

Magnus Karlsson, docent, överläkare, ortopediska kliniken, Universitetssjukhuset MAS, Malmö
(magnus.karlsson@orto.mas.lu.se)

Träning ökar benmassan hos barn men bara obetydligt hos vuxna

|| Träning under tillväxten medför troligen att individen får större benmassa, kraftigare skelett (större periostal diameter) och ökad skeletthållfasthet. Träning under vuxenlivet hindrar benförlust, men effekterna på benmassan (BMD, bone mineral density) är minimala och av tveksam biologisk betydelse för frakturreduktionen. Vad gäller vuxna kvinnor finns det svaga evidensbaserade bevis för att fysisk aktivitet reducerar den menopausrelaterade benförlusten, vilket beror på att det saknas randomiserade, öppna, kontrollerade studier med adekvat antal individer, med adekvat uppföljningstid och med hög deltagarfrekvens.

Minskning av träningsnivån är träningsens akilleshäl. Biologiskt positiva anabola förändringar erhållna under ungdomsåren verkar förloras med avslutad idrottskarriär. Träningsrekommendationer kan ges, vilket görs, men rekommendationerna baseras oftast på studier av lägre dignitet i den medicinska evidensbaserade hierarkin. Träning under tillväxten kan resultera i högre BMD, och fortsatt lågintensitetsträning kan leda till att en del av dessa gynnsamma effekter bibehålls, men dos-responsrelationen måste kvantifieras, så måste också effekten på benets storlek, form och arkitektur. Man måste ställa sig frågan om fysisk aktivitet skall rekommenderas till barn, män, kvinnor med fragilitetsfraktur och äldre. Vilken typ av träning skall rekommenderas? Under hur lång tid? Hela livet? Vår oförmåga att ge svar på dessa frågor måste accepteras och studier med högre evidensvärde måste initieras så att vi kan höja vår kunskapsnivå och ge svar till våra patienter med ett säkrare stöd i litteraturen.

Problemet med att utvärdera effekterna av fysisk aktivitet

Det saknas hypotesprövande studier (randomiserade, dubbelblinda, prospektiva, kontrollerade) som utvärderar om fysisk aktivitet minskar risken för fragilitetsfraktur. Tills vidare måste vi därför luta oss mot lägre evidens inom den evidensbaserade hierarkin när vi fattar beslut och ger råd till patienterna. Publicerade studier med fraktur som effektmått (end-point) innefattar endast fall-kontroller och longitudinellt observerade kohorter, där aktiva respektive inaktiva individer jämförs avseende frakturincidens. Sådana studieupplägg kan inte anses vara hypotesprövande, endast hypotesalstrande, eftersom det inte går att kontrollera för systematisk snedfördelning i de ingående grupperna (sampling bias).

Friska individer kan välja fysisk aktivitet som fritidssyssla. Sjukliga individer är mindre fysiskt aktiva på grund av sin

SAMMANFATTAT

Den mest övertygande bevisningen för att träning har gynnsamma effekter på skelettet och benmassan finns under tillväxten.

Bevisen för att träning förebygger åldersrelaterad benförlust eller ökar benmassan hos äldre individer (>65 år) är svaga, och beskrivna förändringar är av tveksam biologisk betydelse.

De gynnsamma effekterna på skelettet, t ex större benmassa, bibehålls i många år efter det att högintensiv träning avslutats.

30–50 år efter avslutad idrottskarriär verkar de gynnsamma effekterna på benmassan ha förlorats.

Fortsatt fysisk aktivitet på en lägre nivå efter avslutad högintensiv träningskarriär kan bevara en del av de gynnsamma effekterna på skelettet.

Se även efterföljande artikel.

sjukdom, vilket kan leda till fler frakturer. Orsakssambandet kan finnas mellan sjukdom och fraktur eller mellan sjukdom och låg fysisk aktivitet, inte mellan låg fysisk aktivitet och fraktur.

Benmassan – en riskfaktor för fraktur

Ett flertal riskfaktorer för fraktur är nu definierade, där BMD är en av de bästa prediktiva faktorerna för framtida fraktur [1, 2]. Om prospektiva interventionsstudier av fysisk aktivitet kan belägga att träning ökar benmassan skulle detta indirekt tala för att fysisk träning kan ha en frakturreducerande effekt. Idag finns väl fungerande utrustning för att mäta benmassan. Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) är den mest dokumenterade och använda tekniken [3]. Inte bara BMD utan

också skelettets bredd (periostal diameter) och arkitektur påverkar skelettets hållfasthet. Studier har visat att såväl skelettvidden [4, 5] som skelettarkitekturen (mätt med kvantitativt ultraljud) [6, 7] predicerar frakturrisken, troligen oberoende av BMD. Studier har även visat att en 10-procentig ökning av BMD (motsvarande cirka en standarddeviation) halverar risken för att drabbas av fragilitetsfraktur [1, 8]. Ökad fysisk aktivitet som en allmän samhällspreventiv frakturåtgärd skulle fungera om aktiviteten hölls på en nivå som de flesta individer – barn, vuxna och äldre – kunde klara, förutsatt att detta medförde ökad BMD eller ökad skelettvidd av biologiskt signifikant betydelse.

Syftet med denna översiktsartikel är att utvärdera om fysisk aktivitet ökar benmassan eller skelettvidden under barn- och ungdoms- och vuxenlivet och ålderdomen. Övriga positiva effekter som fysisk aktivitet kan ha på den mänskliga organismen berörs inte.

