

# Beinþéttni og líkamsáreynsla 70 ára reykvískra kvenna

## Ágrip

Sigríður Lára  
Guðmundsdóttir<sup>1</sup>

ÍPRÓTTAFRÆÐINGUR

Díana Óskarsdóttir<sup>2</sup>

GEISLAFRÆÐINGUR

Gunnar  
Sigurðsson<sup>1,2</sup>

SÉRFRÆÐINGUR Í INNKIRTLA-  
OG EFNASKIPTASJÚKDÓMUM

**Tilgangur:** Almenn er talið að líkamleg áreynsla sé jákvæð fyrir beinþéttni. Sýnt hefur verið fram á að afreksíþróttafólk hefur hærri beinþéttni en viðmiðun-  
arhópar en erfitt hefur reynst að sýna fram á slíkt  
sambengi hjá almenningi. Þversniðsrannsóknir á sam-  
bandi líkamsáreynslu og beinþéttni hjá konum eftir  
tíðahvörf hafa gefið misvísandi niðurstöður. Í flestum  
tilfellum hefur aldursbil úrtaka verið nokkuð breitt.  
Fáar rannsóknir hafa beinst sérstaklega að þessu  
sambandi hjá eldri konum, þeim hópi sem er í mestri  
áhættu fyrir beinþynningu og lítið er vitað um hvort  
og þá hvers konar áreynsla hefur jákvæð áhrif á bein-  
þéttni hjá þessum konum. Tilgangur þessarar rann-  
sóknar var að kanna fylgni beinþéttni við líkamlega  
áreynslu í frístundum og líkamlegt álag í vinnu hjá 70  
ára reykvískum konum.

**Efniviður og aðferðir:** 248 sjötugar konur, allar bú-  
settar í Reykjavík, voru rannsakaðar. Beinþéttni í  
lendhrygg, nærenda lærleggs, lærleggsháls og heild-  
arbeinagrind var mæld með DEXA (dual energy X-  
ray absorptiometry, tvíorkudofnunarmæling) og kon-  
urnar svöruðu spurningum um heilsufar og líkamlega

áreynslu. Spurt var um fjölda gönguferða á viku, tíðni  
annarra æfinga og reynt að meta ákafa æfinganna.  
Líkamlegt álag í vinnu var metið fyrir aldursbilin 20-  
29 ára, 30-44 ára, 45-65 ára og núverandi álag. Notaðir  
voru fjórir álagsflokkar, frá „aðallega kyr“ til „erfið-  
isvinna með göngu“.

**Niðurstöður:** Ekkert samband fannst milli fjölda  
gönguferða og beinþéttni. Marktæk jákvæð fylgni var  
milli fjölda annarra æfinga en gönguferða á viku og  
beinþéttni í heildarbeinagrind ( $\beta=0,008$ ,  $p=0,01$ ) en  
ekki við nærenda lærleggs ( $p=0,09$ ), lærleggsháls  
( $p=0,15$ ) eða lendhrygg ( $p=0,07$ ). Marktæk neikvæð  
fylgni var milli fjölda gönguferða og hæðartaps frá 25  
ára aldri ( $r=-0,211$ ,  $p=0,001$ ). Ekki fundust marktæk  
tengsl milli líkamlegs álags í vinnu og beinþéttni.

**Ályktanir:** Niðurstöður benda til þess að ávinningur  
geti verið af líkamlegri áreynslu fyrir beinþéttni hjá  
eldri konum. Ekki er útlit fyrir að gönguferðir veiti  
nægilegt áreiti en svo virðist sem fjöldi annarra æfinga  
á viku sé jákvætt tengdur beinþéttni lendhryggs og  
heildarbeinagrindar. Þörf er á að framkvæma saman-  
burðarrannsókn á slembiúrtaki í þessum aldurshópi.

## ENGLISH SUMMARY

Guðmundsdóttir SL, Óskarsdóttir D, Sigurðsson G

### Bone mineral density and physical activity in 70-year-old Icelandic women

Læknablaðið 2003; 89: 585-93

**Objective:** It is generally believed that exercise positively  
influences bone mineral density (BMD). Athletes have been  
found to have higher BMD than controls but it has proven  
difficult to reproduce these findings in the general  
population. Results from cross-sectional studies on the  
relationship between exercise and BMD in postmeno-  
pausal women have been contradictory. In most studies  
the age range of subjects has been quite large. Few  
studies have concentrated on this relationship in elderly  
women, the largest risk group for osteoporosis and little is  
known if, and in that case what kind of, exercise has  
positive effects on BMD in these women. The purpose of  
this study was to examine the relation of BMD to exercise  
and current and lifetime occupational activity in 70-year-  
old Icelandic women.

**Material and methods:** 248 women, all inhabitants in  
Reykjavik were investigated. BMD in the lumbar spine,  
femoral neck, total hip and total body was measured with  
dual energy X-ray absorptiometry (DXA) and the women  
filled out a questionnaire regarding general health issues,  
leisure time and occupational activity. Questions included  
number of leisure walks per week, frequency of other

exercises and an attempt was made to estimate the  
intensity of the activities. Occupational activity was  
evaluated at ages 20-29 years, 30-44 years, 45-65 years  
as well as currently, and defined in four grades, from  
„mostly sedentary“ to „hard work including walking“.  
**Results:** No relationship was found between number of  
walks and BMD. Significant positive correlation was found  
between number of other exercise sessions per week and  
total body BMD ( $\beta=0,008$ ,  $p=0,01$ ), but not total hip  
( $p=0,09$ ), femoral neck ( $p=0,15$ ) or lumbar spine ( $p=0,07$ ).  
Significant negative correlation was found between  
number of leisure walks and height loss from the age of 25  
years ( $r=-0,211$ ,  $p=0,001$ ). No significant relationship was  
found between occupational activity and BMD.

**Conclusion:** Results indicate that leisure time exercise can  
bring on some bone density benefits for elderly women.  
Leisure walking alone may not provide high enough stimuli  
to influence BMD but increasing number of other exercise  
sessions per week has positive relations to total body and  
possibly total hip and lumbar spine BMD. A randomized  
controlled study on the relationship between exercise and  
BMD in this age group should be conducted.

