

Sondre Riksfjord

Effekten av kortvarig styrketrening på metabolsk helse og kroppssammensetning: *En randomisert kontrollert pilotstudie*

Masteroppgave i Bevegelsesvitenskap

Veileder: Marius Steiro Fimland

Mai 2019

Sondre Riksfjord

**Effekten av kortvarig styrketrening på
metabolsk helse og
kroppssammensetning: *En randomisert
kontrollert pilotstudie***

Masteroppgave i Bevegelsesvitenskap
Veileder: Marius Steiro Fimland
Mai 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for medisin og helsevitenskap
Institutt for nevromedisin og bevegelsesvitenskap

Forord

Denne masteroppgaven er endestykke i min master i bevegelsesvitenskap ved NTNU, Trondheim. Prosessen har vært lang, stressende, slitsom og frustrerende, men samtidig vært ekstremt givende, motiverende og spennende. Jeg har lært en hel del gjennom dette masterprogrammet, både av faglig kunnskap, og om meg selv på godt og vondt. Sluttresultatet er langt ifra mitt alene og hadde ikke vært mulig uten drahjelp fra flere mennesker som har hjulpet meg underveis.

Først og fremst vil jeg takke min veileder Marius Steiro Fimland og biveiledere Vegard Moe Iversen og Arnt Erik Tjønnå for veiledning og støtte gjennom hele skriveprosessen. Deres hjelp verdsettes enormt. En takk må også rettes til Per Bendik Wik for tilrettelegging og bistand under gjennomføring av prosjektet.

Jeg vil også takke mine medstudenter for to spennende år med delt frustrasjon og delt glede gjennom tiden som har gått.

Jeg kommer heller ikke utenom en takk til biblioteket for medisin og helse på Kunnskapssenteret for plassen jeg har tatt de siste par årene. Tilnærmet lik umenneskelige mengder med kunnskap har blir prosessert og tilegnet av undertegnede i deres omgivelser.

En siste takk rettes til familie og venner som har støttet og motivert meg til å fullføre noe jeg selv aldri kunne sett for meg for fem år siden. Takk for forståelse og tålmodighet gjennom hele prosessen.

Trondheim, mai 2019.

Sammendrag

Bakgrunn: Overvekt, fedme og inaktivitet er et økende problem globalt, og er årsaker til millioner av dødsfall hvert år i tillegg til en enorm global kostnad. Muskelmasse har vist seg å ha en negativ korrelasjon med generell dødelighet. Store mengder underhudsfett og abdominalt fett har vist seg å redusere insulinsensitivitet og videre øke risikoen for kardiovaskulære lidelser. Til tross for at styrketrening i første omgang ikke fremmer vektreduksjon kan styrketrening øke muskelmasse og redusere fettmasse uavhengig av vektreduksjon. Tidsmangel er en av hovedårsakene til fravær av trening blant individer i risikogruppen for å utvikle livsstilssykdommer. Målet for denne studien er å undersøke effekten av kortvarig styrketrening uten avansert utstyr på kroppssammensetning og metabolsk helse hos inaktive, overvektige individer.

Metode: Totalt ble 19 inaktive, overvektige individer inkludert i studien og tilfeldig fordelt til kontrollgruppe (n=9) eller treningsgruppe (n=10). Treningsgruppen ble satt til å gjennomføre 12 minutter styrketrening hver dag (minst to veiledede økter i uken) i seks uker. Kontrollgruppen fortsatte som tidligere. Endring i kroppssammensetning og metabolske helseparametre ble målt.

Resultat: Treningsgruppen så en statistisk signifikant reduksjon i fettmasse (snitt: -1.62 [95% KI: -3.18, -0.60], $P = .042$) og kroppsvekt (snitt: -2.50 [95% KI: -4.29, -0.71], $P = .006$) sammenlignet med kontrollgruppen etter seks uker intervensjon. Ingen signifikant endring mellom gruppene var synlig i noen av de resterende utfallsmålene.

Konklusjon: Kortvarig styrketrening uten avansert utstyr kan ha positiv effekt på fettmasse og kroppsvekt hos inaktive, overvektige individer, men ser ikke ut til å ha effekt på muskelmasse eller metabolske helsevariabler.

Innhold

1.0 Introduksjon	5
2.0 Metode	8
2.1 Studiedesign	8
2.2 Deltakere	8
2.3 Måling og måleinstrument	10
2.3.1 Kroppsanalyse - InBody720	10
2.3.2 Blodprøver	10
2.3.3 Antropometriske mål	11
2.4 Protokoll for styrketrening	11
2.5 Statistisk analyse	13
3.0 Resultat.....	14
3.1 Deltakernes karakteristik.....	14
3.2 Utfallsmål.....	14
4.0 Diskusjon	18
4.1 Styrker og svakheter.....	18
4.2 Styrketrening og kroppssammensetning	19
4.3 Styrketrening og metabolsk helse	22
5.0 Konklusjon	24
Referanser	25

1.0 Introduksjon

Overvekt og fedme er et økende globalt problem som treffer alle aldersgrupper. Verdens helseorganisasjon (WHO) estimerte at om lag 2.2 milliarder mennesker globalt er overvektige hvorav om lag 700 millioner lider av fedme per 2016. Prevalensen av fedme er nesten tredoblet sammenlignet med 1975 og estimeres til å være årsaken til 2.8 millioner dødsfall hvert år (WHO, 2018). Videre anslås det at fedme utgjør en global kostnad på 16 tusen milliarder kroner hvert år (McKinsey, 2014). Fedme defineres ofte ved hjelp av kroppsmasseindeks (BMI; kroppsvekt delt på kvadratrot av høyde) ≥ 30 . En sunn/normal BMI defineres som mellom 18.5-24.9 kg/m² og overvektig som BMI fra 25-29.9 kg/m². Det er en sterk korrelasjon mellom BMI og risiko for kardiovaskulære lidelser som gjør dette til et egnet mål for å måle overvekt og fedme på populasjonsnivå (Dudina et al, 2011). Likevel tar BMI utgangspunkt i total vekt uten å vurdere hva vekten består av som kan gjøre vurderingen av helserisiko på grunnlag av BMI unøyaktig på individnivå. Store mengder underhudsfett og abdominalt fett har vist seg å bidra til å desensitivisere insulinreseptorer som hemmer opptak av glukose i skjelettmuskulatur som videre kan øke risikoen for kardiovaskulære lidelser (Makki, Froguel & Wolowczuk, 2013). Et større fokus på total fettmasse anbefales derfor for en mer nøyaktig vurdering av helserisiko (Zeng, Dong, Sun, Xie & Cui, 2012).

Fysisk inaktivitet er et stadig økende problem som har vist seg å øke risikoen for utvikling av en rekke helseutfordringer. Det estimeres at inaktivitet alene står for 6-10% av grunnen til koronar hjertesykdom, type-2 diabetes og tidlig død (Lee et al, 2012). Fra år 1970 til 2000 har jobber som stiller lave krav til fysisk aktivitet (hovedsaklig kontorjobber) mer enn doblet i antall fra 2 av 10 til over 4 av 10 (Owen, Sparling, Healy, Dunstan & Matthews, 2010). Tall fra Statistisk sentralbyrå viser at 59% av yrkesaktive i Norge har stillesittende jobber per 2013 (SSB, 2013). Individuer med stillesittende jobber som eksempelvis bussjåfør eller markedsføring via telefon har rundt dobbelt så høy rate av hjerte- og karsykdom sammenlignet med mer aktive jobber som konduktør eller postbud (Morris, Heady, Raffle, Roberts & Parks, 1953). I tillegg til et økt antall stillesittende jobber når kun én av tre voksne globale anbefalinger for fysisk aktivitet som er 150 minutter moderat intensitet i uken (U.S. Department of Health and Human Services, 2011) som gjør tiltak for å fremme fysisk aktivitet viktigere enn noen gang.

American college of sports medicine (2009) anbefaler også 150 minutter fysisk aktivitet med moderat intensitet i uken for vektreduksjon for individer med fedme, og 200-300 minutter i uken for langsiktig vektreduksjon. Hovedfokuset i anbefalinger for vektreduksjon ligger på utholdenhetstrening, som viser seg å gi et høyere energiforbruk per treningsøkt enn styrketrening (Donnelly et al, 2009). Videre poengteres det av styrketrening i utgangspunktet ikke fremmer vektreduksjon, men kan øke muskelmasse

og redusere fettmasse som assosieres med redusert helserisiko. Med andre ord kan styrketrening redusere risiko for sykdom og mortalitet uten å påvirke BMI. Anbefalt belastning for optimal muskelhypertrofi er i hovedsak 6-12 RM (repetisjon maksimum) som vil si belastningen et individ klarer å løfte 6-12 repetisjoner med maksimal anstrengelse (American College of Sports Medicine, 2009). Likevel har tidligere forskning sett tilsvarende muskelhypertrofi etter trening med lavere belastning (Tanimoto & Ishii, 2006; Mitchell et al, 2012) så lenge muskulær utmattelse er nådd. Dette legger grunnlag for å tro at høy belastning ikke er nødvendig for optimal muskelhypertrofi, i hvert fall på kort sikt. Et dose-respons forhold mellom treningsvolum og muskelhypertrofi hos både trente og utrente, unge friske individer har blitt foreslått i flere studier (Schoenfeld et al, 2019; Heaselgrave, Blacker, Smeuninx, McKendry & Breen 2019; Figueiredo, Salles & Trajano 2017). Forskning gjort på effekten av styrketrening med lavt volum på metabolsk helse og kroppssammensetning på inaktive, overvektige individer er imidlertid ikke like godt representert. Barbalho et al (2017) undersøkte effekten av 12 uker styrketrening med høyt volum sammenlignet med lavt volum på midjeomkrets og kroppssammensetning hos eldre, utrente kvinner. Trening med både høyt ukentlig volum (24-30 sett) og lavt ukentlig volum (12-18 sett) observerte en reduksjon i fettmasse og midjeomkrets uten signifikant forskjell mellom gruppene. Radaelli, et al(2013a) observerte statistisk signifikant muskelvekst av styrketrening med både fire ukentlige serier og tolv ukentlige serier i albuefleksorene hos eldre, utrente kvinner uten noen signifikant forskjell mellom gruppene.