II Barn

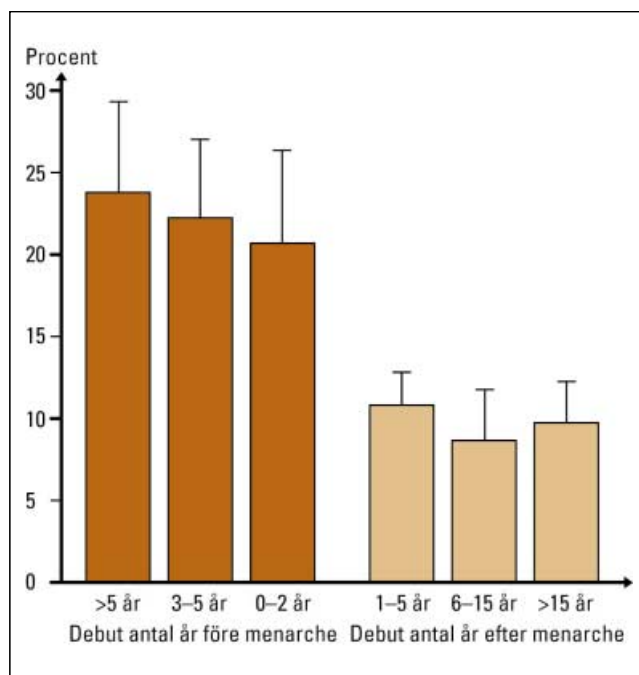
Skillnaderna i benmassa vid jämförelse av tränande individer och kontroller anges här i procentenheter för enkelhetens skull, där skillnaderna är signifikanta om inte annat anges.

Data som indikerar att fysisk aktivitet under tillväxten påverkar skelettet är övertygande. De tidigaste studierna som indikerade att fysisk aktivitet påverkar skelettet är studier som jämför dominant och icke-dominant arm hos tennisspelare, en uppplägning som kontrollerar för den genetiska regleringen av BMD. Rörbenens kortikala tjocklek var 25–35 procent större i den dominanta armen än i den icke-dominanta hos professionella tennisspelare. Tennisspelare i åldern 70–84 år hade 4–7 procent större underarmsbenmassa i den dominanta armen än i den icke-dominanta [9, 10]. Senare studier har specificerat vid vilken tidpunkt under livet som träningen har sin mest övertygande effekt. Kannus och medarbetare rapporterade att efter justering för skillnader i träningshistorik var sidoskillnaden mellan dominant och icke-dominant arm 2–4 gånger större om träningen startades före menarche än 15 år efter menarche [11, 12] (Figur 1).

Förpuberteten – period med påtagliga effekter

Prospektiva kontrollerade interventionsstudier verifierar att förpuberteten är den period då fysisk aktivitet har sin mest påtagliga effekt på skelettet. De hittills publicerade hypotesprövande studierna av pre- och peripubertala flickor och pojkar är alla korttidsstudier gjorda under 7–12 månader [13–19]. Gymnastik, hoppträning eller allmän träning 20–30 minuter tre gånger per vecka medförde hos förpubertala pojkar och flickor en ökning av BMD som var upp till dubbelt så stor som hos kontrollerna under samma tidsperiod [14]. Storleksökningen var 1,2 procent i lårbenshalsen hos de tränande barnen jämfört med 0,5 procent hos kontrollerna [18]. Den var 0,8 procent i benen hos träningsgruppen jämfört med 0,3 procent hos kontrollerna [17] och 0,6 procent i ryggen hos träningsgruppen jämfört med 0,3 procent hos kontrollerna [17]. En liknande träningsuppplägning under den peri- och postpubertala perioden gav däremot inte någon signifikant ökning av BMD i träningsgruppen jämfört med kontrollerna [19].

Studier av idrottare på tävlingsnivå redovisar också övertygande bevis för att biologiskt signifikanta förändringar i BMD och möjligen i skelettets vidd kan uppkomma genom fysisk aktivitet [14, 20]. Prepubertala kvinnliga gymnaster hade 10–30 procent högre BMD än jämförbara kontroller. Den största skillnaden rapporterades i armarna, en viktbelastad region under denna idrottsutövning [14] (Figur 2). Att snedfördelningen vid inklusionen av grupperna skulle förklara diskrepansen i BMD mellan idrottare och kontroller är



Figur 1. Sidoskillnaden i benmassa mellan dominant och icke-dominant överarm var 2–4 gånger större hos kvinnliga tennisspelare som hade startat träningen före menarche än hos dem som startat upp till 15 år efter menarche. Medelvärde samt 95 procent konfidensintervall presenteras. Från Kannus och medarbetare, *Ann Intern Med* 1995;123(1):27-31.

mindre troligt, eftersom de högre BMD-värdena hos gymnasterna var specifika för belastade regioner.

