



**UiO : Universitetet i Oslo**

# Trening som osteoporoseprofylakse

## *En litteraturstudie*

Fredrik Molvig Dahl

Prosjektoppgave ved det medisinske fakultet

Veileder: Professor II Cecilie Røe

Institutt for klinisk medisin

Februar 2021



**UiO : Det medisinske fakultet**

## Abstract

Objective: The purpose of this project thesis is to examine the effects of exercise on bone mineral density (BMD) in postmenopausal women, thereby assessing exercise as a preventive measure to osteoporosis. Exercise is investigated both as a primary and secondary prophylaxis.

Methods: PubMed was searched using the following strings, with a filter applied to only find RCTs: 1) “(osteoporosis OR osteopenia) AND (BMD OR bone mineral density) AND (exercise OR training) AND (strength OR resistance)”, which provided 148 matches, 2) “(osteoporosis OR osteopenia) AND (BMD OR bone mineral density) AND (exercise OR training) AND (endurance OR cardiovascular)”, which provided 27 matches, and finally 3) “(BMD OR bone mineral density) AND (exercise OR training)”, which provided 863 matches. Studies were excluded if they were shorter than 26 weeks in duration, featured special patient groups, had inadequate outcome measures or required payment for access to the full article. Criteria for inclusion included BMD-measurements (in g/cm<sup>2</sup>) made by DXA-scanning at the lumbar spine (LS), femoral neck (FN) and/or total hip (TH) region, inactive control group or sham exercise and studies that featured postmenopausal women.

Results: The 26 studies included were analyzed regarding the standardized mean difference effect size, Cohen’s D. A random effects model was applied to the data to summarize effect size. Women with normal BMD: Overall effect size was 0,77 ( $\pm 0,276$ ) for BMD-LS; 0,54 ( $\pm 0,758$ ) for BMD-CF and 0,28 ( $\pm 0,261$ ) for BMD-TH. For women with low BMD: Overall effect size was 1,09 ( $\pm 0,783$ ) for BMD-LS and 0,87 ( $\pm 0,096$ ) for BMD-CF. Only one included study in the low BMD women category assessed BMD at the total hip region; therefore no random effects model was created.

Conclusion: Regular exercise appears to be effective in improving and preventing loss of BMD at the lumbar spine, femoral neck and total hip in postmenopausal women, with comparable measures for both a normal and a low BMD population. It is not determined whether the positive effects on BMD directly translate to a reduced risk of fracture, or if other effects of exercise may mediate this outcome. Exercise with a certain impact on the ground or adequate joint reaction forces might be associated with more definitive effect on BMD than other types of exercise. Future studies should investigate whether exercise maintains BMD in a longer time span, and the effects of exercise on other osteoporosis related parameters.

# Innholdsfortegnelse

Abstract .....	2
1.0 Innledning.....	5
1.1 Sentrale definisjoner.....	5
2.0 Metode.....	7
2.1 Søkestrategi .....	7
2.2 PICO med inklusjons- og eksklusjonskriterier.....	7
2.2.1 Population.....	7
2.2.2 Intervensjon .....	8
2.2.3 Comparator.....	8
2.2.4 Outcome .....	9
2.2.5 Andre årsaker til eksklusjon.....	9
2.3 Resultater av litteratursøk .....	9
2.3.1 Gjenværende studier etter inklusjon og eksklusjon.....	9
2.4 Beskrivelse av statistiske metoder.....	10
2.4.1 Prosentvis endring til absolutt endring.....	10
2.4.3 Manglende standardavvik for endring i BMD .....	10
2.4.4 Beregning av Cohens d med tilhørende konfidensintervall .....	11
2.4.5 Beregning av samlede effektmål .....	12
2.4.6. Konstruksjon av forest plot .....	12
3.0 Resultater.....	13
3.1 Studier av kvinner med normal beinmasse .....	13
3.2 Studier av kvinner med lav beinmasse.....	21
3.3 Metaanalyse.....	23
3.3.1 Studier av kvinner med normal beinmasse .....	24
3.3.2 Studier av kvinner med lav beinmasse .....	25
4.0 Diskusjon.....	27

4.1 Drøfting av problemstillingen .....	27
4.1.1 Har trening effekt? .....	27
4.1.2 Hvilken treningsform er best? .....	27
4.2 Begrensninger med oppgaven .....	28
4.2.1 BMD versus frakturrisiko.....	28
4.2.2 Andre forhold som bidrar til beinstyrke.....	28
4.2.3 Antallet studier .....	28
4.2.4. Vedvarer effekten over tid?.....	28
4.2.5 Trening, kontrollgruppe og etterlevelse .....	29
4.2.6 Treningsmengde .....	29
4.2.7 Trygghet av trening .....	29
4.3 Metodiske begrensninger .....	29
4.3.1 Publikasjonsbias .....	30
4.3.2 Diskrepans mellom utvalg og populasjon .....	30
4.3.3 Randomisering .....	30
4.3.4 Blinding .....	30
4.3.5 Utdypende om søkestrategien og identifikasjon av studier.....	30
4.3.6 Begrensninger med Cohens d som effektmål.....	31
4.4 Konklusjon .....	31
4.4.1 Nytt søk 04.02.2021 .....	31
5.0 Etterord.....	32
6.0 Referanseliste .....	33

## 1.0 Innledning

Ca. 9000 voksne personer får hoftebrudd hvert år i Norge, og 7 av 10 er kvinner. Årsaken til slike brudd hos eldre er som oftest redusert beinmasse kombinert med fall. Norge og skandinaviske land ligger på verdenstoppen i antall hoftebrudd hos kvinner. Risikoen korrelerer med økende alder (hos både menn og kvinner), og risikoen er særlig økt kraftig hos de som er 70 år eller eldre. Det er anslått at hoftebrudd årlig koster totalt 7-9 milliarder kroner i Norge (1).

Personer med hoftebrudd innlegges vanligvis på sykehus for operasjon, med en gjennomsnittlig liggetid på ni døgn. Selv om mange blir friske etter et hoftebrudd, er det samtidig en stor gruppe som får svekket funksjon og behov for hjelpemidler og omsorg. Halvparten av personer med hoftebrudd som før bruddet kunne gå selvstendig, mister denne evnen etter bruddet (1).

Det er dessuten anslått at 140 000 kvinner og 90 000 menn over 50 år har endringer i ryggen forenlig med kompresjonsbrudd i ryggvirvelen, oftest som en komplikasjon til osteoporose. Etter den type brudd får et ukjent antall kroniske smerter. Fysisk inaktivitet er en av flere kjente påvirkbare risikofaktorer for å utvikle osteoporose. Det er anslått at halvparten av hoftebruddene kan forklares med påvirkbare faktorer som røyking, lav fysisk aktivitet og lav kroppsvekt (1).

Forebygging av osteoporose har altså et stort potensial i å forhindre menneskelig lidelse og tap av funksjon, samt spare samfunnet for store kostnader. Problemstillingen for denne oppgaven er som følger, «Hva er effekten av trening på beinmineraltettheten hos postmenopausale kvinner, og hva slags trening har best effekt?» Tanken blir da å vurdere trening som en profylakse for osteoporose, både som primærprofylakse og sekundærprofylakse. Med primærprofylakse mener jeg å forhindre osteoporose fra å oppstå. Sekundærprofylakse definerer jeg som å forhindre forverring, eventuelt oppnå en bedring av sykdomstilstanden, etter den har oppstått.

### 1.1 Sentrale definisjoner

Osteoporose medfører svekkelse av beinets styrke ved at beinet blir mer porøst, noe som øker faren for fraktur. Det er vanligst med fraktur i hofte, underarm og rygg. Den mest alvorlige følgen er hoftefraktur. (1)

I følge WHO er det internasjonal enighet om å beskrive osteoporose som en systemisk skjelettsykdom karakterisert av lav beinmasse og mikroarkitekturell nedbrytning av beinvev, med økt skjørhet og mottakelighet for fraktur (2).

Beinmineraltettheten eller BMD (bone mineral density) kan måles med røntgenavbildning av skjelettet, og WHO hevder at DXA (dual-energy x-ray absorptiometry) er gullstandarden for dette. Ved hjelp av røntgenstrålene kan man beregne mineralinnholdet i en arealenhet ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) av den aktuelle knokkelen (2).

WHO har definert osteoporose for kvinner som beinmineraltetthet lik eller lavere enn 2,5 standardavvik under gjennomsnittet for unge kvinner 30-40 år. Betegnelsen alvorlig eller etablert osteoporose brukes når en person med osteoporose i tillegg får ett eller flere skjørhetsfrakturer. Osteopeni eller lav beinmasse benyttes hos kvinner når beinmineraltettheten ligger mellom  $> 1,0$  og  $< 2,5$  standardavvik under gjennomsnittet i forhold til samme referansepopulasjon (2).

## 2.0 Metode

Oppgaven er bygget opp som en litteraturstudie. Basert på systematiske søk blir resultater fra enkeltstudier oppsummert og sammenliknet.

### 2.1 Søkestrategi

Alle søk ble gjort med søkemotoren PubMed. Søk ble gjort 20.12.20, 05.01.21 og 13.01.21 med følgende søkestrenger:

- (osteoporosis OR osteopenia) AND (BMD OR bone mineral density) AND (exercise OR training) AND (strength OR resistance) som ga 148 treff.
- (osteoporosis OR osteopenia) AND (BMD OR bone mineral density) AND (exercise OR training) AND (endurance OR cardiovascular) som ga 27 treff.
- (BMD OR bone mineral density) AND (exercise OR training), som ga 863 treff.

Søkefilteret var innstilt for kun å vise studier av typen RCT (randomiserte kontrollerte studier). I følge helsebiblioteket er RCT å foretrekke som studiedesign når man skal undersøke effekten av et tiltak (3).

Årsaken til den tredje søkestrengen var at jeg fant studier i de identifiserte artiklene, som de to førstnevnte søkestrengene ikke hadde funnet. Dette skyldes antakelig at (osteoporosis OR osteopenia), (strength OR resistance) eller (endurance OR cardiovascular) ikke var nevnt i artiklens abstract.

### 2.2 PICO med inklusjons- og eksklusjonskriterier

Helsebiblioteket anbefaler verktøyet PICO for å tydeliggjøre problemstillinger. PICO står for population, intervention, comparison og outcome (4). Jeg brukte dette verktøyet for å utføre og velge ut litteratur. I denne oppgaven har jeg beskrevet inklusjons- og eksklusjonskriterier opp mot PICO-formuleringen, noe som bidro til å gjøre seleksjon av litteratur lettere.

#### 2.2.1 Population

Oppgaven er fokusert rundt postmenopausale kvinner.

##### *Inklusjonskriterier:*

- Utvalgene i studien representerer postmenopausale kvinner, enten ved at deltakerne er intervjuet om menopausal status, eller at gjennomsnittsalderen i utvalget tilsier at de mest sannsynlig er postmenopausale. Det er variabelt når kvinner opplever

menopause, med en gjennomsnittsalder på 52 år for ikke-røykere (5). Derfor har jeg valgt dette som nedre cut-off for gjennomsnittsalder til utvalgene i denne oppgaven.

- Studiene kunne ha utvalg bestående av kvinner med normal beinmineralitet, osteopeni eller osteoporose.

#### *Eksklusjonskriterier:*

- Studier som blander kvinner og menn i samme utvalg, og umuliggjør kjønnsavhengig statistisk analyse av intervensjonen.
- Spesielle pasientgrupper, f.eks. hvis alle deltakerne har en konkret sykdom, lider av metabolsk syndrom eller bruker et spesifikt medikament.
- Utvalg der alle deltakerne har etablert osteoporose, det vil si at de har gjennomgått brudd med samtidig osteoporose.

#### *2.2.2 Intervention*

Studiene kunne ha et mangfold av treningsformer. Jeg tar utgangspunkt i en definisjon der trening er «fysisk aktivitet som er planlagt, strukturert og gjentas, og som har som mål å bedre eller vedlikeholde fysisk form» (6, s. 1487).

#### *Inklusjonskriterier:*

- Treningsformer som passer med nevnte definisjon.
- Intervensjoner som varer minst 26 uker.

#### *Eksklusjonskriterier:*

- Samtidig systematisk farmakologisk intervensjon, for eksempel bruk av hormonerstatningsterapi eller osteoporosemidler av alle deltakerne i utvalgene. Dette for å unngå en interaksjonseffekt ved at den farmakologiske behandlingen forsterker eller svekker effekten av treningen. Studier der noen deltakere bruker midler som påvirker beinmetabolismen, er dog ikke ekskludert, ettersom dette også vil være tilfellet i en normalpopulasjon.
- Studier med samtidig administrasjon av kalsium- og/eller vitamin D-tilskudd er unntatt fra eksklusjon, ettersom disse allerede finnes in-vivo og er en viktig del av normalfysiologisk beinmetabolisme (7).