Skjelettmuskulatur er kroppens viktigste organ for glukoseopptak og fettoksidasjon samtidig som det utgjør en viktig del av hvilemetabolismen (Strasser & Schobersberger, 2010) som gjør at økt muskelmasse alene vil kunne ha en positiv effekt på metabolske helsevariabler. En kohortstudie gjennomført av Abramowitz et al (2018) viste en tydelig sammenheng mellom lite muskelmasse og økt generell dødelighet. Tidligere forskning indikerer at også vedlikehold av stor muskelmasse kan redusere metabolske risikofaktorer som dyslipidemi, overvekt og T2D, som assosieres med kardiovaskulære lidelser (Hurley et al, 1988; Braith & Stewart, 2006; Williams et al, 2007). Ved siden av muskelhypertrofi som en langvarig effekt av styrketrening (Schoenfeld, 2010) vil en enkelt treningsøkt kunne gi en akutt effekt på insulinsensitivitet og glukosetransport. Insulinreseptorer aktiveres i cellemembranen for økt glukosetransport som et resultat av trening. Insulinuavhengig glukosetransport skjer gjennom aktivering av AMP-aktivert protein kinase (AMPK) som øker GLUT4 aktivitet i cellen. Under trening vil glukosetransport hovedsakelig skje via AMPK-aktivering og GLUT4 aktivitet, uavhengig av insulin, og varer normalt mellom 3-6 timer etter endt treningsøkt. Dette resulterer i et redusert behov for insulin og videre at insulinsensitiviteten i muskelcellene øker (Steinacker, Lormes, Reissnecker & Liu, 2004). Hva gjelder triglyseridnivå og kolesterol ser det ut til å være et dose-respons forhold mellom styrketrening og effekt

(Mann, Beedie & Jimenez, 2014). Økt HDL-kolesterol ser også ut til å være den første og tydeligste responsen til styrketrening (Kesaniemi, Danforth, Jensen, Kopelman, Lefèbvre, Reeder, 2001). Selv om mekanismene ikke er fullstendig forstått ser det ut til at trening øker muskelens evne til å nyttiggjøre seg av lipider i blodet, som igjen reduserer triglyseridnivå og total kolesterol (Earnest et al, 2013).

Tidsmangel er en av hovedårsakene til fraværet av trening for individer i risikogruppen for utvikling av livsstilssykdommer (Korkiakangas, Alahuhta & Laitinen, 2009), som belyser behovet for mindre tidkrevende trening. I en hverdag hvor trening blir nedprioritert på grunn av tidsmangel kan nettopp kortvarig styrketrening uten avansert utstyr være mer tiltalende enn organisert trening eller trening på treningsstudio. Tidligere forskning har sett på effekten av styrketrening med lavt volum på kroppssammensetning og metabolsk helse hos trente eller aktive, individer (Gießing, et al, 2016; Radaelli, Fleck, Leite, Leite, Pinto, Fernandes & Simao, 2015) eller hos eldre, inaktive individer (Fisher, Steele, Gentil, Giessing, Westcott, 2017). Mattar, Farran & Bakhour, (2017) undersøkte effekten av syv minutter styrke- og utholdenhetstrening på kroppssammensetning på normalvektige, utrente individer. Det ser ikke ut til å være noen studier per i dag som ser spesifikt på effekten av kortvarig styrketrening på kroppssammensetning og metabolsk helse for inaktive, overvektige. Målet med denne studien er derfor å kartlegge effekten av kortvarig styrketrening uten avansert utstyr på kroppssammensetning og metabolsk helse på inaktive, overvektige individer.

2.0 Metode

2.1 Studiedesign

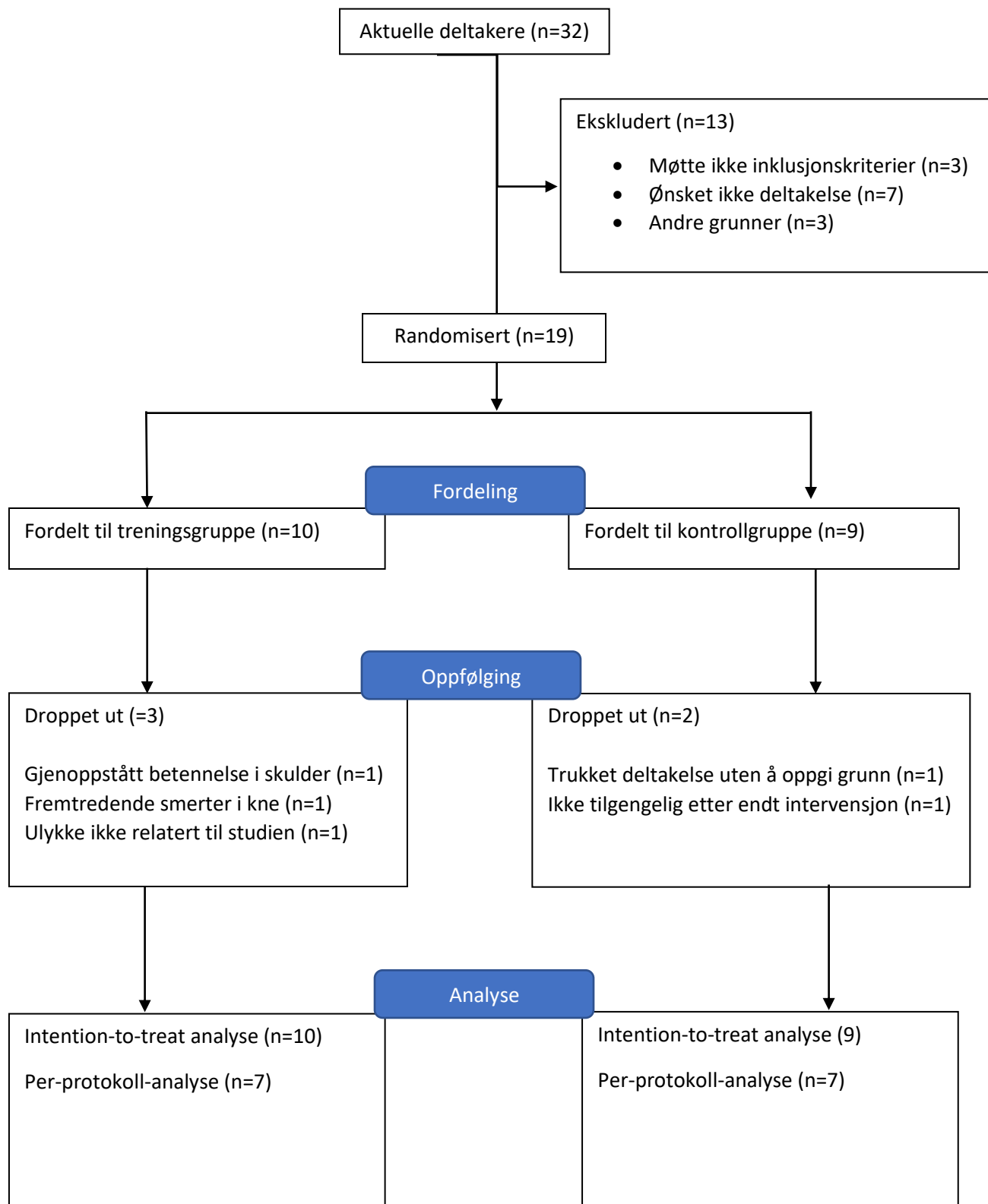
Denne studien ble gjennomført som en randomisert, kontrollert studie (RCT). Studiet ble godkjent av Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK) 2018/1514. Denne RCTen ble gjennomført i NTNU sine lab-lokaler ved St. Olavs hospital, Trondheim, Norge. Deltakernes karakteristikker ble registrert ved baseline, mens utfallsmål ble målt ved baseline og etter seks ukers intervensjon.

2.2 Deltakere

Nitten overvektige, inaktive frivillige menn og kvinner ble rekruttert til studien. I rekrutteringsprosessen gjennomgikk alle deltakere måling av høyde, vekt, kroppssammensetning og blodverdier. Inklusjons- og eksklusjonskriterier, og et standardisert spørreskjema ble gjennomgått for kartlegging av aktivitetsnivå, og for å avgjøre hvor vidt deltakerne var egnet for studien.

Deltakere ble tilfeldig fordelt i intervensjonsgruppen eller kontrollgruppe med følgende kriterier oppfylt; Inklusjonskriterier for studien er 1) alder mellom 20-70 år, 2) fysisk inaktiv, 3) BMI ≥ 25 . Eksklusjonskriterier for studien var 1) nylig hjerteinfarkt (<4 uker), 2) ukompensert hjertesvikt, 3) pulmonale lidelser, 4) ukontrollert hypertensjon (medisinert), 4) nyresvikt, 5) ortopediske/nevrologiske begrensninger, 6) kardiomyopati, 7) planlagt operasjon under studieperioden, 8) narkotika- eller alkoholmisbruk, 9) deltagelse i en annen studie i samme tidsrom, 10) insulinavhengig diabetes, 11) pacemaker. Randomiseringsprosessen ble gjennomført ved hjelp av et nettbasert randomiseringsprogram tilgjengelig via Enheten for anvendt klinisk forskning, NTNU. Deltakere i intervensjonsgruppen fulgte et treningsprogram designet for kortvarig trening uten avansert utstyr.

Deltakere ble rekruttert via annonsering på Facebook og brosjyrer i nærområdet av St. Olavs hospital i Trondheim. Figur 1 viser rekrutteringsprosessen. Samtlige deltakere signerte et samtykkeskjema før studiestart. Deltakerne ble tilfeldig fordelt, stratifisert på kjønn, til intervensjonsgruppe (INT, n=10) eller kontrollgruppe (KON, n=9).



Figur 1. Flytskjema, rekrutering

2.3 Måling og måleinstrument

All testing ble gjennomført ved Hjerte-lunge-senteret ved St. Olavs hospital. Testene for hver enkelt person ble gjennomført samme dag mellom kl. 07:00 og 11:00. Deltakerne møtte til måling minst ti timer fastende fra dagen før med hensyn til blodprøvetaking, men fikk beskjed om at små mengder vann eller kaffe var tillatt så sant dette var uten tilsatte kalorier. Utfallsmålene i denne studien er forskjellen i endring mellom intervensjonsgruppe og kontrollgruppe i kroppssammensetning (BMI, kroppsvekt, muskelmasse, fettmasse og fettprosent), insulinsensitivitet (blodglukose og C-peptid), triglyseridnivå, HDL-kolesterol og totalkolesterol, fra baseline til seks uker. Blodprøvetaking ble gjennomført fastende i forkant av treningsintervensjon og tidligst 48 timer etter siste trening.

