn. De kom fram till att 1 RM kan utföras utan någon risk för skada om övningen utförs med en korrekt teknik (38). Det verkar finnas artiklar både för och emot 1 RM, dock har tio av 16 artiklar använt 1 RM och inte rapporterat några skador. Detta pekar åt att 1 RM är en säker utvärderingsmetod för friska barn och ungdomar.

Det var endast en studie som undersökte och utvärderade skillnaden mellan två träningsupplägg. Ena gruppen tränade med hög belastning och få repetitioner och andra gruppen tränade med lägre belastning och högt antal repetitioner. Resultatet i denna studie visade att den största styrkeökningen skedde i träningsgruppen som tränade med låg belastning och högt antal repetitioner (28). Vi förväntade oss att gruppen som tränade med hög belastning skulle få en större styrke- och muskelutveckling samt att de som tränade med lägre belastning skulle få en bättre muskeluthållighet. Vi tänker att det är den funktionella styrkan som är viktigast för barn och ungdomar än att vara stark i en specifik övning. Barn och ungdomar ska kunna spela brännboll, gå i skogen, leka på skolrasterna, spela fotboll och för att kunna göra detta obehindrat krävs inte bara muskelstyrka utan även power och muskeluthållighet. Resultatet i ovan nämnda studie överraskade oss positivt då både muskelstyrkan och muskeluthålligheten faktiskt ökade mer signifikant i gruppen som tränade med högt antal repetitioner och lägre belastning (28). Vi tänker att detta enbart kan vara positivt för barn och ungdomar som tränar styrketräning, de behöver inte belasta sina växande kroppar med tunga vikter utan resultatet blir faktiskt bra med endast kroppsvikten eller lägre vikt som belastning. Men som sagt var det endast en av studierna som undersökte detta och mer forskning på området krävs för att få fram den optimala styrketräningen för friska barn och ungdomar. Anmärkningsvärt bör ändå vara att när vuxna tränar styrketräning sker den största styrkeutvecklingen då individen tränar med tung belastning och färre antal repetitioner (1). I bakgrunden nämndes att studier har visat att det inte behövs tung

belastning när det gäller styrketräning för friska barn och ungdomar. FYSS säger att det mest effektiva anses vara låg belastning som upprepas många gånger med den egna kroppen eller med lättare vikter som motstånd (9). Denna litteraturstudie pekar också i samma riktning.

### 9.3 Skelettala effekter

Styrketräningens effekter på skelettet var en av de saker som fick oss att göra denna litteraturstudie. Att styrketräning kan vara skadligt för barn och ungdomars skelett har synts och hörts i media länge, och vi kände att vi ville tona bort denna "skräck". Det var mycket synd att vi inte hittade speciellt många artiklar inom området, och de två vi faktiskt hittade höll inte den standard vi hade önskat (32, 33). Båda två mäter dock benmineraltätheten i en så kallad DEXA-maskin, vilket gör resultaten mer jämförbara. Den ena studien pågick visserligen under 15 månaders tid, men avhoppet var hela 85 % (32). Att en studie med så högt avhopp publiceras tycker vi är anmärkningsvärt. Den andra studien pågick endast i sex veckor och hade ett väldigt övergripande syfte där inte benmineraltätheten kom i fokus tillräckligt mycket (33).

Ingen av de två studierna kom fram till att styrketräning har negativa effekter på skelettet, snarare tvärtom. Den ena studien kom fram till att benmineraltätheten ökade i lårbenshalsen, men det syntes inga förändringar i övriga delar av kroppen (32). Den andra visade att benmineraltätheten faktiskt ökade signifikant i hela kroppen, men den ökade även hos kontrollgruppen. I denna studie hade båda grupperna en måttligt kalorireducerad diet, vilket gör att vi tänker oss att det är dieten som ger resultat på benmineraltätheten. Men det skulle också kunna vara träningsperioden på sex veckor som är för kort.

Som vi nämnde i bakgrunden så är det viktigt att ha i åtanke att barn och ungdomar är växande individer. Detta gäller såklart även benmineraltätheten som ökar tills efter puberteten (2). Därför kan det vara svårt att avgöra vad ökningen i benmineraltäthet beror på styrketräning, diet eller normal tillväxt.

Osteoporosen, benskörheten, blir allt vanligare i Skandinavien och en förebyggande faktor är hög benmineraltäthet vid menopause (2). Vi tycker då att det hade varit intressant att se studier som sträcker sig över lång tid och se om styrketräning i barn och ungdomsåren kan förebygga risken för att drabbas av osteoporos längre fram i livet.

Det som syns i våra två studier tyder på att ren styrketräning inte har några större effekter på benmineraltätheten utan att det faktiskt måste till en belastande kraft i form av till exempel hopp. Dock bör det påpekas att studierna har sina tydliga brister. Vilket i sin tur leder till att det behövs mer studier på området då utbudet av randomiserade kontrollerade studier är begränsat eller oss veterligen obefintligt. Detta är något som förvånar oss mycket. Vi vill dock poängtera att i denna litteraturstudie finns inget som tyder på att styrketräning skulle ha några som helst negativa effekter på friska barn och ungdomars skelett.

### 9.4 Cirkulatoriska effekter

När vi tänkte på vad styrketräningen har för effekter på cirkulationen innefattade det syreupptagningsförmåga, vilopuls, blodtryck och uthållighet. Något som vi inte hade tänkt på var kapillariseringen som sker i musklerna. Vi fick dock tänka om och även ta med den

muskulära uthålligheten till detta område. Då det sker en kapillärisering av kärnen kring muskel och detta tycker vi tillhör de cirkulatoriska effekterna mer än de muskulära effekterna.

