

Hardlopen, een schokkende belasting

Over het effect van schokbelasting op de botdichtheid

Achtergrond: Er wordt gezegd dat schokbelasting goed is voor de botdichtheid, maar toch komen er onder hardlopers veel stressfracturen voor en ook osteoporose komt vaak voor bij oud atleten. Hoofdzakelijk bij vrouwen.

Doel: Onderzoeken op basis van de huidige wetenschappelijke literatuur, wat het effect van schokbelasting (hardlopen) op de botdichtheid is.

Methode: Literatuurstudie, er is gezocht in verschillende online databanken (zoals: Pubmed, Pedro en Cochrane Library) naar botdichtheid onder vrouwelijke atleten. Er is gekeken naar de oorzaken van een lage botdichtheid en wat hieraan te doen is (door de fysiotherapeut).

Resultaten: Er zijn 15 full text artikelen gebruikt, bestaande uit: 4 reviews, 5 RCT's, 2 regressie analyses, 1 Clinical Trail, 1 vergelijkende studie en 1 research.

Alle geraadpleegde artikelen zijn het erover eens: een laag lichaamsgewicht is funest voor de botdichtheid. Menstruatiestoornissen en een laag vetpercentage zijn gekoppeld aan een laag lichaamsgewicht. Op dit moment is het nog niet helemaal duidelijk wat precies het belang is van een regelmatige menstruatiecyclus en een hoog vetpercentage.

Conclusie: Schokbelasting stimuleert de botaanmaak. Hierbij geldt, hoe meer kracht hoe beter. De hoeveelheid is belangrijker dan de frequentie. Ditzelfde geldt voor krachttraining. Door de trekkrachten die de spieren tijdens het contraheren uitoefenen op het bot, wordt de oestrogeen productie gestimuleerd. Tevens zorgt krachttraining voor een verminderde valkans en dus ook een verminderde kans op fracturen. De fysiotherapeut kan een begeleidende rol spelen bij het uitvoeren van de krachttraining. Ook op het gebied van houdingsverbetering en pijnbestrijding kan de fysiotherapeut een rol spelen.

Bij vrouwelijke langeafstandsathleten is er vaak sprake van een female triad, een combinatie van eetstoornissen, amenorroe en osteoporose. Hierdoor profiteren zij niet van de positieve effecten die de schokbelasting op het bot kan hebben. Door het lage lichaamsgewicht zijn de schokken op het bot niet groot genoeg om een positief effect te waarborgen.

Om een lage botmineraaldichtheid (BMD) te vergroten, moet de calorie inname toenemen, het lichaamsgewicht 2-3% stijgen, de training moet met 10-20% gereduceerd worden en er moeten calcium, magnesium en vitamine D supplementen ingenomen worden.

Ilonka van den Hengel, eindexamenopdracht afdeling Fysiotherapie Hogeschool Utrecht, maart 2008

Inleiding

Het is algemeen bekend dat schokbelasting goed is voor de botten. Door de osteoporose richtlijnen wordt aangeraden om aan sport te doen, en dan vooral schokbelastende activiteiten. Deze zouden de botmineraaldichtheid verhogen. Toch hebben hardlopers een grotere kans dan andere sporters op het krijgen van een stressfractuur. Ook osteoporose komt onder vrouwelijke langeafstandlopers vaker voor dan bij atleten in andere sportdisciplines.

Dit was voor de auteur van dit artikel de aanleiding om uit te zoeken wat de factoren zijn die ervoor zorgen dat de botkwaliteit bij vrouwelijke hardloopsters minder is dan die van vrouwen uitkomend in andere sportdisciplines, terwijl er juist bij hardlopen veel schokbelasting plaatsvindt.

Dit artikel geeft een overzicht van het huidige wetenschappelijke onderzoeksbevindingen, m.b.t. de effecten van schokbelasting op de botmineraaldichtheid en de factoren die een rol spelen bij de verminderde botkwaliteit onder vrouwelijke hardloopsters. Tevens wordt er gekeken naar het verbeteren van de botdichtheid bij osteoporose en of de fysiotherapeut hierbij een rol kan spelen.

Vraagstelling

Wat is het effect van schokbelasting (hardlopen) op de botdichtheid bij vrouwelijke atleten?

Aan de hand van recente literatuur, zal dit artikel antwoord trachten te geven op de centrale vraag. Deze vraag zal worden onderbouwd door de volgende subvragen:

1. Wat is osteoporose?
2. Wat voor factoren spelen een rol bij het ontstaan van osteoporose bij vrouwelijke hardlopers?

3. De prevalentie van osteoporose onder vrouwelijke hardlopers en niet hardlopers.
4. Is een lage botdichtheid reversibel en zo ja, kan de fysiotherapeut hierbij een rol spelen?

Methode

Er is naar literatuur gezocht in verschillende online databanken zoals: Pubmed, Pedro, Cochrane Library en Nature. Met de volgende zoektermen is een eerste selectie gemaakt: bone mineral density, bone health, bone mass, osteoporoses, running, sports, athletes, females, physiotherapy. Deze termen zijn zowel afzonderlijk als in combinatie met elkaar gebruikt.

Onderzoeken uitgevoerd bij mannen werden uitgesloten, evenals onderzoeken die slecht scoorden op de Koes scorelijst. Dit laatste was lastig, aangezien de te behalen 100 punten nooit gescoord kon worden: de blinding van patiënt en het placebo controleren was in dit onderzoek niet mogelijk.

Tevens is gekeken of de resultaten aansloten bij de vraagstelling en naar het jaartal van publicatie. Voorkeur ging uit naar artikelen gepubliceerd tussen 2003 en 2008. Een uitzondering werd gemaakt voor artikelen die herhaaldelijk geciteerd werden door andere auteurs en dus nog steeds van wetenschappelijk belang zijn.