2.3.1 Kroppsanalyse - InBody720

Kroppssammensetning ble vurdert med InBody720. Ved hjelp av bioelektrisk motstandsanalyse sendes svake elektroniske signaler gjennom kroppen og kartlegger totalvekt, muskelmasse, fettmasse og fettprosent med god validitet (Lohne-Seiler et al, 2013). Kroppssammensetning ble vurdert for å kartlegge eventuelle endringer i fettvev og muskelmasse etter endt intervensjon. Målinger av kroppssammensetning ble gjennomført på morgenen for å minimere feilmåling på grunn av mat og drikke. I forkant av målingene ble det bekreftet at deltakerne ikke hadde pacemaker. Høyde, alder og kjønn ble plottet inn i forkant av kroppsanalysen for et mer nøyaktig resultat. Retningslinjer for deltakerne under måling var 1) Deltakere ble anbefalt toalettbesøk så sent som mulig før test, 2) Deltakerne ble bedt til å ha på seg tynne og lette klær (jakke, genser, sko og sokker ble bedt om å fjernes før måling), 3) Strømper/stillongs ble frarådet da målingene gjennomføres barføtt, 4) Deltakere ble bedt om å møte fastende til InBody-målingen da mat blir beregnet som kroppsvekt, 5) Trening på morgenen før analysen var ikke tillatt da dette kan gi midlertidige endringer i kroppssammensetning, 6) Dusj eller badstue rett før analyse ble frarådet (svette kan påvirke kroppssammensetning). Deltakerne ble målt på samme tid av døgnet ved pre- og posttest for å redusere sjansen for tilfeldige variasjoner i målingene.

2.3.2 Blodprøver

Blodprøver ble tatt av helsepersonell med offentlig godkjenning ved prøvetakingspoloklinikken ved St. Olavs hospital. Serumtriglyserid, high density lipoprotein (HDL)- kolesterol, totalkolesterol, glukose og C-peptid ble målt ved avdeling for medisinsk biokjemi. Variasjonskoeffisienten til analysene til de ulike målingene er 1,5% for triglyserider, 1,6% for glukose, 1,6% for HDL-kolesterol, 1,5% for total kolesterol, og 4,5% for C-peptid (St. Olavs hospital, 2017). Citratbehandlet og etylendiamintetraacetat-behandlet blodplasma ble sentrifugert med 1500 rpm i 10 min ved 4°C. Deler av plasmaen ble oppbevart i -80°C for

senere analyse. HOMA-IR (Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance) ble brukt til å estimere insulinsensitivitet, hvor C-peptid ble brukt som et estimat av insulinivå. Blodprøve ble gjennomført på morgenen etter minst 10 timer faste. Deltakere ble bedt om å sitte i ro i minst 10 minutter før blodprøven ble tatt. Prøvene ble gjennomført etter standardisert prosedyre ved prøvetakingspoliklinikken. Blod ble tappet fra blodåre på innsiden av albuen. To ulike måleinstrumenter ble brukt for analyse av plasma. Glukose, HDL-kolesterol, total kolesterol og triglyserid ble målt ved hjelp av Siemens Advia Chemistry XPT. C-peptid ble målt med Siemens DPC Immulite 2000.

2.3.3 Antropometriske mål

Deltakernes høyde ble målt med høydemåler (Seca 222) til nærmeste 0,5 cm. Deltakere ble bedt om å stå barføtt under høydemåleren et par centimeter ifra veggen, hoftebreddes avstand mellom føtter og ansiktet vendt rett frem.

2.4 Protokoll for styrketrening

Veiledet trening ble gjennomført ved NTNU sine lokaler ved St. Olavs Hospital over en seks ukers periode. Deltakere i treningsgruppen ble bedt om å trene syv dager i uken. Fire dager i uken (man, tir, tor, fre) ble det satt opp mulighet for veiledet trening, både formiddag og ettermiddag, med et minimumskrav om deltakelse to økter i uken i snitt. De resterende treningsøktene ble gjennomført hjemme. Programmet besto av fire øvelser; knebøy/utfall, armhevinger, hip thrust og bøtterøing (se nedenfor) som ble gjennomført tre runder. Alle fire øvelsene ble gjennomført fortløpende i ett minutt hver med et minutt pause mellom hver runde. Pausene mellom hver øvelse var ikke lengre enn tiden det tok å bytte øvelse. Veiledet trening foregikk i mindre grupper (1-4 per gruppe) hvor øvelsene ble gjennomført i fellesskap. Oppvarming ble ikke gjennomført grunnet intervensjonens fokus på tidseffektiv trening og relativt lav belastning i de ulike øvelsene. Øktene tok om lag 15 minutter fra start til slutt. Treningen ble tett fulgt opp av undertegnede som er sertifisert personlig trener, og deltakerne ble oppfordret til å trene til midlertidig muskulær utmattelse (manglende evne til å gjennomføre flere repetisjoner med riktig teknikk grunnet muskulær utmattelse). Hver øvelse ble gjennomført med 20-35 repetisjoner. Belastning ble tilpasset med hensikt å nå muskulær utmattelse ved hver øvelse. Små pauser før videre trening var mulig dersom muskulær utmattelse var nådd før ett minutt hadde passert.

Knebøy til stol/utfall: Vektbærende øvelser som gjøres med egen kroppsvekt. Utgangsposisjonen for knebøy er skulderbreddes avstand mellom ben med knær og tær pekende litt ut til sidene. Ut ifra individuell preferanse ble øvelsen tilpasset hver enkelt deltaker. Knebøy gjennomføres med strak rygg gjennom hele øvelsen, vekten på helene og blikket frem. Ønsket sluttposisjon i knebøy er lårbenet paralelt

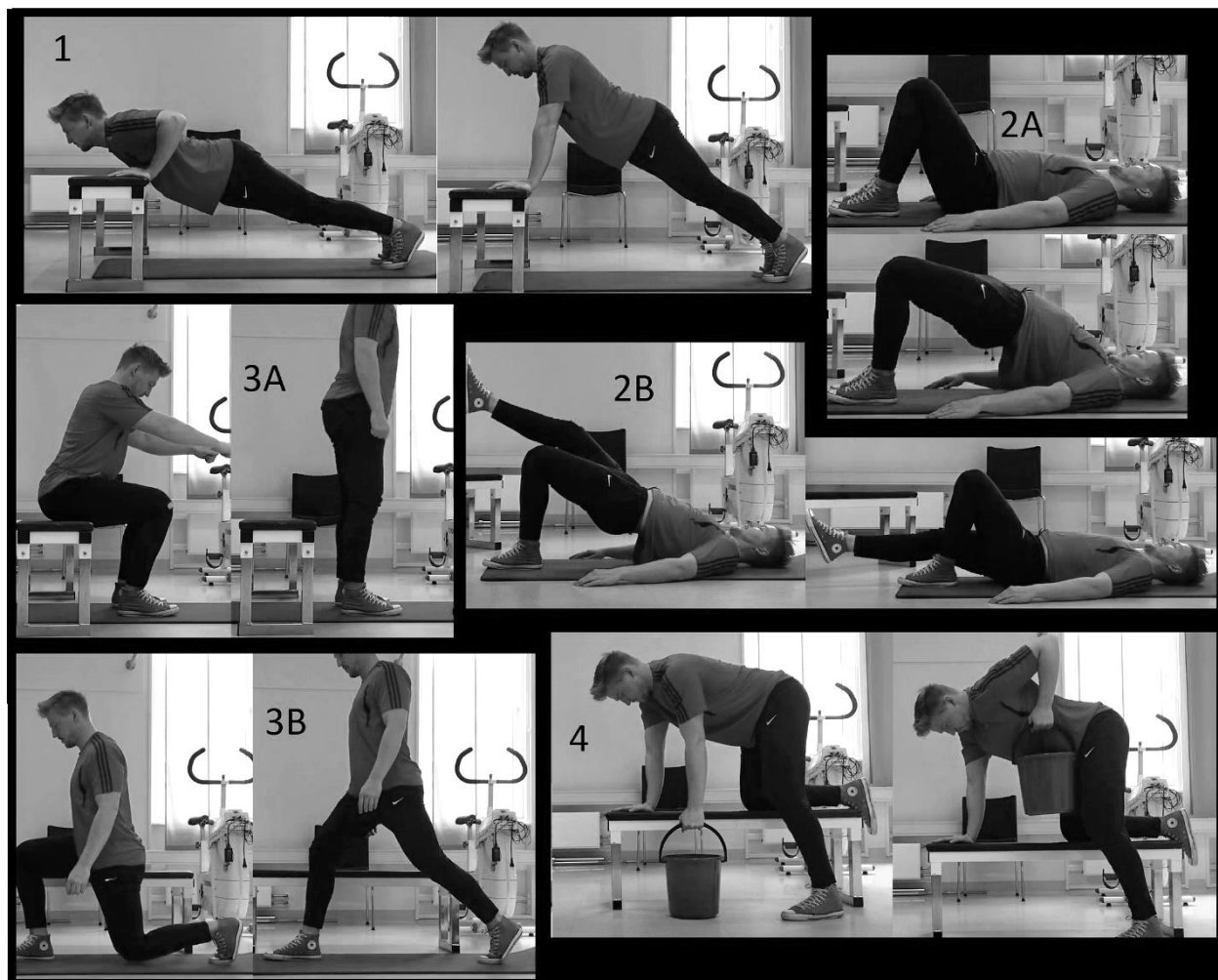
med bakken. For å sørge for riktig teknikk tok deltakere knebøy ned til sittende posisjon på en stol eller benk. Øvelsen ble tilpasset ved å variere høyden på benk/stol, variere bruk av armer, eller variere pausen i bunn av øvelsen. Utfall ble brukt som et tyngre alternativ og gjennomføres 30 sekunder på hvert ben. Startposisjonen er ét ben et godt steg frem. Vekten skal lenes fremover på det fremste benet. Ønsket sluttposisjon er 90 grader i begge kneledd når det bakre kneet treffer bakken.

Armhevninger: Øvelsen ble gjennomført på tærne med skulderbreddes avstand mellom hendene. Korsrygg og nakke opprettholdes i strak positur gjennom hele øvelsen. Ved behov for mer eller mindre belastning i denne øvelsen ble dette tilpasset ved å variere høyden på over- og underkropp. Armhevninger ble gjort flatt på bakken, på benk eller inntil veggen for å tilpasse belastningen til hver enkelt deltaker. Ønsket sluttposisjon er med brystet et par cm fra bakken/benk/vegg.