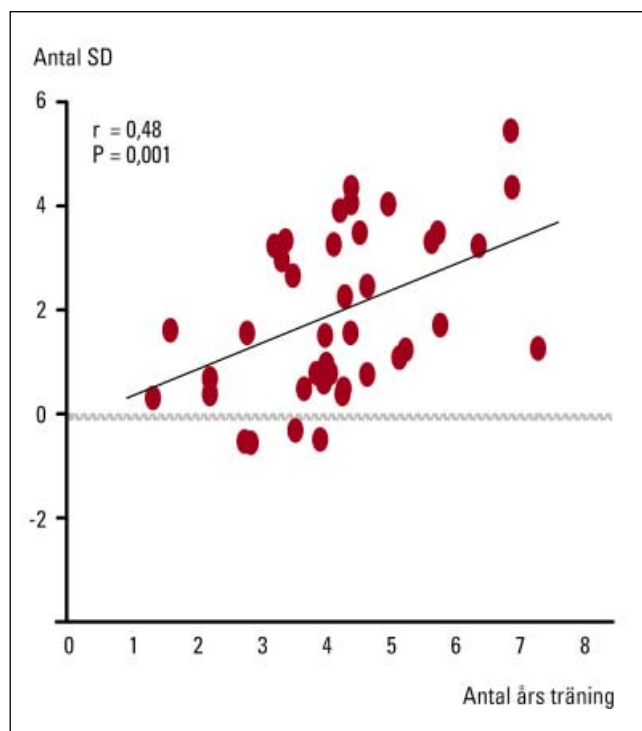
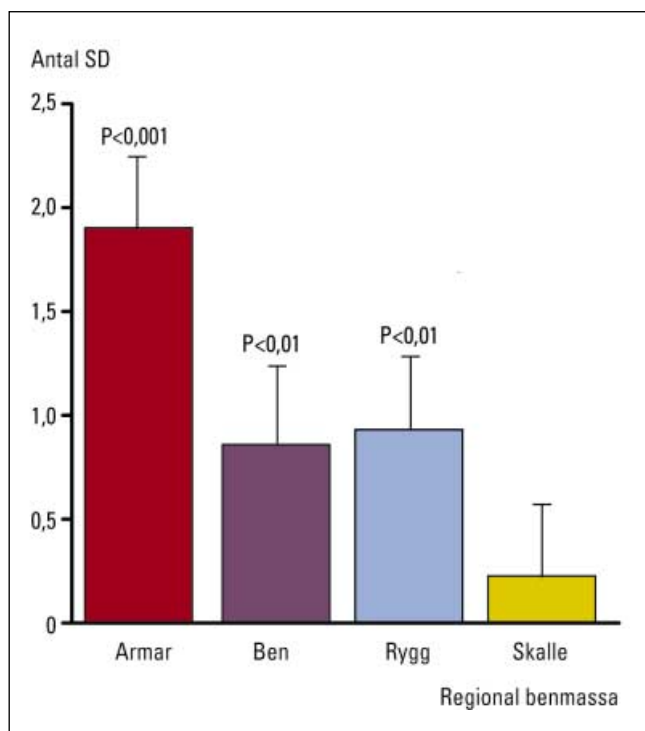
Större benmassa hos idrottare som startat i unga år

Dessa fynd bekräftas också när man studerar fullvuxna idrottare som träningsstartat i unga år. Gymnaster, balettdansare, tyngdlyftare och fotbollsspelare hade alla 10–20 procent högre BMD i belastad skelettdel [21–25]. Manliga tyngdlyftare hade 10–20 procent högre BMD än kontrollerna i armarna, en viktbelastad region under tyngdlyftning [21, 23]. Manliga fotbollsspelare hade däremot inte högre BMD i armarna – en icke-belastad region under fotbollsutövning – än kontrollerna. Liksom hos manliga tyngdlyftare var dock BMD i benen 10–20 procent högre än hos kontrollerna [24] (Figur 3). Resultat från prospektiva och retrospektiva kohortstudier stöder dessa beskrivna fynd. Barn och ungdomar som är fysiskt aktiva har högre BMD än deras mer stillasittande kamrater. Flera studier indikerar också att träning under den prepubertala perioden resulterar i de gynnsammaste skelettförändringarna [26–30].

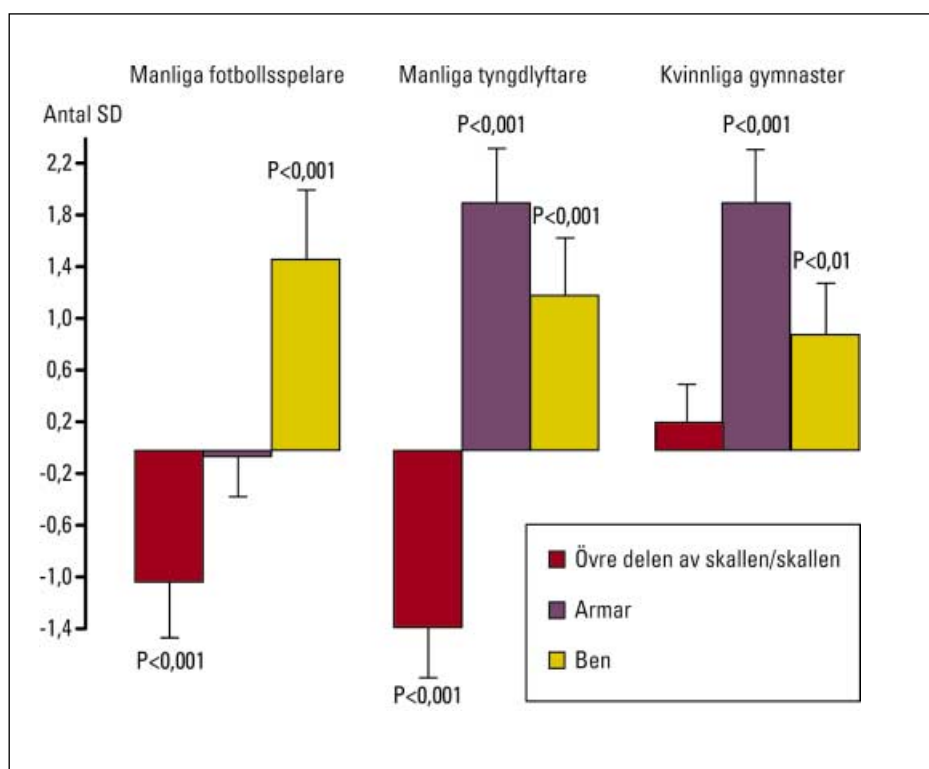
Det finns även data som indikerar att BMD kan omfördelas mellan olika regioner i kroppen i relation till träningsnivå. BMD var lägre i övre delen av skallen, en icke-belastad skelettregion, men högre i belastade regioner hos såväl tyngdlyftare som fotbollsspelare [31, 32] (Figur 3). BMD minskade däremot i belastade regioner och ökade i obelastade regioner om aktivitetsnivån plötsligt reducerades, som t ex efter en höftfraktur eller ett slaganfall [33, 34].