Två av de tre studierna inom området fick resultat som fångade vårt intresse. De försökspersonerna som enbart tränat styrketräning fick faktiskt en signifikant förbättrad uthållighet vid test av konditionen, dock användes inte samma test (34, 36). Faigenbaum A.D. et al diskuterar kring om den tio minuter långa uppvärmningen kan ha påverkat uthålligheten, medan Dorgo S. et al menar på att muskeluthålligheten som ökat vid styrketräningen har påverkat själva uthållighetsförbättringen. Vi tänker då att om det är uppvärmningen som påverkar uthållighetsförbättringen, tänk vad lite träning som faktiskt behövs för att det ska ske en förbättring. Vi vet inte om det finns studier gjorda på detta, men det är en intressant tanke. Vänder vi på det hela är det givetvis lika intressant att träna styrketräning men ändå få en förbättrad uthållighet, utan att träna detta medvetet. Vi kan tänka oss att denna uthållighetsförbättring beror på att försökspersonerna i båda studierna tränar med många set och relativt många repetitioner. Vid denna typ av träning kopplas typ IIA-fibrerna in och de har vissa gemensamma nämnare med de uthålliga typ I-fibrerna, till exempel har de båda fibertyperna många mitokondrier och kapillärer (2). Vi tänker alltså om styrketräningen utförs med fler set och fler antal repetitioner blir styrketräningen mer aerob och det ger i sin tur större uthållighet.

Den tredje studien inom området cirkulatoriska effekter var annorlunda i jämförelse med de andra två och hade som huvudsyfte att undersöka hur hjärtats funktion påverkas av styrketräning. Träningen i denna studie genomfördes tre gånger i veckan à en timme under åtta veckor. Styrketräningen bestod av totalt tio övningar och dessa utfördes i två set med åtta repetitioner. Denna artikel kom fram till att systoliska blodtrycket sjönk efter åtta veckors styrketräning, men det diastoliska trycket förändrades inte. Inte heller skedde det någon förändring i puls vid arbetsprov. Individerna i denna studie var överviktiga, men det framkom ej om de hade normalt eller för högt blodtryck när de blev inkluderade i studien (35). Om de hade högt blodtryck skulle resultatet av denna studie vara mycket positivt.

## 9.5 Metod

En motgång vi inte var beredd på var hur dåligt utbudet av studier var. Innan vi påbörjade litteratursökningen borde vi ha undersökt hur många studier det fanns inom ramarna för vår litteraturstudie. I våra ögon var barn och styrketräning ett omdiskuterat ämne och med de breda inklusionskriterierna tog vi för givet att vi skulle hitta tillräckligt med studier. Detta visade sig vara fel. En av anledningarna till det begränsade utbudet kan dock bero på en av inklusionskriterierna. Att studier skulle vara tillgängliga i fulltext utan kostnad avgränsade oss då vi fick välja bort ett flertal som vi via abstractet tyckte passade in i litteraturstudien. Vi kan också tänka oss att de studier som är tillgängliga utan kostnad överlag inte håller samma kvalitet.

När vi påbörjade litteratursökningen hade vi inte någon bra struktur för hur sökningarna skulle genomföras. Då vi inte heller hittade tillräckligt med studier fick vi göra undantag och lägga till fler sökordskombinationer. Nu i efterhand kan vi se att vi skulle haft ett strukturerat sökdocument som fylldes i allt eftersom och vi skulle satt upp tydligare avgränsningar för oss

själva när vi satt och gjorde sökningarna. Innan sökningarna började trodde vi båda att vi hade koll på hur de olika databaserna fungerade, men efter hand som sökningarna gjordes insåg vi att vi hade mycket kvar att lära. Till slut hade vi 150 olika sökordskombinationer i varje databas och detta tog tid. Vi hade aldrig kunnat föreställa oss att litteratursökningen skulle ta så lång tid som den gjorde, och det ledde till att tidsplanen vi hade satt upp sprack.

När vi hade fått ihop 16 studier uppstod en annan svårighet, studierna vi hade hittat gick in i varandra och uppdelningen inom de olika områdena försvårades. Uppdelningen gjordes så gott det gick och vi utgick från studiernas syfte. När vi var tveksamma om vart studien skulle placeras såg vi till studiens resultat samt vilket av områdena som hade minst antal studier. Vissa av studierna var svårtolkade då de i sitt syfte ville undersöka en sak och i resultatet låg tyngden på något annat. Kanske borde vi inte haft de olika områdena, men å andra sidan hade resultatet var nästintill omöjligt att skriva om vi inte haft den uppdelningen.



## 10. Klinisk relevans

För oss sjukgymnaster handlar det inte om att få våra patienter att träna under en viss period, utan det handlar om att få en regelbundenhet i träningen och motivera till ett livslångt aktivt liv. Som resultat av litteraturstudien kan vi nu motivera patienterna till detta då de olika studierna visar på att träningsperioden helst bör pågå längre än åtta veckor och att varje tränings-session bör vara längre än 20 minuter. Studien visar däremot att om träningen sker två eller tre gånger per vecka inte spelar så stor roll då resultaten blir likvärdiga.

Vi anser att fysisk aktivitet ska vara en självklarhet i allas vardag, idag är det tyvärr inte det. Att det nu, i stort sätt, är konstaterat att styrketräning för friska barn och ungdomar inte är farligt är mycket positivt. Nu kan träning för barn och ungdomar varieras ännu mer och skaderisken är minimal. Barn behöver både styrka, muskeluthållighet, power och kondition, det går inte att utesluta det ena eller det andra. Ett varierat träningsprogram innehållande alla delar är att rekommendera.