Bøtterøing: Bøtterøing ble gjennomført med én arm om gangen, 30 sekunder for hver arm. Utgangsposisjon i denne øvelsen er overkroppen framoverlent, omtrent parallelt med bakken, med en hånd på en benk/stol for å avlaste korsrygg, med bøtten i motsatt arm. Bøtten fylt med vann ble løftet i en rett linje helt opp til buken for størst mulig bevegelsesutslag. Ryggen holdes strak og benene i samme posisjon gjennom hele øvelsen. Ønsket sluttposisjon er bøtten løftet opp til buken med albue pekende bakover og skuldre dratt bakover. Belastningen blir avgjort ut ifra hvor mye vann som er i bøtten.

Hip thrust: Utgangsposisjon for denne øvelsen er liggende på ryggen med knær opp og føttene plassert 20-30 cm fra kroppen, pekende nedover. Armene ble liggende passivt ned langs sidene av kroppen. Øvelsen gjennomføres ved at hoften heves opp så høyt som mulig mens skuldre og føtter fortsatt har kontakt med bakken. Topposisjon holdes i et halvt sekund før hoften føres ned igjen. For økt belastning ble øvelsen gjort med ett ben løftet opp fra bakken slik at ett ben løfter hele vekten.

Kontrollgruppen ble oppfordret til å fortsette med samme aktivitetsnivå og kostholdsvaner som tidligere. Etter endt intervensjon fikk deltakere i kontrollgruppen tilbud om en fullstendig innføring i styrketreningsprogrammet og to uker veiledet trening.



Figur 2. Øvelser i styrketreningsprogrammet: (1) armheving, (2A) hipthrust, (2B) hipthrust med ett ben, (3A) knebøy til benk, (3B) utfall, (4) bøtterøing

2.5 Statistisk analyse

Normalfordeling for hver variabel ble vurdert med QQ-plot og histogram. Ikke-normalfordelte variabler ble log-transformert og retransformert før de ble presentert. Intervensjonseffekten på samtlige mål ble vurdert med intention-to-treat analyse og per-protokoll analyse. Forskjell i endring mellom gruppene ble vurdert ved bruk av mixed linear modell. Alle utfallsvariabler ble analysert hver for seg ved å analysere utfallsvariabel som avhengig variabel og intervensjon x tid intraksjonseffekt inkludert som fixed effect, og deltakers ID som random effect. Per-protokoll analyse ble gjort ved å ekskludere deltakere i treningsgruppe og kontrollgruppe som lot være å delta på sluttmåling eller ikke oppfylte kravet om deltakelse på minst to veiledede økter i uken i snitt. Resultater presenteres som gjennomsnitt med tilhørende 95% konfidensintervall. P -verdi ≤ 0.05 ble vurdert til statistisk signifikant. Stata/SE 15.1 (StataCorp LP, USA) ble brukt til å gjennomføre analysene.

3.0 Resultat

Rekruttering av deltakere startet 18. november 2018 og ble avsluttet 11. januar 2019. Totalt ble 32 individer vurdert til deltakelse i studien hvorav 13 ble ekskludert i forkant av baselinetesting. Ved oppstart av studien deltok 19 deltakere på testing hvorav ti ble fordelt til treningsgruppe og ni til kontrollgruppe. Sluttesting ble gjennomført på totalt 14 deltakere, derav syv i treningsgruppe og syv i kontrollgruppe (se figur 1, flytskjema).

3.1 Deltakernes karakteristikk

Tabell 1 viser deltakernes karakteristikk ved baseline. 11% av deltakere hadde BMI mellom 25 og 30, mens 89% av deltakerne hadde BMI over 30, tilsvarende fedme. På grunnlag av spørsmål gjennomført i inkluderingsprosessen («Hvor ofte driver du med mosjon eller trening,» «Hvor hardt mosjonerer/trener du,» «Hvor lenge varer treningen/mosjonen,») ble samtlige inkluderte deltakere definert som inaktive (≤ 30 minutter lett aktivitet sjeldnere enn én gang i uken).

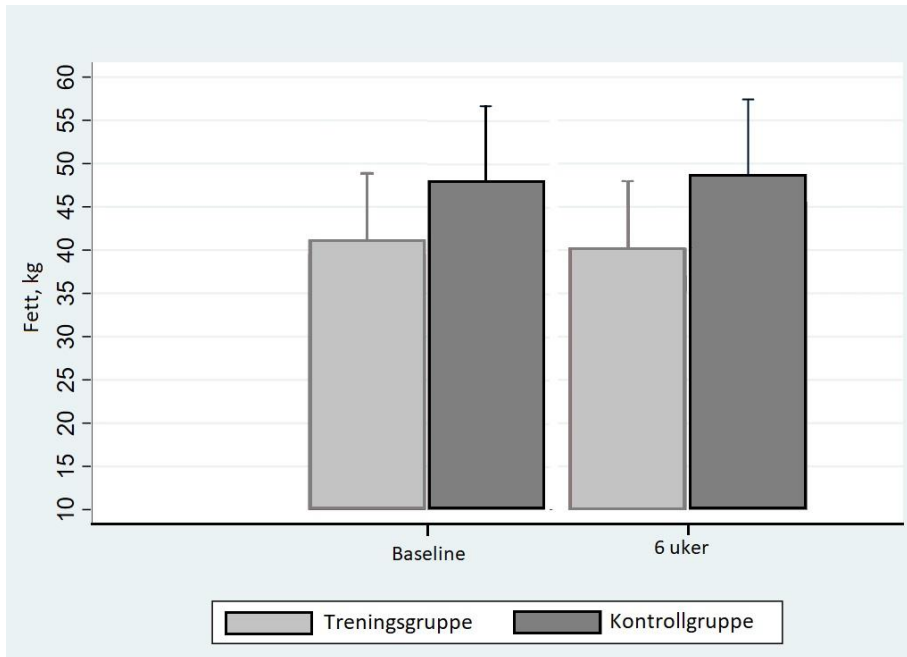
Tabell 1. Deltakernes karakteristikk ved studiestart

Mål, gjennomsnitt (SD)	Kontrollgruppe (N=9)	Treningsgruppe (N=10)
Alder, år	41 (14)	48 (15)
Kvinner, %	66	70
BMI, kg/m ²	36,3 (7,3)	33,2 (3,4)
Høyde, cm	173 (8,5)	174,4 (7,0)
Vekt, kg	108,3 (21,9)	101,4 (14,8)
Fettmasse, kg	48,1 (17)	41,2 (9,0)
Fettprosent, %	41,5 (7,6)	40,5 (5,8)
Muskelmasse, kg	35,4 (4,6)	33,9 (6,5)
Triglyseridnivå, mmol/L	2,40 (3,34)	1,12 (0,48)
Fastende blodglukose, mmol/L	5,72 (2,06)	5,44 (0,53)
C-peptid, nmol/L	1,04 (0,79)	0,80(0,24)
HDL-kolesterol, mmol/L	1,28 (0,30)	1,61(0,23)
Totalkolesterol, mmol/L	5,36 (1,22)	5,44(1,36)
Insulinsensitivitet (HOMA-IR)	2,5 (2,27)	1,82(0,57)

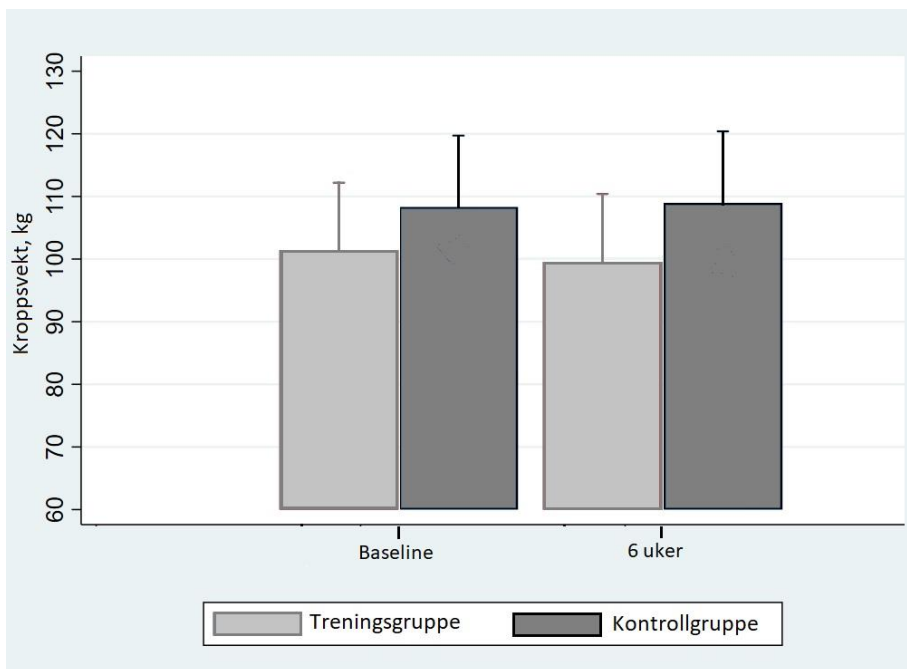
3.2 Utfallsmål

Tabell 2 og 3 viser utfallsmål i henholdsvis intention-to-treat analyse og per-protokoll analyse ved baseline og etter seks uker intervensjon. Resultatene fra intention-to-treat analysen vil bli vektlagt i denne studien. Figur 2 (nedenfor) viser gjennomsnittlig fettmasse ved baseline og ved 6 uker for treningsgruppe og

kontrollgruppe. Endring i fettmasse var signifikant større hos treningsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen etter seks uker intervensjon (snitt: -1.62 [95% KI: -3.18, -0.60], $P = .042$). Treningsgruppen reduserte fettmasse fra 41,2 (33,5; 48,9) fra baseline til 40,3 (32,5; 48,0) etter 6 uker. Kontrollgruppen økte fettmasse fra 48,1 (39,5; 56,7) ved baseline til 48,8 (40,2; 57,4) etter 6 uker. Figur 3 (nedenfor) viser gjennomsnittlig kroppsvekt ved baseline og ved 6 uker for treningsgruppe og kontrollgruppe. Endring i kroppsvekt var signifikant større hos treningsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen (snitt: -2.50 [95% KI: -4.29, -0.71], $P = .006$). Treningsgruppen reduserte kroppsvekt fra 101,4 (90,6; 112,2) ved baseline til 99,5 (88,7; 110,4) etter 6 uker. Kontrollgruppen økte kroppsvekt fra 108,3 (96,9; 119,7) ved baseline til 109,0 (97,6; 120,4) etter 6 uker. Ingen signifikant forskjell mellom gruppene ble funnet i noen av de resterende utfallsmålene.