#### *2.2.3 Comparator*

#### *Inklusjonskriterier:*



- Kontrollgruppa i studien ble instruert til å holde seg til sine habituelle treningsvaner, eller mottok en form for «narretrening» med liten tenkt påvirkning på BMD.
- Eventuell tilleggsintervensjon, som kalsium- og/eller vitamin D-tilskudd, måtte være likt administrert i kontrollgruppa som intervensjonsgruppa.

*Eksklusjonskriterier:*

- Intervensjonsgruppa eller –gruppene fungerte som egen kontroll.
- Kontrollgruppa mottok en treningsintervensjon som var tenkt å påvirke BMD.

*2.2.4 Outcome*

*Inklusjonskriterier*

- Utfallsmålet måtte være BMD målt enten i lumbalryggen (BMD-LR), collum femoris (BMD-CF) eller totalt for hofteregionen (BMD-TH).
- BMD er oppgitt i måleenhet g/cm<sup>2</sup>.

*Eksklusjonskriterier*

- Mangelfulle data, for eksempel at utfallsmålene er oppgitt på en slik måte at den absolutte intragrupperdifferansen eller intergruppedifferansen ikke er mulig å hente ut/estimere.
- Feil måleenhet for BMD, for eksempel hvis BMD er oppgitt i masse/volum.

*2.2.5 Andre årsaker til eksklusjon*

Enkelte studier krevde betaling for å få tilgang til den fulle artikkelen. Disse ble ekskludert.

**2.3 Resultater av litteratursøk**

*2.3.1 Gjenværende studier etter inklusjon og eksklusjon*

Alle søkene resulterte samlet sett til 1038 treff. Først inkluderte og ekskluderte jeg studier basert på gjennomlesning av tittel og abstract. Siden søkene ble utført i serie, ekskluderte jeg også duplikater av allerede inkluderte studier. Videre inkluderte og ekskluderte jeg studier basert på full gjennomlesning. Til slutt satt jeg igjen med 26 studier.

## 2.4 Beskrivelse av statistiske metoder

### 2.4.1 Prosentvis endring til absolutt endring

I en del av de inkluderte studiene er endringen i BMD oppgitt som prosentvis endring fra BMD ved pretest. Prosentvis endring er i studien Lord, S.R. et al. (8) definert som:

$$x = \frac{BMD \text{ ved posttest} - BMD \text{ ved pretest}}{BMD \text{ ved pretest}} \times 100$$

Ved å omformulere uttrykket med hensyn på å løse «BMD ved posttest – BMD ved pretest», får man at:

$$BMD \text{ ved posttest} - BMD \text{ ved pretest} = \frac{BMD \text{ ved pretest} \times X}{100}$$

Ved å sette inn i denne formelen har jeg regnet meg fram til den absolutte endringen i BMD innad i gruppene. Der standardavvik for prosentvis endring i BMD er oppgitt, har jeg omregnet denne ved å sette inn standardavviket i prosent for BMD ved pretest.

### 2.4.2 Beregning av standardavvik fra standardfeilen til gjennomsnitt

Enkelte studier har oppgitt standardfeilen til gruppegjennomsnittene (SEM), men ikke standardavviket (SD). Jeg har da brukt følgende formel for å estimere standardavviket (9):

$$SD = SEM \times \sqrt{n}$$

Hvor n er antall deltakere i utvalget.

### 2.4.3 Manglende standardavvik for endring i BMD

Der standardavvik for endring i BMD har manglet, har jeg anvendt en metode foreslått av Cochrane Library for å anslå dette (9). Først beregner man en korrelasjonskoeffisient fra en studie som er mest mulig lik med hensyn til populasjon og intervensjon. Dette gjøres med følgende formel:

$$Corr = \frac{SD_{pretest}^2 + SD_{posttest}^2 - SD_{\Delta}^2}{2 \times SD_{pretest} \times SD_{posttest}}$$

Hvor Corr er korrelasjonskoeffisienten,  $SD_{pretest}$  er standardavviket til gruppegjennomsnittet ved pretest;  $SD_{posttest}$  ved posttest og  $SD_{\Delta}$  til endringen i gruppegjennomsnittet fra pretest til posttest. Man beregner en korrelasjonskoeffisient for både intervensjonsgruppa og

kontrollgruppa. Korrelasjonskoeffisientene kan deretter benyttes i følgende formel for å beregne standardavviket til endringen i andre studier:

$$SD_{EST\Delta} = \sqrt{SD_{pretest}^2 + SD_{posttest}^2 - (2 * Corr \times SD_{pretest} \times SD_{posttest})}$$

$SD_{pretest}$  og  $SD_{posttest}$  er standardavvikene til gruppegjennomsnittene ved hhv. pretest og posttest til studien hvor vi ønsker å estimere standardavviket til endringen  $SD_{EST\Delta}$ . Dette er gjort med utgangspunkt i studien til Lord, S.R. et al. (8) når det gjelder BMD-LR og BMD-CF, og Nichol森, V.P. et al. (10) når det gjelder BMD-TH, for studier med normal beinmasse. For studier med lav beinmasse er studien til Watson S.L. et al. (11) benyttet med hensyn til BMD-LR og BMD-CF.

#### 2.4.4 Beregning av Cohens d med tilhørende konfidensintervall

Effektmaatet Cohens d er brukt ved sammenlikning av studier i denne oppgaven. Det er beregnet med følgende formel (12):

$$d = \frac{M_I - M_K}{SD_{pooled}}$$

Hvor  $M_I$  og  $M_K$  hhv. er gruppegjennomsnittet til intervensjonsgruppa og kontrollgruppa posttest.  $SD_{pooled}$  er et vektet gjennomsnitt av standardavviket til gruppene, og er beregnet med følgende formel (12):

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_I - 1) \times SD_I^2 + (n_K - 1) \times SD_K^2}{n_I + n_K - 2}}$$

Hvor  $SD_I$  og  $SD_K$  er standardavviket til hhv. gruppegjennomsnittet til intervensjonsgruppa og kontrollgruppa posttest;  $n_I$  og  $n_K$  er antallet deltakere i utvalget til hhv. intervensjonsgruppa og kontrollgruppa ved analyse. For å beregne konfidensintervallet til Cohens D (12), beregner vi først  $\sigma(d)$ :

$$\sigma(d) = \sqrt{\frac{n_I + n_K}{n_I \times n_K} + \frac{d^2}{2 \times (n_I + n_K)}}$$

Et 95%-konfidensintervall er deretter gitt ved øvre (+) og nedre begrensning (-):

$$d \pm 1,96 * \sigma(d)$$

#### *2.4.5 Beregning av samlede effektmål*

I beregningen av de samlede effektmålene, har jeg basert meg på å anvende en random effects-modell. En styrke med random effects-modell, i motsetning til en fixed effects-modell, er at førstnevnte justerer vektingen av hver enkelt studie slik at det tas høyde for variabilitet mellom studienes utvalg. Jeg utdyper ikke metodikken mer her ettersom den er omfattende, men henviser til referansen for alle detaljer (13).

#### *2.4.6. Konstruksjon av forest plot*

Forest plot er en hyppig benyttet framstilling av resultater fra ulike randomiserte studier, som i tillegg muliggjør rapportering av en samlet effekt (14). Konstruksjonen av alle forest plot med tilhørende statistiske beregninger er gjort i 2016-versjonen av Microsoft Excel ©.

## 3.0 Resultater

### 3.1 Studier av kvinner med normal beinmasse

Tabell 1 oppsummerer studier der utvalget består av postmenopausale kvinner; dette innebærer at BMD for hver deltaker kan variere fra osteoporose til over normal BMD, men at utvalget ikke utelukkende består av en populasjon med lav BMD.

Utkommemålene er gitt på formen BMD: Gjennomsnitt ( $\pm$  standardavvik). Noen steder har standardfeilen til gjennomsnittet erstattet standardavviket; dette er i så fall merket med symbol. Forklaring til symboler er i bunnen av tabellen. BMD-målene er oppgitt i  $g/cm^2$  dersom annen enhet ikke er oppgitt.

Tabell 1. Treningsstudier som inkluderer postmenopausale kvinner med normal beinmasse

Forfatter og land	Utvalg	Intervensjon	Utkommemål
Bassey, E. J., et al. (15) England	N=77 friske kvinner, uten hormonerstatningsterapi (HRT) og BMD mellom -2SD og 1,5SD.  Treningsgruppe (TG; n = 45; alder: 54,9 $\pm$ 4,1 år) og kontrollgruppe (KG; n = 32; alder 55,8 $\pm$ 3,3 år).	TG: 10 min./økt, 6 økter/uke i 12 mnd. Programmet bestod av 5 sett x 10 repetisjoner med vertikale hopp på matte, med gange på stedet mellom settene.  KG: Ikke beskrevet hva KG ble instruert til.  Kalsiumtilskudd ble gitt til alle deltakere.	TG: BMD-LR: 1,091 ( $\pm$ 0,085) pretest; 1,089 ( $\pm$ 0,013)& posttest. $\Delta$ = - 0,002 ( $\pm$ 0,004)&. BMD-CF: 0,892 ( $\pm$ 0,091) pretest; 0,878 ( $\pm$ 0,013)& posttest; $\Delta$ = - 0,015 $\pm$ (0,005)*&.  KG: BMD-LR: 1,117 ( $\pm$ 0,119) pretest; 1,117 ( $\pm$ 0,021)& posttest; $\Delta$ = -0,001 ( $\pm$ 0,007)&. BMD-CF: 0,927 ( $\pm$ 0,131) pretest; 0,921 ( $\pm$ 0,020)& posttest; $\Delta$ = - 0,005 ( $\pm$ 0,006)&.
Chan, K., et al. (16) Kina	N = 132 friske kvinner (alder 54,0 $\pm$ 3,5 år).  Tai Chi Chun-treningsgruppe (TCG; n = 67) eller KG (n = 65)	TCG: 45 minutter/økt, 5 økter/uke i 12 mnd. Treningen bestod av Tai Chi Chun-trening av typen Yang, en type kampsport.  Treningsfysiologisk beskrives den som «low-impact», vektbærende og preget av rolige bevegelser.  KG: Opprettholdt sin vanlige livsstil.	TCG: BMD-LR: 0,860 ( $\pm$ 0,140) pretest; 0,861 ( $\pm$ 0,144) posttest; $\Delta$ = 0,10 ( $\pm$ 3,12)%; EST $\Delta$ = 0,00086 ( $\pm$ 0,026832). BMD-CF: 0,747 ( $\pm$ 0,117) pretest; 0,740 ( $\pm$ 0,116) posttest; $\Delta$ = -0,94 ( $\pm$ 3,85)%; EST $\Delta$ = - 0,0070218 ( $\pm$ 0,0287595).  KG: BMD-LR: 0,823 ( $\pm$ 0,142) pretest; 0,816 ( $\pm$ 0,138) posttest; $\Delta$ = -0,89 ( $\pm$ 4,01)%; EST $\Delta$ = -0,0073247 ( $\pm$ 0,0330023). BMD-CF: 0,721 ( $\pm$ 0,101) pretest; 0,703 ( $\pm$ 0,105) posttest; $\Delta$ = -1,80 ( $\pm$ 3,52)%; EST $\Delta$ = - 0,012978 ( $\pm$ 0,0253792).