Ett anmärkningsvärt fynd i denna litteraturstudie var att normalviktiga barn och ungdomar som tränar styrketräning med låg belastning och högt antal repetitioner får en större styrkeökning än om de tränar med hög belastning och färre antal repetitioner. Detta resultat är helt motsatt till vad som sker hos vuxna när de tränar styrketräning med låg belastning och högt antal repetitioner. Detta tyder på att barn och ungdomar inte behöver belasta sina kroppar till max för att uppnå störst styrkeökning. Ett annat anmärkningsvärt fynd var att styrketräning i sig ger en uthållighetsförbättring utan att uthålligheten specifikt är tränad.

För oss sjukgymnaster har denna litteraturstudie betydelse. Resultatet pekar på att friska barn och ungdomar, både normal- och överviktiga, får positiva resultat av styrketräning. Det kanske till och med går att förebygga fetma, diabetes typ II, osteoporos och högt blodtryck. Något som vi inte alls gått in på är om styrketräning i barn- och ungdomsåren kan förebygga till exempel idrottsskador längre fram i livet. Skulle det göra det är även detta av klinisk relevans för oss sjukgymnaster.

Vad det gäller vidare forskning är vi intresserade av styrketräningens effekter på skelettet. Det känns som ett mycket omdiskuterat område och vi känner att vi verkligen vill ta reda på effekter och vad som händer i långa loppet. Vi känner att de studier vi har på området hade tydliga brister, vilket gjorde resultatet svårtolkat. Om styrketräning skulle ha goda effekter på skelettet skulle detta ge stora möjligheter att minska risken för osteoporos och osteoporosrelaterade frakturer längre fram i livet. Vi skulle vilja göra en randomiserad kontrollerad studie där två träningsgrupper jämförs mot en kontrollgrupp. Syftet med studien skulle vara att jämföra ett styrketräningsprogram med ett styrketräningsprogram kombinerat med hoppträning hos prepubertala barn. Ena träningsgruppen skulle träna styrketräning, den andra styrketräning (samma program) och hoppträning och kontrollgruppen skulle leva som vanligt. Styrketränings-sessionen skulle genomföras tre gånger i veckan under 12 månader och vara i 60 minuter, varav 10 minuter uppvärmning. Övningarna skulle utföras både i maskin och med fria vikter. Intensiteten skulle vara 3 set med 8-10 repetitioner på 75 % av 1RM. Exempel på övningar är knäböj med skivstång,

bicepscurl med skivstång, sittande rodd i maskin, latsdrag i maskin, situps på bobatboll och lårcurl i maskin. Hoppträningen skulle ta ca 15 minuter och innefatta övningar som knäböj med hopp, utfall med hopp och grodhopp. Dessa övningar skulle genomföras som olika stationer och totalt tre varv skulle göras. Varje övning skulle utföras med 20 repetitioner, utfallen ska vara 20 repetitioner på varje ben. Efter att studieperiod var över skulle vi vilja ha uppföljning en gång om året resten av livet om det hade varit möjligt.

## **11. Konklusion**

Denna litteraturstudie visar att styrketräning har goda effekter på utvecklingen av muskelstyrka, muskeluthållighet, power, den fettfria massan och fettmassan. Resultatet på styrketräningens effekter på metabola mätvärden, skelettet och uthålligheten ger en tvetydig bild och mer forskning krävs. Resultatet pekar även på att friska barn och ungdomar kan utföra övervakad styrketräning utan att riskera att skada sig.

## **12. Tack till**

Vi vill tacka vår handledare Anita Wisén för sitt stora engagemang. Hon har stått ut med oss i ur och skur och svarat på mail snabbare än vi kunnat tänka oss. Du har varit ett enormt stöd.

### 13. Referenser

1. Thomeé R, Augustsson J, Wernbom M, Augustsson S, Karlsson J. *Styrketräning – för idrott, motion och rehabilitering*. SISU Idrottsböcker: Stockholm; 2008.
2. Sand O, Sjaastad ØV, Haug E. *Människans fysiologi*. 1. uppl. Liber AB: Stockholm; 2004.
3. Lundh B, Malmquist J. *Medicinska ord – det medicinska språket: begrepp, definitioner, termer*. 4e uppl. Studentlitteratur: Lund; 2005.
4. Östenson C-E, Birkeland K, Henriksson J; Diabetes mellitus – typ 2- diabetes kapitel 24. Statens folkhälsoinstitut Yrkesföreningar för fysisk aktivitet. FYSS 2008: fysisk aktivitet i sjukdomsprevention och sjukdomsbehandling. 2. uppl. Stockholm: Statens folkhälsoinstitut; 2008
5. Henriksson J, Sundberg C-J; Allmänna effekter av fysisk aktivitet kapitel 1. Statens folkhälsoinstitut Yrkesföreningar för fysisk aktivitet. FYSS 2008: fysisk aktivitet i sjukdomsprevention och sjukdomsbehandling. 2. uppl. Stockholm: Statens folkhälsoinstitut; 2008
6. Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL, *Physiology of Sport and Exercise - 4th edition*. Human Kinetics: Champaign, IL; 2008
7. American College of Sports Medicine. *ACSM's resource manual for Guidelines for exercise testing and prescription*. 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
8. Tonkonogi M, Svensk Idrottsforskning, nummer 1: 2007, årgång 16, *Styrketräning för barn – bu eller bä*, s 38-43.
9. Berg U; Barn och unga kapitel 11. Statens folkhälsoinstitut Yrkesföreningar för fysisk aktivitet. FYSS 2008: fysisk aktivitet i sjukdomsprevention och sjukdomsbehandling. 2. uppl. Stockholm: Statens folkhälsoinstitut; 2008
10. Augustsson J, Wernbom M. Svensk Idrottsforskning, nummer 1: 2007, årgång 15. *Muskelstyrkeutveckling hos barn och ungdomar*, s. 44-47.
11. Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL, *Physiology of Sport and Exercise – 2nd edition*. Human Kinetics: Champaign, IL; 1999

12. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Essentials of exercise physiology*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1994.
13. Börjesson M, Kjeldsen S, Dahlöf B; Hypertoni kapitel 27. Statens folkhälsoinstitut Yrkesföreningar för fysisk aktivitet. FYSS 2008: fysisk aktivitet i sjukdomsprevention och sjukdomsbehandling. 2. uppl. Stockholm: Statens folkhälsoinstitut; 2008
14. Jonson B, Westling H, White T, Wollmer P. *Klinisk fysiologi – med nuklearmedicin och klinisk neurofysiologi*. Liber: Stockholm; 1998.
15. Lännergren J, Westerblad H, Ulfendahl M, Lundeberg T. *Fysiologi*. Studentlitteratur: Lund; 2007.
16. Jansson E, Wisløff U, Stensvold D; Hälsaaspekter på styrketräning kapitel 8. Statens folkhälsoinstitut Yrkesföreningar för fysisk aktivitet. FYSS 2008: fysisk aktivitet i sjukdomsprevention och sjukdomsbehandling. 2. uppl. Stockholm: Statens folkhälsoinstitut; 2008
17. Gomez J, Johnson D. M, Martin J. T, Rowland W. T, Small E. Strength Training by Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2001; 6; s. 1470-1472.
18. Benson CA, Torode EM, Fiatarone Singu MA. Effects of resistance training on metabolic fitness in children and adolescents: a systematic review. *Obesity Reviews*. 2007; 9; s. 43-66.
19. Hind A, Burrows M. Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents. *Bone*. 2007; 40; s. 14-27.
20. Rizzoli R, Bianchi M, Garabédian M, McKay H, Moreno L. Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone*. 2010; 46; s. 294–305.
21. Treuth M.S, Hunter G.R, Pichon C, Figueroa-Colon R, Goran M.I. Fitness and energy expenditure after strength training in obese prepubertal girls. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1998; 30(7); s. 1130-1136.
22. Schwingshandl J, Sudi K, Eibl B, Wallner S, Borkenstein M. Effect of an individualized training programme during weight reduction on body composition: a randomized trial. *Arch Dis Child*. 1999; 81; s. 426-428.

23. Pikosky M, Faigenbaum A, Westcott W, Rodriguez N. Effects of resistance training on protein utilization in healthy children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2002; 34 (5); s. 820-827.
24. Shaibi G.Q, Cruz M.L, Ball G.D.C, Weigensberg M.J, Salem G.J, Crespo N.C, et al. Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight latino adolescents males. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006; 38; s. 1208-1215.
25. Benson A.C, Torode M.E, Fiatarone Singh M.A. The effect of high-intensity progressive resistance training on adiposity in children: a randomized controlled trial. *International Journal of Obesity*. 2008; 32; s. 1016-1027.
26. Sgro M, McGuigan M.R, Pettigrew S & Newton R.U. The effect duration of resistance training interventions in children who are overweight or obese. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009; 23 (4); s. 1263-1270.
27. Lau P.W.C, Kong Z, Choi C, Yu C.C.W, Chan D.F.Y, Sung R.Y.T et al. Effects of short-term resistance training on serum leptin levels in obese adolescents. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2010; 8 (1); s. 54-60.
28. Faigenbaum A.D, Westcott W.L, Loud R.L, Long C. The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics*. 1999; 104 (1); s. 1-7.
29. McGuigan M.R, Tatasciore M, Newton R.U, Pettigrew S. Eight weeks of resistance training can significantly alter body composition in children who are overweight or obese. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009; 23 (1); s. 80-85.
30. Lubans D.R, Sheaman C, Callister R. Exercise adherence and intervention effects of two school-based resistance training programs for adolescents. *Preventive Medicine*. 2010; 50; s. 56-62.
31. Van Der Heijden G-J, Wang Z.J, Chu Z, Toffolo G, Manesso E, Sauer P.J.J. et al. Strength exercise improves muscle mass and hepatic insulin sensitivity in obese youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2010; 42 (11); s. 1973-1980.
32. Nichols D.L, Sanborn C.F, Love A.M. Resistance training and bone mineral density in adolescent females. *The Journal of Pediatrics*. 2001; 139; s. 494-500.
33. Lau P.W.C, Yu C.W, Lee A, Sung R.Y.T. The physiological and psychological effects of resistance training on Chinese obese adolescents. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2004; 2 (2); s. 115-120.