Dit heeft uiteindelijk geresulteerd in 15 full text artikelen bestaande uit: 4 reviews, 5 RCT's, 2 regressie analyses, 1 Clinical Trail, 1 vergelijkende studie en 1 research.

Verder is gebruik gemaakt van enkele internetbronnen en boeken. Voor de beoordeling van de artikelen is de Koes et al. (in Aufdemkampe 2003) scorelijst gebruikt.

De waardes die gescoord werden, lagen tussen de 44 en 72. Het gemiddelde van alle artikelen lag op 56. De beoordeling per artikel is terug te vinden in de bijlage.

Osteoporose

Definitie osteoporose

Osteoporose wordt gedefinieerd als een systeem aandoening van het skelet gekarakteriseerd door een lage botmassa en verslechtering van de microarchitectuur, met als gevolg een toegenomen risico op fracturen. Om de ernst van de afwijking te beschrijven wordt ook gebruik gemaakt van criteria van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO), waarbij op basis van een botmineraaldichtheidsmeting (BMDmeting) een onderscheid wordt gemaakt in de ernst van de osteoporose. Zie hiervoor figuur 1.

Figuur 1, Criteria voor de ernst van osteoporose

Botmineraaldichtheid	T-Score
Normaal	Minder dan 1SD onder piekbotmassa
Osteopenie	1 tot -2.5 SD onder piekbotmassa
Osteoporose	Meer dan 2.5 SD onder piekbotmassa
Ernstige osteoporose	Meer dan 2.5 SD onder piekbotmassa en aanwezigheid van tenminste één fractuur.

(CBO-richtlijn osteoporose 2002; J. Verhaar, 2003)

Opbouw van het botweefsel

Bot bestaat uit een combinatie van compacta, dat is massief bot, en spongiosa, sponsachtig botweefsel. De keuze tussen compacta en spongiosa komt tegemoet aan de eisen die ter plaatse aan het skelet worden gesteld.

Compacta heeft een grote weerstand tegen vervorming bij buig en rotatie krachten. Daarom bestaan de schachten van pijpbeenderen uit compacta. Wordt een botdeel voornamelijk op druk belast, dan zal dit botstuk uit spongiosa bestaan. Spongiosa kan inwerkende compressiekrachten goed verwerken. Wervels en epifysaire delen van botten bestaan uit spongiosa.

Spongiosa is opgebouwd uit trabeculae, dunne botbalkjes. Deze trabeculae leveren een groot oppervlak om bij zwaardere belasting en training snel en effectief versterkend botmateriaal te kunnen deponeren. Bij immobilisatie daarentegen, wordt spongiosa ook veel sneller afgebroken dan compacta.

Lichaamsdelen die bij osteoporose het meest worden aangetast, bestaan dan ook uit spongiosa. (Morree, 2001)

Soorten osteoporose

Afhankelijk van de oorzaak van de osteoporose wordt er gesproken over primaire en secundaire osteoporose. Bij primaire osteoporose is er geen aanwijsbare onderliggende oorzaak, bij secundaire osteoporose is er daarentegen wel een oorzaak aan te wijzen. De oorzaak hiervan ligt bij andere gezondheidsproblemen. Aandoeningen zoals diabetes, reuma, schildklierafwijkingen of beenmergtumoren, kunnen osteoporose tot gevolg hebben. Ook kan secundaire osteoporose ontstaan door het gebruik van bepaalde medicijnen als cortisonen, anti-depressiva, anti-epileptica, chronisch heparine gebruik of maagzuurbindende middelen. Onder vrouwen komt de primaire osteoporose het meest voor. Bij mannen is er in meer dan 50% van de gevallen sprake van secundaire osteoporose. (Osteoporose stichting, 2005)

Risico factoren

Bij osteoporose is er sprake van een geringe botmassa. De oorzaak van deze geringe botmassa kan komen door een lage piekbotmassa en een versneld botverlies op volwassen leeftijd. De piekbotmassa is grotendeels erfelijk bepaald, maar ook fysieke activiteit, voeding en hormonale factoren spelen hierbij een rol. De beïnvloedbare en niet beïnvloedbare factoren die een rol spelen bij het ontstaan van osteoporose, zijn weergegeven in figuur 2.

Figuur 2, Overzicht van beïnvloedbare en niet beïnvloedbare factoren voor een laag BMD

Niet beïnvloedbare factoren	Beïnvloedbare factoren
Hoge leeftijd	Gebrek aan lichaamsbeweging
Vrouwelijk geslacht	Ondergewicht, snelle gewichtsafname
Eerdere osteoporotische fractuur	Vitamine D tekort door onvoldoende expositie aan zonlicht en geen gebruik van suppletie
Positieve familie anamnese (heupfractuur moeder)	Voeding: lage inname van calcium
Erfelijke aanleg (lage piekbotmassa)	Voeding: hoge inname van cafeïne, zout, vezels en eiwit
Klein en tenger gestalte	Overmatig alcohol gebruik
Etnische origine (blanke ras heeft grotere fractuur kans)	Overmatig roken van sigaretten
Bij vrouwen, late menarche, langdurige periodes van amenorroe en vroege menopauze	

(overgenomen uit KNGF richtlijn Osteoporose)

Osteoporose wordt vaak pas gediagnosticeerd wanneer een wervelinzakking of gebroken heup is opgetreden. Voor de breuk verloopt het proces vaak symptomloos. De diagnose osteoporose wordt gesteld aan de hand van een DXA scan, waarmee de botmineraaldichtheid (BMD) gemeten kan worden.