Figur 2: Gjennomsnittlig fettmasse (kg) ved baseline og 6 uker for treningsgruppe og kontrollgruppe. Vises med 95% konfidensintervall.



Figur 3: Gjennomsnittlig kroppsvekt (kg) ved baseline og 6 uker for treningsgruppe og kontrollgruppe. Vises med 95% konfidensintervall.

Tabell 2. Intention-to-treat analyse

Mål - Gjennomsnitt	Baseline Treningsgruppe (95% KI)	Baseline Kontrollgruppe (95% KI)	Seks uker Treningsgruppe (95%KI)	Seks uker Kontrollgruppe (95%KI)	Differanse mellom grupper (95%KI)	<i>P-verdi</i>
BMI, kg/m ²	33,2 (29,9; 36,5)	36,3 (32,8; 39,7)	31,9 (28,5; 35,2)	36,4 (32,9; 39,9)	-1,53 (-3,22; 0,15)	0,073
Muskelmasse, kg	33,9 (30,6; 37,3)	35,4 (31,8; 38,9)	33,5 (30,1; 36,9)	35,3 (31,7; 38,9)	-0,34 (-1,42; 0,74)	0,536
Fettprosent, %	40,5 (36,6; 44,5)	41,5 (37,3; 45,6)	40,2 (36,2; 44,1)	41,8 (37,6; 46,0)	-0,7 (1,9; 0,5)	0,250
Triglyseridnivå, mmol/L	1,14 (0,70; 1,97)	1,71 (1,04; 2,97)	1,24 (0,74; 2,20)	1,57 (0,94; 2,75)	0,08 (-0,05; 0,21)	0,255
Fastende blodglukose, mmol/L	5,46 (4,84; 6,18)	5,54 (4,88; 6,31)	5,60 (4,94; 6,36)	5,33 (4,68; 6,09)	0,03 (-0,01; 0,06)	0,109
C-peptid, nmol/L	0,81 (0,59; 1,14)	0,91 (0,65; 1,30)	0,96 (0,69; 1,38)	0,97 (0,69; 1,41)	0,04 (-0,04; 0,14)	0,316
HDL-kolesterol, mmol/L	1,61 (1,43; 1,79)	1,28 (1,10; 1,46)	1,62 (1,43; 1,81)	1,27 (1,09; 1,46)	0,01 (-0,14; 0,17)	0,880
Totalkolesterol, mmol/L	5,44 (4,66; 6,23)	5,35 (4,57; 6,14)	5,42 (4,61; 6,23)	5,33 (4,53; 6,14)	0,001 (-0,46; 0,47)	0,996
Insulinsensitivitet (HOMA-IR)	1,85 (1,29; 2,72)	2,06 (1,43; 3,10)	2,22 (1,54; 3,30)	2,22 (1,51; 3,34)	0,05 (-0,05; 0,15)	0,317

Tabell 3. Per-protokoll analyse

Mål – Gjennomsnitt	Baseline Treningsgruppe (95% KI)	Baseline Kontrollgruppe (95% KI)	Seks uker Treningsgruppe (95%KI)	Seks uker Kontrollgruppe (95%KI)	Differanse mellom grupper (95%KI)	<i>P-verdi</i>
BMI, kg/m ²	34,2 (30,3; 38,2)	34,7 (30,7; 38,6)	33,6 (29,7; 37,6)	34,9 (31,0; 38,8)	-0,83 (-1,38; -0,28)	0,003
Vekt, kg	105,8 (92,9; 118,7)	104,1 (91,2; 117,0)	102,5 (89,6; 115,4)	104,7 (91,8; 107,6)	-3,97 (-8,00; 0,06)	0,054
Muskelmasse, kg	35,1 (30,9; 39,1)	35,0 (30,6; 39,5)	34,6 (30,5; 38,8)	35,0 (30,6; 39,4)	-0,40 (-1,39; 0,60)	0,431
Fettmasse, kg	43,4 (33,7; 53,0)	45,0 (34,5; 55,4)	42,4 (32,7; 52,0)	45,7 (35,2; 56,1)	-1,65 (-3,21; -0,09)	0,038
Fettprosent, %	41,0 (36,2; 46,0)	40,0 (35,0; 45,0)	40,7 (35,8; 45,6)	40,3 (35,4; 45,3)	-0,73 (-1,93; 0,47)	0,232
Triglyseridnivå, mmol/L	0,98 (0,54; 1,42)	1,31 (0,91; 1,72)	1,18 (0,74; 1,62)	1,23 (0,83; 1,64)	0,28 (-0,19; 0,76)	0,244
Fastende blodglukose, mmol/L	5,41 (5,07; 5,76)	5,00 (4,64; 5,33)	5,54 (5,20; 5,89)	4,83 (4,49; 5,17)	0,29 (-0,09; 0,66)	0,139
C-peptid, nmol/L	0,81 (0,56; 1,07)	0,74 (0,49; 1,00)	0,97 (0,72; 1,22)	0,84 (0,59; 1,10)	0,06 (-0,12; 0,24)	0,536
HDL-kolesterol, mmol/L	1,53 (1,29; 1,77)	1,26 (1,04; 1,49)	1,55 (1,31; 1,79)	1,25 (1,03; 1,48)	0,02 (-0,14; 0,18)	0,795
Totalkolesterol, mmol/L	4,87 (4,01; 5,72)	5,24 (4,46; 6,03)	4,88 (4,03; 5,73)	5,23 (4,44; 6,01)	0,03 (-0,44; 0,50)	0,897
Insulinsensitivitet (HOMA-IR)	1,85 (1,27; 2,43)	1,63 (1,05; 2,21)	2,22 (1,64; 2,80)	1,86 (1,28; 2,44)	0,14 (-0,29; 0,57)	0,530

4.0 Diskusjon

Målet med denne randomiserte, kontrollerte studien var å undersøke effekten av seks uker styrketrening uten avansert utstyr på kroppssammensetning og metabolske helseparametre. Resultatene indikerer en statistisk signifikant reduksjon i fettmasse og total kroppsvekt etter en seks ukers intervensjon hos treningsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen. En tendens til reduksjon i BMI var også synlig, men nådde ikke statistisk signifikans. Seks uker styrketrening hadde ingen signifikant effekt på metabolske helseparameter eller muskelmasse.

4.1 Styrker og svakheter

Denne studien ble gjennomført som en randomisert, kontrollert studie (RCT), som anses som gullstandarden for å undersøke effekten av en intervensjon. En kontrollgruppe minimerer risikoen for at konfunderende faktorer påvirker resultatene, samtidig som eksponering/behandling er kontrollert. En annen styrke er standardisering av tester gjennomført på deltakerne. Samtlige tester ble gjort etter minst 10 timer faste og i tidsrommet 08:00 og 11:00 ved baseline og post-test.

Denne studien har flere svakheter. Til tross for en relativt lang rekrutteringsfase endte vi på et relativt lavt antall deltakere, i tillegg til en dropout på 26% som reduserer studiens statistiske styrke. I tillegg hadde denne studien en kort intervensjonsperiode og store variasjoner i baselineverdier hos deltakerne som øker sjansen for type-II-feil. Det kan hende dette medfører at virkelige effekter av trening ikke nådde statistisk signifikans. Eksempelvis så treningsgruppen en gjennomsnittlig vektreduksjon på 3,9kg sammenlignet med kontrollgruppen (3,3kg vs. -0,6kg) i per protokoll analysen, som i denne sammenheng kan sees som et betydelig resultat. Likevel nådde ikke resultatene statistisk signifikans, som kan skyldes et lavt antall deltakere. Studien inkluderte inaktive, overvektige individer (BMI>25) og resultatene kan ikke generaliseres til andre populasjoner. Utformingen av studien resulterte i at verken deltakere eller forskere var blindet til fordeling av gruppene. Manglende ressurser resulterte i at forskere ikke var blindet til testing av kroppssammensetning eller analysering av resultater. Taking og analysering av blodprøver ble gjennomført av helsepersonell ved St. Olavs hospital og var derfor blindet for forskerne. En annen svakhet i denne studien er at aktivitetsnivå og kosthold ikke ble målt eller kontrollert verken før eller underveis i studien utenom en muntlig gjennomgang av eksklusjons- og inklusjonskriterier i forkant av studiet. Deltakerne ble oppfordret til å opprettholde kostholdsvaner som tidligere for å se på effekten av trening alene. Vi kan ikke se bort ifra muligheten for at noen deltakere har gjort endringer i kosthold eller aktivitetsnivå i løpet av studien. En annen svakhet ved studien er mengden veiledet trening som ble gjennomført. Treningsprotokollen beskrev 12 minutter styrketrening hver dag i seks uker. Det ble satt opp

mulighet for veiledet trening fire dager i uken med et minimumskrav om deltakelse to økter i uken i snitt for å inkluderes i per-protokoll analysen, som resulterer i store potensielle variasjoner i treningsmengde mellom deltakere i treningsgruppen.