de Oliveira, L. C., et al. (17)  Brasil	N = 51 kvinner (alder 55,4 ± 6,2 år).  Vibrasjonsgruppe (VG; n = 17), pilatesgruppe (PG; n = 17) og KG (n = 17).  Av deltakerne hadde 10 normal BMD, 31 osteopeni og 10 osteoporose.	Begge intervensjonsgrupper: 3 økter/uke i 6 mnd.  VG: Ble eksponert for 5 minutter med «whole body vibration»-trening, dvs. trening på en vibrerende plattform.  PG: Fulgte et pilatesprogram med 21 øvelser rettet mot ulike muskelgrupper i kroppen. Øvelsene ble gjort med 1 sett x 10 repetisjoner. Hver økt varte 60 minutter.  KG: Ble bedt om å avstå fra trening.	VG: BMD-LR: 0,96 (± 0,11) pretest; 0,98 (± 0,11) posttest; $\Delta = 0,02$ (± 0,01)*#. BMD-CF: 0,77 (± 0,11) pretest; 0,78 (± 0,10) posttest; $\Delta = 0,01$ (± 0,04). BMD-TH: 0,90 (± 0,09) pretest; 0,91 (± 0,10) posttest; $\Delta = 0,01$ (± 0,02).  PG: BMD-LR 0,93 (± 0,18) pretest; 0,94 (± 0,19) posttest; $\Delta = 0,02$ (± 0,02) *#. BMD-CF: 0,76 (± 0,13) pretest; 0,77 (± 0,12) posttest; $\Delta = 0,09$ (± 0,05). BMD-TH: 0,88 (± 0,11) pretest; 0,90 (± 0,11) posttest; $\Delta = 0,02$ (± 0,03) .  KG: BMD-LR: 0,94 (± 0,09) pretest(a); 0,94 (± 0,09) posttest; $\Delta = 0,00$ (± 0,01). BMD-CF: 0,75 (± 0,08) pretest; 0,75 (± 0,08) posttest; $\Delta = 0,00$ (± 0,03). BMD-TH: 0,89 (± 0,08) pretest; 0,89 (± 0,08) posttest; $\Delta = 0,02$ (± 0,01).
Englund, U. et al. (18)  Sverige	N = 48 kvinner.  Treningsgruppe (n = 24; alder 72,8 ± 3,6 år) og kontrollgruppe (n = 24; alder 73,2 ± 4,9 år).	TG: 50 min/økt, 2 økter/uke i 12 mnd. Programmet er beskrevet som vektbærende. Treningsprogrammet hadde en kombinasjon av styrke-, aerobic-, balanse- og koordinasjonsøvelser.  KG: Ble bedt om ikke å øke sin normale fysiske aktivitet.	TG: BMD-LR: 0,97 (± 0,18) pretest, 1,00 (± 0,21) posttest; $\Delta = 3,1\%$ ; $EST\Delta = 0,03007$ (± 0,037841558)*. BMD-CF: 0,74 (± 0,06) pretest; 0,74 (± 0,07) posttest; $\Delta = 0\%$ ; $EST\Delta = 0$ (± 0,023452481).  KG: BMD-LR: 0,95 (± 0,15) pretest; 0,96 (± 0,15) posttest; $\Delta = 1,0\%$ ; $EST\Delta = 0,0095$ (± 0,030249). BMD-CF: 0,78 (± 0,10) pretest; 0,78 (± 0,10) posttest; $\Delta = 0\%$ ; $EST\Delta = 0$ (± 0,042690905).
Hatori, M., et al. (19)  Japan	N = 35 friske kvinner.  Høyintensitetstreningsgruppe (HTG ; n = 12; alder 56 ± 4 år), moderat intensitetstreningsgruppe, (	Begge intervensjonsgrupper: 30 min./økt, 3 økter/uke i 7 mnd.  HTG: Gangtrening over anaerob terskel (110% av HR svarende til anaerob terskel).	HTG: BMD-LR: 0,85 (± 0,14) pretest; $\Delta = 1,1$ (± 2,9)% posttest; $\Delta EST = 0,000935$ (± 0,02465)#  MTG:

	MTG; n = 9; alder $58 \pm 5$ år) og KG (n = 12; alder $58 \pm 8$ år).	MTG: Gangtrening under anaerob terskel (90% av HR svarende til anaerob terskel).  KG: Det er ikke beskrevet hva KG ble instruert til.	BMD-LR: $0,83 (\pm 0,18)$ pretest; $\Delta = -1,0 (\pm 3,1)\%$ ; $EST\Delta = -0,0083 (\pm 0,02573)$ .  KG: BMD-LR: $0,83 (\pm 0,14)$ pretest; $\Delta = -1,7 (\pm 2,8)\%$ ; $EST\Delta = -0,01411 (\pm 0,02324)$ .
Jessup, J. V., et al. (20)  USA	N = 23 friske kvinner (alder $69,2 \pm 3,5$ år).  TG (n = 10) og KG (n = 10).	TG: 60-90 min./økt, 3 økter/uke i 32 uker. Intervensjonen inkluderte styrkeøvelser, vektbelastet gange, trappegange og balanseøvelser. Styrkeøvelsene ble utført med 8-10 repetisjoner på 50% av 1RM; underveis økt til 75% av 1RM.  KG: Ble bedt om å opprettholde sine vanlige aktiviteter, samt ikke begynne et nytt treningsprogram.  Alle fikk kalsium- og vitamin D-tilskudd.	TG: BMD-LR: $0,77 (\pm 0,07)$ pretest; $0,88 (\pm 0,08)$ posttest; $\Delta = 0,11 (\pm 0,013372074)^*$ . BMD-CF: $0,67 (\pm 0,04)$ pretest; $0,74 (\pm 0,05)$ posttest; $\Delta = 0,07 (\pm 0,017728358)^*\#$ .  KG: BMD-LR: $1,15 (\pm 0,29)$ pretest; $1,14 (\pm 0,32)$ posttest; $\Delta = -0,003 (\pm 0,06836599)$ . BMD-CF: $0,78 (\pm 0,09)$ pretest; $0,74 (\pm 0,13)$ posttest; $\Delta = -0,04 (\pm 0,061092886)^*$ .
Kemmler, W., et al. (21)  Tyskland	N=85 kvinner (alder $52,3 \pm 2,4$ år).  TG (n=43) og KG (n=42).	TG: 45-60 min./økt, 3 økter/uke i 12 mnd. Programmet var «Block»-periodisert; såkalt «bone block» med highintensitetsstyrketrening og høy «impact»-trening i 4-6 uker, etterfulgt av «metabolic block» med moderat intensitet/moderat volum trening i 10-12 uker. De aerobe delene av programmet varierte fra 65-85% av $HR_{max}$ ; styrketreningsdelene varierte fra 55% - 80% av 1RM.  KG: Treningsprogram med fokus på velvære. 60 min. med lavintensitetstrening, 1 økt/uke i 10 uker, alternert mot 10 uker med hvile.  Begge gruppene mottok kalsium- og vitamin D-tilskudd.	TG: BMD-LR: $0,957 (\pm 0,117)$ pretest; $0,956 (\pm 0,113)$ posttest; $\Delta = -0,001 (\pm 0,022)\#$ . BMD-TH: $0,885 (\pm 0,087)$ pretest; $0,882 (\pm 0,088)$ posttest; $\Delta = -0,003 (\pm 0,012)$ .  KG: BMD-LR: $0,990 (\pm 0,128)$ pretest; $0,970 (\pm 0,125)$ posttest; $\Delta = -0,019 (\pm 0,018)$ . BMD-TH: $0,874 (\pm 0,098)$ pretest; $0,867 (\pm 0,100)$ posttest; $\Delta = -0,007 (\pm 0,012)$ .

<p>Kemmler, W., et al. (22)</p> <p>Tyskland</p>	<p>N = 246 kvinner.</p> <p>TG (n=123) og KG (n=123).</p> <p>TG ble retrospektivt delt inn i en høyfrekvent TG (HTG; n=79; alder 68,6 ± 3,9) og en lavfrekvent-TG (LTG; n =36; alder 69,5 ± 4,5). KG ble retrospektivt inndelt i en ikke-compliant KG (IKG; n=47; alder 69,5 ± 4,5 år) og en compliant KG (CKG; n=65).</p>	<p>Treninggruppene: 60 min./økt, 2 økter/uke i 18 mnd. Programmet inkluderte aerob dansing på 70-85% av HR<sub>max.</sub>, koordinasjonsøvelser og styrketrening. Deltakerne ble i tillegg bedt om å gjennomføre 2 hjemmeøkter/uke med varighet 20 min, bestående av et utvalg av øvelser fra det felles treningsprogrammet. HTG hadde i gjennomsnitt 2,66 (± 0,39) økter/uke. LTG hadde i gjennomsnitt 1,62 (± 0,34) økter/uke.</p> <p>IKG: Treningsprogrammet fokuserte på velvære med lav intensitet. Det ble utført under 20 økter ila. 18 mnd.</p>	<p>HTG: BMD-LR: 0,931 (± 0,173) pretest; 0,954 (± 0,185) posttest; Δ = 0,023 (± 0,028).</p> <p>LTG: BMD-LR: 0,902 (± 0,121) pretest; 0,905 (± 0,119) postintervensjon. Δ = 0,002 (± 0,019) .</p> <p>IKG: BMD-LR: 0,919 (± 0,142) ved pretest; 0,917 (± 0,140) posttest. Δ = -0,002 (± 0,020).</p>
<p>Lai, C. L., et al. (23)</p> <p>Taiwan</p>	<p>N = 28 (60,1 ± 7,1 år) kvinner</p> <p>Whole body vibration gruppe (VG; n=14) og KG (n =14).</p>	<p>VG: 5 min./økt, 3 økter/uke i 6 mnd. Treningen var såkalt whole body vibration, dvs. trening på en vibrerende plattform.</p> <p>Begge gruppene ble oppfordret til å opprettholde sine dagligdagse vaner og ikke å bruke noen medikamenter for osteoporose, inkludert kalsium og vitamin D.</p>	<p>VG: BMD-LR: 0,818 (± 0,088) pretest; 0,835 (± 0,098) posttest. Δ = 2,032 (± 3,332)%. ESTΔ = 0,01662176 (± 0,02725576). **</p> <p>KG: BMD-LR: 0,819 (± 0,078) pretest; 0,815 (± 0,076) posttest. Δ = -0,046 (± 1,245)%. ESTΔ = - 0,00037674 (± 0,01019655).</p>
<p>Lord, S. R., et al. (8)</p> <p>Australia</p>	<p>N = 179 postmenopausale kvinner (alder 71,6 ± 5,3 år).</p> <p>TG (n = 90) og KG (n= 89).</p>	<p>TG: 60 min./økt, 2 økter/uke i 52 uker med totalt 10 hvileuker gjennom året. Treningsprogrammet inkluderte aerobe øvelser, øvelser for balanse, hånd-øye og fot-øye-koordinasjon samt styrkeøvelser.</p> <p>KG: Ingen organisert trening.</p>	<p>TG: BMD-LS: 1,024 (± 0,198) pretest; 1,036 (± 0,209) posttest; Δ = 1,07 (± 2,59)%; ESTΔ = 0,0109568 (± 0,0265216). BMD-CF: 0,781 (± 0,125) pretest; 0,791 (± 0,122) posttest; Δ = 1,52 (± 5,19)%; ESTΔ = 0,0118712 (± 0,0405339).</p> <p>KG: BMD-LR: 1,004 (± 0,175) pretest; 1,008 (± 0,189) posttest. Δ = 0,36 (± 3,91)%; ESTΔ = 0,0036144 (± 0,0392564). BMD-CF: 0,756 (± 0,118) pretest; 0,776 (± 0,110) posttest; Δ = 3,12 (± 6,52)%; ESTΔ = 0,0235872 (± 0,0492912).</p>