Fracturen ten gevolge van osteoporose kunnen ontstaan na een val, maar in ernstige gevallen van osteoporose kan een fractuur ook spontaan optreden. Een wervelfractuur is de meest specifieke uiting van osteoporose omdat een val hierbij weinig van doen heeft.

Het oplopen van fracturen hangt nauw samen met de BMD, maar ook met de valkans. Een overzicht van de risicofactoren op heup en wervelfracturen wordt in figuur 3 weergegeven.

Figuur 3, overzicht van risicofactoren op heup en wervel fracturen

Risicofactor	Heupfractuur RR	Wervelfractuur RR	Niveau van bewijs
Fractuur na 50 jaar	1,5 - 2,9		1
Wervelfractuur		4,1 - 5,8	1
Familie (heupfractuur bij moeder)	1,8 - 3,7	1,3***	2
Corticosteroiden			2
Prednison 2,5-7,5 mg/dag	1,6 - 2,0	2,2 - 3,1	
Prednison $\geq$ 7,5 mg/dag	1,9 - 2,7	4,3 - 6,3	
Gewicht < 67 kg	2,2		2
Lengte per 10 cm toename	1,6		2
Ernstige immobiliteit *	1,2 - 3,6		1
Veel lichaamsbeweging **	0,7		3
Visusstoornis	1,4 - 1,7		2
Langwerkende benzodiazepines	1,6		3
Anti-epileptica	2,0 - 2,8		3
Hyperthyreoïdie	1,8		3

*) In verschillende studies: minder spierkracht, evenwicht- en loopstoornis

**) Veel wandelen

***) Bij mannen

(Overgenomen uit CBO consensus Osteoporose, 2002)

Factoren die gerelateerd zijn aan osteoporose

Sportbeoefening

Algemeen bekend is dat schokbelasting goed is voor de botdichtheid. Zo wordt in de osteoporose richtlijn aangeraden om veel gewichtsdragende activiteiten te beoefenen. Hardlopen zou daarom als een positieve factor beschouwd mogen worden als het om de botdichtheid gaat. Tijdens hardlopen worden er veel stappen gezet. Er vinden veel meer grondcontacten plaats wanneer er wordt hardgelopen dan wanneer er bijvoorbeeld wordt gevolleybald. De schokbelasting is echter minder. Uit onderzoek blijkt dat de hoeveelheid kracht die er op de botten wordt uitgeoefend, belangrijker is dan de frequentie hiervan. De kracht die de botten te verwerken krijgen tijdens het hardlopen, blijkt de BMD niet te verhogen, maar louter te onderhouden. Wanneer er meer kracht op de botten komt, zoals bij volleybal, blijkt dit wel stimulerend te zijn voor de botaanmaak (Burrows, 2003; Shibata, 2003).

Een RCT van Shibata et al. (2003) toonde aan dat sprongbelasting de BMD verhoogt. Er werd onderzoek gedaan onder 43 vrouwen, die allen voor de menopauze zaten, met normale BMD en zonder pathologieën die van invloed zouden kunnen zijn op de BMD. Deze vrouwen werden onderverdeeld in 2 groepen.

De eerste groep wandelde dagelijks, waarbij er minimaal 10.000 stappen gezet werden. De tweede groep deed dit eveneens, maar sprong daarbij nog dagelijks 10 keer zo hoog mogelijk. Beide groepen werden gedurende 1 jaar gevolgd.

Er werd een significant verschil ($p < 0.05$) gevonden in de toename van bot specifieke alkaline fosfaten (B-ALP) tussen de wandelgroep en de wandel en springgroep. Bij de wandelgroep was de toename van de B-ALP na 1 jaar 22%, tegenover 38% bij de groep die naast het wandelen ook dagelijks 10 sprongen maakte.

De hoogte van de B-ALP geeft de osteoblasten activiteit aan. Des te meer B-ALP er aanwezig is, des te meer bot er wordt aangemaakt.

Torstveit et al. (2005) hebben onderzoek gedaan naar de BMD van atletes uit verschillende sportdisciplines. Er namen 186 Noorse atletes deel, in een leeftijd van 13-39 jaar, die uitkwamen voor nationale teams. De controlegroep ($n=145$) bestond uit vrouwen die niet uitkwamen voor nationale teams, uit dezelfde leeftijdscategorie als de elite atletes.

De atletes werden onderverdeeld in 3 groepen, een groep met atletes die sporten beoefenden die tot de Low Impact (LI) werden benoemd, een groep met Medium Impact (MI) en High Impact (HI) belasting. De classificatie werd gemaakt op basis van mechanische belasting.

De atletes die tot de LI groep (n=38) behoorden, deden sporten als biljarten, zwemmen, bowlen, fietsen of paardrijden, sporten waarbij weinig mechanische belasting plaatsvindt. De sporten die door de MI atletes (n=51) werden beoefend waren sporten als tafeltennis, judo, schaatsen en ook hardlopen behoorde tot deze groep. De HI atletes (n=97) kwamen uit in sporten als tennis, basketbal, handbal en volleybal.

Het onderzoek bestond uit een vragenlijst, een BMD meting en een klinisch interview.

De BMD bleek onder de elite atletes 3-20% hoger te zijn dan onder de controlegroep. 15% van de controlegroep had osteopenie, tegenover slechts 4.9% van de elite atletes. Osteoporose werd noch onder de controle groep, nog onder de elite atletes gevonden.

Wanneer er gekeken werd naar de BMD tussen de atletes onderling, werden de hoogste waarden gevonden bij de HI groep, zie figuur 4.

Figuur 4. BMD bij atletes onderverdeeld in low impact, medium impact en high impact sporten.