4.2 Styrketrening og kroppssammensetning

Denne studien undersøkte effekten av 12 minutter daglig styrketrening på metabolsk helse og kroppssammensetning for inaktive, overvektige individer. Verken per-protokoll analysen eller intention-to-treat analysen fant noe effekt på muskelmasse etter endt intervensjon. Protokollen samsvarer ikke helt med anbefalinger for fysisk aktivitet, hverken for vektreduksjon eller muskelvekst utenom et fokus på trening til midlertidig muskulær utmattelse som har vist seg som en viktig faktor for muskelvekst. Trening til muskulær utmattelse vil aktivere flere motoriske enheter i muskulaturen, samtidig som metabolsk stress øker som et resultat av muskulær utmattelse som ser ut til å være avgjørende for muskelhypertrofi (Schoenfeld, 2010). Deltakerne i inneværende studie gjennomførte hver øvelse i ett minutt uavbrutt som resulterte mellom 20 og 35 repetisjoner av de ulike øvelsene, tilsvarende moderat belastning. Tidligere forskning har vist til muskelhypertrofi av styrketrening med lav og moderat belastning trent til muskulær utmattelse. Tanimoto og Ishii (2006) observerte en signifikant økning i muskelmasse etter styrketrening med høy (80% av 1RM) og moderat (50% av 1RM) belastning hos unge menn, utført til muskulær utmattelse. Lignende resultater ble vist av Mitchell et al (2012) som observerte signifikant muskelhypertrofi både ved høy (80% av 1RM) og lav (30% av 1RM) belastning hos unge menn. Hennemans prinsipp sier at motoriske enheten aktiveres etter størrelse fra minst til størst når muskelen belastes (Henneman, Clamann, Gillies & Skinner, 1974). Ved relativt lav belastning vil type-1 og delvis type-2a muskelfibre aktiveres. En naturlig tanke kan derfor være at høy belastning er bedre for muskulær hypertrofi fordi dette aktiverer type-2x muskelfibre som har et større potensial for muskelhypertrofi. Med lavere belastning vil type-1 muskelfibre aktiveres først, og når de motoriske enhetene nærmer seg utmattelse vil type-2a og omsider type-2x muskelfibre aktiveres. Den siste repetisjonen av et maksimalt antall løft med submaksimal belastning vil være maksimal intensitet uavhengig av belastning og antall tidligere repetisjoner. Dette legger grunnlag for å tro at høy belastning ikke er nødvendig for optimal muskelhypertrofi. Deltakerne ble oppfordring til å trene til muskulær utmattelse under veiledet trening gjennom hele prosjektet. Det ble ikke gjennomført noe vurdering eller kontroll av treningsintensitet på egentreninger. Som foreslått av Focht (2007) og Cotter, Garver, Dinyer, Fairman & Focht (2017) er en mulig forklaring at både utrente og trente individer kan undervurdere egen kapasitet, og derfor selv velger lavere intensitet og belastning enn nødvendig for muskelhypertrofi. Giessing, Fisher, Steele & Rothe (2014) sammenlignet styrketrening til muskulær utmattelse og styrketrening til selvalgt RM (maks antall

repetisjoner) 2 dager i uken i 10 uker. Gruppen som trente til muskulær utmattelse så signifikant økning i muskelmasse samt signifikant reduksjon i fettmasse og fettprosent. Ingen effekt var synlig i gruppen med selvvalgt RM. Intensitet og belastning i inneværende studie var selvvalgt selv om deltakere ble oppfordret til å trene til muskulær utmattelse, som kan være en medvirkende årsak til fraværet av muskelhypertrofi. Trening ble også gjennomført som sirkeltrening uten pause mellom hver øvelse som kan ha påvirket valg av intensitet hos deltakere.

Treningsvolum er en annen vesentlig faktor for muskelhypertrofi. Treningsprotokollen beskrev 12 minutter styrketrening om dagen som tilsvarer et lavt ukentlig volum. Tidligere forskning har sett på styrketrening med lavt treningsvolum med varierende resultater. Schoenfeld et al, (2019) sammenlignet effekten av lavt, moderat og høyt treningsvolum, henholdsvis ett, tre og fem sett per øvelse, på muskelhypertrofi hos trente menn. Resultatene viste et dose-respons forhold mellom treningsvolum og muskelhypertrofi. Mitchell et al, (2012) så signifikant større muskelhypertrofi av tre sett gjennomført med høy intensitet (80% av 1RM) sammenlignet med ett sett med samme intensitet hos unge, aktive menn. Lignende resultater ble vist av Radaelli et al, (2015) som sammenlignet effekten av lavt, moderat og høyt treningsvolum på muskelhypertrofi i overkroppen hos utrente, men aktive, unge menn. Gruppen med høyt treningsvolum viste en signifikant større endring i muskelmasse sammenlignet med gruppen med lavt treningsvolum. Tre ulike studier gjennomført av Radaelli et al, (2013a,b, 2014) så likevel ingen signifikant forskjell ved sammenlikning av lavt volum (fire ukentlige sett) og høyt volum (tolv ukentlige sett) på muskelhypertrofi i overkroppen, målt i albuefleksorene hos eldre damer. Samtlige studier så signifikant økning i muskelhypertrofi i begge grupper etter endt intervensjon uten noen signifikant forskjell mellom gruppene. Muskelhypertrofi i albuefleksorer har ikke nødvendigvis en nevneverdig effekt på kroppssammensetning eller metabolsk helse, men kan være en indikasjon på hvordan muskulatur responderer til styrketrening. Ut ifra dette ser det ut til at fysiologisk utgangspunkt kan være medvirkende faktor for effekt av styrketrening. Overnevnte studier kan sees i sammenheng med Selyes prinsipp om generell tilpassing som sier at kroppens stressrespons tilsvarer mengden stress den blir utsatt for (Elsenbruch & Enck, 2017). Et relativt lavt stimuli resulterer i en relativt lav stressrespons. Med andre ord vil individer med et bedre fysiologisk utgangspunkt kreve et større stimuli for å oppnå samme respons. Ut ifra estimerte normalverdier av muskelmasse er mengden muskelmasse hos deltakerne høyere enn normalt eller i øvre sjiktet av normalverdi som kan bety behov for mer stimuli for å oppnå muskelhypertrofi.

Regulering av muskelmasse er et resultat av små endringer i netto proteinbalanse i muskulaturen over tid. Det vil si differansen mellom proteinsyntese og nedbryting av protein i muskulaturen. Positiv proteinbalanse er en nødvendighet for muskelhypertrofi. Proteinsyntesen i muskulaturen øker som et resultat av trening, men tilstrekkelig og regelmessig proteininntak er nødvendig for positiv proteinbalanse, og videre muskelhypertrofi (Burd, Tang, Moore & Phillips, 2009). Det ble ikke gjennomført noe kostholdsanalyse eller kostholdsveiledning i forkant av- eller underveis i studien som kan ha resultert i at proteinbalansen i intervensjonsperioden ikke var tilstrekkelig for optimal muskelhypertrofi.

Inneværende studie så ingen endring i muskelmasse, men en statistisk signifikant reduksjon i fettmasse og total vekt hos treningsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen etter seks uker intervensjon. Vektreduksjon av klinisk signifikans ser imidlertid ut til å være 5-10% av opprinnelig vekt, selv om 3-5% vektreduksjon har indikert reduksjon i generell helserisiko (Donnelly et al, 2009). American College of Sports Medicine (2009) påpeker at styrketrening i hovedsak vil resultere i muskelhypertrofi og kan redusere fettmasse, men ikke vektreduksjon. Utholdenhetstrening ser ut til å være en mer naturlig fremgangsmåte for reduksjon i fettmasse og total vekt (Willis et al, 2012). Avila, Gutierrez, Sheehy, Lofgren & Delmonico (2010) sammenlignet effekten av kostholdsveiledning med eller uten styrketrening med moderat belastning på overvektige eldre. Det var ingen signifikant forskjell i vektreduksjon mellom gruppene etter ti uker. Gruppen med kostholdsveiledning og styrketrening så likevel en signifikant større reduksjon i fettmasse og signifikant større økning i fettfri masse sammenlignet med gruppen uten styrketrening. Med tanke på den negative korrelasjonen mellom muskelmasse og generell dødelighet kan det se ut som at styrketrening i kombinasjon med kostholdsendringer gir en større helsegevinst enn diett alene grunnet positiv endring i kroppssammensetning, uavhengig av vektreduksjon. Styrketrening har vist seg å forhindre tap av muskelmasse ved vektreduksjon som et resultat av kalori restriksjon (Sardeli et al, 2018; Cava, Yeat & Mittendorfer, 2017). En studie gjennomført av Hunter et al, (2008) sammenlignet vektreduksjon ved kalori restriksjoner sammen med styrketrening, utholdenhetstrening eller ingen trening på overvektige kvinner. Samtlige grupper så en signifikant reduksjon i totalvekt og fettmasse. Gruppen med kalori restriksjoner alene eller sammen med utholdenhetstrening så en signifikant større reduksjon i fettfri masse sammenlignet med gruppen som gjennomførte styrketrening. En mulig forklaring på fraværet av muskelhypertrofi i inneværende studie kan være en bevist eller ubevist endring i kosthold som et resultat av trening. En longitudinell studie gjennomført av Jayawardene, Torabi & Lohrmann (2016) undersøkte sammenhengen mellom aktivitetsnivå og inntak av frukt og grønnsaker hos unge voksne. Studien så størst økning i inntak av frukt og grønnsaker hos gruppen som økte aktivitetsnivå mest over tid, som foreslår en sammenheng mellom treningsmengde og endring i kostholdsvaner. Teorien om triadisk

innflytelse (Flay & Petraitis, 1994) forklarer at endret adferd kan resultere i ytterligere endringer med samme hensikt. Dette blir omtalt som «transfer effect» og forklares som dersom to ulike adferdsendringer påvirker samme formål vil det være lettere for individer å bruke kunnskap de inneholder fra ulike domener for å oppnå et satt mål (Barnett & Ceci, 2002). Med andre ord kan fysisk aktivitet, som et tiltak for bedre helse/vektreduksjon, gjøre det lettere for individer å forbedre kostholdsvaner for å tjene samme hensikt.

4.3 Styrketrening og metabolsk helse

Inneværende studie så ingen effekt av treningsintervensjonen på noen av de metabolske helseparametere som ble målt. Tidligere forskning indikerer likevel at økt HDL-kolesterol er den første og tydeligste responsen til styrketrening, uavhengig av belastning (Kesaniemi et al, 2001; Tambalis, Panagiotakos, Kavouras & Sidossis, 2009). Vatani, Ahmadi, Dehrashid & Gharibi (2011) undersøkte effekten av styrketrening med ulik treningsbelastning i seks uker på lipidprofil. Deltakere i studien ble fordelt på to grupper hvor den ene gruppen trente med moderat belastning (45-55% av 1RM) og den andre gruppen trente med høy belastning (80-90% av 1RM). Signifikant reduksjon i LDL-kolesterol og totalkolesterol var synlig i begge grupper uten noen signifikant forskjell mellom de to gruppene. Signifikant økning i HDL-kolesterol var likevel bare synlig i gruppen med høy belastning. En studie gjennomført av Lira et al, (2010) sammenlignet effekten av styrketrening på HDL-kolesterol med ulik belastning (50% av 1RM, 75% av 1RM, 90 % av 1RM og 110% av 1RM). Signifikant økning i HDL-kolesterol etter trening var synlig i gruppene med moderat belastning (50% av 1RM) og høy belastning (75% av 1RM) med en signifikant større endring enn gruppen med eksentrisk muskelbruk (110% av 1RM). Kesaniemi et al, (2001) påpeker at baselineverdier har en vesentlig betydning for treningens effekt på HDL-kolesterol. Lavere verdier av HDL-kolesterol er assosiert med en større respons av trening. Baselineverdier til deltakere i inneværende studie var godt innenfor normalverdier både for kontrollgruppen (1.28, KI: 1.10, 1.46) og treningsgruppe (1.61, KI: 1.43, 1.79), likevel noe høyere for treningsgruppen som kan redusere forventet og ønsket effekt av trening på HDL-kolesterol. I tillegg hadde også inneværende studie et lavere ukentlig treningsvolum enn overnevnte studier.