Marques, E. A., et al. (24)  Portugal	N = 60 kvinner (alder 69,9 ± 5,8 år) uten HRT siste to år.  TG (n=30) og KG (n=30).	TG: 60 min./økt, 2 økter/uke i 32 uker. Treningen bestod av vektbærende aktiviteter med moderat til høy «impact» øvelser som å marsjere på stedet og helfall, muskulære utholdenhetsøvelser, balanseøvelser og agility-trening. Vektbærende øvelser og styrkeøvelser økte antallet sett til 3 og repetisjoner fra 8 til 15.  Begge gruppene ble bedt om å opprettholde sine vanlige daglige rutiner.	TG: BMD-LR: 0,857 (± 0,097) pretest; 0,868 (± 0,094) posttest; ESTΔ = 0,011 (± 0,068997). BMD-CF: 0,699 (± 0,091) pretest; 0,717 (± 0,085) posttest; ESTΔ = 0,018 (± 0,029407222)*#.  KG: BMD-LR: 0,868 (± 0,080) pretest; 0,863 (± 0,065) posttest. ESTΔ = -0,005 (± 0,020892). BMD-CF: 0,678 (± 0,061) pretest; 0,671 (± 0,051) posttest. ESTΔ = - 0,007 (± 0,025826032).
Milliken, L. A., et al. (25)  USA	N = 94 kvinner i lite fysisk aktivitet, enten uten HRT (alder 56,9 ± 4,6 år) eller med HRT.  TG uten HRT (n=26), KG uten HRT (n=30), TG med HRT (n=17), og KG med HRT (n=21)	TG uten HRT: 75 min./økt, 3 økter/uke i 12 mnd. Programmet bestod av styrketreningsøvelser med vekter rettet mot de store og små muskelgruppene. Det ble gjort 2 sett x 6-8 repetisjoner på 70-80% av 1RM. I tillegg inngikk vektbærende øvelser i form av hopping og «skipping» med vektvest.  KG uten HRT: Det er ikke beskrevet hva deltakerne ble instruert til.	TG uten HRT: BMD-LR: 1,104 (± 0,159) pretest; Δ = - 0,2 (± 5,1*10 <sup>-1</sup> )%&; ESTΔ = -0,002208 (± 0,028152). BMD-CF: 0,836 (± 0,109) pretest; Δ = 1,1 (± 6,9*10 <sup>-1</sup> )%&. ESTΔ = 0,009196 (± 0,028842).  KG uten HRT: BMD-LR: 1,104 (± 0,159) pretest; Δ = - 0,2 (± 5,0*10 <sup>-1</sup> )%&; ESTΔ = -0,002208 (± 0,0286828). BMD-CF: 0,836 (± 0,109) pretest; Δ = - 0,5 (± 6,7*10 <sup>-1</sup> )%&; ESTΔ = -0,00418 (±0,0291047).  Endringene er justert for antall år postmenopause og pretestverdiene.
Nelson, M. E., et al. (26)  USA	N = 40 inaktive, hvite kvinner, ikke-røykende og med kroppsvekt mindre enn 130% av ideal kroppsvekt.  TG (n=21; alder 61,1 ± 3,7 år) og KG (n=19; alder 57,3 ± 6,3).	TG: 45 min./økt, 2 økter/uke i 52 uker; med to ukers inneklemt pause under en ferie. Deltakerne fulgte et styrketreningsprogram med høy intensitet – omtrent 80% av 1 RM – med 3 sett x 8 repetisjoner. Øvelsene var rettet mot kroppens store muskelgrupper som er tilfestet knokler som var interessante med tanke på å studere BMD.	TG: BMD-LR: 1,020 (± 0,164) pretest; Δ = 0,009 (± 0,033). BMD-CF: 0,853 (± 0,134) pretest; Δ = 0,005 (± 0,039)#.  KG: BMD-LR: 0,986 (± 0,152) pretest; Δ = - 0,019 (± 0,035).

		KG: Fikk råd om å opprettholde sitt nåværende fysiske aktivitetsnivå og ikke å starte noen styrketreningsprogrammer.	BMD-CF: 0,828 ( $\pm$ 0,109) pretest; $\Delta$ = - 0,022 ( $\pm$ 0,035).
Nicholson, V. P., et al. (10) Australia	N = 50 friske kvinner.  TG (n=25; alder 66,0 $\pm$ 4,1 år) og KG (n=25; alder 65,6 $\pm$ 4,7 år).	TG: 50 min./økt, 2 økter/uke i 6 mnd. Deltakerne fulgte et såkalt BodyPump™-program; dette innebærer lette vekter og et høyt antall repetisjoner for hver øvelse. Det var mangfoldige øvelser rettet mot mange av kroppens muskelgrupper.  KG ble instruert til å opprettholde sitt daværende nivå av fysisk aktivitet.	TG: BMD-LR: 1,088 ( $\pm$ 0,121) pretest; 1,099 ( $\pm$ 0,122) posttest. $\Delta$ = 1,01 ( $\pm$ 3,24)%; EST $\Delta$ = 0,0109888 ( $\pm$ 0,0352512)#. BMD-CF: 0,875 ( $\pm$ 0,113) pretest; 0,876 ( $\pm$ 0,118) posttest; $\Delta$ = 0,11 ( $\pm$ 2,78)%; EST $\Delta$ = 0,0009625 ( $\pm$ 0,024325). BMD-TH: 0,937 ( $\pm$ 0,099) pretest; 0,935 ( $\pm$ 0,102) posttest; $\Delta$ = -0,21 ( $\pm$ 2,13)%; EST $\Delta$ = - 0,0019677 ( $\pm$ 0,0199581)#.  KG: BMD-LR: 1,098 ( $\pm$ 0,136) pretest; 1,075 ( $\pm$ 0,143) posttest; $\Delta$ = -2,09 ( $\pm$ 4,15)%; EST $\Delta$ = - 0,0229482 ( $\pm$ 0,045567)*. BMD-CF: 0,857 ( $\pm$ 0,108) pretest; 0,848 ( $\pm$ 0,136) posttest; $\Delta$ = -1,05 ( $\pm$ 1,80)%; EST $\Delta$ = - 0,0089985 ( $\pm$ 0,015426). BMD-TH: 0,937 ( $\pm$ 0,099) pretest; 0,909 ( $\pm$ 0,124) posttest; $\Delta$ = -2,99 ( $\pm$ 4,12)%; EST $\Delta$ = - 0,0280163 ( $\pm$ 0,0386044).
Park, H., et al. (27) Korea	N = 50 kvinner, uten kroniske sykdommer eller behandling som påvirker beinmetabolismen.  TG (n=25; alder 68,3 $\pm$ 3,6 år) og KG (n=25; alder 68,4 $\pm$ 3,4 år).	TG: 60 min./økt, 3 økter/uke i 48 uker. Programmet inkluderte styrketrening, vektbærende øvelser på 65-75% av HR <sub>max</sub> , balansetrening og positurkorrigerende øvelser.  KG: Deltakerne deltok ikke i noen organisert trening i forbindelse med studien.	TG: BMD-LR: 1,052 ( $\pm$ 0,080) pretest; 1,059 ( $\pm$ 0,082) posttest; EST $\Delta$ = 0,007 ( $\pm$ 0,009814431). BMD-CF: 0,809 ( $\pm$ 0,086) pretest; 0,857 ( $\pm$ 0,078) posttest; EST $\Delta$ = 0,048 ( $\pm$ 0,02797757)*#.  KG BMD-LR: 0,963 ( $\pm$ 0,190) pretest; 0,891 ( $\pm$ 0,155) posttest; EST $\Delta$ = - 0,072 ( $\pm$ 0,049220388). BMD-CF: 0,761 ( $\pm$ 0,055) pretest; 0,748 ( $\pm$ 0,063) posttest; EST $\Delta$ = - 0,013 ( $\pm$ 0,026372351).
Rhodes, E. C., et al. (28)	N = 44 friske kvinner.	TG: 60 min./økt, 3 økter/uke i ett år. Programmet baserte seg på progressiv styrketrening. Øvelsene var rettet mot store muskelgrupper,	TG: BMD-LR: 1,10 ( $\pm$ 0,17) pretest; 1,13 ( $\pm$ 0,18) posttest; EST $\Delta$ = 0,03 ( $\pm$ 0,023035913).

Canada	TG (n=22; alder 68,8 ± 3,2 år) og KG (n=22; alder 68,2 ± 3,5 år)	og ble gjort med 3 sett x 8 repetisjoner på 75% av 1RM. De første 3. mnd. foregikk treningen i et felleslokale med veiledere. De siste 9 mnd. foregikk treningen i rekreasjonsfasiliteter nærmere hjemmet, med veiledere som kom på visitt. Deltakerne loggførte sine økter.  KG: Ble bedt om å opprettholde sin habituelle livsstil gjennom studien.	BMD-CF: 0,82 (± 0,11) pretest; 0,83 (± 0,12) posttest; ESTΔ = 0,01 (± 0,038914586).  KG: BMD-LR: 1,01 (± 0,17) pretest; 1,01 (± 0,17) posttest. ESTΔ = 0 (± 0,034282353). BMD-CF: 0,78 (± 0,09) pretest; 0,73 (± 0,10) posttest; ESTΔ = - 0,05 (± 0,041716448).
Santin-Medeiros, F., et al. (29)  Spania	N = kvinner (alder 82,4 ± 5,7 år)  «Whole body vibration»-gruppe (VG; n = 25) og KG (n = 18)	VG: 6-6,5 min./økt, 2 økter/uke i 8 mnd. Treningen bestod av «whole body vibration», dvs. trening på en vibrerende plattform. Det ble utført 18 forskjellige øvelser.  KG ble bedt om å opprettholde sin habituelle livsstil.	VG: BMD-CF: 0,62 (± 0,09) pretest; 0,61 (± 0,08) posttest; Δ = - 1,75%; ESTΔ = - 0,01085 (± 0,029520517). BMD-TH: 0,76 (± 0,11) pretest; 0,74 (± 0,10) posttest; Δ = - 2,88%; ESTΔ = - 0,021888 (± 0,022893277).  KG: BMD-CF: 0,64 (± 0,11) pretest; 0,63 (± 0,10) posttest; Δ = - 2,71%; ESTΔ = - 0,017344 (± 0,045877715). BMD-TH: 0,79 (± 0,12) pretest; 0,76 (± 0,15) posttest; Δ = -4,32%; ESTΔ = - 0,034128 (± 0,046570032).
Smidt, G. L., et al. (30)  USA	N = 49 friske, hvite kvinner.  TG (n=22; alder 56,6 ± 6,6 år) og KG (n=27; alder 55,4 ± 8,0 år)	TG: 15-20 min./økt, 4 økter/uke i 12 mnd. Programmet inkluderte følgende øvelser med 3 sett x 10 repetisjoner på 70% av 1RM: Situps, dobbel beinhev og overkroppsektensjon liggende på magen.  KG: Ble bedt om å opprettholde sin daværende livsstil.	TG: BMD-LR: 1,117 (± 0,031) pretest; 1,100 (± 0,029) ved 6 mnd; 1,097 (± 0,027) posttest; Δ = -1,51%; ESTΔ = - 0,0168667 (± 0,005270639). BMD-CF: 0,757 (± 0,022) pretest; 0,734 (± 0,021) ved 6 mnd; 0,765 (± 0,021) posttest; Δ = 1,21%; ESTΔ = 0,0091597 (± 0,030413813).  KG: BMD-LR: 1,149 (± 0,029) pretest; 1,126 (± 0,028) ved 6 mnd.; 1,122 (± 0,027) posttest; Δ = -2,28%; ESTΔ = - 0,0261972 (± 0,005986848).

			BMD-CF: 0,792 ( $\pm$ 0,021) pretest; 0,774 ( $\pm$ 0,020) ved 6 mnd.; 0,790 ( $\pm$ 0,022) posttest; $\Delta$ = -0,25%; EST $\Delta$ = 0,00198 ( $\pm$ 0,029).
Von Stengel, S., et al. (31)  Tyskland	N = 151 kvinner (alder 68,5 $\pm$ 3,1 år).  Whole body vibration-gruppe (VG; n=50), TG (n=50) og KG (n=51).	Begge treningsgruppene: 60 min./økt, 2 økter/uke med arrangerte treningsøkter og 20 min./økt, 2 økter/uke med hjemmeøkter over 18 mnd. De arrangerte øktene inkluderte 20 min. aerobic dansing med høy impact og 70-80% av HR <sub>max</sub> , i tillegg til koordinasjon, balanse, funksjonell gymnastikk, isometrisk styrketrening og tøyøvelser. Belter med tensjon ble brukt for å opprettholde progressiv overbelastning. VG utførte de dynamiske øvelsene på vibrerende plattformer, mens SG utførte dem på stillestående plattformer.  KG utførte et program med lette fysiske øvelser og avslapningsprogram en gang i uka.  Alle mottok kalsium- og vitamin D-tilskudd.	VG BMD-LR: 0,937 ( $\pm$ 0,153) pretest; 0,951 ( $\pm$ 0,157) posttest; $\Delta$ = 0,014 ( $\pm$ 0,022)*. BMD-TH: 0,852 ( $\pm$ 0,127) pretest; 0,853 ( $\pm$ 0,131) posttest; $\Delta$ = 0,001 ( $\pm$ 0,017).  TG: BMD-LR: 0,927 ( $\pm$ 0,168) pretest; 0,946 ( $\pm$ 0,178) posttest; $\Delta$ = 0,019 ( $\pm$ 0,031)*#. BMD-TH: 0,825 ( $\pm$ 0,115) pretest; 0,826 ( $\pm$ 0,117) posttest; $\Delta$ = 0,001 ( $\pm$ 0,016).  KG: BMD-LR: 0,957 ( $\pm$ 0,166) pretest; 0,961 ( $\pm$ 0,168) posttest; $\Delta$ = 0,004 ( $\pm$ 0,031). BMD-TH: 0,861 ( $\pm$ 0,131) pretest; 0,860 ( $\pm$ 0,141) posttest; $\Delta$ = - 0,001 ( $\pm$ 0,022).
Von Stengel, S., et al. (32)  Tyskland	N = 108 kvinner (alder 65,8 $\pm$ 3,5 år).  Whole body vibration-gruppe på roterende vibrerende maskiner (RVG; n=34), whole body vibration-gruppe på vertikalt vibrerende maskiner (VGV; n=29) og KG (n=36).	Treningsgruppene: 15 min./økt, 3 økter/uke i 12 mnd. Begge gruppene utførte 7 øvelser rettet mot beina. Forskjellen var at VGR brukte en plattform som vibrerte på en roterende måte, mens VGV brukte en som vibrerte vertikalt.  KG: Fulgte et program for narretrening; dette inkluderte lette fysiske øvelser og avslapningsøvelser.	VGR: BMD-LR: 0,937 ( $\pm$ 0,157) pretest; 0,944 ( $\pm$ 0,153) posttest; $\Delta$ = 0,007 ( $\pm$ 0,023)#. BMD-CF: 0,697 ( $\pm$ 0,087) pretest; 0,699 ( $\pm$ 0,088) posttest; $\Delta$ = 0,003 ( $\pm$ 0,019).  VGV: BMD-LR: 0,914 ( $\pm$ 0,141) pretest; 0,919 ( $\pm$ 0,139) posttest; $\Delta$ = 0,005 ( $\pm$ 0,017). BMD-CF: 0,725 ( $\pm$ 0,079) pretest; 0,733 ( $\pm$ 0,080) posttest; $\Delta$ = 0,007 ( $\pm$ 0,024).  KG: BMD-LR: 0,922 ( $\pm$ 0,161) pretest; 0,918 ( $\pm$ 0,163) posttest. $\Delta$ = - 0,005 ( $\pm$ 0,018). BMD-CF: 0,727 ( $\pm$ 0,116) pretest; 0,727 ( $\pm$ 0,115) posttest; $\Delta$ = 0,002 ( $\pm$ 0,016).