34. Faigenbaum A.D, McFarland J.E, Johnson L, Kang J, Bloom J, Ratamess N.A et al. Preliminary evaluation of an after-school resistance training program for improving physical fitness in middle school-age boys. *Perceptual and Motor Skills*. 2007: 104; s. 407-415.
35. Naylor L.H, Watts K, Sharpe J.A, Jones T.W, Davis E.A, Thompson A et al. Resistance training and diastolic myocardial tissue velocities in obese children. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. 2008: 40 (12); s. 2027-2032.
36. Dorgo S, King G.A, Candelaria N, Bader J.O, Brickey G.D, Adams C.E. The effects of manual resistance training on fitness in adolescents. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009: 23 (8); s. 2287-2294.
37. Annerstedt C, Gjerset A. *Idrottens träningslära*. SISU Idrottsböcker: Stockholm; 1997.
38. Faigenbaum A.D, Milliken L.A, Westcott W.L. Maximal strength testing in healthy children. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 2003: 17 (1); s.162-166.

## Bilaga 1 - Resultattabell

Tabell 3. Studier som berör styrketräning och metabolism

Studie	Undersökningsgrupp	Träning (frekvens, duration, intensitet)	Resultat			
			Metabola effekter	Muskulära effekter	Skelettala effekter	Cirkulatoriska effekter
Treuth M.S. et al. 1998	22 st. flickor.  <u>Träningsgrupp (TG):</u> 11 överviktiga flickor. Ålder: 7-10 år  <u>Kontrollgrupp (KG):</u> 11 normalviktiga flickor Ålder: 7-10 år Tränande inte.	3 ggr/vecka á 20 min i 5 månader + vanlig skolidrott.  6 övningar för ÖE, 1 för NE.  2 set med 12 rep i ÖE, 2 set med 15 rep i NE. Startade med 50 % av 1 RM, stegrades sen till 70 % av 1 RM. Vikterna ökades varannan vecka.	Flickorna ökade i vikt, i båda grupperna.  Inga förbättringar av energiförbrukningen sågs i någon av grupperna.	Ökning med ca 20 % på 1 RM ben- och bänkprens.	-	VO <sub>2</sub> och HR förändrades inte.
Schwingshandl J. et al. 1999	30 st. överviktiga barn och ungdomar. (13 p, 17 f) <u>Träningsgrupp (TG):</u> 14 st. (6 p, 8 f) Å: 11 ± 2,5 Kostutbildning  <u>Kontrollgrupp (KG):</u> 16 st. (7 p, 9 f) Å: 12,2 ± 2,7 Tränande inte + kostutbildning	2 ggr/ vecka à 60-70 min under 12 veckor.  Uppvärmning och stretch i början, sedan 2 set och max 10 reps av alla 12 övningar. Antalet set ökade efter andra veckan till 3 eller 4 set.  Successiv individuell progression.	Båda grupperna gick ner något i vikt. Den stora skillnaden låg i förändringen i den fettfria massan, där TG hade en signifikant förbättring.  Efter uppföljning ett år senare sågs det ett samband mellan viktnedgång och vikten av att öka den fettfria massan.	-	-	-

Studie	Undersökningsgrupp	Träning (frekvens, duration, intensitet)	Resultat			
			Metabola effekter	Muskulära effekter	Skelettala effekter	Cirkulatoriska effekter
Pikosky M. et al. 2001	<p><u>Träningsgrupp (TG):</u> 11 st. normalviktiga barn. (7p, 4f) Ålder: 8,6 ± 1,1</p> <p>Matdagbok skrevs och individerna uppmuntrades till att behålla tidigare matvanor.</p> <p>Ingen kontrollgrupp.</p>	<p>2 ggr/veckan under 6 veckor. 10-15 min uppvärmning och stretch, 30-40 min styrketräning samt 10-15 min organiserad lek.</p> <p>2 övningar med egen kroppsvikt – 1 set, upp till 15 reps. 7 övningar i maskin – 1 set, 10-15 reps, förutom på benspark och bänkpress där antalet set höjdes från 1 till 2 set v. 4.</p> <p>Successiv individuell progression</p> <p>Barnen förde träningsdagbok.</p>	<p>Signifikanta ökningar sågs på vikt, fettfri massa och fettmassa.</p> <p>Proteinbildningen, proteinnedbrytning samt den totala nettoomsättningen av proteiner minskade.</p>	<p>Ökningen i styrka vid 1 RM benspark och bänkpress var 73 % resp. 10 %.</p>	-	-



Studie	Undersökningsgrupp	Träning (frekvens, duration, intensitet)	Resultat			
			Metabola effekter	Muskulära effekter	Skelettala effekter	Cirkulatoriska effekter
Shaibi G.Q. et al. 2006	<p>22 st. överviktiga pojkar.</p> <p><u>Träningsgrupp (TG):</u> 11 st. Ålder: 15,1 ± 0,5</p> <p><u>Kontrollgrupp (KG):</u> 11 st. Ålder: 15,6 ± 0,5 Tränande inte.</p>	<p>2 ggr/vecka à 60 min under 16 veckor. 5 min uppvärmning, 5 min nedvarvning och stretch.</p> <p>Tillfälle A tränades isolerade övningar för ÖE och sammansatta övningar för NE och tvärtom vid tillfälle B.</p> <p>V. 1-4 – 1 set, 10-15 reps. V. 5-10 – 2 set, 13-15 reps. V. 11-16 – 3 set, 8-12 reps.</p> <p>Successiv individuell progression samt skattning i en modifierad ansträngningsskala.</p>	<p>TG ökade sin insulinkänslighet signifikant.</p> <p>Både TG och KG ökade sin fettfria massa. Det sågs en viss minskning i den totala fettmassan i TG. TG visade dock en signifikant minskning procentuellt i kroppsfett.</p>	<p>Signifikanta ökningar i styrka i både ÖE och NE.</p>	-	-