**Keywords:** bone density, exercise, occupational activity,  
elderly.

**Correspondence:** Sigríður Lára Guðmundsdóttir,  
[sigrlara@landspitali.is](mailto:sigrlara@landspitali.is)

<sup>1</sup>Innkirtla og efnaskiptasjúk-  
dómadeild Landspítala, <sup>2</sup>Bein-  
þéttnimælistofa Landspítala.

Fyrirspurnir og bréfaskriftir:  
Sigríður Lára Guðmunds-  
dóttir, Innkirtla- og efnas-  
kiptasjúkdómadeild  
Landspítala Fossvogi,  
108 Reykjavík.  
[sigrlara@landspitali.is](mailto:sigrlara@landspitali.is)

**Lykilorð:** beinþéttni, þjálfun,  
vinnuálag, aldraðir.

### Inngangur

Áhrif líkamsáreynslu á beinþynningu hafa verið mikið til umræðu á síðastliðnum áratugum. Því hefur verið haldið fram að forvarnir séu hagkvæmasta leiðin í baráttu við beinþynningu (1) en engu að síður hefur lyfjanotkun aukist verulega í þessu skyni (2). Miðað við síðustu rannsóknir virðist hreyfing vera aðlaðandi kostur í fyrirbyggingu og meðhöndlun á beinþynningu. Enn er þó mörgum spurningum ósvarað varðandi það hvers konar æfingar og af hversu mikilli ákefð þær skuli stundaðar, einnig hversu oft og hve lengi til þess að koma í veg fyrir eða hægja á beintapi. Að auki er ekki ljóst hvort allir aldurshópar hafi sama gagn af líkamlegri áreynslu, sérstaklega hefur verið lítið um rannsóknir á þessu sambandi hjá eldri einstaklingum. Er nægilegt fyrir eldra fólk að stunda léttu hreyfingu eða er um að ræða álagsþröskuld sem fara þarf yfir til þess að örva beinmyndun? Þessum spurningum er mikilvægt að svara því eldra fólk, stærsta áhættuhópi beinþynningar og afleiðinga hennar, fjölgar ört í samfélagi okkar.

Síðan á tímum Galíleo hefur verið talið að beinvefur bregðist við þeim lífeðlisfræðilegu kröftum sem á hann verka og seint á 19. öldinni settu þýskir vísindamenn fram formlega kenningu um þetta uppbygging/virkni samband sem síðar hefur verið þekkt undir nafninu Wolfs-lög. Til þess að ná nægilegum styrk án þess að auka þyngd um of aðlagast beinin daglegu áreiti með breytingum á massa ásamt ytri og innri uppbyggingu (3). Enn ríkir óvissa varðandi það ferli sem veldur því að ytri kraftar valdi svörum á frumstigi en talið er að beinfrumur verði fyrir mestum áhrifum (4).

Rannsóknir á íþróttafólki hafa sýnt að þeir sem stunda þyngdarberandi þjálfun hafa þéttari bein en samanburðarhópar (5-8). Þjálfun íþróttafólks er þó oftast frábrugðin þeirri hreyfingu sem almenningur stundar í sínum frí- eða vinnutíma, sérstaklega með tilliti til ákefðar og lengdar æfingartíma. Því hefur reynst erfitt að yfirfæra þetta jákvæða samband þjálfunar og beinþéttni yfir á almenning.

Í þversniðsrannsóknum á beinþéttni kvenna og líkamlegrar áreynslu í frítíma hefur oft verið ályktað að virkir ástundendur hafi hærri beinþéttni en óvirkir (9-11) en það er þó alls ekki einhlítt.

Niðurstöður þversniðsrannsókna á öldruðum konum hafa bent til þess að jákvæð fylgni sé milli iðkunar líkamsáreynslu á hverjum tíma og beinþéttni mjaðmar (12). Einnig milli meðalákafrar áreynslu og beinþéttni lærleggs og lendhryggs (13). Í einni rannsókn var sýnt að virkar konur urðu fyrir litlu eða engu beintapi samtímis því sem marktækt beintap varð hjá þeim konum sem minna hreyfðu sig (14). Áhrif ævilangrar iðkunar hafa verið metin svo að tilhneiging sé til hærri beinþéttni hjá þeim konum sem hafa verið virkar alla tíð (15).

Í þeim fáu rannsóknum sem fyrir liggja hefur ver-

ið ályktað að langvarandi erfiðisvinna geti virkað fyrirbyggjandi við mjaðmarbrotum (16) og að starfsstéttir sem standa og ganga mikið við vinnu hafi hærri þéttni í hrygg, lærlegg, lærhnútum og heildarbeinagrind (17-19).

Jafnvel þegar lítið er til æðsta forms vísindarannsókna, slembraðaðra íhlutunarrannsókna, hafa niðurstöður varðandi líkamlega áreynslu og beinþéttni verið misvísandi. Sérstakur vandi er að bera saman rannsóknir vegna mismunandi aðferða sem við þær er beitt. Þó gerðu Wolff og samstarfsaðilar (20) safngreiningu á slíkum rannsóknum og fundu að konur í meðferðarhópum juku beinþéttni eða unnu upp beintap sem samsvaraði 1% miðað við samanburðarhópana.

Tilgangur rannsóknar okkar var tvíþættur. Að skoða samhengi milli beinþéttni mældri í heildarbeinagrind, lendhrygg, nærenda lærleggs og lærleggsháls og núverandi líkamlegrar áreynslu í frítíma annars vegar og fyrrverandi og núverandi líkamlegs álags í vinnu hins vegar hjá sjötíu ára gömlum íslenskum konum.

### Efniviður og aðferðir

Árið 1997 var öllum konum sem voru á íbúaskrá Reykjavíkur og urðu sjötugar á árinu boðin þátttaka, alls 418 konum. Konunum var í fyrstu sent bréf en boðinu síðan fylgt eftir með einu eða fleiri símtölum. Konunum var skipt í tíu hópa sem voru kallaðir til rannsóknarinnar frá september 1997 til júní 1998. Fimm tíu og fjórar konur mættu ekki og ekki náðist í 46. Alls mættu því 308 konur, eða 73,7%. Beinþéttnimælingar, blóðmælingar og hæðar- og þyngdarmælingar voru gerðar og konurnar svöruðu spurningum varðandi lyfjanotkun, heilsufar, reykingar, hreyfingu og fleira. Sextíu konur voru útilokaðar úr hópnum við úrvinnslu. Sjö konur voru útilokaðar vegna ofstarfsemi í kalkkirtlum, 34 voru á östrógenmeðferð, 15 á bisfosfonatmeðferð og fjórar konur á barksterameðferð. Útreikningar byggjast því á niðurstöðum 248 kvenna. Samþykki Vísindasiðanefndar og Tölvunefndar var fengið fyrir rannsókninni.