Woo, J., et al. (33)  Hong Kong	N = 90 kvinner.  Tai Chi-gruppe (TCG; n=30; alder 68,2 ± 2,4 år), styrketreningsgruppe (SG; n=30; alder 68,67 ± 3,0 år) og KG (n=30; alder 68,07 ± 2,7 år).	Begge treningsgruppene: 3 økter/uke i 12 mnd. for begge treningsgruppene. Det er ikke oppgitt hvor lenge øktene varte i tid.  TCG: Trente Tai Chi i Yang-stil med 24 former.  SG: Gjorde styrkeøvelser med «theraband», en treningsstrikk av medium styrke. Det ble gjort 30 repetisjoner per øvelse.  KG: Gjorde ingenting.	TCG: BMD-TH: 0,67 (± 0,09) pretest. Δ = 0,07 (± 0,64)%&; ESTΔ = 0,000469 (± 0,023486343)#.  SG: BMD-TH: 0,68 (± 0,11) pretest. Δ = 0,09 (± 0,62)%&; ESTΔ = 0,000612 (± 0,022703855)#.  KG: BMD-TH: 0,70 (± 0,10) pretest. Δ = -2,25 (± 0,60)%&; ESTΔ = - 0,01575 (± 0,022617692).
ESTΔ: Estimert absolutt endring i BMD-mål, utledet fra prosentvis endring hvor tilgjengelig og/eller beregnet etter metoden beskrevet i kap. 2.3.2. *: Intragruppesignifikans (p < 0,05). #: Mellomgruppesignifikans (p < 0,05). &: Verdien i parantesene representerer standardfeilen.			

### 3.2 Studier av kvinner med lav beinmasse

Tabell 2 oppsummerer studier der hele utvalget består av postmenopausale kvinner med osteopeni og/eller osteoporose. Utkommemålene er gitt på formen BMD: Gjennomsnitt (± standardavvik). Noen steder har standardfeilen til gjennomsnittet erstattet standardavviket; dette er i så fall merket med symbol. Forklaring til symboler er i bunnen av tabellen. BMD-målene er oppgitt i g/cm<sup>2</sup> dersom annen enhet ikke er oppgitt.

Tabell 2. Treningsstudier som inkluderer kvinner med lav beinmasse

Forfatter og land	Utvalg	Intervensjon	Utkommemål
Basat, H., et al. (34)  Tyrkia	N = 42 kvinner med osteopeni i lumbalcolumna og/eller collum femoris.  Styrketreningsgruppe (SG; n=14; alder 55,9 ± 4,9 år), high impact-gruppe (HIG; n=14; alder 55,6 ± 2,9 år) eller KG (n=14; alder 56,2 ± 4,0 år).	SG: Treningsmengde var 60 min./økt, 3 økter/uke i 6 mnd. 1 sett x 10 repetisjoner for øvelsene, som var rettet mot ulike muskelgrupper.  HIG: Hoppetau 10 hopp/økt, med fem flere hopp per uke opptil 50 hopp/økt.  KG: Bedt om ikke å følge noen treningsprogrammer.	SG: BMD-LR: 0,913 (± 0,022) pretest; 0,925 (± 0,039) posttest; Δ = 1,3%*; ESTΔ = 0,011869 (± 0,01814375). BMD-CF: 0,829 (± 0,082) pretest; 0,842 (± 0,083); Δ = 1,6%*; ESTΔ = 0,013264 (± 0,020286147).  HIG: BMD-LR: 0,907 (± 0,036) pretest; 0,911 (± 0,038) posttest; Δ = 0,5%#; ESTΔ = 0,004535 (± 0,008251559).

		Alle mottok kalsium- og vitamin D-tilskudd.	<p>BMD-CF: 0,828 (<math>\pm</math> 0,087) pretest; 0,837 (<math>\pm</math> 0,087) posttest; <math>\Delta</math> = 1,2%*#; EST<math>\Delta</math> = 0,009936 (<math>\pm</math> 0,021367049).</p> <p>KG:</p> <p>BMD-LR: 0,934 (<math>\pm</math> 0,038) pretest; 0,911 (<math>\pm</math> 0,048) posttest; <math>\Delta</math> = -2,5%*; EST<math>\Delta</math> = -0,02335 (<math>\pm</math> 0,014919417).</p> <p>BMD-CF: 0,849 (<math>\pm</math> 0,071) pretest; 0,840 (<math>\pm</math> 0,069) posttest; <math>\Delta</math> = -1,0%; EST<math>\Delta</math> = -0,00849 (<math>\pm</math> 0,024354359).</p>
Bolton, K. L. et al. (35)  Australia	N = 39 kvinner med hofteosteopeni.  TG (n=19; alder 60,3 $\pm$ 5,6 år) og KG (n=20; alder 56,3 $\pm$ 4,7 år).	<p>TG: 60 min./økt, 3 økter/uke i totalt 52 uker, med to enukers pauser. Treningsprogrammet var sammensatt med fokus på hoftebeinsstyrke, muskelstyrke og balanse Mottok i tillegg hjemmeprogram med hoppeøvelser som skulle utføres daglig.</p> <p>KG: Ble bedt om å opprettholde ordinær aktivitet.</p> <p>Begge gruppene mottok kalsiumtilskudd.</p>	<p>TG:</p> <p>BMD-LR: 0,897 (<math>\pm</math> 0,072) pretest; 0,893 (<math>\pm</math> 0,097) posttest. <math>\Delta</math> = -0,003 (<math>\pm</math> 0,032).</p> <p>BMD-TH: 0,826 (<math>\pm</math> 0,074) pretest; 0,829 (<math>\pm</math> 0,074) posttest. <math>\Delta</math> = 0,004 (<math>\pm</math> 0,012)#.</p> <p>KG:</p> <p>BMD-LR: 0,905 (<math>\pm</math> 0,120) pretest; 0,897 (<math>\pm</math> 0,128) posttest. <math>\Delta</math> = -0,008 (<math>\pm</math> 0,021).</p> <p>BMD-TH: 0,817 (<math>\pm</math> 0,072) pretest; 0,809 (<math>\pm</math> 0,068) posttest. <math>\Delta</math> = -0,007 (<math>\pm</math> 0,014).</p>
Iwamoto, J., et al. (36)  Japan	N = 35 kvinner med osteoporose iht. japanske kriterier.  TG (n = 8; alder 65,3 $\pm$ 4,7 år), trenings- og avtreningsgruppe DTG (n = 7; alder 64,3 $\pm$ 3,0 år) og KG (n = 20; alder 64,9 $\pm$ 5,7 år).	<p>TG: Ble oppfordret til å måle antall skritt/dag den første uka. Etter den første uka ble deltakerne oppfordret til å øke antallet skritt med 30% via rask gange. I tillegg ble de oppfordret til å gjøre 2 sett x 15 repetisjoner med ulike styrkeøvelser. Treningen ble loggført av deltakerne. Treningen varte i to år.</p> <p>DTG: Fulgte programmet som TG i ett år, men sluttet deretter å trene det siste året.</p> <p>KG: Står ikke hva de ble bedt om.</p>	<p>TG:</p> <p>BMD-LR: 0,595 (<math>\pm</math> 0,067) pretest; 0,621 (<math>\pm</math> 0,074) etter ett år*; 0,620 (<math>\pm</math> 0,087) etter to år; <math>\Delta</math> = 4,29 (<math>\pm</math> 2,34)%*; EST<math>\Delta</math> = 0,0255255 (<math>\pm</math> 0,013923).</p> <p>DTG:</p> <p>BMD-LR: 0,618 (<math>\pm</math> 0,068) pretest; 0,646 (<math>\pm</math> 0,072) etter ett år*; EST<math>\Delta</math> = 0,02826 (<math>\pm</math> 0,009734); 0,632 (<math>\pm</math> 0,073) etter to år; <math>\Delta</math> = 2,19 (<math>\pm</math> 1,98%); EST<math>\Delta</math> = 0,0135342 (<math>\pm</math> 0,0122364).</p> <p>KG:</p> <p>BMD-LR: 0,611 (<math>\pm</math> 0,045) pretest; 0,617 (<math>\pm</math> 0,043) etter ett år; 0,616 (<math>\pm</math> 0,044) etter to år; <math>\Delta</math> = 0,96 (<math>\pm</math> 3,39)%; EST<math>\Delta</math> = 0,0058656 (<math>\pm</math> 0,0207129).</p>

		Alle mottok kalsium- og vitamin D-tilskudd.	
Korpelaine n, R., et al. (37)	N = 160 postmenopausale kvinner med osteoporose i hofte og/eller radius.	TG: 60 min./økt. De første 6 mnd. hvert år var øktene under veiledning. Samtidig skulle de trene 20 min. daglig hjemme med et program som liknet. De siste 6 mnd. av året foregikk bare treningen hjemme. Kvinnene skulle selv loggføre hvor mye de trente. Programmet bestod av hoppe- og balanseøvelser. I gjennomsnitt gjennomførte kvinnene hjemmeprogrammet 3 ganger/uke. Intervensjonen varte totalt 30 mnd.	TG: BMD-CF: 0,674 ( $\pm$ 0,011) pretest; 0,673 ( $\pm$ 0,012) ved 12 mnd.; 0,670 ( $\pm$ 0,013) posttest. EST $\Delta$ = - 0,004 ( $\pm$ 0,002993667).
Finland	TG (n=84; alder 72,9 $\pm$ 1,1 år) og KG (n=76; alder 72,8 $\pm$ 1,2 år).	KG: Ble bedt om å opprettholde sine vanlige daglige rutiner.	KG: BMD-CF: 0,670 ( $\pm$ 0,010) pretest; 0,667 ( $\pm$ 0,010) ved 12 mnd.; 0,663 ( $\pm$ 0,012) posttest; EST $\Delta$ = - 0,007 ( $\pm$ 0,003467797).
Watson, S. L., et al. (11)	N = 101 kvinner med osteopeni i hofte og/eller rygg.	HRITG: 30 min./økt, 2 økter/uke i 8 måneder. Program i treningsfasiliteter med høyintensitetsstyrketrening og «impact training» i form av øvelser med hardt anslag mot kroppen (hopping o.l.).	HRITG: BMD-LR: 0,823 ( $\pm$ 0,108) pretest; 0,846 ( $\pm$ 0,116) posttest; $\Delta$ = 2,9 ( $\pm$ 3,1)%*#; EST $\Delta$ = 0,023867 ( $\pm$ 0,025513).
Australia	HiRIT (high-intensity resistance and impact training)-gruppe (HRITG; n = 49; alder 65 $\pm$ 5 år) og kontrollgruppe (n = 52; alder 65 $\pm$ 5 år)	KG: 30 minutter/økt, 2 ganger/uke i 8 mnd. Programmet bestod av trening ved lav intensitet hjemme.	BMD-CF: 0,699 ( $\pm$ 0,086) pretest; 0,700 ( $\pm$ 0,084) posttest; $\Delta$ = 0,3 ( $\pm$ 3,0)%*; EST $\Delta$ = 0,002097 ( $\pm$ 0,02097).  KG: BMD-LR: 0,816 ( $\pm$ 0,097) pretest; 0,807 ( $\pm$ 0,098) posttest; $\Delta$ = -1,2 ( $\pm$ 3,1)%*#; EST $\Delta$ = - 0,009792 ( $\pm$ 0,025296). BMD-CF: 0,682 ( $\pm$ 0,059) pretest; 0,670 ( $\pm$ 0,059); $\Delta$ = -2,0 ( $\pm$ 3,0)%; EST $\Delta$ = - 0,01364 ( $\pm$ 0,02046).
EST $\Delta$ : Estimert absolutt endring i BMD-mål, utledet fra prosentvis endring hvor tilgjengelig og/eller beregnet etter metoden beskrevet i kap. 2.3.2. *: Intragruppesignifikans (p < 0,05). #: Mellomgruppesignifikans (p < 0,05). &: Verdien i parentesene representerer standardfeilen.			