Studie	Undersökningsgrupp	Träning (frekvens, duration, intensitet)	Resultat						
			Metabola effekter	Muskulära effekter	Skelettala effekter	Cirkulatoriska effekter			
Benson A.C. et al. 2008	<p>78 st. ungdomar. (46 p, 32 f)</p> <p><u>Träningsgrupp (TG):</u> 37 överviktiga ungdomar (22 p, 15 f) Medelålder: 12.3 år</p> <p><u>Kontrollgrupp (KG):</u> 41 normalviktiga ungdomar (24 p, 17 f) Medelålder: 12.2 år Tränade inte.</p> <p>10 % avhopp.</p>	<p>2 ggr/vecka under 8 veckor.</p> <p>2 set, 8 reps.</p> <p>11 olika övningar, 7 för ÖE och 4 för NE.</p> <p>Skattning av intensitet med RPE, träningen skulle ligga på 15-18. Individuell successiv progression.</p>	<p>HDL-kolesterol ökade hos TG.</p> <p>Midjemåttet och fettmassan minskade signifikant i TG.</p>	<p>Muskelstyrkan ökade signifikant i TG.</p>	-	Inga signifikanta förbättringar sågs vad det gällde konditionen.			
Sgro M. et al. 2009	<p>31 st. överviktiga barn. Ålder: 7-12 år</p> <p><u>Träningsgrupper (TG):</u></p> <table border="1"> <tr> <td>Gr8 6 st. (4 p, 2 f)</td> <td>Gr16 9 st. (3 p, 6 f)</td> <td>Gr24 16 st. (8 p, 8 f)</td> </tr> </table> <p>Ingen kontrollgrupp.</p>	Gr8 6 st. (4 p, 2 f)	Gr16 9 st. (3 p, 6 f)	Gr24 16 st. (8 p, 8 f)	<p>3 ggr/v á 45-60 min under 8, 16 eller 24 v. Tre olika pass/vecka.</p> <p>Stegring v. 9 och 17. Alla övningar gjordes i tre set, stor variation i antalet reps.</p> <p>Dagbok över matintag och övriga aktiviteter fördes.</p> <p>Mätning v. 0, 8, 16, 24.</p>	<p>Minskning av den totala fettmassan i alla grupper v. 8, ≈5-7 %.</p> <p>Gr8 fortsätter att minska i fettmassa efter avslutad träningsperiod. Gr24 visar på den största minskning i fettmassa.</p>	<p>Vid mätning efter 16 veckor visade Gr24 en signifikant ökning på 10,5 % på knäböj som utfördes med hopp (power).</p>	Gr16 och Gr24 visade en signifikant ökning i benmineraltäthet.	-
Gr8 6 st. (4 p, 2 f)	Gr16 9 st. (3 p, 6 f)	Gr24 16 st. (8 p, 8 f)							

Studie	Undersökningsgrupp	Träning (frekvens, duration, intensitet)	Resultat			
			Metabola effekter	Muskulära effekter	Skelettala effekter	Cirkulatoriska effekter
Lau P.W.C. et al. 2010	<p><u>Träningsgrupp (TG):</u> 18 st. överviktiga barn och ungdomar. (13 p, 5 f) Ålder: 10-14 år</p> <p>Ingen kontrollgrupp.</p>	<p>3 ggr/v á 1 timme i 6 veckor. Uppvärmning och nedvarvning.  10 olika övningar, 5-8 reps och 3 set. 70 - 85% av 1 RM.  Successiv individuell progression.</p>	<p>En viss minskning av serumleptin-nivåer kunde ses. Inga förändringar i kroppssammansättning sågs.</p>	<p>Ökad styrka i ben, bröst och biceps.</p>	-	-

Tabell 4. Studier som berör styrketräning och muskulära effekter.

Studie	Undersökningsgrupp	Träning (frekvens, duration, intensitet)	Resultat					
			Metabola effekter	Muskulära effekter	Skeletala effekter	Cirkulatoriska effekter		
Faigenbaum A.D. et al. 1999	<p>43 st. normalviktiga barn. (32 p, 11 f) Ålder: 5,2 – 11,8 år</p> <p><u>Träningsgrupper (TG):</u></p> <table border="1"> <tr> <td><u>Low Rep</u> 15 st. (11 p, 4 f) Å: 7,8 ± 1,4</td> <td><u>High Rep</u> 16 st. (12 p, 4 f) Å: 8,5 ± 1,6</td> </tr> </table> <p><u>Kontrollgrupp:</u> 12 st. (9 p och 3 f) Ålder: 8,6 ± 2,2 Styrketränade inte.</p>	<u>Low Rep</u> 15 st. (11 p, 4 f) Å: 7,8 ± 1,4	<u>High Rep</u> 16 st. (12 p, 4 f) Å: 8,5 ± 1,6	<p>2 ggr/vecka under 8 v. 30-40 min träning + 10 min uppvärmning och stretch.</p> <p>11 olika övningar, 9 i maskin och 2 med kroppsvikt (15 reps). <u>LowRep:</u> 6-8 reps, 1 set, högre belastning. <u>HighRep:</u> 13-15, 1 set, lägre belastning.</p> <p>Successiv individuell progression.</p> <p>Det fanns barn i alla grupper som utövade andra idrotter.</p>	-	<p>Benstyrkan ökade med 31 % i LowRep resp. 40,9 % i HighRep vid 1 RM benspark. Den största styrkeökningen skedde i början av träningsperioden, men fortsatte öka perioden ut.</p> <p>Vid bänkpress visade HighRep-gruppen en signifikant ökning av styrka och muskulär uthållighet.</p>	-	<p>Muskeluthålligheten vid benspark ökade signifikant i båda TG, de största effekterna sågs i HighRep-gruppen.</p>
<u>Low Rep</u> 15 st. (11 p, 4 f) Å: 7,8 ± 1,4	<u>High Rep</u> 16 st. (12 p, 4 f) Å: 8,5 ± 1,6							