*Beinþéttnimælingar:* beinþéttni var mæld með HOLOGIC QDR2000 tæki sem styðst við DEXA (dual energy X-ray absorptiometry, tvíorkudofnunarmæling) og sýnir þéttleika steinefna á flatareiningu. Beinþéttni ( $\text{g/cm}^2$ ) var mæld í heildarbeinagrind, nærenda lærleggs (lærleggsháls, lærhnútur og beinið milli lærhnúta), lærleggsháls og lendhrygg (L2-L4). Fitumassi og fitufrír massi voru einnig mældir með DEXA.

*Mælingar á líkamlegri áreynslu:* Í spurningakverinu sem konurnar svöruðu fjölluðu sex spurningar um líkamlega áreynslu. Upplýsingar um hreyfingu í frítíma voru fengnar með fjórum spurningum varðandi göngu til og frá vinnu, fjölda gönguferða á viku og hversu oft í vikunni önnur hreyfing var stunduð. Lík-

amlegt álag var kannað með því að spyrja hvort konunum þætti hreyfingin erfið og hvort þær svitnuðu. Konurnar voru beðnar um að velja viðeigandi álagsþrep fyrir núverandi álag í vinnu (heima eða útvinnandi) allt frá „aðallega kyrr“ til „erfiðisvinna með göngu“. Sömu álagsþrep voru notuð fyrir álag í vinnu á aldursbilunum: 20-29 ára, 30-44 ára og 45-65 ára.

**Tölfræði:** Samhengi líkamlegrar áreynslu og beinþéttni var sérstaklega skoðað fyrir hverja beinþéttnimælingu. Meðaltalsbeinþéttni var borin saman með ANOVA (analysis of variance). Einþátta greining var gerð til þess að meta fylgni ýmissa þátta (Pearsons fylgnistuðull). Víxlverkun (interaction) var prófuð með endurteknum hlutdeildar F prófum (multiple partial F test) áður en fjölþátta aðhvarfsgreining var notuð til þess að meta áhrif valdra þátta á beinþéttni heildarbeinagrindar, nærenda lærleggs, lærleggháls og lendhryggs. Þættirnir „fjöldi gönguferða“ og „önnur hreyfing“ voru meðhöndlaðir sem samfelld breyta og hreyfing í vinnu var meðhöndluð á skalanum 1-4. Tölfræðigreining fór fram með SPSS (Statistical Product and Service Solutions), útgáfu 11.

### Niðurstöður

Fjöldi gönguferða og annarrar hreyfingar í viku og líkamlegt álag í vinnu er sýnt í töflu I. Sautján konur (6,9%) svöruðu því játandi að þeim þætti hreyfingin erfið eða að þær svitnuðu. Rúmlega 30% kvennanna gengu aldrei og tæp 64% þeirra stunduðu enga aðra hreyfingu. Þegar heildarfjöldi æfinga á viku var skoðaður kom í ljós að 32% stunduðu hreyfingu fimm sinnum í viku eða oftar en 22,6% kvennanna stunduðu enga hreyfingu. Fylgni milli vinnuálagflokka á mismunandi aldursbilum er sýnd í töflu II. Tvíþátta sambönd milli beinþéttni í lærlegg, lendhrygg, mjöðm og heildarbeinagrind og líkamsáreynslu og annarra heilsutengdra þátta eru sýnd í töflu III. Þyngri konur höfðu marktækt hærri beinþéttni á öllum mældum stöðum. Konur sem voru yfir 168 sm háar höfðu hærri beinþéttni í lærlegghálsi og nærenda lærleggs en lægri konur og þær konur sem voru lægri en 157 sm höfðu lægri beinþéttni í heildarbeinagrind en hærri konur. Marktækur munur var á beinþéttni lendhryggjar og nærenda lærleggs milli allra þyngdarstuðlaflokka, hærri beinþéttni fannst hjá þeim sem höfðu hærri þyngdarstuðul (þyngdarstuðull = body mass index, BMI, sjá töflu III fyrir skýringu á flokkunum). Beinþéttni lærleggs var marktækt hærri hjá þeim sem höfðu þyngdarstuðul yfir 25 en hjá þeim sem voru undir 25. Í heildarbeinagrind höfðu konur með þyngdarstuðul yfir 30 marktækt hærri beinþéttni en þær sem höfðu lægri þyngdarstuðul. Enginn munur á beinþéttni fannst meðal kvenna sem gengu 0-7 sinnum í viku eða stunduðu aðra þjálfun 0-7 sinnum í viku. Hins vegar var marktæk neikvæð fylgni milli hæðartaps frá 25 ára aldri (0-11 sm, samkvæmt spurn-

**Table I.** Description of the study population

	Mean ± SD	Range
<i>Anthropometry</i>		
Height (cm)	162.5 ± 5.4	145.5 – 179.0
Weight (kg)	70.2 ± 12.8	43.0 – 117.0
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	26.6 ± 4.6	16.7 – 43.0
Lean mass (kg)	36.1 ± 4.0	27.8 – 49.0
Fat mass (kg)	32.1 ± 10.5	9.6 – 68
<i>Densitometry</i>		
Lumbar spine BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0.93 ± 0.1690	0.56 – 1.49
Femoral neck BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0.68 ± 0.1060	0.42 – 1.23
Total hip BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0.76 ± 0.1242	0.44 – 1.38
Total body BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0.91 ± 0.1000	0.68 – 1.22
<i>Hormone related</i>		
Age at menarche	13.6 ± 1.4	10 – 20
Age at menopause	48.3 ± 4.7	26 – 60
Serum PTH (ng/l)	40.1 ± 18	8 – 108
Serum 25(OH)D (nmol/l)	53.1 ± 20	8 – 123
<i>Lifestyle</i>		
Number of children born	3.1 ± 1.9	0 – 10
N. of leisure walks per week	2.85 ± 2.6	0 – 7
N. of other exercise sessions per week	1.1 ± 1.8	0 – 7
Vitamin D intake (µg/day)	14.7 ± 11	2 – 40
Calcium intake (mg/day)	1269 ± 570	370 – 3300
%		
<i>Smoking</i>		
Current smoker	19.0	
Former smoker	30.4	
Never smoker	50.0	

**Table II.** Correlation between occupational activity in four different age periods.

	Work conditions 20-29 years of age	Work conditions 30-44 years of age	Work conditions 45-65 years of age
Work conditions 20-29 years of age			
Work conditions 30-44 years of age	0.698*		
Work conditions 45-65 years of age	0.442*	0.600*	
Work conditions as of now	0.051	0.191*	0.171*

\* p<0,01

ingakveri) og fjölda gönguferða á viku ( $r=-0,211$ ,  $p=0,001$ ) í einþátta greiningu.