Rörbenens kortikala tjocklek ökar

Ökad skelettmineralisering, ökad kortikal tjocklek och ökad skelettvidd (skelettets yttre diameter) är variabler som oberoende av varandra stärker skelettets hållfasthet. Rörbenens kortikala tjocklek kan ökas på två olika sätt: genom periostal expansion (skelettets vidd ökas) eller genom endostal kontraktion (den medullära håligheten minskas). Det är viktigt att



Figur 2. Till vänster ses regional benmassa (BMD) bland prepubertala gymnaster som avvikelse i antal standarddeviationer (SD) från ålderspredicerad benmassa hos kontroller. Till höger visas att BMD i armarna, en kraftigt belastad region under gymnastikträning, ökar med ökad träningsduration. Medelvärde och standarddeviation (SD) visas. Från Bass och medarbetare [14].



Figur 3. Benmassa i övre delen av skallen/hela skallen, armarna och benen hos aktiva manliga fotbollsspelare och tyngdlyftare samt hos aktiva kvinnliga gymnaster. Värdena presenteras som medelvärde och antal standarddeviationers (SD) avvikelse från ålderspredicerad benmassa hos kontroller. Från Bass och medarbetare [14], Karlsson och medarbetare [23] och Karlsson och medarbetare [32].

förstå att den slutgiltiga kortikala tjockleken beror på relativa förändringar i de periostala och endostala ytorna.

Unga råttor svarade med periostal expansion på ökad fysisk belastning, medan äldre djur ökade skeletthållfastheten genom endostal kontraktion [35, 36]. Immobiliserade unga råttor reagerade med minskad åldersberoende ökning av skellettvidden (minskad periostal expansion), medan endokortikal resorption (ökad medullahålighet) uppträdde hos äldre

råttor [36, 37]. Även människor verkar reagera med periostal eller endostal expansion i relation till kön och pubertetsutveckling. En sju månaders interventionsstudie visade att fysisk aktivitet ökade lårbenets kortikala tjocklek med 1,0 procent per månad (medan tjockleken var oförändrad bland kontrollerna). Detta skedde genom en 0,9-procentig endostal kontraktion (minskad medullär hålighet), däremot var rörbenens vidd (periostal expansion) oförändrad. Studien stöder

hypotesen att den kortikala tjockleken kan öka utan att skelettets vidd ökar [17]. Även hos manliga rekryter har man sett att rörbenens kortikala tjocklek ökar genom att den medullära håligheten minskar, inte genom att skelettets vidd ökar [38]. I motsats till detta rapporterar Haapasalo och medarbetare att manliga tennisspelare ökade den dominant armens kortikala tjocklek genom periostal expansion (ökad skelettvidd) [39]. Det finns också studier som rapporterar att samma typ av aktivitet kan ge olika skelettsvar beroende på pubertetsålder hos de idrottande.

Aktiva 13-åriga pojkar hade större skelettstorlek men inte större kortikal tjocklek än mer inaktiva pojkar. Aktiva 16-åriga pojkar visade däremot en tendens till att ha större kortikal tjocklek ($P = 0,09$) utan att skelettets storlek var större [26]. Eftersom det var fråga om en tvärsnittsstudie kan inte en snedfördelning i gruppssammansättningen uteslutas, men resultaten lyfter än en gång fram hypotesen att skelettet reagerar olika på fysisk aktivitet beroende på pubertetsålder hos de idrottande.

Skelettets svar på belastning är olika, även inom samma ben
Ytterligare ett problem uppkommer när skelettets svar på ökad fysisk belastning skall utvärderas. Oftast utnyttjas DXA-teknik eller vanlig skelettröntgen, undersökningar som utvärderar förändringar i bara två plan. Skelettets svar på ökad fysisk aktivitet kan dock vara olika, även inom samma ben.

