2026-11-19

Faktaunderlag - vetenskapliga studier som undersökt effekter av hög statisk skelettbelastning (isometrisk belastningsträning).

Vetenskapliga studier som genomgått referentgranskning:

1. Papadopoulou-Marketou N, Papageorgiou A, Marketos N, Tsiamyrtzis P, Vavetsis G, Chrousos GP. Brief, Low-impact, High-intensity Osteogenic Loading in Postmenopausal Osteoporosis: A Quasi-experimental Case-series Study. J Clin Endocrinol Metab. 2025 Aug 7;110(9):e2878-e2887. doi: 10.1210/clinem/dgaf077. Erratum in: J Clin Endocrinol Metab. 2025 Aug 7;110(9):e3183.

Kommentar: En fallseriestudie där 147 patienter erhöll hög statisk skelettbelastning (isometrisk belastningsträning) (n=75) med eller utan osteoporosläkemedel (n=72) under 12 månader, där bentäthetsmätning av höft och ländrygg gjordes vid studieinklusion och efter 12 månader. Efter Bonferronijustering för multipla jämförelser ökade bentätheten signifikant endast hos patienter med osteoporosläkemedel (både i grupperna med och utan hög statisk skelettbelastning). I gruppen där endast hög statisk skelettbelastning gavs (utan läkemedelsbehandling), sågs ingen signifikant ökning av bentäthet. Inga signifikanta skillnader i bentäthetsförändring sågs mellan gruppen som fick eller inte fick hög statisk skelettbelastning (utan samtidig läkemedelsbehandling).
Gruppallokeringen var inte lottad och det föreligger en överhängande risk att andra faktorer som inte kontrollerades, kunnat bidra till bentäthetsutvecklingen.

2. Tsung A, Jupiter D, Jaquish J, Sibonga J. Weekly Bone Loading Exercise Effects on a Healthy Subjects Strength, Bone Density, and Bone Biomarkers. Aerosp Med Hum Perform. 2021 Mar 1;92(3):201-206. doi: 10.3357/AMHP.5537.2021. Erratum in: Aerosp Med Hum Perform. 2022 Apr 1;93(4):398. PMID: 33754978.

Kommentar: En fallstudie på en studieperson där flera orsaker kan ha bidragit till förändringar som sågs i bentäthet, dvs det går inte att avgöra om hög statisk skelettbelastnings metod bidrog till studerad effekt.

3. Harding AT, Weeks BK, Lambert C, Watson SL, Weis LJ, Beck BR. A Comparison of Bone-Targeted Exercise Strategies to Reduce Fracture Risk in Middle-Aged and Older Men with Osteopenia and Osteoporosis: LIFTMOR-M Semi-Randomized Controlled Trial. J Bone Miner Res. 2020 Aug;35(8):1404-1414. doi: 10.1002/jbmr.4008. Epub 2020 Mar 30. PMID: 32176813.

Kommentar: Isometrisk axiell kompression (IAK; n=33) med bioDensity förbättrade inte benätheten i ländrygg eller höft under 8 månaders träning jämfört med kontroll (n=26), hos äldre män med låg bentäthet. IAK var sämre än högintensiv träning (progressive resistance training, HiRIT) gällande effekt på flertalet mått, inklusive ländryggsbentäthet. Kontrollgruppen var inte randomiserad.

4. Harding AT, Weeks BK, Lambert C, Watson SL, Weis LJ, Beck BR. Effects of supervised high-intensity resistance and impact training or machine-based isometric training on

regional bone geometry and strength in middle-aged and older men with low bone mass: The LIFTMOR-M semi-randomised controlled trial. Bone. 2020 Jul;136:115362. doi: 10.1016/j.bone.2020.115362. Epub 2020 Apr 11. PMID: 32289518.

Kommentar: Män äldre än 45 år med låg bentäthet randomiserades till högintensiv träning (HiRIT) eller till IAK. HiRIT förbättrade bentätheten i höften mer än IAK och kontrollgruppen. IAK var bättre än kontroll på olika benmått i distala tibia, medan inga skilnader mellan grupperna sågs i mer proximala tibia. Kontrollgruppen var inte randomiserad.

5. Harding AT, Weeks BK, Lambert C, Watson SL, Weis LJ, Beck BR. Exploring thoracic kyphosis and incident fracture from vertebral morphology with high-intensity exercise in middle-aged and older men with osteopenia and osteoporosis: a secondary analysis of the LIFTMOR-M trial. Osteoporos Int. 2021 Mar;32(3):451-465. doi: 10.1007/s00198-020-05583-x. Epub 2020 Sep 15. PMID: 32935171.

Kommentar: Män äldre än 45 år med låg bentäthet randomiserades till högintensiv träning (HiRIT) eller till IAK. Totalt ingick 20 deltagare i varje grupp. Lateral DXA användes före och efter interventionen (8 månader) för att mäta kyfosvinkel och kotfrakturförekomst. Inga skillnader sågs i kyfos mellan grupperna. Bägge grupperna visade på bättre hållining efter jämfört med före träningen. I HiRIT gruppen sågs inga kotfrakturer under uppföljningen men i IAK gruppen sågs 5 kotfrakturer som inträffade under träningsperioden, och en befintlig kotkompression försämrades.

6. Kabra A, Katzman WB, Lane NE, Giangregorio LM. Osteostrong and bone health: a scoping review. Osteoporos Int. 2025 Jul 21. doi: 10.1007/s00198-025-07614-x.