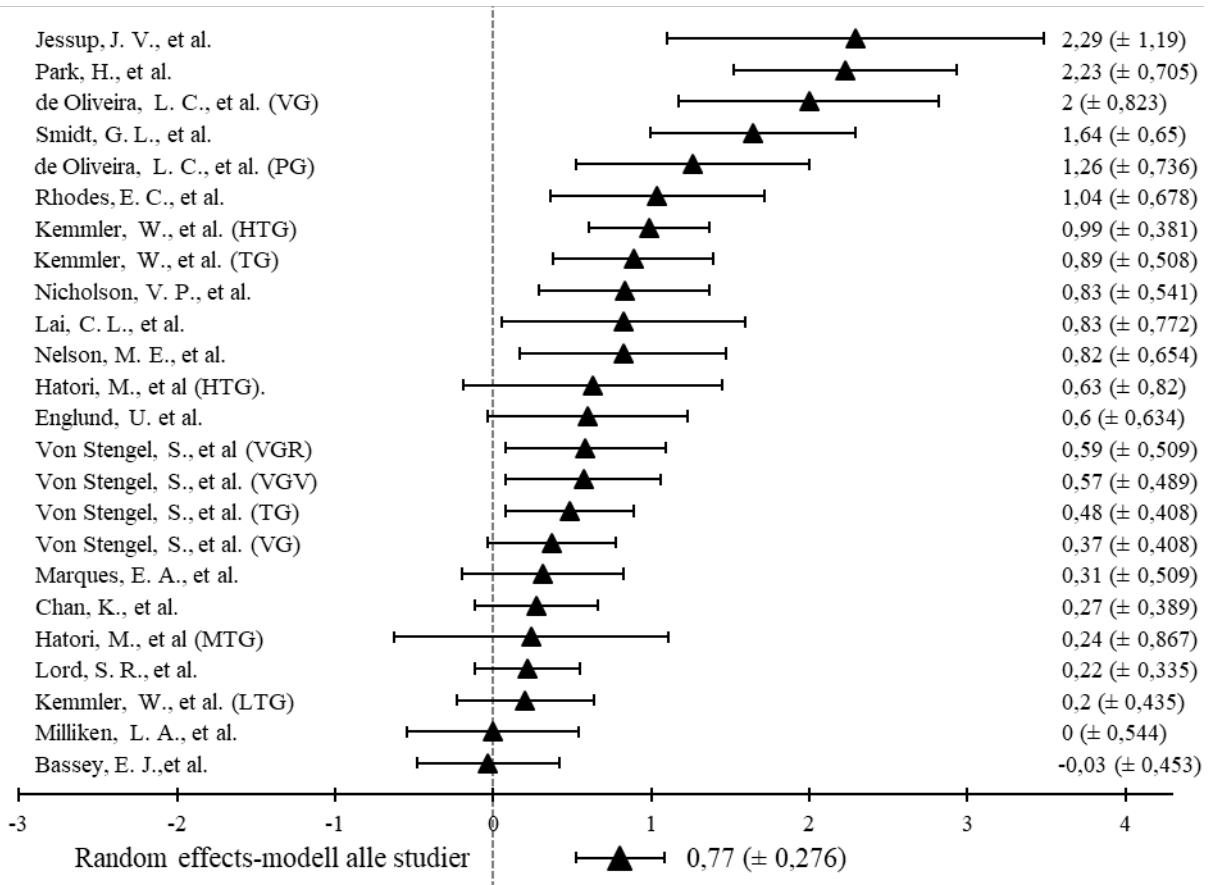
### 3.3 Metaanalyse

I alle forest plots er forkortelsene for intervensjonsgruppene satt ved siden av studieforfatter i de tilfellene der studien har flere intervensjonsgrupper. Dette er også gjort dersom samme førsteforfatter har gjennomført flere studier.

### 3.3.1 Studier av kvinner med normal beinmasse

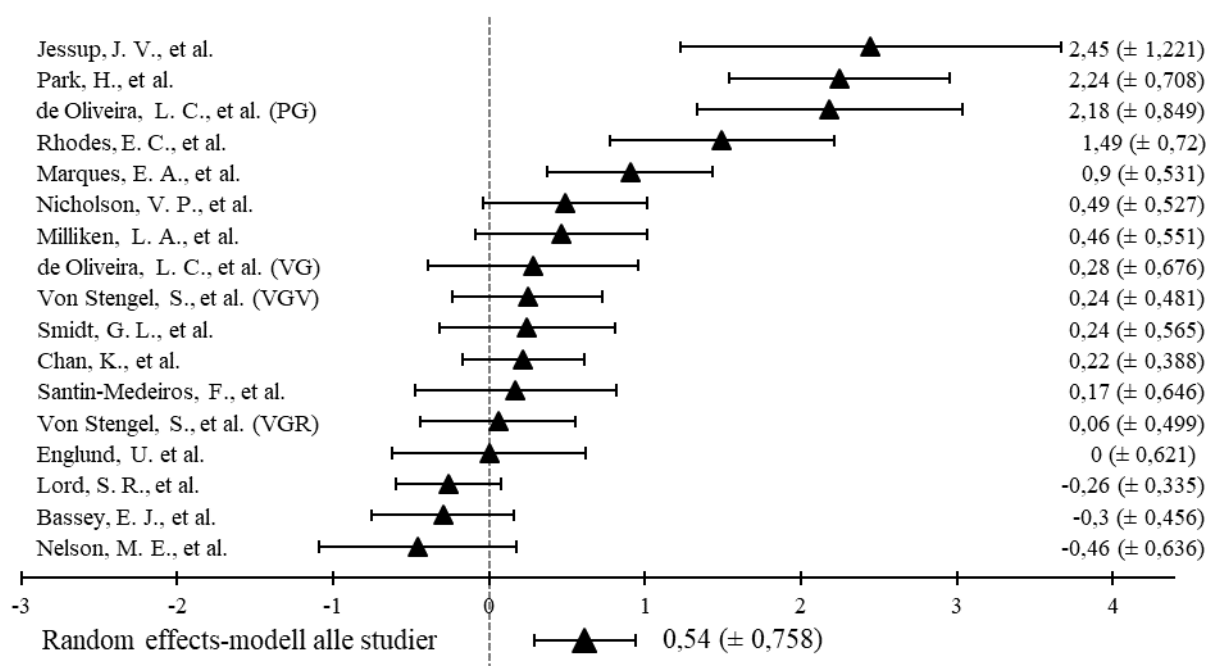
Figur 1 viser Cohens d for BMD i lumbalcolumnna; figur 2 viser det samme for BMD i collum femoris og figur 3 for BMD totalt i hofteregionen. Alle disse studiene er fra tabell 1.

Figur 1. Cohens D for studier med BMD-LR

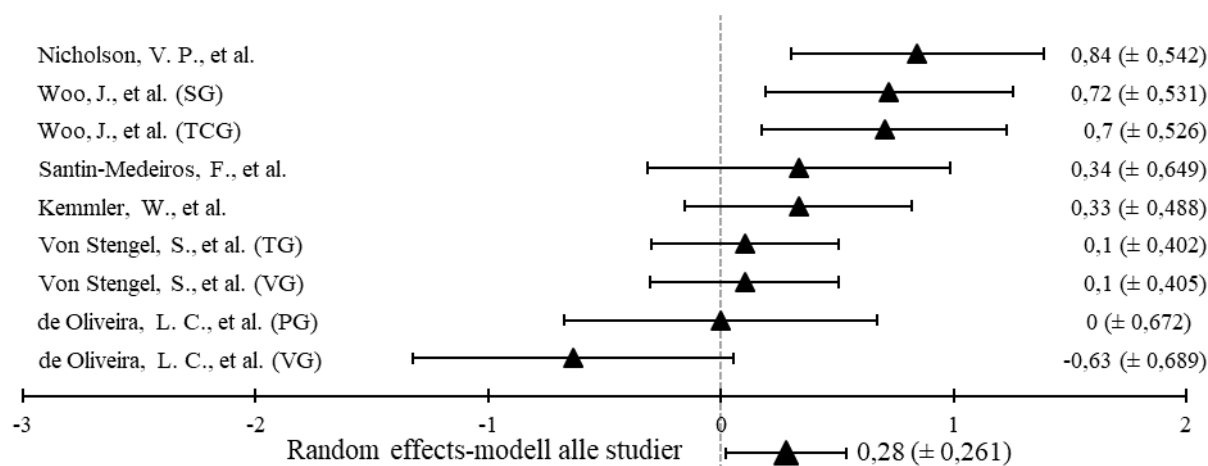




Figur 2. Cohens D for studier med BMD-CF



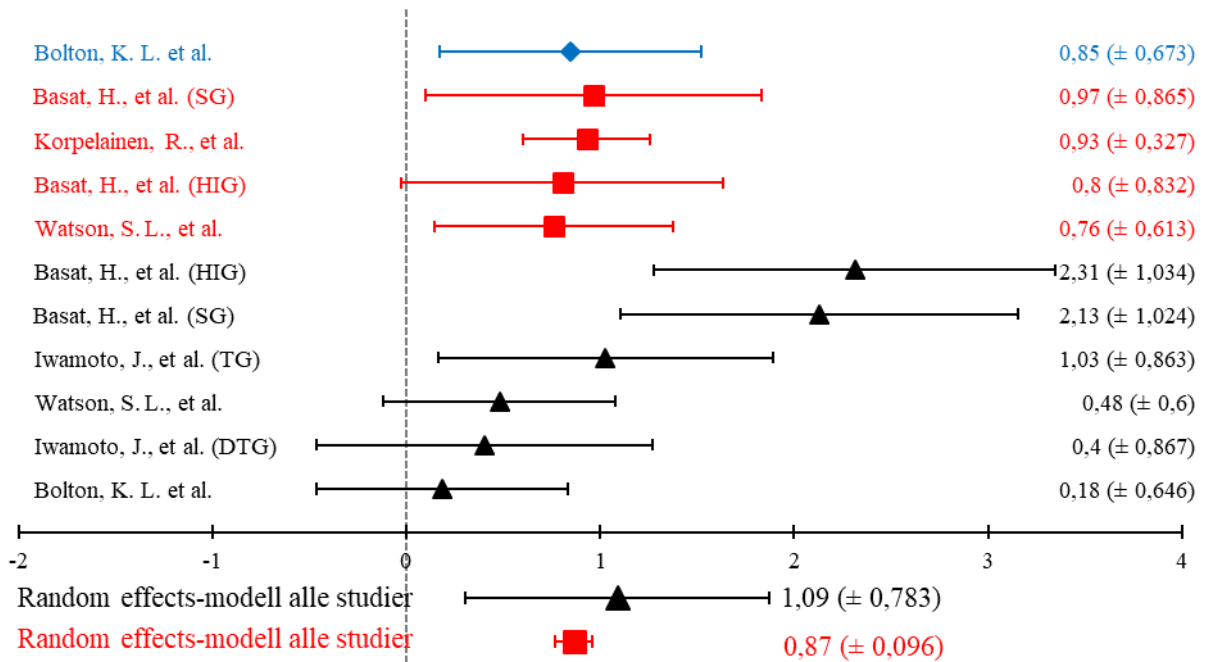
Figur 3. Cohens D for studier med BMD-TH



### 3.3.2 Studier av kvinner med lav beinmasse

Figur 4 viser Cohens D for alle BMD-mål fra studiene oppsummert i tabell 2.