Än en gång har studier av tennisspelare ökat vår insikt i skelettets fysiologiska svar på belastning [9, 12]. Rörbenens kortikala tjocklek i den dominant armen var ökad hos tennisspelare – till 75 procent beroende på periostal expansion (ökad skelettvidd) och till 25 procent beroende på endostal kontraktion (minskad medullär hålighet) i övre delen av humerus. Motsvarande förändring mittdiafysärt och i distala humerus var en 10-procentig periostal expansion och en 90-procentig endostal kontraktion. Förändringen i antero-posterior riktning var 60 procents periostal expansion och 40 procents endostal kontraktion. Förändringen i medio-lateral riktning var en 80-procentig periostal expansion och en 20-procentig endostal kontraktion [9, 12].

Benets heterogena svar på fysisk belastning har ytterligare verifierats med magnetisk resonansteknik. Endokortikal kontraktion uppträdde distalt och periostal expansion proximalt i samma humerus hos växande individer som tränade tennis. Detta fynd stärker indikationen att rörbenens kortikala svar på belastning kan skilja mellan olika regioner, även inom samma anatomiska ben [40]. Utvärderingar av effekten av fysisk aktivitet i olika studier kan sålunda ge en diskrepans, beroende på vilket ben samt även vilken region i benet som utvärderas.

Sammanfattat: Fysisk aktivitet kan påverka benmassan, den kortikala tjockleken och skelettets storlek under tillväxten. Både den periostala och den endostala ytan kan påverkas av träning, men utfallet varierar beroende på om vi undersöker benet proximalt, mittdiafysärt eller distalt eller om vi utvärderar skelettet anteriort, posteriort, medialt eller lateralt. Dessutom kan belastningens typ, kraft, riktning, intensitet och frekvens medföra olika typer av periostalt och endostalt svar. Till sist spelar troligen även individens utvecklingsgrad en roll för skelettets svar, där pre- och postpubertala ungdomar kan reagera olika på samma typ av belastning.

II Vuxna

Fysisk aktivitet ger mindre påverkan på skelettet hos vuxna än hos barn, och moderat träning i vuxenlivet påverkar benmassan minimalt.

Både aerobisk och viktbelastad träning har i randomiserade, prospektiva, kontrollerade interventionsstudier i bästa fall

rapporterat ett par procentenheters ökning av benmassan (BMD) i idrottsgruppen [41-48].

I en studie randomiserades 56 kvinnor till hög- eller låg-belastad träning, där endast en sida av kroppen belastades. Ökningen av BMD i höften och distala radius motsvarade 1–2 procent och sågs i gruppen med högbelastad träning [49]. Liknande positiva storlekseffekter har även presenterats i ett flertal hypotesprövande studier [50, 51]. För män finns inga randomiserade, prospektiva, kontrollerade interventionsstudier gjorda som utvärderar träningseffekterna på BMD [43, 52]. Inte heller finns studier som utvärderar skelettets strukturella svar på träning hos vuxna.

Amenorrhé av träning

Ländryggen verkar vara mer påverkbar av fysisk aktivitet än lårbenshalsen. Flera studier har påvisat att kvinnliga idrottare med amenorrhé har lägre BMD i ländryggen, men normal eller till och med högre BMD i viktbelastade regioner jämfört med kontroller [53, 54]. En hypotes som har framkastats är att träning skyddar mot amenorrhéinducerad förlust av BMD i belastade regioner, som höften, men inte i mindre belastade regioner.

En alternativ förklaring är att BMD i de viktbelastade regionerna (i motsats till de icke-belastade regionerna) är högre än i motsvarande regioner hos kontroller. Detta skulle vara ett svar på den tidigare långvariga belastningen innan effekterna av östrogenbrist uppkommer.

Pearce och medarbetare [55] rapporterade lägre BMD i både belastat och icke-belastat skelett hos balettdansare med lång tids oligomenorrhé än hos dansare utan oligomenorrhé. BMD hade i denna tvärsnittsstudie inget samband med oligomenorréns duration. Efter lång tids hypogonadism rapporterades BMD i icke-viktbelastade regioner minska från normal till lägre än normal, i viktbelastade regioner däremot från högre än normal till normal, jämfört med hos icke-dansande kontroller.

Ytterligare indikationer på att både belastade och icke-belastade regioner påverkas av amenorrhé är att normalisering av den av fysisk aktivitet inducerade amenorrén ökar BMD parallellt. Trots detta ses kvarvarande defekter i BMD i både belastat och icke-belastat skelett lång tid efter det att östrogen-dysfunktionen normaliserats [56-59].