Ekki var marktæk fylgni milli göngu eða annarrar hreyfingar og þyngdar, þyngdarstuðuls, fitumassa eða vöðvamassa. Hins vegar voru þær konur, sem á aldrinum 45-65 ára höfðu gengið mikið við vinnu sína án þungrar byrði, með hærri hlutfall vöðvamassa en þær sem unnu kyrrstöðuvinnu eða skiptust á að sitja og ganga ( $p=0,002$ ). Fitumassi var minni hjá þeim konum sem unnið höfðu erfiðisstörf á aldrinum 45-65 ára en hjá þeim sem höfðu unnið kyrrsetustörf ( $p=0,004$ ), skiptust á að sitja og ganga ( $p=0,022$ ) og þeim sem aðallega gengu án þungrar byrði ( $p=0,02$ ).

Niðurstöður fjölþátta aðhvarfsgreiningarinnar milli beinþéttni og líkamsþjálfunar í frítíma eru sýndar í töflu IV. 13,0-24,4% af heildarbreytileikanum í beinþéttinni skýrist af gönguferðum, annarri hreyfingu og magni vöðva- og fitumassa. Gönguferðir skýra 0,1-

**Table III.** Bivariate analysis.

	n	Lumbar spine BMD* g/cm <sup>2</sup>		Femoral neck BMD* g/cm <sup>2</sup>		Total hip BMD* g/cm <sup>2</sup>		Whole body BMD* g/cm <sup>2</sup>	
		Mean	(95% CI)	Mean	(95% CI)	Mean	(95% CI)	Mean	(95% CI)
<i>Height (cm)</i>									
≤157	40	0.85	(0.75-0.95)	0.65	(0.59-0.71)	0.75	(0.68-0.82)	0.84	(0.79-0.90)
158-162	80	0.95	(0.91-0.99)	0.68	(0.65-0.70)	0.76	(0.73-0.78)	0.92	(0.90-0.94)
163-168	92	0.92	(0.89-0.96)	0.68	(0.66-0.71)	0.76	(0.74-0.78)	0.91	(0.89-0.93)
>168	32	0.93	(0.87-0.99)	0.72	(0.68-0.76)	0.79	(0.75-0.83)	0.92	(0.89-0.96)
<i>Weight (kg)</i>									
≤60	55	0.84	(0.79-0.88)	0.65	(0.62-0.68)	0.69	(0.66-0.72)	0.88	(0.85-0.90)
61-70	68	0.92	(0.87-0.97)	0.67	(0.64-0.70)	0.75	(0.71-0.78)	0.90	(0.87-0.92)
71-80	71	0.93	(0.87-0.99)	0.69	(0.66-0.73)	0.78	(0.74-0.82)	0.91	(0.88-0.94)
>80	50	0.96	(0.87-1.05)	0.72	(0.66-0.77)	0.84	(0.78-0.90)	0.92	(0.87-0.97)
<i>BMI** (kg/m<sup>2</sup>)</i>									
<20	13	0.77	(0.67-0.86)	0.60	(0.55-0.66)	0.64	(0.57-0.70)	0.86	(0.80-0.91)
21-25	75	0.89	(0.86-0.93)	0.66	(0.63-0.67)	0.72	(0.70-0.75)	0.90	(0.87-0.92)
26-30	101	0.94	(0.91-0.97)	0.70	(0.67-0.72)	0.78	(0.75-0.80)	0.91	(0.89-0.93)
>30	57	0.10	(0.96-1.04)	0.72	(0.69-0.75)	0.82	(0.79-0.85)	0.95	(0.92-0.98)
<i>Number of leisure walks per week</i>									
0	75	0.95	(0.86-1.04)	0.70	(0.64-0.75)	0.76	(0.69-0.82)	0.91	(0.86-0.96)
1	26	0.98	(0.89-1.08)	0.71	(0.65-0.77)	0.80	(0.73-0.87)	0.95	(0.90-1.00)
2	23	1.03	(0.92-1.14)	0.72	(0.65-0.79)	0.82	(0.74-0.90)	0.95	(0.89-1.01)
3	27	1.01	(0.91-1.10)	0.69	(0.64-0.75)	0.77	(0.70-0.84)	0.93	(0.88-0.98)
4	13	0.90	(0.77-1.03)	0.64	(0.56-0.72)	0.74	(0.65-0.83)	0.89	(0.82-0.96)
5	28	0.90	(0.79-1.00)	0.66	(0.59-0.72)	0.75	(0.67-0.82)	0.89	(0.83-0.95)
6	13	0.95	(0.82-1.09)	0.72	(0.64-0.80)	0.80	(0.71-0.90)	0.97	(0.90-1.04)
7	39	0.90	(0.79-0.10)	0.69	(0.62-0.76)	0.78	(0.71-0.86)	0.91	(0.85-0.97)
<i>Number of other exercise sessions per week</i>									
0	158	0.94	(0.89-0.99)	0.68	(0.65-0.71)	0.76	(0.72-0.79)	0.90	(0.87-0.93)
1	9	0.89	(0.76-1.01)	0.67	(0.59-0.75)	0.73	(0.64-0.82)	0.87	(0.80-0.94)
2	36	0.96	(0.89-1.03)	0.70	(0.65-0.75)	0.79	(0.74-0.84)	0.93	(0.89-0.97)
3	12	0.95	(0.84-1.06)	0.65	(0.58-0.72)	0.74	(0.66-0.82)	0.91	(0.85-0.97)
4	5	1.07	(0.91-1.23)	0.74	(0.64-0.84)	0.85	(0.73-0.96)	0.97	(0.88-1.10)
5	14	0.93	(0.83-1.04)	0.70	(0.63-0.77)	0.78	(0.70-0.85)	0.94	(0.88-1.00)
6	3	1.00	(0.80-1.20)	0.67	(0.55-0.80)	0.74	(0.60-0.89)	0.91	(0.80-1.02)
7	7	0.97	(0.84-1.11)	0.75	(0.66-0.83)	0.85	(0.75-0.95)	0.99	(0.92-1.07)
<i>Finds the training hard / sweats</i>									
No	227	0.94	(0.90-0.98)	0.69	(0.67-0.72)	0.78	(0.75-0.81)	0.93	(0.90-0.95)
Yes	17	0.10	(0.91-1.08)	0.70	(0.65-0.76)	0.79	(0.72-0.85)	0.92	(0.88-0.97)
<i>Work conditions (housework included) in the age of 20-29 years</i>									
Mainly still	5	1.00	(0.85-1.16)	0.66	(0.56-0.76)	0.71	(0.60-0.82)	0.92	(0.83-1.00)
Varying from still to moving around	90	0.89	(0.82-0.97)	0.65	(0.60-0.70)	0.74	(0.68-0.79)	0.87	(0.83-0.91)
Mainly walking without heavy loads	134	0.92	(0.85-0.99)	0.69	(0.64-0.73)	0.78	(0.73-0.83)	0.92	(0.88-0.96)
Hard work including walking	14	0.90	(0.80-1.01)	0.66	(0.60-0.73)	0.76	(0.68-0.84)	0.90	(0.84-0.96)