Ingen signifikant effekt av styrketrening på blodglukosenivå eller insulinsensitivitet var synlig i inneværende studie. En studie gjennomført av Shaibi et al, (2006) undersøkte effekten av 16 uker styrketrening på insulinsensitivitet hos overvektige, unge voksne menn. Studien fant en signifikant større økning i insulinsensitivitet hos treningsgruppen sammenlignet med kontrollgruppen uten signifikant reduksjon i fettmasse, men en signifikant økning i fettfri masse. En studie gjennomført av Khoo et al, (2015) så en større effekt på insulinsensitivitet av treningsrelatert vektreduksjon sammenlignet med

vektreduksjon ved diett med lik vektreduksjon i begge grupper. En reviewartikkel gjennomført av Keshel & Coker (2015) påpeker at insulinsensitivitet blir påvirket i størst grad av vektreduksjon. Vektreduksjon som et resultat av kalori restriksjon eller trening ser ut til å ha tilsvarende effekt på insulinsensitivitet, mens treningsrelatert vektreduksjon ser ut til å ha en større effekt. Dette skyldes blant annet ikke-insulinavhengig glukoseopptak i skjelettmuskulatur som et resultat av trening, og en forbedret kroppssammensetning. Store mengder underhudsfett og abdominalt fett har vist seg å bidra til å desensitivisere insulinreseptorer som hemmer opptak av glukose i skjelettmuskulatur (Makki, Froguel & Wolowczuk, 2013). Selv om vektreduksjon som et resultat av kalori restriksjon kan ha stor betydning for insulinsensitivitet kan den medfølgende reduksjonen i fettfri masse redusere glukoseopptak ettersom skjelettmuskulatur er kroppens viktigste organ for nettopp dette (Nicklas et al, 2009). Et viktig punkt å få fram i denne sammenheng er hvilken effekt som er ønskelig av styrketrening. Individuer med glukosenivå og insulinsensitivitet innenfor normalverdier vil kunne skyggelegge eventuelle gunstige effekter av styrketrening hos individer som har større rom for forbedring. Stuart et al, (2017) undersøkte effekten av styrketrening og utholdenhetstrening på insulinsensitivitet. Analyser viste at individer med størst effekt av trening på insulinsensitivitet hadde 29% lavere insulinsensitivitet ved baseline enn individer med minst effekt. Flere studier har sett signifikant effekt av styrketrening på insulinsensitivitet hos type-2 diabetikere og prediabetikere (Brooks et al, 2007; Ibanez et al, 2005; Holten et al, 2004; Di, Iossa & Vendetti, 2017) som naturlig nok har en større helsegevinst enn individer med sunnere blodverdier. Ønsket effekt av trening er å oppnå sunne verdier av blodglukose og insulinsensitivitet, ikke nødvendigvis størst mulig endring. Baselineverdier av fastende blodglukose og insulinsensitivitet var innenfor normalverdier for både treningsgruppen og kontrollgruppen som kan være deler av forklaringen på hvorfor ingen endringer i insulinsensitivitet ble observert. Individuer med baselineverdier utenfor normalen vil være av større klinisk interesse for videre forskning.

5.0 Konklusjon

Kortvarig styrketrening uten avansert utstyr ser ut til å ha gunstig effekt på fettmasse og kroppsvekt for overvektige, inaktive individer, men ser ikke ut til å ha effekt på muskelhypertrofi eller metabolsk helse. Større klinisk interesse vil være å se på effekten av kortvarig styrketrening på individer med større generell helseisiko og mindre gunstige baselineverdier hva gjelder muskelmasse og metabolske helsevariabler. Longitudinelle RCTer på stratifiserte befolkningsgrupper er nødvendig for å kartlegge effekten av kortvarig styrketrening på individer med større behov for endring og større potensiell helsegevinst.

Referanser

- Abramowitz, M. K., Hall, C. B., Amodu, A., Sharma, D., Androgad, L. & Hawkins, M. (2018). Muscle mass, BMI, and mortality among adults in the United States: A population-based cohort study. *PLoS One* 13(4). Doi: 10.1371/journal.pone.0194697.
- Avila, J. J., Gutierrez, J. A., Sheehy, M. E., Lofgren, I. E. & Delmonico, M. J. (2010). Effect of moderate intensity resistance training during weight loss on body composition and physical performance in overweight older adults. *Eur J Appl Physiol* 109(3), 517-25. Doi: 10.1007/s00421-010-1387-9.
- Barbalho, M. S. M., Gentil, P., Izquierdo, M., Fisher, J., Steele, J. & Raiol, R. A. (2017). There are no non-responders to low or high resistance training volumes among older women. *Exp Gerontol* (99), 18-26. Doi: 10.1016/j.exger.2017.09.003
- Barnett, S. M. & Ceci, S. J. (2002). When and where do we apply what we learn?: A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin* 128(4), 612-637. Doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.128.4.612>
- Braith, R. W. & Stewart, K. J. (2006). Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 113(22), 2642-50. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.584060
- Brooks, N., Layne, J., Gordon, P., Roubenoff, R., Nelson, M. & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity on Hispanic older adults with type 2 diabetes. *International Journal of Medical Sciences* 4(1), 19-27. doi: 10.7150/ijms.4.19
- Burd, N. A., Tang, J. E., Moore, D. R., Phillips, S. M. (2009). Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake and sex-based differences. *J Appl Physiol* 106(5), 1692-1701. Doi: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91351.2008>
- Cava, E., Yeat, N. C. & Mittendorfer, B. (2017). Preserving Healthy Muscle during Weight Loss. *Adv Nutr.* 8(3), 511-19. Doi: 10.3945/an.116.014506.
- Cotter, J. A., Garver, M. J., Dinyer, T. K., Fairman C. M. & Focht, B. C. (2017). Ratings of Perceived Exertion During Acute Resistance Exercise Performed at Imposed and Self-Selected Loads in Recreationally Trained Women. *J Strength Cond Res.* 31(8), 2313-18. Doi: 10.1519/JSC.0000000000001782.

- Di Meo, S., Iossa, S. & Venditti, P. (2004). Improvement of obesity-linked skeletal muscle insulin resistance by strength and endurance training. *J Endocrinol*, 234(3), 159-181. Doi: 10.1530/JOE-17-0186
- Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W. & Smith, B. K. (2009). Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. *American College of Sports Medicine* 41(2), 459-71. Doi:10.1249/MSS.0b013e3181949333
- Dudina, A., Cooney, M. T., Bacquer, D. D., Backer, G. D., Ducimetiere, P., Jousilahti, P., ... Garham, I. (2011). Relationships between body mass index, cardiovascular mortality, and risk factors: a report from SCORE investigations. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 18(5), 731-42. doi: 10.1177/1741826711412039
- Earnest, C. P., Artero, E. G., Sui, X., Lee, D., Church, T. & Blair, S. N. (2013). Cross-sectional association between maximal estimated cardiorespiratory fitness, cardiometabolic risk factors and metabolic syndrome for men and women in the Aerobics Center Longitudinal Study. *Mayo Clin Proc*, 88(3), 259-270. Doi: [10.1016/j.mayocp.2012.11.006](https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2012.11.006)
- Elsenbruch, S., & Enck, P. (2017). The stress concept in gastroenterology: from Selye to today. *F1000Research*, 6, 2149. doi:10.12688/f1000research.12435.1
- Figueiredo, V. C., Salles, B. F. & Trajano, G. S. (2017). Volume for Muscle Hypertrophy and Health Outcomes: The Most Effective Variable in Resistance Training. *Sports Med* 48(3), 499-505. Doi: 10.1007/s40279-017-0793-0.
- Fisher J, Steele J, Smith D. (2017). Evidence-based resistance training recommendations for muscular hypertrophy. *Medicina Sportiva*, 17(4):217-235.
- Fisher, J. P., Steele, J., Gentil, P., Giessing, J. & Westcott, W.L. (2017). A minimal dose approach to resistance training for the older adult; the prophylactic for aging. *Exp Gerontol*. (99), 80-86. Doi: 10.1016/j.exger.2017.09.012
- Flay, B. R. & Petraitis J. (1994). The Theory of Triadic Influence: A New Theory of Health Behavior With Implications for Preventive Interventions. *Advances in medical sociology* 4, 19-44.
- Focht, B. (2007). Perceived exertion and training load during self-selected and imposed-intensity resistance exercise in untrained women. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 21(1), 183-7. Doi: 10.1519/R-19685.1

- Giessing, J., Fisher, J., Steele J. & Rothe, F. (2014). The effects of low volume resistance training with and without advanced techniques in trained participants. *The Journal of sports medicine and physical fitness* 56(3).
- Gießsing, J., Fisher, J., Steele, J., Rothe, F., Raubold, K. & Eichmann, B. (2016). The effects of low-volume resistance training with and without advanced techniques in trained subjects. *J Sports Med Phys Fitness*, 56(3), 249-58.
- Heaselgrave, S. R., Blacker, J., Smeuninx, B., McKendry, J. & Breen, L. (2019). Dose-Response Relationship of Weekly Resistance-Training Volume and Frequency on Muscular Adaptations in Trained Men. *Int J Sports Physiol Perform* 14(3), 360-368. Doi: 10.1123/ijsp.2018-0427.
- Henneman, E., Clamann, H. P., Gillies D. J. & Skinner, R. D. (1974). Rank order of motoneurons within a pool: law of combination. *J Neurophysiol.* 37(6), 1338-49. Doi: 10.1152/jn.1974.37.6.1338.
- Holten, M. K., Zacho, M., Gaster, M., Juel, C., Wojtaszewski, J. F. & Dela, F. (2004). Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes*, 53(2), 294-305. Doi: 10.2337/diabetes.53.2.294
- Hunter, G. R., Byrne, N. M., Sirikul, B., Fernández, J. R., Zuckerman, P. A., Darnell, B. A. & Gower B. A. (2008). Resistance Training Conserves Fat-free Mass and Resting Energy Expenditure Following Weight Loss. *Obesity* 16, 1045-1051. Doi: 10.1038/oby.2008.38
- Hurley, B. F., Hagberg, J. M., Goldberg, A. P., Seals, D. R., Ehsani, A. A., Brenna, R. E. & Holloszy, J. O. (1988). Resistance training can reduce coronary risk factors without altering VO₂max or percent body fat. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 20(2), 150-4.
- Ibanez, J., Izquierdo, M., Argüelles, I., Forga, L., Larrión, J. L., García-Unciti, M., Idoate, F. & Gorostiaga, E. M. (2005). Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 28(3), 662-7. Doi: 10.2337/diacare.28.3.662
- Jayawardene, W. P., Torabi, M. R. & Lohrmann, D. K. (2016). Exercise in Young Adulthood with Simultaneous and Future Changes in Fruit and Vegetable Intake. *J Am Coll Nutr.* 35(1), 59-67. Doi: 10.1080/07315724.2015.1022268.