II Äldre

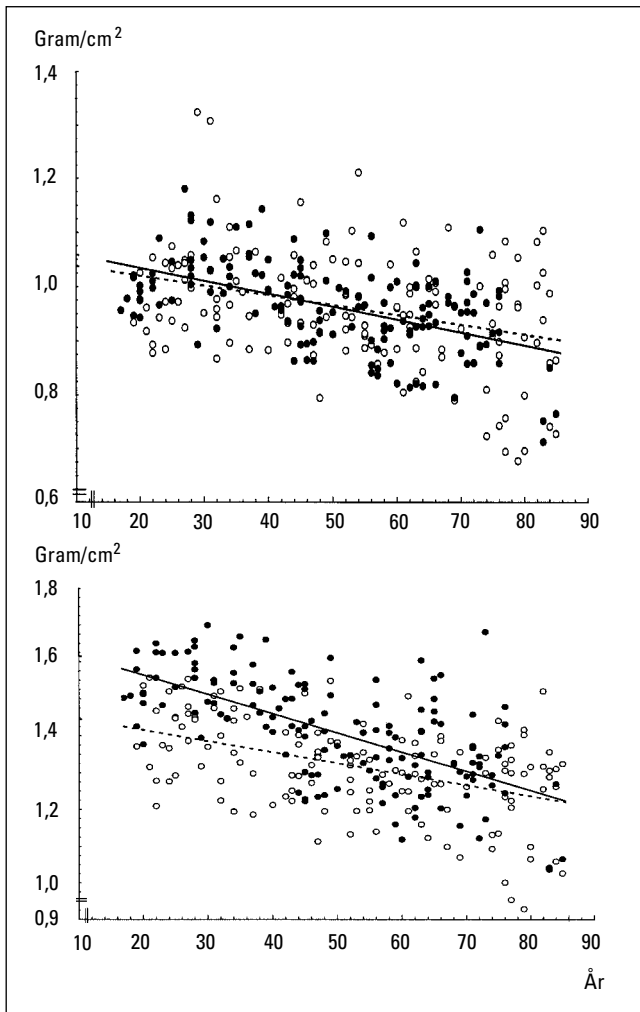
Prospektiva studier indikerar att såväl anaerob som aerob träning hindrar benförlust och ökar BMD med i bästa fall ett par procent hos äldre människor. Om dessa förändringar i BMD har biologisk signifikans för frakturreduktionen är dock tveksamt [10, 60, 61].

Tveksamma effekter på benmassan

Prospektiva, kontrollerade interventionsstudier har gjorts på 63–76-åriga kvinnor och innefattade snabb promenad [62], trappstegsträning [63], vikt bärande träning [64, 65], träning mot motstånd [66] och styrketräning [67]. Vissa studier fann att träningsgruppen ökade BMD i ryggen med 1–2 procent, medan andra rapporterade benförlust. Effekten var än mer tveksam i lårbenshalsen med benförlust rapporterad i flera av studierna [62, 63].

I en metaanalys som inkluderade postmenopausala kvinnor (120 tränande kvinnor, 110 kontroller) från sex olika randomiserade eller icke-randomiserade studier ökade aerobisk träning skillnaden i lårbenshalsens BMD mellan träningsgruppen och kontrollerna med 2,4 procent på ett år, beroende på en 2,1-procentig ökning hos tränande individer och en 0,3-procentig förlust hos kontrollerna.

En tredjedel av studierna visade dock inga effekter av trä-



Figur 4. Benmassa i armarna (överst) och benen (nederst) hos aktiva manliga fotbollsspelare, före detta fotbollsspelare och kontroller i relation till ålder. Fyllda cirklar = fotbollsspelare, ofyllda cirklar = kontroller.

ning [68]. Som nämnts tidigare saknas motsvarande studier på män.

Livslång fysisk aktivitet har troligen effekt på skelettet

I en retrospektiv studie, innefattande 1 014 kvinnor och 689 män med en medelålder på 73 år, korrelerade nuvarande aktivitet och aktivitetsnivå under hela livet, oberoende av varandra, med BMD i hela kroppen och i höften. Skillnaden i BMD inom den lägsta och högsta träningskategorin varierade mellan 4 och 7 procent [69].

Brahm och medarbetare verifierade detta när de rapporterade att hög belastning under yrkeslivet och fritiden under livscykeln hos 61 kvinnor och 61 män i åldrarna 22–85 år korrelerade med hög BMD i höften. Hög aktivitet under fritiden hade också samband med 3,3 procent vidare ländryggskotor och 5,5 procent vidare lårbenshals; detta jämfört med förhållandena hos mer inaktiva individer.

Än en gång framkommer data som lyfter fram den fascinerande hypotesen att fysisk belastning kan påverka inte bara BMD utan också skelettets geometri och vidd, variabler som oberoende av BMD påverkar skelettets hållfasthet [70].

Sammanfattat: Randomiserade, prospektiva, kontrollerade interventionsstudier antyder att träning hos färdigvuxna individer i bästa fall ökar BMD med ett par procentenheter. Randomiserade försök indikerar att träning minskar förlusthastigheten i ryggen och möjligen också i lårbenshalsen. Ob-

servationsstudier föreslår en association mellan livslång fysisk aktivitet och BMD hos äldre. Dessa observationer kan förklaras av systematiska fel (sampling bias) eller av långvariga effekter av träning.

II Minskad fysisk aktivitet: träningens akilleshäl

Det är troligt att en minskad fysisk aktivitetsnivå i vuxen ålder reducerar de gynnsamma effekterna på skelettet som en högre aktivitetsnivå under tillväxten har medfört.

I en tvärsnittsstudie av före detta manliga fotbollsspelare var BMD i benen 10 procent högre hos fotbollsspelare som slutat sin karriär 5 år tidigare och 5 procent högre hos fotbollsspelare som slutat karriären 16 år tidigare, men inte högre hos fotbollsspelare som slutat 42 år tidigare; alla jämförda med åldersmatchade kontroller (Figur 4). Minskningen i benens BMD var 0,33 procent per år bland de före detta fotbollsspelarna – ungefär dubbelt så stor som minskningen på 0,21 procent per år hos kontrollerna. Inga gynnsamma effekter kvarstod i ländrygg eller lårbenshals, vare sig före eller efter justering för skillnader i kroppsbyggnad efter 70 års ålder (Figur 4). Detta är av speciellt intresse, eftersom mätning av BMD i en region bäst predicerar frakturer just där [1].