\* BMD: Bone Mineral Density; \*\* BMI: Body Mass Index.

0,6% af heildarbreytileika beinþéttinnar og önnur hreyfing skýrir 0,9-2,5% heildarbreytileikans.

Eina marktæka sambandið milli líkamspjálfunar í frístundum og beinþéttinnar var fyrir aðra þjálfun en göngu og þéttinnar í heildarbeinagrind ( $\beta=0,008$ ,  $p=0,01$ ). Sambandið við lendhrygg, lærleggsháls og nærenda lærleggs var jákvætt en ekki marktækt ( $p=0,07$ ,  $p=0,15$ ,  $p=0,09$ ). Ekki fannst marktæk fylgni

milli fjölda gönguferða í viku og beinþéttinnar. Fyrir beinþéttinnar lærleggsháls og nærenda lærleggs var sambandið jákvætt en neikvætt fyrir beinþéttinnar í lendhrygg og heildarbeinagrind.

Niðurstöður úr fjölpáttu aðhvarfsgreiningu fyrir líkamlegt álag í vinnu eru sýndar í töflu V. Engin marktæk fylgni fannst milli núverandi eða langvarandi álags við vinnu og beinþéttinnar eftir leiðréttingar

**Table III.** Bivariate analysis (cont.).

	n	Lumbar spine BMD* g/cm <sup>2</sup>		Femoral neck BMD* g/cm <sup>2</sup>		Total hip BMD* g/cm <sup>2</sup>		Whole body BMD* g/cm <sup>2</sup>	
		Mean	(95% CI)	Mean	(95% CI)	Mean	(95% CI)	Mean	(95% CI)
<i>Work conditions (housework included) in the age of 30-44 years</i>									
Mainly still	2	1.12	(0.87-1.37)	0.74	(0.59-0.90)	0.79	(0.62-0.97)	0.91	(0.78-1.05)
Varying from still to moving around	89	0.90	(0.82-0.98)	0.64	(0.59-0.69)	0.73	(0.67-0.79)	0.89	(0.84-0.93)
Mainly walking without heavy loads	143	0.94	(0.88-1.01)	0.67	(0.63-0.71)	0.76	(0.72-0.81)	0.92	(0.89-0.96)
Hard work including walking	9	0.85	(0.73-0.98)	0.68	(0.60-0.76)	0.76	(0.67-0.86)	0.89	(0.82-0.96)
<i>Work conditions (housework included) in the age of 45-65 years</i>									
Mainly still	3	1.05	(0.85-1.25)	0.73	(0.60-0.86)	0.78	(0.63-0.93)	0.92	(0.80-1.03)
Varying from still to moving around	132	0.89	(0.82-0.96)	0.66	(0.61-0.70)	0.73	(0.69-0.78)	0.89	(0.85-0.93)
Mainly walking without heavy loads	104	0.95	(0.88-1.02)	0.67	(0.63-0.72)	0.78	(0.72-0.82)	0.91	(0.87-0.95)
Hard work including walking	4	0.83	(0.64-1.01)	0.63	(0.52-0.75)	0.73	(0.59-0.86)	0.90	(0.80-1.00)
<i>Work conditions (housework included) as of now</i>									
Mainly still	62	0.93	(0.85-1.00)	0.67	(0.62-0.72)	0.76	(0.69-0.81)	0.90	(0.85-0.94)
Varying from still to moving around	173	0.90	(0.83-0.95)	0.67	(0.63-0.71)	0.74	(0.70-0.79)	0.89	(0.86-0.93)
Mainly walking without heavy loads	8	1.01	(0.88-1.15)	0.66	(0.58-0.75)	0.80	(0.70-0.90)	0.95	(0.88-1.03)

\* BMD: Bone Mineral Density.

fyrir raskandi þætti (þyngdarstuðul, árafjöldi frá tíðahvörfum og hve lengi reykt). Sambandið var neikvætt í mörgum tilfellum.

Þess ber að geta að tölfræðiúrvinnsla var endurtekin á öllum 308 konunum en við það urðu afar litlar breytingar á niðurstöðunum.

### Umræða

Niðurstöður rannsóknarinnar benda til þess að líkamspjálfun í frítíma geti haft jákvæð áhrif á beinþéttni hjá eldri konum. Þess ber þó að geta að hér er um þversniðsrannsókn að ræða með öllum sínum takmörkunum um orsakasamband þó svo að allar konurnar hafi verið jafngamlar og aldur því útilokaður sem röskunarþáttur.