<i>BMD (g/cm²)</i>	<i>LI sporten (n=38)</i>	<i>MI sporten (n=51)</i>	<i>HI sporten (n=97)</i>
Hele lichaam	1.17 (0.06)	1.20 (0.07)	1.24 (0.10)
Lumbale wervels (L2-L4)	1.22 (0.12)	1.24 (0.15)	1.35 (0.16)
Totale femur	1.08 (0.10)	1.12 (0.14)	1.22 (0.13)
Femur hals	1.05 (0.09)	1.12 (0.14)	1.23 (0.13)
Ward's triangle	0.97 (0.10)	1.05 (0.18)	1.18 (0.16)
Femur trochanter	0.88 (0.09)	0.91 (0.13)	1.03 (0.12)
Femur schacht	1.26 (0.13)	1.30 (0.16)	1.39 (0.18)

De gegeven waarden zijn gemiddelden, de getallen tussen haakjes zijn de standaard deviaties.

Bij atletes waar eetstoornissen aanwezig waren, was de BMD 3-5% minder dan bij de atletes zonder eetstoornissen. De BMD bij vrouwen uit de controlegroep was 3-6% lager wanneer er sprake was van menstruatiestoornissen dan bij vrouwen uit de controlegroep zonder menstruatiestoornissen. Dit in tegenstelling tot de atletes, waarbij er geen verschil gezien werd bij de BMD wanneer er amenorroe aanwezig was. De hypothese die aan de hand van deze resultaten is gesteld, is dat de mechanische belasting bij elite atletes beschermt tegen het verlies van botmassa door menstruatie stoornissen.

Evenals Torstveit et al. (2005), hebben Mudd et al. (2007) onderzoek gedaan onder vrouwelijke atletes die verschillende sporten beoefenen. Er hebben 99 vrouwelijke atletes deelgenomen aan dit onderzoek. Deze atletes kwamen uit voor universiteitsteams, verdeeld over diverse sportdisciplines: gymnastiek (n=8), softbal (n=14), hardlopen > 800m (n=25), hardlopen < 800m (n=8), hockey (n=10), voetbal (n=10), zeilen (n=15), zwemmen/ duiken (n=9).

De atletes vulden een vragenlijst in met betrekking tot de menstruatie en ondergingen een DXA scan. Hieruit bleek dat de hardloopsters onder hen de laagste BMD hadden. Tevens werd bij hen de laagste BMI (body mass index) waarde gevonden. Onder de hardloopsters had 44% amenorroe, tegenover 25% van alle atletes.

Het lage lichaamsgewicht van de hardloopsters werd als oorzaak aangewezen voor de lage BMD. Dit omdat de botten hierdoor minder krachten te verduren krijgen dan wanneer er sprake zou zijn van een hoger lichaamsgewicht.

Burrows et al. (2003) hebben onderzoek gedaan onder 52 atletes, die afstanden liepen vanaf 1500 meter tot aan de marathon. De deelnemers die de langste afstanden liepen, lieten een lagere BMD zien dan de atletes die kortere afstanden liepen. De verklaring hiervoor kwam overeen met de bevindingen uit het onderzoek van Mudd et al. (2007). Er werd onder de langeafstandsathletes een lagere energie inname en een lager lichaamsgewicht gevonden dan bij de atletes die kortere afstanden liepen, hetgeen door de onderzoekers als reden werd aangegeven voor de lage BMD.

Lichaamsgewicht/ samenstelling

Een laag lichaamsgewicht geldt als risicofactor voor het ontstaan van osteoporose.

Langeafstandsathleten hebben over het algemeen een laag lichaamsgewicht. Zoals al eerder aangegeven, is een hoge belasting op de botten stimulerend voor de botaanmaak. Wanneer er sprake is van een laag lichaamsgewicht, is de belasting op de botten automatisch minder dan wanneer het gewicht hoger is. (Mudd, 2007 ; Burrows, 2003)

Een andere reden waarom een laag lichaamsgewicht negatief geassocieerd wordt met de BMD, is omdat een laag lichaamsgewicht in relatie wordt gebracht met menstruatiestoornissen. Door de menstruatiestoornissen neemt de oestrogeenproductie af, hetgeen resulteert in verminderde botaanmaak. (Burrows, 2003; Warren, 2001)

Bij vrouwen met amenorroe, die niet in gewicht aankomen, kan de gemiddelde BMD afname per jaar oplopen tot 2,4% in de heupen en 2,6% in de wervels. Wanneer het gewicht dusdanig toeneemt dat de menstruatie hervat wordt, kan de BMD aanzienlijk stijgen. Er zijn BMD stijgingen gezien van 3,1% per jaar in de wervels en 1,8% in de heup. (Miller, 2006)

Een review van Ivković et al. (2007) geeft aan dat, wanneer vrouwen met amenorroe de BMD willen verhogen, de training met 10-20% gereduceerd moet worden en de calorie inname verhoogd dient te worden, waardoor het lichaamsgewicht met minimaal 2-3% toeneemt.

Uit onderzoek van Warren (2001) wordt geconcludeerd dat er voor verbetering van de botstructuur 1-2 kg. gewichtstoename nodig is en een trainingsafname van zo'n 10%.

Meerdere onderzoeken (Burrows, 2003; Ivković, 2007; Rauch, 2007) tonen aan dat het vetpercentage niet van belang is bij het in stand houden van een goede botkwaliteit. De vet-vrije massa is volgens hen meer van belang. Dit vanwege de trekkrachten die spieren op het bot uitoefenen. Hoe sterker de spieren, hoe meer kracht de botten te verwerken krijgen en hoe meer oestrogeen er geproduceerd wordt.

Een regressie analyse van Markou et al. (2004) toont echter aan dat het vetpercentage een predictor is wanneer het gaat om de BMD. In vetweefsel wordt een in de bijnieren gemaakt voorproduct van oestrogeen omgezet in biologisch werkzame oestrogeen.