Benmassan mindre hos gamla idrottare

Kot- och höftfrakturer räknas som de fragilitetsfrakturer som medför de största kostnaderna och den högsta morbiditeten och mortaliteten. Eftersom inga kvarvarande gynnsamma BMD-effekter kvarstod i ryggen och höften efter 70 års ålder är det troligt att alla fraktur reducerande effekter hade försvunnit. Det verkar som om de anabola träningsinducerade effekterna försvinner inom 50 år efter avslutad karriär, dvs om all träning upphör totalt (Figur 4) [21–24, 71].

Möjligtvis är dessa observationer inkorrekta. Vissa förändringar i träningsnivå kan ha förelegat. Exempelvis var kanske träningen under ungdomsåren mindre belastande bland de äldsta före detta fotbollsspelarna, så att de aldrig erhöill en större benmassa. En mer stillasittande livsstil eller större alkoholkonsumtion kan också ha orsakat en större benförlust under resterande delen av livet. Det fanns emellertid inga skillnader i yrkesbelastning, livsstil, fritidsaktiviteter, rökvanor, alkoholkonsumtion eller nutritionsvanor vid jämförelse av grupperna [23, 24, 71]. Andra studier av före detta idrottare bekräftar fynden bland fotbollsspelarna. BMD bibehålls med cirka 0,5–1,0 standarddeviationer över ålderspredicerat värde bland före detta idrottare med avslutad aktiv tävlingskarriär sedan 10–20 år [14, 21, 23, 24, 71–74]. Före detta tyngdlyftare hade 8 procent högre helkroppsbmd i åldern 35–49 år, 6 procent högre i åldern 50–64 år, däremot inte högre efter 65 års ålder [21, 23, 71].

Tvärsnittsstudier av manliga och kvinnliga balettdansare, kvinnliga fotbollsspelare och kvinnliga gymnaster stöder hypotesen att BMD minskar snabbare med åldern efter avslutad karriär hos dem än hos kontroller [14, 21, 23, 24, 71–74]. Endast enstaka studier har följt före detta idrottsmän prospektivt efter avslutad karriär. Michel och medarbetare rapporterade att BMD i ryggen minskade med 13 procent hos löpare som totalt slutade med löpning; detta kan jämföras med en 4-procentig förlust hos individer som fortsatt med löpning under en femårsperiod [75]. Vuori och medarbetare har bekräftat fynden och rapporterade att BMD ökade med 2 procent genom träning i enkelsidig benpress fyra gånger per vecka under tolv månader men att all ökning av BMD försvann redan efter tre månaders träningsstopp [52].

Träning på låg nivå kan bevara gynnsamma effekter

Hur sker då den åldersbetingade BMD-förlusten om en viss träningsnivå bibehålls? Tennisspelare i åldern 70–84 år, med

en livslång karriär bakom sig, hade 4–7 procent högre benmineraltäthet (bone mineral content, BMC) i dominant radius än kontroller [10]. En fyraårig prospektiv studie av 13 före detta tävlande tennisspelare rapporterade att sidoskillnaden mellan dominant och icke-dominant BMC i armarna efter reducerad träningsnivå var oförändrad. Detta fynd antyder att träningsinducerade förändringar bibehålls genom fysisk aktivitet på lägre nivå [76]. En alternativ förklaring kan vara att två år med minskad träning är otillräckligt när det gäller att upptäcka förändringar i en så liten försöksgrupp, inte minst med tanke på att tvärsnittsstudier stöder teorin att BMD är fortsatt högre, om än reducerad, de första decennierna efter avslutad idrottskarriär.

Studien av före detta fotbollsspelare stöder ovannämnda studies slutsatser när den rapporterar att det enda som predicerade lårbenshalsens BMD hos före detta fotbollsspelare var ålder ($r=-0,2$ till $-0,7$) och nuvarande träningsnivå ($r=0,2-0,5$) [24]. Även denna studie talar för att träning på lägre nivå kan bibehålla en del av de gynnsamma skelettförändringar som uppkommit under aktiv karriär.

Sammanfattat: De gynnsamma skelettförändringarna kvarstår många år efter avslutad högintensiv karriär, men 30–50 år senare, vid åldern då fragilitetsfrakturerna ökar exponentiellt, verkar de inte finnas kvar. Fortsatt fysisk aktivitet på en lägre nivå kan bevara en del av de gynnsamma effekter som träningen bibringade under ungdomsåren, men vilken nivå som krävs för denna effekt är inte klarlagt.

*

Potentiella bindningar eller jävsförhållanden: Inga uppgivna.