<p>McGuigan M.R. et al. 2009</p>	<p><u>Träningsgrupp (TG):</u> 48 st. överviktiga barn. (22 p, 26 f) Medelålder: 9,7 år.  Ingen kontrollgrupp.</p>	<p>3 ggr/vecka under 8 veckor.  <u>Tillfälle A:</u> 3 set, 8-10 reps. <u>Tillfälle B:</u> 3 set, 10-12 reps. <u>Tillfälle C:</u> 3 set, 3 el 5 reps.  Olika längd på vilan mellan övningarna, vid de olika träningstillfällena.</p>	<p>Signifikant ökning av den fettfria massan sågs samt en minskning av fettmassan (%).</p>	<p>Signifikant styrkeökning sågs vid knäböj.  Även power ökade signifikant.</p>	<p>Inga skillnader av vikt sågs i benmineraltäthet.</p>	<p>Muskeluthålligheten ökade signifikant vid armhävningar.</p>		
<p>Lubans D.R. et al. 2009</p>	<p>108 st. normalviktiga ungdomar. (56 p, 52 f) Ålder: 15 ± 0,7 år <u>Träningsgrupper (TG):</u></p> <table border="1" data-bbox="360 831 786 967"> <tr> <td><u>Fria vikter</u> 37 st. (22 p, 15 f)</td> <td><u>Gummiband</u> 41 st. (20 p, 21 f)</td> </tr> </table> <p><u>Kontrollgrupp (KG):</u> 30 st. (14 p, 16 f) Avstå styrketräning, för övrigt leva som vanligt.  18 % var överviktiga.  Stort avhopp.</p>	<u>Fria vikter</u> 37 st. (22 p, 15 f)	<u>Gummiband</u> 41 st. (20 p, 21 f)	<p>2 ggr/vecka under 8 veckor.  40-50 min träning + 5 min uppvärmning och stretch.  10 olika övningar. 2 set med 10-12 reps under v. 1-4 och 8-10 reps v. 5-8.  Borgs RPE användes för successiv individuell progression.</p>	<p>Hos både pojkar och flickor, i båda TG, förbättrades kroppssammansättningen jämfört med KG.</p>	<p>Pojkarna förbättrade sin styrka i både ÖE och NE, i båda TG.  Flickorna som tränade med fria vikter fick en större ökning av styrka i NE än med gummibandsgruppen.</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<u>Fria vikter</u> 37 st. (22 p, 15 f)	<u>Gummiband</u> 41 st. (20 p, 21 f)							

<p>Van Der Heijden G-J et al. 2010</p>	<p><u>Träningsgrupp (TG):</u> 12 st. överviktiga ungdomar. (6p, 6f) Ålder: 15,5 ± 0,5</p> <p>Ingen kontrollgrupp.</p>	<p>2 ggr/vecka à 60 min under 12 veckor. 10 min uppvärmning, 40 min styrketräning, 10 min nedvarvning.</p> <p>V. 1-9 utfördes 2-3 set, 8-12 reps med 50 % av 3 RM samt successiv individuell progression tills v. 9-12 då 3 set, 15-20 reps med 80-85 % av 3RM utfördes.</p>	<p>Kroppsvikten ökade, framförallt p.g.a. att den fettfria massan ökade.</p> <p>Insulinkänsligheten i levern ökade medan den perifera inte förändrades.</p>	<p>Styrkan ökade i både ÖE och NE.</p>	<p>Viss ökning av benmineraltätheten sågs.</p>	<p>-</p>
--	---	--	---	--	--	----------

Tabell 5 Studier som berör styrketräning och skelettala effekter.

Studie	Undersökningsgrupp	Träning (frekvens, duration, intensitet)	Resultat			
			Metabola effekter	Muskulära effekter	Skelettala effekter	Cirkulatoriska effekter
Nichols D.L. et al. 2001	16 st. normalviktiga flickor. Ålder: 14-17 år, måste ha haft regelbunden mens i minst två år.  <u>Träningsgrupp (TG):</u> 5 f  <u>Kontrollgrupp (KG):</u> 11 f Tränande inte.  Stort avhopp, 85 %.	3 ggr/vecka under 15 månader.  15 övningar, i maskin och fria vikter. I början 1 set med 12-14 reps, efter v. 2, 2 set med 9-10 reps, vissa övningar ökades efterhand till 3 set med 9-10 reps. Övningarna varierade men samma muskelgrupper tränades under hela perioden.  Successiv individuell progression.	TG gick ner i vikt och KG gick upp i vikt under studieperioden.	Benstyrkan ökade signifikant hos TG jämfört med KG.	Benmineraltätheten i lårbenshalsen ökade signifikant i TG. Inga signifikanta skillnader syntes på bentätheten totalt i kroppen.	-