Volgens onderzoek van Warren (2001) moet het vetpercentage boven de 17% liggen om een goede menstruatiecycclus te behouden.

Hormonen

EAA (exercise associated amenorrhea) is een ondergroep van hypothalamische amenorroe en wordt veroorzaakt door een combinatie van lage energie inname en intensieve training. Volgens Ivković et al. (2007) wordt de menstruatie stop gezet om energie te besparen. Om de menstruatie weer op gang te krijgen, dient er een toename te zijn in de calorie inname en een verlaging van de trainingsintensiteit.

Hormoontherapie blijkt niet effectief. Dit helpt wel om de botmineraaldichtheid te onderhouden, maar niet om het op te bouwen. Het verhogen van het lichaamsgewicht blijkt het meest effectief (Ivković, 2007; Mudd, 2007; Warren, 2001).

De female triad is een fenomeen waar veel hardlopende vrouwen bekend mee zijn. Bij de female triad is er sprake van drie met elkaar in relatie staande stoornissen: eetstoornissen, menstruatiestoornissen en osteoporose. De basis van dit probleem is een lage energie inname. Wanneer er gedurende lange tijd weinig calorieën genuttigd worden, wordt de hormoonuitgifte via de hypothalamus, de hypofyse en de ovaria geremd. Hierdoor treedt er amenorroe op, wat invloed heeft op de hoeveelheid oestrogeen die geproduceerd wordt. Op de celmembranen van de osteoblasten zitten oestrogeenreceptoren, hetgeen aangeeft dat botgroei direct hormonaal bij de botopbouwende cellen geregeld kan worden. (Ivković, 2007; Reinking, 2005).

De gemiddelde leeftijd waarop de menstruatie begint, is in de USA 12,7 jaar. In Europa ligt dit gemiddelde op 13,5 jaar. Wanneer er al voor de menarch intensief getraind wordt, wordt de menstruatie uitgesteld. Hierdoor bouwen deze atleten een minder hoge piekbotmassa op en hebben zij een grotere kans om op latere leeftijd osteoporose te krijgen dan meisjes die wel normaal menstrueren.

Jonge atletes met amenorroe verzamelen op jonge leeftijd weinig botmassa en kunnen zelfs al botmassa verliezen. De afname van de botmassa kan onder deze atletes oplopen tot 2-6% per jaar. Gevolg is dat zij op een leeftijd van 20-30 jaar al een gelijke botstructuur vertonen als 60 jarige vrouwen (Ivković, 2007).

De menstruatieleeftijd is bepalend voor de BMD. Tijdens de jaren dat er gemenstrueerd wordt, wordt er een grote hoeveelheid oestrogeen afgegeven. Wanneer de menarch wordt uitgesteld door al op jonge leeftijd intensief sport te beoefenen en de calorie inname te beperken, levert dit een minder hoge BMD op dan wanneer er gedurende die tijd wel sprake is van een normale menstruatiecyclus (Mudd, 2007; Burrows, 2003; Warren, 2001).

Voeding

Voeding is een heikel punt onder vrouwelijke langeafstandsloopsters. Afhankelijk van het niveau van sportbeoefening en de afstand die wordt gelopen, worden er cijfers gezien van 15-62% die aangeven hoeveel vrouwelijke hardloopsters eetstoornissen hebben. Onder vrouwen die geen sport beoefenen, is dit slechts 1% (Ivković, 2007).

Uit onderzoek van Burrows et al. (2003) kwam naar voren dat magnesium noodzakelijk is om de uitgifte van het parathyroid hormoon op peil te houden. Wanneer de magnesium inname beperkt is, wordt het calcium opname proces vertraagd en neemt de botkwaliteit af. Van zink werd vooraf aan het onderzoek verwacht dat het een positieve invloed zou hebben op de BMD. Geheel tegen de verwachting in, werd aangetoond dat zink de osteoclasten activiteit stimuleert en dus juist zorgt voor botafbraak.

Calcium en vitamine D dragen beide toe aan een goede botgezondheid (Miller, 2006; DeBarr, 2006; Burrows, 2003; Ivković, 2007). Wanneer de calcium spiegel in het bloed te laag wordt door onvoldoende calcium in de voeding, wordt de calcium uit de botten onttrokken en neemt de bot kwaliteit af. Vitamine D zorgt voor een goede opname van calcium (Morree, 2001). De prikkel voor inbouw van calcium in het skelet, is mechanische belasting. Voldoende calcium zonder extra beweging blijkt weinig effect te hebben (Warren, 2001; Burrows, 2003). Een toename van 20% van de groente en fruit consumptie, laat een stijging zien in de BMD. Groente en fruit worden geassocieerd met een gereduceerde botresorptie. De osteoclasten activiteit neemt af door een verhoogde groente en fruit consumptie, terwijl de osteoblasten activiteit gehandhaafd blijft (DeBarr, 2006).

Leeftijd

De belangrijkste factor die verantwoordelijk is voor afname van de botkwaliteit, is de leeftijd (Burrows, 2003). Bij iedereen neemt de botkwaliteit af naar mate de leeftijd stijgt (zie figuur 5). Vrouwen bouwen tot hun 18^e levensjaar zo'n 95% van de piekbotmassa op. Van het 20-40^e levensjaar is er sprake van een plateaufase, waarin de botmassa nagenoeg gelijk blijft. Vanaf het 40^e levensjaar neemt de BMD per jaar gemiddeld 1% af bij de mannen. Bij vrouwen kan deze afname de eerste 5 à 6 jaar na de menopauze oplopen tot ruim 3% per jaar. Oudere vrouwen hebben vier keer hoger risico op botbreuken dan mannen.