Referenser

- Jones HH, Priest JD, Hayes WC, Tichenor CC, Nagel DA. Humeral hypertrophy in response to exercise. *J Bone Joint Surg Am* 1977; 59(2):204-8.
- Kannus P, Haapasalo H, Sievanen H, Oja P, Vuori I. The site-specific effects of long-term unilateral activity on bone mineral density and content. *Bone* 1994;15(3):279-84.
- Haapasalo H, Sievanen H, Kannus P, Heinonen A, Oja P, Vuori I. Dimensions and estimated mechanical characteristics of the humerus after long-term tennis loading. *J Bone Miner Res* 1996;11(6):864-72.
- Bass S, Pearce G, Bradney M, Hendrich E, Delmas PD, Harding A, et al. Exercise before puberty may confer residual benefits in bone density in adulthood: studies in active prepubertal and retired female gymnasts. *J Bone Miner Res* 1998;13(3):500-7.
- McKay HA, Petit MA, Schutz RW, Prior JC, Barr SI, Khan KM. Augmented trochanteric bone mineral density after modified physical education classes: a randomized school-based exercise intervention study in prepubescent and early pubescent children [see comments]. *J Pediatr* 2000;136(2):156-62.
- Bradney M, Pearce G, Naughton G, Sullivan C, Bass S, Beck T, et al. Moderate exercise during growth in prepubertal boys: changes in bone mass, size, volumetric density, and bone strength: a controlled prospective study [see comments]. *J Bone Miner Res* 1998;13(12):1814-21.
- Fuchs RK, Bauer JJ, Snow CM. Jumping improves hip and lumbar spine bone mass in prepubescent children: a randomized controlled trial. *J Bone Miner Res* 2001;16(1):148-56.
- Blimkie CJ, Rice S, Webber CE, Martin J, Levy D, Gordon CL. Effects of resistance training on bone mineral content and density in adolescent females. *Can J Physiol Pharmacol* 1996;74(9):1025-33.
- Karlsson MK, Johnell O, Obrant KJ. Bone mineral density in weight lifters. *Calcif Tissue Int* 1993;52(3):212-5.
- Karlsson MK, Hasserijs R, Obrant KJ. Bone mineral density in athletes during and after career: a comparison between loaded and unloaded skeletal regions. *Calcif Tissue Int* 1996;59(4):245-8.
- Karlsson MK, Linden C, Karlsson C, Johnell O, Obrant K, Seeman E. Exercise during growth and bone mineral density and fractures in old age. *Lancet* 2000;355(9202):469-70.
- Haapasalo H, Kontulainen S, Sievanen H, Kannus P, Jarvinen M, Vuori I. Exercise-induced bone gain is due to enlargement in bone size without a change in volumetric bone density: a peripheral quantitative computed tomography study of the upper arms of male tennis players. *Bone* 2000;27(3):351-7.
- Bass S, Saxon L, Daly R. Heterogeneity in the osteotropic response to physical loading during different stages of puberty. *J Bone Miner Res* 1999;14(5):51:558.
- Rockwell JC, Sorensen AM, Baker S, Leahey D, Stock JL, Michaels J, et al. Weight training decreases vertebral bone density in premenopausal women: a prospective study. *J Clin Endocrinol Metab* 1990; 71(4):988-93.
- Heinonen A, Kannus P, Sievanen H, Oja P, Pasanen M, Rinne M, et al. Randomised controlled trial of effect of high-impact exercise on selected risk factors for osteoporotic fractures [see comments]. *Lancet* 1996;348(9038):1343-7.
- Vuori I, Heinonen A, Sievanen H, Kannus P, Pasanen M, Oja P. Effects of unilateral strength training and detraining on bone mineral density and content in young women: a study of mechanical loading and unloading on human bones. *Calcif Tissue Int* 1994;55(1):59-67.
- Dalsky GP, Stocke KS, Ehsani AA, Slatopolsky E, Lee WC, Birge SJ, Jr. Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in postmenopausal women. *Ann Intern Med* 1988;108(6): 824-8.
- Karlsson MK, Johnell O, Obrant KJ. Is bone mineral density advantage maintained long-term in previous weight lifters? *Calcif Tissue Int* 1995;57(5):325-8.
- Michel BA, Lane NE, Bjorkengren A, Bloch DA, Fries JF. Impact of running on lumbar bone density: a 5-year longitudinal study. *J Rheumatol* 1992;19(11):1759-63.
- Kontulainen S, Kannus P, Haapasalo H, Heinonen A, Sievanen H, Oja P, et al. Changes in bone mineral content with decreased training in competitive young adult tennis players and controls: a prospective 4-year follow-up. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(5):646-52.

I Läkartidningens elektroniska arkiv
<http://tarkiv.lakartidningen.se>
 är artikeln kompletterad med fullständig referenslista.

SUMMARY

Exercise increases bone mass significantly in children but only to a lesser extent in adults

Magnus Karlsson

Läkartidningen 2002;99:3400-5

Data supporting the notion that exercise during growth built a stronger skeleton is compelling. Exercise during growth, especially during the prepubertal years, increases bone mineral density (BMD) and perhaps also bone size, each independently conferring bone strength. In adulthood, exercise at best halts bone loss or increases BMD by a few percentage points, an increase of questionable biological significance. High lifelong work load and high leisure time activity level are associated with high BMD. The Achilles heel of exercise is its cessation. Most BMD benefits achieved by exercise during growth are lost with cessation of exercise. Exercise at a lower level, after a period of high intense activity, may retain residual BMD benefits into old age. A reduced rate of fragility fractures in the population could perhaps be achieved by promoting a physically active lifestyle with lifelong high activity level during work and leisure time, leading to high BMD and fewer fractures.

Correspondence: Magnus Karlsson, Dept of Orthopedics, Universitetssjukhuset MAS, SE-205 02 Malmö, Sweden (magnus.karlsson@orto.mas.lu.se)