<p>Lau P. W. C. et al. 2004</p>	<p>37 st. överviktiga barn och ungdomar. (25 p, 12 f) Ålder: 10-17 år</p> <p><u>Träningsgrupp (TG):</u> 21 st. (14 p, 7 f) Styrketräning + diet</p> <p><u>Kontrollgrupp (KG):</u> 16 st. (11 p, 5 f) Diet</p>	<p>3 ggr/vecka à 60 min under 6 veckor.</p> <p>Uppvärmning, nedvarvning och 10 olika övningar/stationer. Det var ett cirkelträningsprogram och vid ett träningstillfälle gjorde varje individ tre varv. 5 reps per övning var minimum.</p> <p>Successiv individuell progression.</p> <p>Intensiteten skulle ligga på 70-85 % av 1 RM.</p>	<p>Procentuellt var fettmassan samma i TG, den ökade i KG.</p>	<p>TG visade en signifikant ökning av styrka i ben och bröst.</p>	<p>Benmineraltätheten ökade signifikant i båda grupperna.</p>	<p>TG minskade vilopulsen, det systoliska blodtrycket samt mängden triglycerider och insulin-nivån i blodet. Skillnaderna var inte signifikanta i förhållande till KG.</p>
---	---	---	--	---	---	--



Tabell 6. Studier som berör styrketräning och cirkulatoriska effekter.

Studie	Undersökningsgrupp	Träning (frekvens, duration, intensitet)	Resultat			
			Metabola effekter	Muskulära effekter	Skeletala effekter	Cirkulatoriska effekter
Faigenbaum A. D. et al. 2007	<u>Träningsgrupp (TG):</u> 22 st. normalviktiga pojkar. Ålder: 13 ± 0.4 år  Ingen kontrollgrupp.	2 ggr/vecka à 90 min under 9 veckor.  Varje träningstillfälle inleddes med 10 min uppvärmning. Därefter gjordes två till tre Olympic-style lifting-övningar och efter detta gjordes sju övningar med fria vikter eller i maskin. Alla övningar gjordes i tre set, antalet reps varierade 8-15 med fria vikter/maskiner och 1-4 med Olympic-style lifting.  Programmet stegrades efter hand samt efter varje individ.	-	Alla deltagare fick signifikanta förbättringar, både vad det gäller muskelstyrka och power.  Muskelstyrkan förbättrades 19 % i knäböj och 15 % i bänkprens.  Power förbättrades med 12 % vid kast med medicinboll, medan jämfotahopp ökade med 5 %.	-	Uthålligheten vid löpning ökade med 36 %.

<p>Naylor L.H. et al. 2008</p>	<p>23 st. överviktiga ungdomar.</p> <p><u>Träningsgrupp (TG):</u> 13 st (7 p, 6 f) Å: 12.2 ± 0.4</p> <p><u>Kontrollgrupp (KG):</u> 10 st. (4 p, 6 f) Å: 13.6 ± 0.7 Tränande inte.</p>	<p>3 ggr/vecka à 1 h under 8 veckor. 10 min uppvärmning, 8 reps i en min med 75 % av max och därefter en min stretch.</p> <p>10 olika maskiner, två omgångar. Progression till 90 % av max. 10 min nedvarvning. Individuellt styrketränningsprogram för stora muskelgrupper med syfte att öka muskelmassa och styrka.</p>	<p>Vikten förändrades inte i någon av grupperna, men TG ökade sin fettfria massa.</p>	<p>TG ökade sin styrka i bänk- och benpress.</p>	<p>-</p>	<p>I TG sjönk det systoliska BT, ingen av grupperna uppvisade några förändringar i det diastoliska BT. Ingen av grupperna visade några förändringar i puls vid arbetsprov.</p>
--	---	---	---	--	----------	--

<p>Dorgo S. et al. 2009</p>	<p>373 st. normalviktiga ungdomar. Ålder: cirka 16 år.</p> <p><u>Träningsgrupper (TG):</u></p> <table border="1" data-bbox="371 336 714 616"> <tr> <td data-bbox="371 336 521 616"> <p><u>MRT</u> 67 st. Skolidrott och MRT.</p> </td> <td data-bbox="521 336 714 616"> <p><u>MRT + Uthåll.</u> 74 st. Skolidrott, MRT och uthållighets-träning.</p> </td> </tr> </table> <p><u>Kontrollgrupp (KG):</u> 232 st. Utför skolidrott.  Stort avhopp.</p>	<p><u>MRT</u> 67 st. Skolidrott och MRT.</p>	<p><u>MRT + Uthåll.</u> 74 st. Skolidrott, MRT och uthållighets-träning.</p>	<p>Alla grupperna tränade 3 ggr/vecka á 80 min under 18 veckor. <u>MRT:</u> 10-15 min uppvärmning och stretch. 20-30 min MRT övningar, resterande tid skolidrott. MRT övningarna görs 2-4 set med 8-14 reps. Progression efter träningsplan.</p> <p><u>MRT + Uthåll:</u> Träningen var upplagd som för MRTgruppen, men 20-30 min avsattes för uthållighetsträning (t.ex. gång, löpning, step, kickboxning).</p> <p><u>Kontrollgrupp:</u> Utförde vanlig skolidrott (t.ex. tennis, golf, fotboll)</p> <p>Sex utvärderingstester gjordes. Mätningar gjordes innan träningsperioden började, efter 9 veckor och efter träningsperiodens slut.</p>	<p>Ingen förändring i kroppssammansättning i någon av grupperna.</p>	<p>I rygglyft visade MRT+ uthåll störst förbättring efter 8 v, i slutet av perioden syntes ingen skillnad mellan de två TG.</p>	<p>-</p>	<p>I 1 mile-run visade båda TG signifikanta förbättringar, dock visade MRT+uthåll störst utveckling från start</p>
<p><u>MRT</u> 67 st. Skolidrott och MRT.</p>	<p><u>MRT + Uthåll.</u> 74 st. Skolidrott, MRT och uthållighets-träning.</p>							