Figuur 5, Schatting van de prevalentie van osteoporose onder blanke vrouwen, ingedeeld naar leeftijd

leeftijd (in jaren)	prevalentie (in %)
30-39	0
40-49	0
50-59	14,8%
60-69	21,6%
70-79	38,5%
80+	70,0%

Overgenomen uit: KNGF richtlijn osteoporose, 2005

Naast de kalenderleeftijd speelt ook de trainingsleeftijd een rol. Het aantal jaren dat er intensief gesport wordt en er sprake is van amenorroe is een belangrijke voorspeller wanneer het gaat om de BMD. Het verlies van BMD is direct gerelateerd aan de tijd van de amenorroe. Het is dus van belang dat wanneer er sprake is van amenorroe, er snel wordt ingegrepen om osteoporose te voorkomen. (Warren, 2001)

Geneesmiddelen

Geneesmiddelen kunnen zowel een positief als negatief effect op de botmassa hebben. Gebruik van corticosteroïden gaat gepaard met een verlies aan bot. Dit fenomeen doet zich vooral in botten die uit spongiosa bestaan en manifesteert zich het eerst in de wervelkolom.

Bisfosfonaten remmen de botaafbraak via de osteoclasten zonder een direct effect op de osteoblasten uit te oefenen. Hierdoor stijgt de BMD. De meeste stijging is in de wervels en heupen waar te nemen. (Rauch, 2007)

Fysiotherapie

Er zijn diverse fysiotherapeutische behandelingen mogelijk wanneer er sprake is van osteoporose. Door middel van krachttraining kan de botaanmaak gestimuleerd worden. Wanneer de spieren contraheren, ontstaan er trekkrachten op het bot en stijgt de oestrogeen productie, waardoor de osteoblasten activiteit toeneemt. (Warren, 2001; Burrows, 2003; Shackelford, 2004; Mudd, 2007). Een RCT van Kerr et al. (1996) laat zien dat, om door middel van krachttraining effect op de oestrogeen productie uit te oefenen, er op minimaal 60% van de 1 repmax getraind moet worden. In het onderzoek werden 56 vrouwen in de menopauze een jaar lang gevolgd, waarbij er iedere 3 maanden de BMD werd gemeten. De ene helft van de vrouwen trainde op 50% van maximale kracht met 3x20 herhalingen, de andere helft trainde op minimaal 60% met 3x8 herhalingen. Bij de groep die op 50% trainde, werden er geen positieve resultaten gevonden, bij de groep die op minimaal 60% trainde, was een significante verbetering ($p < 0.05$) van de BMD waarneembaar.

Een ander effect van de krachttraining is het voorkomen van fracturen. Krachttraining verbetert niet alleen de spiersterkte, ook de coördinatie, de balans en de reactietijd zullen worden verbeterd.

Hierdoor neemt de kans op vallen af en daarmee eveneens de kans op fracturen (Lange, 2005).

Een RCT van Barnett et al. (2003) onder 163 ouderen (> 65 jaar) met een verhoogde valkans, toonde aan de kracht en balanstreining de valkans met 40% reduceert. De deelnemers aan het onderzoek werden verdeeld in twee groepen, een trainingsgroep en een controlegroep en werden 12 maanden lang gevolgd. De trainingsgroep trainde wekelijks onder leiding van een gespecialiseerde fysiotherapeut op het gebied van valpreventie, op kracht en balans en kreeg daarnaast nog huiswerk oefeningen mee. Gedurende het jaar dat er getraind werd, waren er 40% minder valpartijen in de trainingsgroep dan in de controlegroep.

Een ander onderdeel van de fysiotherapie kan houdingsverbetering zijn. De extensiehouding dient te worden benadrukt, aangezien osteoporose gekenmerkt wordt door een kyfotische houding. Flexie-oefeningen van de thoracale wervelkolom moeten vermeden worden in verband met de kans op compressiefracturen (Lange, 2005).

Verder kan de fysiotherapeut de pijn die ontstaat door de osteoporose aanpakken. Zie hiervoor figuur 6.

Figuur 6, Differentiatie fysiotherapeutische behandelingen bij pijn door osteoporose

Nociceptieve pijn	Neurologische pijn	Psychosomatische pijn
Hydrotherapie	Cryotherapie	Training in lichaamsbewustwording
Ultrasound	TENS	Spierontspanningstherapie
Hoog frequente warmte therapie	Galvanisatie	Massage van het hele lichaam
Oefentherapie	Bindweefselmassage	
Massage		

De effecten van de verschillende pijnbehandelingen zijn erg individueel bepaald. Therapie vormen die bij de één heel goed aan slaan, kunnen bij de ander totaal geen effect hebben.

De prevalentie van osteoporose onder vrouwelijke hardlopers en niet hardlopers

Prevalentie osteoporose wereldwijd

Wereldwijd zijn er 44 miljoen geregistreerde gevallen van osteoporose bekend. Ruim 80% hiervan is vrouw. Er is niet alleen veel verschil in de prevalentie van osteoporose onder mannen en vrouwen,

ook wanneer er gekeken wordt naar mensen uit verschillende bevolkingsgroepen, zijn er grote verschillen waar te nemen. Mensen uit Europa en Azië hebben een grotere kans op het ontwikkelen van osteoporose dan mensen uit andere werelddelen (Mudd, 2007).

De afname van de BMD met de leeftijd, blijkt bij vrouwen in de VS iets lager te zijn dan bij de vrouwen uit Europa. Bij Amerikaanse vrouwen ouder dan 65 jaar wordt een prevalentie van 12% van ernstige werveldeformaties gevonden. Bij Nederlandse vrouwen van 65 jaar en ouder, ligt de prevalentie van werveldeformatie rond de 16%.