2,5% hærri beinþéttni (eins og kemur fram í hlutfallslegu R<sup>2</sup>) hjá þeim konum sem stunda æfingar

kann að virðast óverulegur munur. Þar til viðbótar kunna þó að koma óbein tengsl í gegnum vöðva-massa sem skýrir 8,7-18,3% af breytileika í beinþéttinni. 10% breyting á beinþéttni (samsvarar einu staðalfrávik) minnkar áhættu á beinbroti um helming eða tvöfaldar hana, eftir því í hvora áttina breytingin er (21). Þess má geta að áður hefur verið skýrt frá því að þéttni kalkkirtilhormóns skýri 0,7-2,2% breytileikans í beinþéttni þessa sama hóps (22).

Ekkert samband virtist vera milli líkamlegs álags í vinnu samkvæmt spurningakveri og beinþéttni. Þó er athyglisvert að þær konur sem enn stunda vinnu með mikilli göngu hafa hærri beinþéttni í lendhrygg, nær-enda lærleggs og heildarbeinagrind en þær sem ekki ganga mikið í vinnu. Þetta mældist þó ekki marktækur munur enda var hér aðeins um að ræða átta konur.

Niðurstöðurnar sýna enga marktæka fylgni milli fjölda gönguferða í viku og beinþéttni á þeim stöðum



**Table IV.** Multivariable regression analysis among selected factors and BMD\* in 70-year-old Icelandic women.

	$\beta$	95% CI	p	R <sup>2</sup> (%)
<b>Lumbar spine</b>				
R <sup>2</sup> = 0.130				
Number of leisure walks per week	-0.004	-0.01 – 0.004	0.38	0.3
Number of other exercise sessions per week	0.01	0.001 – 0.02	0.07	1.3
Lean mass	0.00001	0.000007 – 0.00002	0.00	8.7
Fat mass	0.004	0.0001 – 0.006	0.01	2.9
<b>Femoral neck</b>				
R <sup>2</sup> = 0.168				
Number of leisure walks per week	0.001	-0.003 – 0.006	0.57	0.1
Number of other exercise sessions per week	0.005	-0.002 – 0.02	0.15	0.9
Lean mass	0.000009	0.000006 – 0.00001	0.00	13.6
Fat mass	0.002	0.0005 – 0.003	0.01	2.6
<b>Total hip</b>				
R <sup>2</sup> = 0.244				
Number of leisure walks per week	0.003	-0.002 – 0.008	0.23	0.6
Number of other exercise sessions per week	0.006	-0.001 – 0.008	0.09	1.2
Lean mass	0.00001	0.000009 – 0.00002	0.00	18.3
Fat mass	0.004	0.002 – 0.006	0.00	6.4
<b>Total body</b>				
R <sup>2</sup> = 0.148				
Number of leisure walks per week	-0.002	-0.007 – 0.002	0.37	0.3
Number of other exercise sessions per week	0.008	0.002 – 0.01	0.01	2.5
Lean mass	0.000008	0.000006 – 0.00001	0.00	12.0
Fat mass	0.0007	-0.0008 – 0.002	0.37	0.3

\* BMD: Bone Mineral Density.

**Table V.** Multivariable regression analysis among occupational activity (housework included) and BMD\* in 70-year-old Icelandic women.

	$\beta$	95% CI	p
<b>Femoral neck</b>			
Occupational activity age 20-29 years	-0.0069	-0.028 – 0.015	0.53
Occupational activity age 30-44 years	-0.0063	-0.030 – 0.018	0.60
Occupational activity age 45-65 years	-0.0022	-0.026 – 0.022	0.86
Current occupational activity	-0.0150	-0.042 – 0.012	0.28
<b>Lumbar spine</b>			
Occupational activity age 20-29 years	-0.0071	-0.041 – 0.027	0.68
Occupational activity age 30-44 years	-0.0069	-0.045 – 0.031	0.72
Occupational activity age 45-65 years	-0.0106	-0.049 – 0.028	0.59
Current occupational activity	-0.0256	-0.069 – 0.018	0.25
<b>Total hip</b>			
Occupational activity age 20-29 years	-0.0028	-0.026 – 0.022	0.85
Occupational activity age 30-44 years	0.0012	-0.025 – 0.028	0.93
Occupational activity age 45-65 years	0.0068	0.020 – 0.034	0.62
Current occupational activity	0.0027	-0.027 – 0.033	0.86
<b>Total body</b>			
Occupational activity age 20-29 years	0.0032	-0.017 – 0.023	0.75
Occupational activity age 30-44 years	0.0022	-0.020 – 0.024	0.85
Occupational activity age 45-65 years	-0.0020	-0.024 – 0.020	0.86
Current occupational activity	-0.0007	-0.026 – 0.025	0.96

Regression coefficients, confidence intervals (CI) and p values were adjusted for body mass index, years since menopause and duration of smoking.

\* BMD: Bone Mineral Density.

sem mældir voru. Fyrir beinþéttni í lendhrygg og heildarbeinagrind var tilhneiging til neikvæðrar fylgni. Þetta eru svipaðar niðurstöður og Coupland og samstarfsaðilar (23) fengu, þar sem neikvæð en ómarktæk fylgni var milli fjölda og lengd gönguferða og beinþéttni í hrygg. Hins vegar fundu umræddir marktæka jákvæða fylgni milli gönguhraða og beinþéttni í lærhnutum og heildarbeinagrind. Hér ber að geta um takmarkanir DEXA mælinga sem felast í því að hjá eldri einstaklingum getur verið minna um beingadda í liðbolum sem getur valdið falskri hækkuun á beinþéttni í lendhrygg.

Því miður var hvorki spurt um lengd né ákefð gönguferða kvennanna í okkar rannsókn. Hins vegar voru aðeins 17 konur (6,9%) sem fannst hreyfing sín vera erfið/svitnuðu, nokkuð sem mætti nota sem viðmið um að ekki hafi verið gengið af mikilli ákefð. Íhlutunarrannsóknir á konum eftir tíðahvörf hafa sýnt fram á að rösk ganga geti hægt á beintapi í lærlegg en ekki lendhrygg (24, 25). Þegar öðrum æfingum sem gefa hærra gagnkrafta en ganga (til dæmis skokki og tröppugangi) hefur verið bætt inn í þjálfunaráætlun hefur verið unnt að auka beinþéttni í lærleggshálsi, lendhrygg og heildarbeinagrind (26). Það er því líklegt að ganga, jafnvel rösk ganga, veiti ekki nægilegt álag til þess að hafa jákvæð áhrif á beinþéttina á klínískt mikilvægustu stöðunum fyrir eldri konur. Í rannsókn okkar fannst hins vegar fylgni milli fjölda gönguferða á viku og þess hversu mikla hæð konurnar höfðu misst frá 25 ára aldri. Sams konar niðurstöður hafa áður fengist í sama aldursflokki (27) en ekki er útilokað að ástæður þessa kunni að vera þær að konur sem hafa óþægindi af beinþynningu í hrygg eru ef til vill síður líklegar til þess að stunda mikla göngu.