Figur 4. Cohens D for studier med BMD-LR, BMD-CF og BMD-TH



Studiene og tilhørende effektstørrelse er kodet med farge og symboler. Svart/▲: BMD-LR; rødt/■: BMD-CF; blått/◆: BMD-TH.

## 4.0 Diskusjon

### 4.1 Drøfting av problemstillingen

#### 4.1.1 *Har trening effekt?*

Det er stor variasjon i effektmålet for de enkelte studiene. Likevel peker de fleste studiene i retning av at intervensjonsgruppa gjør det bedre enn kontrollgruppa, ofte understøttet av statistisk signifikans ( $p < 0,05$ ). Samlet effekt er signifikant for BMD-LR og BMD-TH, men ikke for BMD-CF, når det gjelder studiene gjort på kvinner med normal BMD. For kvinner med lav BMD, er det mindre variasjon i utkommemålene; dette kan dog skyldes færre antall inkluderte studier. De samlede effektmålene er større, og samlet effektmål er her signifikant også for BMD-CF.

Jeg tolker resultatene av egen gjennomgang som at trening både kan bremse nedgangen og føre til forbedring av BMD hos postmenopausale kvinner. Det kan videre virke som at en populasjon med lav BMD fra før av har større effekt av treningen. Trening har altså effekt både som primærprofylakse- og sekundærprofylakse mot osteoporose, da osteoporose er definert som lav BMD. Imidlertid er BMD kun den operasjonelle definisjonen på osteoporose, som ikke inkluderer alle aspekter ved patofysiologien (2).

#### 4.1.2 *Hvilken treningsform er best?*

Med bakgrunn i resultatene er det ikke uten videre grunnlag for å hevde at en treningsform er overlegen en annen. Det ser derimot ut til at et mangfold av treningsformer har effekt på beinmineraltettheten. Dette bildet blir også gjort mer uklart av at en del av studiene har sammensatte treningsintervensjoner, med flere former for trening.

En studie (38) som sammenliknet effekten av ulike treningsformer, argumenterer for at vektbærende trening er effektivt i å påvirke BMD hvis intensiteten medfører at kraftanslaget fra underlaget når en viss størrelse. Vanlig gange var for eksempel ikke nok til å gi en økning i BMD, men resulterte i redusert nedgang. Effekten av styrketrening ser ut til å avhenge av at reaksjonskraften i leddet er større enn ved vanlig dagligdags aktivitet. I tillegg hevder forfatterne at styrketrening er veldig stedsspesifikk; den bedrer BMD i relasjon til leddet som de aktuelle musklene virker over.

## 4.2 Begrensninger med oppgaven

### 4.2.1 BMD versus frakturrisiko

Jeg har i denne oppgaven hatt BMD som utkommemål. Et sentralt spørsmål blir da hvorvidt forbedret BMD svarer til redusert frakturrisiko. En metaanalyse viste at trening hadde resultert i redusert risiko for fraktur, med en relativ risiko på 0,49 i forhold til kontrollgruppene (39). Hvor mye av denne effekten som skal tilskrives bedret BMD eller andre effekter av treningen, vites dog ikke. Andre gunstige effekter av trening kan være bedret balanse og muskelkraft, som begge kan tenkes å gi redusert fallrisiko og dermed mindre frakturrisiko.

### 4.2.2 Andre forhold som bidrar til beinstyrke

Det er flere faktorer ved skjelettet enn BMD alene som avgjør beinstyrken. Disse inkluderer beinets geometri, cortex' tykkelse, trabeklenes morfologi og iboende egenskaper ved beinvevet (40). Oppgaven svarer ikke på hvorvidt disse faktorene påvirkes av trening.

### 4.2.3 Antallet studier

Til denne oppgaven har jeg kun søkt med PubMed. Jeg har i tillegg ekskludert studier med kort varighet (under 26 uker). Jeg har også kun hatt BMD som utkommemål, og jeg har heller ikke studert menn eller yngre kvinnelige populasjoner. Alt dette bidrar følgelig til færre antall inkluderte studier. Litteraturstudien ville rett og slett bli for omfattende for en person å gjøre. Ideelt sett ville man hatt flere personer som samarbeidet om å gjøre litteratursøk i flere databaser, med bredere inklusjonsgrunnlag og med større vekt på kvalitetsvurdering. PRISMA er et eksempel på et verktøy man kunne benyttet i et slikt tilfelle (41).

### 4.2.4. Vedvarer effekten over tid?

Studiene som ble inkludert i denne oppgaven hadde varighet fra 26 uker til 2 år. Det er logisk å tenke seg at treningens effekt på BMD ikke vil vedvare dersom treningen opphører. Studien til Iwamoto, J., et al. (36) viste at en treningsgruppe som sluttet å trene etter ett år opplevde tilbakegang i BMD det påfølgende året. Det virker derfor sannsynlig at effekten på BMD beror på vedvarende trening. Dessuten ville det vært interessant å ha fulgt studiedeltakere over flere år, for å undersøke langtidseffekten på BMD hos de som fortsatte å trene hyppig. Slike studier eksisterer muligens, men er ikke undersøkt i denne oppgaven.

#### *4.2.5 Trening, kontrollgruppe og etterlevelse*

For å tydeliggjøre effekten av en treningsintervensjon, har de inkluderte studiene stort sett basert seg på å ha en inaktiv kontrollgruppe. Inaktiv betyr i de fleste tilfeller at gruppa har blitt bedt om å opprettholde sitt habituelle fysiske aktivitetsnivå. I noen tilfeller er det ikke beskrevet direkte hva kontrollgruppa har fått av instruksjoner; i de tilfellene har jeg gjort en antakelse om at de ikke utførte noen form for organisert trening i forbindelse med studien. Andre studier har basert seg på narretrening.

Samtidig beror også naturlig nok utbyttet av treningen på hvor godt treningsgruppene faktisk etterlevde intervensjonen. I de fleste inkluderte studiene har treningsgruppene trent i fellesarealer under instruksjon, med loggføring av oppmøte. Det kan tenkes at folk vil ha lavere etterlevelse i en situasjon der de ikke blir direkte observert, som var tilfellet i studier som baserte seg på hjemmetrening. I enkelte studier har de også forsøkt å kontrollere for etterlevelse av treningsintensiteten, for eksempel ved å overvåke hjerterefrekvensen til deltakerne under treningsøktene.

#### *4.2.6 Treningsmengde*

Manglende evne til å finne effekt av en treningsform kan naturlig nok tenkes å tilskrives at treningsmengden ikke er stor nok. For eksempel kan studien til Kemmler W. et al. (22) tyde på dette; high frequency-treningsgruppa (som trente relativt mer) forbedret sine BMD-mål mer enn low frequency-treningsgruppa.

#### *4.2.7 Trygghet av trening*

Med bakgrunn i de inkluderte studiene kan jeg ikke se at det har vært noen alvorlige hendelser som kunne knyttes til treningen, men dette har jeg ikke undersøkt i detalj. Det kan likevel antas at det er en viss fare for skader ved all slags trening, og da kanskje særlig hvis personen har sykdommer eller redusert funksjonsnivå fra før av.

### **4.3 Metodiske begrensninger**

Det ble ikke gjennomført en systematisk vurdering av bias i henhold til PRISMA-retningslinjene i denne oppgaven (41). Som følge er det heller ikke korrigeret for bias i metaanalysene, men spesielt viktige faktorer for bias er diskutert under.

#### *4.3.1 Publikasjonsbias*

Publikasjonsbias er et fenomen som beskriver at positive resultater innenfor forskning har en større tilbøyelighet til å bli publisert enn negative resultater, noe som kan lede til feilaktige konklusjoner (42). Sannsynligvis gjelder dette også innenfor konteksten til denne oppgaven.

#### *4.3.2 Diskrepans mellom utvalg og populasjon*

Studiens utvalg er ikke like mht. alder, etnisitet og beinhelse, men er tenkt å representere samme populasjon. Man skal utøve forsiktighet når det gjelder å generalisere funn. Likevel virker det sannsynlig at funnene er generaliserbare til andre kvinner; premenopausale kvinner hadde i en studie faktisk sterkere effekt av high impact-trening enn postmenopausale kvinner (15).

#### *4.3.3 Randomisering*

Randomisering er prosessen hvor man tilfeldig fordeler deltakerne på to utvalg. Tanken med dette er å unngå bias ved å fordele karakteristikka likt mellom gruppene, slik at en forskjell i utfallemålene skal kunne forklares av intervensjonen alene (43). Ved mangelfull randomisering, hvor karakteristikka ikke er likt fordelt mellom gruppene, vil utfallemålene kunne påvirkes av andre faktorer enn intervensjonen. Det er i denne oppgaven ikke undersøkt hvor godt hver enkelt studie har randomisert deltakerne.

#### *4.3.4 Blinding*

Blinding er anerkjent som et viktig verktøy for å sikre objektiv registrering og analyse av resultater i randomiserte kontrollerte studier. Når forsøkspersonen eller forskerteamet vet hvilken intervensjon som gis, har dette vist seg å påvirke utkommemål i studien. Man snakker om performance bias, som er hvordan studiedeltakeren og forskerteamets forventninger kan påvirke utfallet. Detection bias er hvordan de som skal vurdere dataene, kan påvirke utfallet i analysen. Hensikten med blinding er å fjerne disse kildene til bias. Når det gjelder utprøving av en fysisk intervensjon, er god blinding ofte vanskelig og noen ganger umulig (44).

#### *4.3.5 Utdypende om søkestrategien og identifikasjon av studier*

Opprinnelig hadde jeg tenkt å utforske problemstillingen med hensyn på tre populasjoner; postmenopausale kvinner, premenopausale kvinner og menn. Dette resulterte i et veldig omfattende antall studier for denne oppgaven, og jeg valgte derfor å snevre problemstillingen inn på postmenopausale kvinner. Denne modifiseringen kunne vært implementert til å lage en mer fornuftig søkestrategi. Når jeg likevel ikke gjorde det, er det fordi jeg vurderte at

søkestrategien min heller var for bred enn for smal. Den fant heller studier som kvalifiserte til eksklusjon enn at jeg gikk glipp av studier som omhandler postmenopausale kvinner. En annen begrensning er at screening, inklusjon og dataekstrasjon ble utført av kun en person.

#### *4.3.6 Begrensninger med Cohens d som effektmål*

I enkelt tilfeller kan effekt som baserer seg på mellomgruppeskjell gi tilsynelatende veldig stor effekt av en intervensjon, når intervensjonsgruppa i realiteten blir dårligere. For eksempel har intervensjonsgruppa i studien til Smidt, G.L. et al. (30) en forverring av BMD-LR.

Likevel blir Cohens d så høy som 1,64 ettersom kontrollgruppa her hadde en enda kraftigere forverring. Dette vil også gjelde motsatt: Cohens d kan vise liten effekt i de tilfellene der kontrollgruppa forbedrer sine BMD-mål.

## 4.4 Konklusjon

Trening ser ut til å være et effektivt verktøy i å bremse nedgang av og forbedre BMD-mål hos postmenopausale kvinner. Osteoporose er operasjonelt definert som lavt BMD-mål; imidlertid er ikke BMD dekkende for omfanget av diagnosen. Trening reduserer også frakturrisikoen, men det er ikke sikkert i hvilken grad denne effekten er mediert av endring i BMD eller i andre treningsrelaterte parametere. Det er ikke grunnlag for å konkludere med at en treningsform sikkert er overlegent mye bedre enn de andre. Likevel er det holdepunkter for at trening som enten medfører betydelige anslagskrefter fra underlaget eller over ett ledd, har en mer potent effekt på BMD. Treningsmengden virker også å være av betydning. Framtidige studier bør følge opp effekten av trening på BMD og andre osteoporoserelaterte parametere over en lengre tidsperiode.

#### *4.4.1 Nytt søk 04.02.2021*

Jeg gjorde et siste søk 04.02.2021 med de samme søkestrengene. Det hadde da dukket opp totalt åtte nye studier siden forrige søk. Basert på tittel og/eller abstract, virket det som at to av disse kunne vært aktuelle for inklusjon i denne oppgaven. Imidlertid undersøkte jeg ikke disse studiene ytterligere, da tidsfristen vanskeliggjorde eventuell implementering i metaanalysen.

## 5.0 Etterord

En stor takk rettes til Professor II Cecilie Røe for kyndig faglig veiledning gjennom denne oppgaven. Andre som skal takkes er Martin Lundeby, Ellen Marie Myhre Dahl og Gerd Louise Myhre Molvig, som har bistått med korrekturlesning og/eller faglige diskusjoner. Til slutt rettes en takk til øvrig familie og venner for moralsk støtte i en ellers spesiell tid preget av koronapandemien.