In Europa zijn er ook grote verschillen zichtbaar wanneer het gaat om de incidentie van osteoporose. Figuur 7 geeft deze verschillen weer.

Internationale prevalentie verschillen zouden verklaard kunnen worden door verschillen in genetische factoren, medicijngebruik, voeding, lichaamsbeweging, tabak- of alcoholgebruik en door mogelijke interactie tussen deze factoren (RIVM, 2003).

Figuur 7. Incidentie osteoporose (per 1000 persoonsjaren)

	mannen	vrouwen
Scandinavië	7,3	17,7
West-Europa	6,4	10,2
Oost-Europa	4,3	9,2
Zuid-Europa	3,6	10,2

Prevalentie osteoporose vrouwelijke hardloopsters

Exacte cijfers over osteoporose onder vrouwelijke atletes zijn niet bekend. Wel is uit onderzoek (Miller, 2006) gebleken dat er bij 92% van de vrouwelijke anorexia patiënten sprake was van osteopenie op een leeftijd van begin twintig. Bij 38% was de BMD dusdanig slecht dat er van osteoporose gesproken kon worden.

Onderzoek van Reinking et al. toonde aan dat ruim 25% van de vrouwelijke hardloopsters een grote kans heeft op het ontwikkelen van eetstoornissen. Wanneer al deze atletes daadwerkelijk een eetstoornis ontwikkelen, zal het percentage atletes met osteoporose zo rond de 10% liggen. De leeftijd waarop "normale" vrouwen osteoporose krijgen ligt over het algemeen boven het 50^e levensjaar. Bij atletes kunnen de botten al de dichtheid hebben overeenkomend met osteoporose wanneer ze begin 20 zijn.

Discussie

Veel van de gebruikte artikelen zijn niet geheel met elkaar in samenspraak. Vrijwel alle onderzoeken onderbouwen de aanname dat het lichaamsgewicht een belangrijke voorspeller is wat betreft de BMD. Wat nog niet helemaal duidelijk is, is het belang van een regelmatige menstruatiecyclus en of het vetpercentage effect heeft op de BMD.

Bij een laag lichaamsgewicht wordt over het algemeen ook een laag vetpercentage gevonden. Het is dus lastig om aan te geven wat nu de oorzaak is van de lage BMD, het gewicht, of het vetpercentage. In de artikelen waarop dit artikel gebaseerd is, bestaat hierover nog enige onduidelijkheid. Zo ook wat betreft de menstruatie. Ook de menstruatiecyclus is sterk gerelateerd aan het lichaamsgewicht. Bij een laag lichaamsgewicht is vaak de menstruatie verstoord. Een verstoorde menstruatie wordt in verschillende studies gerelateerd aan een lage BMD, anderen wijten de lage BMD aan het lage lichaamsgewicht dat aan de basis staat bij amenorroe.

De methodologische kwaliteit van de onderzoeken was met een gemiddelde score van 56 op de Koes lijst net aan voldoende. Het zou beter zijn geweest wanneer er grotere onderzoekspopulaties gebruikt waren. Hier werden veel punten op verloren. Patiënten blinderen en placebo controleren is bij dit onderzoek erg lastig: de atletes weten wat voor sport ze beoefenen. Ook dit kostte veel punten.

Conclusie

Osteoporose is een aandoening aan het skelet, die gekarakteriseerd wordt door een lage botmassa en verslechtering van de microarchitectuur. Er is sprake van osteoporose wanneer er meer dan 2,5 standaard deviatie wordt afgeweken van de piekbotmassa.

Ruim 80% van de mensen met osteoporose is vrouw. De reden dat het merendeel van de patiënten vrouw is, is toe te schrijven aan de hormoonhuishouding. Na de menopauze valt de oestrogeen prikkel weg en nemen de botten in kwaliteit af.

Bij atletes kan de oestrogeen prikkel al ver voor de menopauze verstoord raken. Bij veel vrouwelijke duuratletes is er sprake van de female triad, een combinatie van eetstoornissen, amenorroe en osteoporose. Wanneer er veel en hard getraind wordt en de calorie inname is beperkt, dan wordt er energie bespaard door de menstruatie stop te zetten.

Vrouwelijke langeafstandsluopsters hebben over het algemeen een laag lichaamsgewicht. Dit wordt als hoofdoorzaak gezien voor de lage BMD die gezien wordt onder deze vrouwen. Door het lage lichaamsgewicht is de kracht die de botten te verwerken krijgen tijdens het lopen niet zo hoog. Hoe meer belasting de botten te verduren krijgen, des te meer oestrogeen er aangemaakt wordt. De hoeveelheid kracht op de botten is belangrijker dan de frequentie van de kracht. Dit geldt zowel voor schokbelastende activiteiten als voor krachttraining.

Om een lage BMD te verbeteren, moet de calorie inname toenemen, het lichaamsgewicht dient 2-3% te stijgen, de training moet met 10-20% gereduceerd worden en het wordt aanbevolen om calcium, magnesium en vitamine D supplementen te gebruiken.

Wat ook zeer effectief blijkt in het verbeteren van de botkwaliteit, is krachttraining. Door de contractiekrachten op het bot wordt de oestrogeen productie gestimuleerd. De fysiotherapeut kan een begeleidende rol spelen bij de krachttraining. Tevens maakt krachttraining de kans op vallen kleiner, waardoor de kans op fracturen afneemt.