Niðurstöður varðandi sambandið milli annarrar hreyfingar en göngu og beinþéttni voru jákvæðar fyrir heildarbeinagrind ( $p=0,01$ ). Þar að auki var tilhneiging til jákvæðrar fylgni milli annarrar hreyfingar eingöngu og beinþéttni lendhryggs ( $p=0,07$ ) og nærenda lærleggs ( $p=0,09$ ). Þetta samræmist niðurstöðum annarra rannsókna þar sem líkamsþjálfun hefur haft jákvæða fylgni við beinþéttni (9, 11, 12). Sú staðreynd að konurnar í okkar rannsókn voru aðeins spurðar um það hversu oft í viku þær stunduðu aðra hreyfingu en göngu en ekki um hvers konar hreyfingu, hve lengi og af hve mikilli ákefð, gerir túlkun niðurstaðna erfiða. Þó má eins og áður ráða af svörum um hvort konunum fannst hreyfingin erfið/svitnuðu að ekki hafi verið um mikla ákefð að ræða. Aðrar rannsóknarniðurstöður hafa gjarnan verið byggðar á iðkunarskala sem byggður er á fjölda, lengd og ákefð mismunandi æfinga á viku (9).

Afar fáar konur stunduðu hreyfingu mjög oft. Meðalfjöldi gönguferða var innan við þrjár á viku og meðalfjöldi annarrar líkamsþjálfunar var um einu sinni í viku. Rúm tuttugu prósent kvennanna stund-

uðu enga hreyfingu og er það svipað hlutfall og fundist hefur hjá norskum konum á svipuðum aldri þar sem rúmur helmingur hreyfir sig að minnsta kosti tvisvar í viku en 18% stunda enga hreyfingu (28). Hjá 65-74 ára gömlum konum í Bandaríkjunum er hreyfingarleysi enn algengara, eða 32,5% (29). Þar stunda um 20% kvenna mikla hreyfingu, skilgreint sem fimm æfingar á viku í 30 mínútur eða meira (30). Erfitt er að bera þessar tölur saman milli landa, til dæmis voru íslensku konurnar ekki spurðar hversu lengi í senn þær stunduðu hreyfinguna.

Hins vegar verður að taka til greina að iðkun líkamlegrar þjálfunar hjá öldruðum er oft óregluleg, sérstaklega milli árstíða. Bein角度ningarferlið tekur gjarnan fjóra til sex mánuði og beinþéttimæling á ákveðnum tíma endurspeglar því ekki endilega iðkunarmynstur viðkomandi einstaklings á þeim sama tíma. Í rannsókn okkar voru konurnar ekki spurðar um það hvort þær hefðu stundað líkamsrækt í uppvexti sínum. Beinþéttni á hverjum tíma endurspeglar samspil þess lágmarksbeinmassa sem náðist á yngri árum og því tapi sem síðan hefur orðið. Hugsanlegt er að líkamsáreynsla á vaxtarskeiði hafi meiri áhrif á hámarksbeinmassa en á viðhald þéttinnar síðar meir.

Út frá því sem vitað er um iðkunarmynstur sjötugra íslenskra kvenna má gera ráð fyrir að fyrir utan gönguferðir sé sundiðkun líklegasta hreyfingin (31). Afar lítið er vitað um áhrif sunds á beinþéttni hjá eldri konum eða konum eftir tíðahvörf (öðrum en keppiskonum). Flestar rannsóknir á sundi og beinþéttni eru þversniðsrannsóknir á ungu keppnisfólki og hafa til þessa ekki sýnt nokkurt jákvætt samband þar á milli.

Ekki fannst fylgni milli líkamlegs álags í vinnu (úti- eða heimavinnandi) og beinþéttni. Mikil fylgni var milli vinnuálagflokka fram að 65 ára aldri en ekki milli núverandi og fyrrverandi álags sem bendir til þess að konurnar hafi starfað við svipað starf fram á eftirlaunaaldur. Hugsanlegt er að slæmt minni stuðli að rangri flokkun á fyrri atvinnu en ekkert samband fannst þó heldur við núverandi álag. Hér má þó hugsa sér að meira vinnuálag skili sér í hærra hlutfalli vöðvamassa og hafi þannig óbein tengsl við beinmassann. Erfitt er að bera þessar niðurstöður saman við fyrri rannsóknir þar sem úrtakið hér er umtalsvert eldra og ekki var spurt sérstaklega um atvinnugrein eða menntun. Í rannsókn okkar tóku einungis konur þátt og því ekki hægt að fullyrða nokkuð um það hvort samhengi hlutanna er hið sama hjá eldri körlum. Afar fáar rannsóknir á sambandi líkamlegrar áreynslu og beinþéttni hjá eldri körlum (í frítíma eða vinnu) hafa verið birtar.

Konur hafa oft margar skyldur, í vinnu, á heimilum og í samfélaginu sem gerir líkamspjálfun þeirra óreglulega og dreifða og þar með erfiða að mæla. Einnig verður að taka fram að spurningalistar eru ef til vill ekki besta leiðin til þess að mæla þjálfunarmynstur eldra fólks. Í fyrsta lagi þarf að spyrja um

viðeigandi hreyfingu og álag fyrir þennan aldurshóp. Í öðru lagi verður að hafa í huga að aldraðir stunda hreyfingu oft óreglulega og mislengi í senn. Í þriðja lagi eru minnisbrestir algengir hjá öldruðum og því verða spurningarnar að vera afar skýrar og svörun þeirra gerð eins auðveld og hægt er. Betri mælingar mætti til dæmis fá með beinum mælingum á úthaldi og/eða styrk en þó verður að hafa í huga hvort það sé siðferðilega forsvaranlegt að leggja slík próf á eldri einstaklinga. Spurningarnar sem konurnar í rannsókn okkar svöruðu voru hvorki áreiðanleikaprófaðar né staðlaðar en reynt var eftir fremsta megni að hafa þær viðeigandi fyrir viðkomandi aldurshóp. Á það hefur verið bent að fæstir staðlaðir spurningalistar um líkamlega áreynslu henta við athuganir á eldri einstaklingum þar sem þeir taka ekki tillit til léttrar áreynslu sem er oft einkennandi fyrir þá (32).