Kommentar: En literaturgenomgång av 1388 artiklar utfördes i denna reviewartikel, där befintlig forskning om träningsmetoden isometrisk axiell kompression analyserades. 9 artiklar inkluderades, varav 7 var observationsstudier, och 2 var randomiserade studier som jämförde hög statisk skelettbelastning med annan träning. Inga randomiserade studier hittades som jämförde effekter av hög statisk skelettbelastning jämfört med kontroll på skelettet. I de flesta studierna som genomförts var studiedeltagarantalet lågt, och jävsproblem kunde misstänkas. De 2 största studierna inkluderade även patienter som behandlades med osteoporosläkemedel. Två av studierna rapporterade om biverkningar, fall och frakturer. De flesta studierna undersökte bentäthet i ländrygg och proximal höft. Slutsatsen efter evidensgranskningen var att effekterna av hög statisk skelettbelastning på benstyrka är inkonsekventa, och för närvarande finns det lite data om säkerheten med denna intervention.

7. Lindberg, P.W.S., Michelet, K.M., Alin, C.K. et al. The effect of OsteoStrong compared to dynamic multicomponent exercise on bone strength in older women: the BONEMORE non-inferiority randomized controlled trial. Arch Osteoporos 21, 46 (2026).

Kommentar: BONEMORE-publikationen har flera metodologiska och tolkningsmässiga begränsningar: studien saknar inaktiv kontrollgrupp och kan därför inte avgöra om hög statisk skelettbelastning ökar bentätheten eller motverkar benförlust jämfört med ingen träning; non-inferiority-prövningen och stickprovsberäkningen gällde BMSi (benmaterialstyrka), inte bentäthet (BMD), varför uteblivna signifikanta BMD-skillnader

inte visar likvärdig effekt; dessutom saknades en etablerad effekt av jämförelseprogrammet (DME) på BMSi, vilket försvagar *non-inferiority*-tolkningen. BMSi mättes utan blindning vid uppföljningen, observationstiden var endast nio månader och studien var inte specifikt dimensionerad för små BMD-skillnader, medan många utfall, inomgruppsanalyser och små explorativa undergrupper ökar risken för osäkra eller slumpmässiga fynd. En ökning av BMSi är av oklar klinisk betydelse, då det inte är ett kliniskt använt eller vedertaget mått.

8. Lindberg, P.W., Lundin, H.R., Andersson, E. et al. Effects of OsteoStrong vs. dynamic multicomponent exercise on physical function in older women in the BONEMORE randomized controlled trial. Aging Clin Exp Res 38, 168 (2026).

Kommentar: Funktionspublikationen från BONEMORE har flera metodologiska och tolkningsmässiga begränsningar: studien saknar inaktiv kontrollgrupp, varför förbättringar inom hög statisk skelettbelastningsgruppen inte kan skiljas från testinlärning, förändringar i annan fysisk aktivitet eller tidsrelaterade effekter. Analyserna omfattade många funktionstester utan korrigering för multipla jämförelser och beskrevs som explorativa, vilket ökar risken för slumpmässigt signifikanta fynd; någon separat stickprovsberäkning för funktionsutfallen genomfördes inte heller, eftersom studien dimensionerades utifrån BMSi. Uppföljningstesterna utfördes utan blindning, vilket medför risk för bedömningsbias, särskilt vid tester som påverkas av instruktion, uppmuntran och deltagarnas ansträngning. Vidare användes *complete-case*-analyser utan imputering trots ITT(intention to treat)-beteckning, vilket innebär att bortfall kan påverka resultaten. Träningsprogrammen skilde sig avsevärt i både dos och innehåll, hög statisk skelettbelastning 20 minuter en gång per vecka jämfört med dynamisk multikomponentträning 60 minuter två gånger per vecka, så studien jämför programmen som helhet men kan inte isolera effekten av belastningsmetoden eller visa motsvarande effekt per tidsenhet. Deltagarna var dessutom relativt fysiskt aktiva äldre kvinnor, vilket begränsar generaliserbarheten till inaktiva, sköra personer och män. Den dynamiska träningen gav större förbättringar i flera funktionsmått, medan uteblivna signifikanta skillnader i andra mått inte innebär att metoderna är likvärdiga; resultaten visar inte heller att hög statisk skelettbelastning förebygger fall eller frakturer. Förändring av andra träningsvanor under studien rapporteras inte heller. Dessa kan också vara en förklaring till de resultat som observeras, vilket författarna själva påpekar: ”*We do not know whether other physical activities have been performed by the participants in addition to the short OS sessions during the intervention period that could explain some results for this group.”.*

Äldre studier som är relevanta som bakgrundsinformation

Ex vivo-studier på humana kotpreparat visar att kompressionsbrott uppstår vid lägre belastning när bentätheten är låg och den trabekulära strukturen är försämrad. McBroom och medarbetare belastade kotkroppar till brott och fann ett starkt samband mellan trabekulär densitet och kompressionshållfasthet (R^2=0,82). Brotten uppstod genom kompression av ändplattan (McBroom, 1985, Journal of Bone and Joint Surgery American, 67:1206–1214). I ett större material med 101 humana L3-kotor fann Ebbesen och medarbetare starka samband mellan DXA-BMD och maximal kompressionskraft (R^2=0,86) samt mellan askdensitet och areakorrigerad kompressionshållfasthet (R^2=0,88), vilket

ytterligare visar att mindre benmassa innebär lägre mekanisk bärförmåga (Ebbesen, 1999, Bone, 25:713–724).