- Kesaniemi, Y. K., Danforth, E. J., Jensen, M. D., Kopelman, P. G., Lefèbvre, P. & Reeder, B. A. (2001). Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc* 33(6), 351-358.
- Keshel, T. E. & Coker R. H. (2015). Exercise Training and Insulin Resistance: A Current Review. *J Obes Weight Loss Ther*, 5(5). Doi: 10.4172/2165-7904.S5-003
- Khoo, J., Dhamodaran, S., Chen, D., Yap, S., Chen, R. Y. & Tian, R. H. (2015). Exercise-Induced Weight Loss Is More Effective Than Dieting for Improving Adipokine Profile, Insulin Resistance, and Inflammation in Obese Men. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, (25), 566-575. Doi: <http://dx.doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0025>
- Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N. & Katzmarzyk, P. T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 380(9838), 219-29. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61031-9.
- Lira, F. S., Yamashita, A. S., Uchida, M. C., Zanchi N. E., Gualano, B., Martins, E., Caperuto, E. C. & Seelaender, M. (2010). Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile.
- Lohne-Seiler, H., Bjørnsen, T., Hetlelid, K., Salvesen, S., Stea, T.H., Paulsen, G. & Berntsen, S. (2013). InBody 720 compared to DEXA for the assesment of bone mineral content, fat%, fat mass, fat free mass, and lean body mass in elderly men.
- Makki, K., Froguel, P. & Wolowczuk, I. (2013). Adipose tissue in obesity-related inflammation and insulin resistance: cells, cytokines, and chemokines. *ISRN Inflamm*. Doi: [10.1155/2013/139239](https://doi.org/10.1155/2013/139239)
- Malik, S., Wong, N. D., Franklin, S. S., Kamath, T. V., L'Italien, G. J., Pio, J. R. & Williams, G. R. (2004). Impact of the metabolic syndrome on mortality from coronary heart disease, cardiovascular disease, and all causes in United States adults. *Circulation*, 110(10). doi: 1245-50. doi: 10.1161/01.CIR.0000140677.20606.0E
- Mann, S., Beedie, C. & Jimenez, A. (2014). Differential Effects of Aerobic Exercise, Resistance Training and Combined Exercise Modalities on Cholesterol and the Lipid Profile: Review, Synthesis and Recommendations. *Sports Medicine* 44(2), 211-221. doi: [10.1007/s40279-013-0110-5](https://doi.org/10.1007/s40279-013-0110-5)

- Mattar, L., Farran, N. & Bakhour, D. (2017). Effect of 7-minute workout on weight and body composition. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 57(10):1299-304. doi: 10.23736/S0022-4707.16.06788-8
- McKinsey Global Institute. (2014). *Overcoming obesity: An initial economic analysis*. Hentet fra: https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Economic%20Studies%20TEMP/Our%20Insights/How%20the%20world%20could%20better%20fight%20obesity/MGI_Overcoming_obesity_Full_report.ashx
- Mitchell, C. J., Churchward-Venne, T. A., West, D. W. D., Burd, N. A., Breen, L., Baker, S. K., Phillips, S. M. (2012). Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *J Appl Physiol* 113(1), 71-7. Doi : 10.1152/jappphysiol.00307.2012.
- Nicklas, B. J., Wang, X., You, T., Lyles, M. F., Demons, J., Easter, L., Berry, M. J., Lenchik, L. & Carr, J. J. (2009). Effect of exercise intensity on abdominal fat loss during calorie restriction in overweight and obese postmenopausal women: a randomized, controlled trial. *Am J Clin Nutr*, 89(4). Doi: 10.3945/ajcn.2008.26938
- Owen, N., Sparling, P.B., Healy, G.N., Dunstan, D.W. & Matthews, C.E. (2010). Sedentary behavior: emerging evidence for a new health risk. *Mayo Clin Proc*, 85(12), 1138-41. Doi: 10.4065/mcp.2010.0444.
- Radaelli, R., Botton, C. E., Wilhelm, E. N., Bottaro, M., Brown, L. E., Lacerda, F., . . . Pinto, R. S. (2014). Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women. *Age (Dordrecht, Netherlands)*, 36(2), 881–892. doi:10.1007/s11357-013-9611-2
- Radaelli, R., Botton, C. E., Wilhelm, E. N., Bottaro, M., Lacerda, F., Gaya, A., . . . Pinto, R. S. (2013b). Low- and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Experimental Gerontology*, 48(8), 710–716. doi:10.1016/j.exger.2013.04.003
- Radaelli, R., Fleck, S.J., Leite, T., Leite, R.D., Pinto, R.S., Fernandes, L. & Simao, R. (2015) Dose-response of 1, 3, and 5 sets of resistance exercise on strength, local muscular endurance, and hypertrophy. *J Strength Cond Res*. 29(5), 1349-58. Doi: 10.1519/JSC.0000000000000758.
- Radaelli, R., Wilhelm, E. N., Botton, C. E., Bottaro, M., Cadore, E. L., Brown, L. E., & Pinto, R. S. (2013a). Effect of two different strength training volumes on muscle hypertrophy and quality in elderly women. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(3), 6–11.

- Sardeli, A. V., Komatsu T. R., Mori M. A., Gáspari A. F. & Chacon-Mikahil, M. P. T. (2018). Resistance Training Prevents Muscle Loss Induced by Caloric Restriction in Obese Elderly Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 10(4) Doi: <https://doi.org/10.3390/nu10040423>
- Schoenfeld, B. (2010). The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(10), 2857-2872. Doi : 10.1519/JSC.0b013e3181e840f3
- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard. R. & Alto, A. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Med Sci Sports Exerc* 51(1), 94-103. Doi: 10.1249/MSS.0000000000001764.
- Shaibi, G. Q., Cruz, M. L., Ball, G. D., Weigensberg, M. J., Salem, G. J., Crespo, N. C. & Goran, M. I. (2006). Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. *Med Sci Sports Exerc.* 38(7), 1208-15. Doi: 10.1249/01.mss.0000227304.88406.0f
- St. Olavs Holsptal. (2017). Medisinsk biokjemi og immunologi. Hentet fra: https://data.stolav.no/labhandboker/Medisinsk_biokjemi/ask/TestFinder.html
- Statistisk sentralbyrå. (2013). Andel som har jobbrelatert helseproblem, jobbrelatert sykefravær og stillesittende arbeid etter yrkesgruppe. Hentet fra <https://www.ssb.no/308666/andel-som-har-jobbrelatert-helseproblem-jobbrelatert-sykefravaer-og-stillesittende-arbeid-etter-yrkesgruppe.prosent>
- Steinacker, J. M., Lormes, W., Reissnecker, S. & Liu, Y. (2004). New aspects of the hormonal and cytokine response to training. *European Journal of Applied Physiology* 91(4), 382-91. doi: 10.1007/s00421-003-0960-x
- Strasser, B. & Schobersberger, W. (2010). Evidence for Resistance Training as a Treatment Therapy in Obesity. *Journal of Obesity* 2011, doi: <https://doi.org/10.1155/2011/482564>
- Stuart, C. A., Lee, M. L., South, M. A., Howell, M. E., Cartwright, B. M., Ramsey, M. W. & Stone, M. H. (2017). Pre-Training Muscle Characteristics of Subjects Who Are Obese Determine How Well Exercise Training Will Improve Their Insulin Responsiveness. *J Strength Cond Res.* 31(3), 798-808. Doi: 10.1519/JSC.0000000000001530

- Tambalis, K., Panagiotakos, D. B., Kavouras S. A. & Sidossis, L. S. (2009). Responses of blood lipids to aerobic, resistance, and combined aerobic with resistance exercise training: a systematic review of current evidence. *Angiology*, 60(5), 614-32. Doi: 10.1177/0003319708324927.
- Tanimoto, M. & Ishii, N. (2006). Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. *J Appl Physiol*, 100(4), 1150-7. Doi: 10.1152/jappphysiol.00741.2005
- U.S. Department of Health and Human Services, 2011. Healthy People 2010. Available at: http://www.cdc.gov/nchs/healthy_people/hp2010.htm.)
- Vatani, S. D., Ahmadi, S., Dehrashid, A. K. & Gharibi, F. (2011). Changes in cardiovascular risk factors and inflammatory markers of young, healthy, men after six weeks of moderate or high intensity resistance training. *J Sports Med Phys Fitness* 51(4), 695-700.
- Williams, M. A., Haskell, W. L., Ades, P. A., Amsterdam, E. A., Bittner, V., Franklin, B. A., ... Steward, K. J. (2007). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical activity, and Metabolism. *Circulation* 116(5), 572-84, doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185214
- Willis, L. H., Slentz, C. A., Bateman, L. A., Shields, A. T., Piner, L. W., Bales, C. W., Houmard, J. A. & Kraus, W. E. (2012). Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *J Appl Physiol* 113(12), 1831-7. Doi: 10.1152/jappphysiol.01370.2011
- World Health Organization. (2018). Obesity and overweight. Hentet fra: <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Zeng Q, Dong SY, Sun XN, Xie J, Cui Y. (2012). Percent body fat is a better predictor of cardiovascular risk factors than body mass index. *Braz J Med Biol Res*, 45(7):591–600. doi:10.1590/S0100-879X2012007500059