## 6.0 Referanseliste

1. Meyer HE. Fakta om beinskjørhet og brudd (osteoporose og osteoporotiske brudd). 2004. Folkehelseinstituttet; [oppdatert 20.10.2016]; [hentet 20.12.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/fp/folkesykdommer/beinskjorhet/beinskjorhet-og-brudd---fakta-om-os/>
2. World Health Organization. Prevention and management of osteoporosis. 2003. Geneve: World Health Organization; [hentet 12.23 2020]. Tilgjengelig fra: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42841/WHO\\_TRS\\_921.pdf;jsessionid=5D06E93B8A291D435D38E5B349831B0E?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42841/WHO_TRS_921.pdf;jsessionid=5D06E93B8A291D435D38E5B349831B0E?sequence=1)
3. Helsebiblioteket. Randomisert kontrollert undersøkelse - RCT. 2016. [oppdatert 07.06.2016]; [hentet 27.01.2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/kritisk-vurdering/rct>
4. Helsebiblioteket. PICO. 2016. [oppdatert 03.06.2016]; [hentet 27.01 2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.helsebiblioteket.no/kunnskapsbasert-praksis/sporsmalsformulering/pico>
5. Store medisinske leksikon. Menopause. 2009. [oppdatert 11.07.2019]; [hentet 27.01 2021]. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/menopause>
6. Bårdsen Å, Thornquist E. Må vi trene for å ha god helse? Tidsskr Nor Legeforen. 2010;130(15):1487-8. Tilgjengelig fra: <https://tidsskriftet.no/2010/08/kronikk/ma-vi-trene-ha-god-helse>
7. Store medisinske leksikon. D-vitamin. 2009. [oppdatert 25.09.2019]; [hentet 27.01. 2021]. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/D-vitamin>
8. Lord SR, Ward JA, Williams P, Zivanovic E. The effects of a community exercise program on fracture risk factors in older women. Osteoporos Int. 1996;6(5):361-7. Tilgjengelig fra: 10.1007/bf01623009
9. Higgins JP, Li T, Deeks JJ. Chapter 6: Choosing effect measures and computing estimates of effect. I: Higgins JP, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al., red. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.1 Cochrane; 2020.[oppdatert 01.09.2020]; [hentet 27.01.2021]. Tilgjengelig fra: <https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-06>
10. Nicholson VP, McKean MR, Slater GJ, Kerr A, Burkett BJ. Low-Load Very High-Repetition Resistance Training Attenuates Bone Loss at the Lumbar Spine in Active Post-menopausal Women. Calcif Tissue Int. 2015;96(6):490-9. Tilgjengelig fra: 10.1007/s00223-015-9976-6
11. Watson SL, Weeks BK, Weis LJ, Harding AT, Horan SA, Beck BR. High-Intensity Resistance and Impact Training Improves Bone Mineral Density and Physical Function in Postmenopausal Women With Osteopenia and Osteoporosis: The LIFTMOR Randomized Controlled Trial. J Bone Miner Res. 2018;33(2):211-20. Tilgjengelig fra: 10.1002/jbmr.3284
12. Lee DK. Alternatives to P value: confidence interval and effect size. Korean J Anesthesiol. 2016;69(6):555-62. Tilgjengelig fra: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27924194> Tilgjengelig fra: 10.4097/kjae.2016.69.6.555
13. Neyeloff JL, Fuchs SC, Moreira LB. Meta-analyses and Forest plots using a microsoft excel spreadsheet: step-by-step guide focusing on descriptive data analysis. BMC Research Notes. 2012;5(1):52. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1186/1756-0500-5-52> Tilgjengelig fra: 10.1186/1756-0500-5-52

14. Lewis S, Clarke M. Forest plots: trying to see the wood and the trees. *BMJ*. 2001;322(7300):1479-80. Tilgjengelig fra: <https://www.bmj.com/content/bmj/322/7300/1479.full.pdf> Tilgjengelig fra: 10.1136/bmj.322.7300.1479
15. Bassey EJ, Rothwell MC, Littlewood JJ, Pye DW. Pre- and postmenopausal women have different bone mineral density responses to the same high-impact exercise. *J Bone Miner Res*. 1998;13(12):1805-13. Tilgjengelig fra: 10.1359/jbmr.1998.13.12.1805
16. Chan K, Qin L, Lau M, Woo J, Au S, Choy W, et al. A randomized, prospective study of the effects of Tai Chi Chun exercise on bone mineral density in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(5):717-22. Tilgjengelig fra: 10.1016/j.apmr.2003.08.091
17. de Oliveira LC, de Oliveira RG, de Almeida Pires-Oliveira DA. Effects of Whole-Body Vibration Versus Pilates Exercise on Bone Mineral Density in Postmenopausal Women: A Randomized and Controlled Clinical Trial. *J Geriatr Phys Ther*. 2019;42(2):E23-e31. Tilgjengelig fra: 10.1519/jpt.000000000000184
18. Englund U, Littbrand H, Sondell A, Pettersson U, Bucht G. A 1-year combined weight-bearing training program is beneficial for bone mineral density and neuromuscular function in older women. *Osteoporos Int*. 2005;16(9):1117-23. Tilgjengelig fra: 10.1007/s00198-004-1821-0
19. Hatori M, Hasegawa A, Adachi H, Shinozaki A, Hayashi R, Okano H, et al. The effects of walking at the anaerobic threshold level on vertebral bone loss in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int*. 1993;52(6):411-4. Tilgjengelig fra: 10.1007/bf00571327
20. Jessup JV, Horne C, Vishen RK, Wheeler D. Effects of exercise on bone density, balance, and self-efficacy in older women. *Biol Res Nurs*. 2003;4(3):171-80. Tilgjengelig fra: 10.1177/1099800402239628
21. Kemmler W, Bebenek M, von Stengel S, Engelke K, Kalender WA. Effect of block-periodized exercise training on bone and coronary heart disease risk factors in early post-menopausal women: a randomized controlled study. *Scand J Med Sci Sports*. 2013;23(1):121-9. Tilgjengelig fra: 10.1111/j.1600-0838.2011.01335.x
22. Kemmler W, von Stengel S. Exercise frequency, health risk factors, and diseases of the elderly. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94(11):2046-53. Tilgjengelig fra: 10.1016/j.apmr.2013.05.013
23. Lai CL, Tseng SY, Chen CN, Liao WC, Wang CH, Lee MC, et al. Effect of 6 months of whole body vibration on lumbar spine bone density in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Clin Interv Aging*. 2013;8:1603-9. Tilgjengelig fra: 10.2147/cia.S53591
24. Marques EA, Mota J, Machado L, Sousa F, Coelho M, Moreira P, et al. Multicomponent training program with weight-bearing exercises elicits favorable bone density, muscle strength, and balance adaptations in older women. *Calcif Tissue Int*. 2011;88(2):117-29. Tilgjengelig fra: 10.1007/s00223-010-9437-1
25. Milliken LA, Going SB, Houtkooper LB, Flint-Wagner HG, Figueroa A, Metcalfe LL, et al. Effects of exercise training on bone remodeling, insulin-like growth factors, and bone mineral density in postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. *Calcif Tissue Int*. 2003;72(4):478-84. Tilgjengelig fra: 10.1007/s00223-001-1128-5
26. Nelson ME, Fiatarone MA, Morganti CM, Trice I, Greenberg RA, Evans WJ. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. *A*

- randomized controlled trial. *Jama*. 1994;272(24):1909-14. Tilgjengelig fra: 10.1001/jama.1994.03520240037038
27. Park H, Kim KJ, Komatsu T, Park SK, Mutoh Y. Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. *J Bone Miner Metab*. 2008;26(3):254-9. Tilgjengelig fra: 10.1007/s00774-007-0819-z
  28. Rhodes EC, Martin AD, Taunton JE, Donnelly M, Warren J, Elliot J. Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. *Br J Sports Med*. 2000;34(1):18-22. Tilgjengelig fra: 10.1136/bjism.34.1.18
  29. Santin-Medeiros F, Santos-Lozano A, Rey-López JP, Vallejo NG. Effects of eight months of whole body vibration training on hip bone mass in older women. *Nutr Hosp*. 2015;31(4):1654-9. Tilgjengelig fra: 10.3305/nh.2015.31.4.8441
  30. Smidt GL, Lin SY, O'Dwyer KD, Blanpied PR. The effect of high-intensity trunk exercise on bone mineral density of postmenopausal women. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992;17(3):280-5. Tilgjengelig fra: 10.1097/00007632-199203000-00007
  31. von Stengel S, Kemmler W, Engelke K, Kalender WA. Effects of whole body vibration on bone mineral density and falls: results of the randomized controlled ELVIS study with postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2011;22(1):317-25. Tilgjengelig fra: 10.1007/s00198-010-1215-4
  32. Von Stengel S, Kemmler W, Bebenek M, Engelke K, Kalender WA. Effects of whole-body vibration training on different devices on bone mineral density. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(6):1071-9. Tilgjengelig fra: 10.1249/MSS.0b013e318202f3d3
  33. Woo J, Hong A, Lau E, Lynn H. A randomised controlled trial of Tai Chi and resistance exercise on bone health, muscle strength and balance in community-living elderly people. *Age Ageing*. 2007;36(3):262-8. Tilgjengelig fra: 10.1093/ageing/afm005
  34. Basat H, Esmaeilzadeh S, Eskiuyurt N. The effects of strengthening and high-impact exercises on bone metabolism and quality of life in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2013;26(4):427-35. Tilgjengelig fra: 10.3233/bmr-130402
  35. Bolton KL, Egerton T, Wark J, Wee E, Matthews B, Kelly A, et al. Effects of exercise on bone density and falls risk factors in post-menopausal women with osteopenia: a randomised controlled trial. *J Sci Med Sport*. 2012;15(2):102-9. Tilgjengelig fra: 10.1016/j.jsams.2011.08.007
  36. Iwamoto J, Takeda T, Ichimura S. Effect of exercise training and detraining on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. *J Orthop Sci*. 2001;6(2):128-32. Tilgjengelig fra: 10.1007/s007760100059
  37. Korpelainen R, Keinänen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Väänänen K, Korpelainen J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int*. 2006;17(1):109-18. Tilgjengelig fra: 10.1007/s00198-005-1924-2
  38. Benedetti MG, Furlini G, Zati A, Letizia Mauro G. The Effectiveness of Physical Exercise on Bone Density in Osteoporotic Patients. *Biomed Res Int*. 2018;2018:4840531-. Tilgjengelig fra: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30671455>  
Tilgjengelig fra: 10.1155/2018/4840531
  39. Kemmler W, L. H, von Stengel S. Effects of exercise on fracture reduction in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int*. 2013;24(7):1937-50. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1007/s00198-012-2248-7>

40. Ammann P, Rizzoli R. Bone strength and its determinants. *Osteoporos Int.* 2003;14(3):13-8. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1007/s00198-002-1345-4>
41. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ.* 2009;339:b2535. Tilgjengelig fra: <https://www.bmj.com/content/bmj/339/bmj.b2535.full.pdf>  
Tilgjengelig fra: 10.1136/bmj.b2535
42. Dubben H-H, Beck-Bornholdt H-P. Systematic review of publication bias in studies on publication bias. *BMJ.* 2005;331(7514):433-4. Tilgjengelig fra: <https://www.bmj.com/content/bmj/331/7514/433.full.pdf> Tilgjengelig fra: 10.1136/bmj.38478.497164.F7
43. Roberts C, Torgerson D. Randomisation methods in controlled trials. *BMJ.* 1998;317(7168):1301-10. Tilgjengelig fra: <https://www.bmj.com/content/bmj/317/7168/1301.full.pdf> Tilgjengelig fra: 10.1136/bmj.317.7168.1301
44. Armijo-Olivo S, Fuentes J, da Costa BR, Saltaji H, Ha C, Cummings GG. Blinding in Physical Therapy Trials and Its Association with Treatment Effects: A Meta-epidemiological Study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* 2017;96(1):34-44. Tilgjengelig fra: [https://journals.lww.com/ajpmr/Fulltext/2017/01000/Blinding\\_in\\_Physical\\_Therapy\\_Trials\\_and\\_Its.5.aspx](https://journals.lww.com/ajpmr/Fulltext/2017/01000/Blinding_in_Physical_Therapy_Trials_and_Its.5.aspx) Tilgjengelig fra: 10.1097/phm.0000000000000521