Literatuurlijst

- Aufdemkampe G, Berg van den J, Windt van der D: Hoe vind ik het?, Zoeken, interpreteren en opzetten van fysiotherapeutisch onderzoek. Bohn Stafleu Van Loghum, Houten/ Mechelen 2003.
- Barnett A, Smith B, Lord SR, Williams M, Baumann A. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age Ageing*. 2003 Jul;32(4):407-14.
- Burgerhout W, Mook G, Morree de J et al.: Fysiologie, leerboek voor paramedische opleidingen. Elsevier gezondheidszorg, Maarssen 2001.
- Burrows M., A. M. Nevill, S. Bird and D. Simpson, Physiological factors associated with low bone mineral density in female endurance runners. *British Journal of Sports Medicine*. 2003;37;67-71
- Ivković A, Franić M, Bojanić I, Marko Pećina; Overuse Injuries in Female Athletes. *Croat Med J*. 2007;48:767-78
- Kerr D, Morton A, Dick I, Prince R. Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and loaddependent. *J Bone Miner Res* 1996;11:218-225.
- Lange U, Teichmann J: Exercises and physiotherapeutic strategies for preventing and treating osteoporosis. *Eura Medicophys* 2005 Jun;41(2):173-81.
- Markou K.B, Mylonas P, Theodoropoulou A, Kontogiannis A, Leglise M, Apostolos G. Vagenakis and Neoklis A. Georgopoulos, The Influence of Intensive Physical Exercise on Bone Acquisition in Adolescent Elite Female and Male Artistic Gymnasts, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* Vol. 89, No. 9 4383-4387, 2004
- Miller K., Lee E, Lawson A, Misra M, Minihan A, Grinspoon S, Gleysteen S, Mickley D, Herzog D and Klibanski A, Determinants of skeletal loss and recovery in anorexia nervosa
- Morree, de J.J.: Dynamiek van het menselijk bindweefsel, functie, beschadiging en herstel. Bohn Stafleu van Loghum, Houten/Diegem 2001
- Mudd LM, MS; Fornetti, DO; Pivarnik SK: Bone Mineral Density in Collegiate Female Athletes: Comparisons among Sports. *Journal of Athletic Training*, 2007;42(3):403-408
- DeBar LL, Ritenbaugh C, Aickin M, Orwoll E, Elliot D, Dickerson J, Vuckovic N, Stevens VJ, Moe E, Irving LM. A health plan-based lifestyle intervention increases bone mineral density in adolescent girls. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med*. 2006;160:1269-1276
- Rauch F, Rittweger J, Recent Literature Review: New Studies on Bone Material, Fractures, Walking and Running, *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2007; 7(4):368-371
- Reinking M.F., Lauren E, Prevalence of disordered-eating behaviors in undergraduate female collegiate athletes and nonathletes, *Journal of athletic training*, 2005;40(1):47-51
- Shackelford S.C., LeBlanc AD, Driscoll TB, Evans HJ, Rianon NJ, Smith SM, Spector E, Feeback DL, and Lai D, Resistance exercise as a countermeasure to disuse-induced bone loss, *J Appl Physiol* 97: 119-129, 2004.
- Shibata Y, Ohsawa I, Watanabe T, Miura^T and Sato Y, Effects of physical training on bone mineral density and bone metabolism. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science* Vol. 22; 203-208 (2003).
- Torstveit M.K., Sundgot-Borgen J., Low bone mineral density is two to three times more prevalent in non-athletic premenopausal women than in elite athletes: a comprehensive controlled study. *Br J Sports Med* 2005;39:282-287

Verhaar J.A.N, Van der Linden, A.J.: Orthopedie, Bohn stafleu van Loghum, Houten/ Antwerpen 2003

Warren M.P, Perloth N.E., Hormones and sports, the effect of intense exercise on the female reproductive system. J Endocrinol 2001 170;3-11

Geraadpleegde literatuur:

Van der Flier J: Reader Hogeschool Utrecht: Studiehandleiding Afstudeeropdracht 2006/2007.
December 2006, versie 1.9

CBO richtlijn osteoporose 2002
KNGF richtlijn Osteoporose 2005

www.osteoporosestichting.nl Site met algemene informatie omtrent osteoporose.

www.rivm.nl/vtv/object_document/o2862n18373.html Site van het Nationaal Kompas Volksgezondheid, over gezondheid, ziekte, risicofactoren, zorg en preventie in Nederland.

Bijlage 1: Beoordeling artikelen

Auteur	Soort artikel	Titel	Koes score
Barnet et al.	RCT	Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial	72
Burrowes et al.	Regressie analyse	Physiological factors associated with low bone mineral density in female endurance runners	46
Ivković et al.	Review	Overuse Injuries in Female Athletes	-
Kerr et al.	RCT	Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and loaddependent	56
Lange et al.	Review	Exercises and physiotherapeutic strategies for preventing and treating osteoporoses	-
Miller et al.	Research	Determinants of skeletal loss and recovery in anorexia nervosa	52
Markou et al.	Regressie analyse	The Influence of Intensive Physical Exercise on Bone Acquisition in Adolescent Elite Female and Male Artistic Gymnasts	57
Mudd et al.	Vergelijkende studie	Bone Mineral Density in Collegiate Female Athletes: Comparisons among Sports	56
DeBar et al.	RCT	A health plan-based lifestyle intervention increases bone mineral density in adolescent girls	66
Rauch et al.	Review	Recent Literature Review: New Studies on Bone Material, Fractures, Walking and Running	-
Reinking et al.	Cohort studie	Prevalence of disordered-eating behaviors in undergraduate female collegiate athletes and nonathletes	52
Shackelford et al.	Clinical Trial	Resistance exercise as a countermeasure to disuse-induced bone loss	44
Shibata et al.	RCT	Effects of physical training on bone mineral density and bone metabolism	56
Torstveit et al.	RCT	Low bone mineral density is two to three times more prevalent in non-athletic premenopausal women than in elite athletes: a comprehensive controlled study	62
Warren et al.	Review	Hormones and sports, the effect of intense exercise on the female reproductive system	-