Þessi rannsókn byggir á þversniðsúrtaki en allar konurnar voru fæddar á sama árinu og mæting í rannsóknina var góð, eða 73,7%. Þó er ekki hægt að útiloka að þær konur sem voru mest veikburða og stunduðu þar af leiðandi minnsta líkamspjálfun hafi ekki mætt til rannsóknarinnar. Til þess að forðast slíka valskekkju má til dæmis líta á íhlutunarrannsóknir sem gerðar hafa verið á líkamspjálfun og beinþéttni á síðustu árum.

Í nýrri yfirlitsgrein yfir slíkar rannsóknir (33) kemur fram að á árunum 1996-2002 voru birtar 18 vísindagreinar um áhrif líkamspjálfunar á beinþéttni í lendhrygg og lærleggshálsi heilbrigðra kvenna. Meðferðarhóparnir voru oftast litlir ( $n=7-61$ ) þó með einni undantekningu (34) þar sem hópurinn samanstóð af 118 konum.

Sex rannsóknir fjölluðu um konur fyrir tíðahvörf og voru áætluð áhrif þjálfunarinnar misjöfn. Af niðurstöðum má nefna rannsókn þar sem meðferðarhópurinn stundaði þolþjálfun (aerobics) í 20 mínútur tvisvar til þrisvar í viku í 18 mánuði og varð marktækt meiri aukning í beinþéttni lærleggsháls meðferðarhópsins en viðmiðunarahópsins (35). Í einni lítilli rannsókn fengust mismunandi niðurstöður fyrir undirhópa. Meðal þeirra sem tóku getnaðarvarnartöflur varð meiri aukning í beinþéttni lærleggsháls hjá meðferðarhópnum en hjá viðmiðunarahópnum en öfug áhrif fundust meðal þeirra sem ekki tóku getnaðarvarnartöflur (36). Þrátt fyrir þetta misræmi virðist vera tilhneiging til þess að meðferðarhóparnir hafi fengið jákvæð áhrif á beinþéttni bæði lendhryggs og lærleggsháls.

Í 12 rannsóknum var fjallað um konur á eða eftir breytingaskeið. Þar komu fram mismunandi niðurstöður varðandi áhrif þjálfunarinnar á beinþéttni lendhryggs. Marktækar breytingar á beinþéttni í lendhrygg kvenna um og eftir tíðahvörf urðu mestar 2,0% aukning á ári hjá konum sem ekki voru á östrógenmeðferð (26) og 1,6% aukning á ári hjá konum sem voru á östrógenmeðferð (37). Í rannsókn Bravo og kollega

(38) voru aðeins konur með lágan beinmassa (osteopenia) skoðaðar og varð 0,5% aukning á ári í meðhöndlunarhópnum en 1,3% minnkun á ári í samanburðarhópnum. Marktæk aukning varð í bæði meðhöndlunar- (1,2%) og samanburðarhópi (1,6%) Bassy og kollega (37) en þær konur voru þó á östrógenmeðferð. Í öðrum rannsóknum náðist ekki marktækur árangur fyrir lendhryggsbeinþéttni (23, 24, 39-42).

Líkamsþjálfun virtist almennt hafa jákvæð áhrif á beinþéttni lærleggsháls og jafnvel stuðla að aukningu. Í rannsókn á konum á breytingaskeiði (43) kom fram að eftir 18 mánaða þjálfun var þróun beinþéttibreytinga ( $g/cm^2/mánuði$ ) hjá þeim sem gengu, skokkuðu og hjóluðu marktækt frábrugðin viðmiðunarhópnum og virtist þolþjálfunin geta viðhaldið beinþéttni yfir þetta tímabil. Kohrt og samstarfsfólk (26) fundu 3,5% marktæka aukningu eftir 11 mánaða þjálfun, göngu og skokk, þrisvar í viku á 80% af hámarkshjartsláttartíðni og í annarri rannsókn fengust mjög jákvæð áhrif af styrktarþjálfun (44).

Í fullu samræmi við fyrri yfirlitsgreinar var ekki unnt að komast að skýrri niðurstöðu varðandi það hvort og þá hvers konar þjálfun er jákvæð fyrir beinþéttina. Niðurstöður rannsóknanna voru ákaflega mismunandi sem kemur þó ekki á óvart þar sem þjálfunaráætlanir voru mismunandi með tilliti til eðlis æfinganna, lengd þeirra, fjölda á viku og ákefðar. Ef dregin eru saman einkenni þeirra þjálfunaráætlananna sem virtust gefa jákvæðan árangur má nefna að þær stóðu yfir í að minnsta kosti 12 mánuði, áft var meira en tvisvar í viku og æfingarnar voru af þeim toga að nokkuð miklir gagnkraftar voru til staðar.

Líklegt má telja að sérhæfðar æfingar sem notast við vöðva sem tengdir eru þeim beinum sem eru undir rannsókn skili bestum árangri. Þetta má meðal annars sjá í rannsókn Adami og samstarfsfólks (34) þar sem þjálfunaráætlunin samanstóð af æfingum sem reyndu á úlnliðina. Engin breyting varð á beinþéttni lendhryggs eða lærleggsháls en marktækar niðurstöður fundust fyrir geislabein hjá konunum í meðferðarhópnum.

Sérstaklega er erfitt að bera saman ákefð mismunandi þjálfunaráætlana. Lýsingar eins og „rösklega“ (brisk), „þægilega“ (comfortable) eða „af mikilli ákefð“ (vigorous) voru oft notaðar og mun álagið þá háð einstaklingsbundinni upplifun út frá líkamlegu ástandi og áhugahvöt hverju sinni. Sérstaka athygli vakti sú staðreynd að í mörgum rannsóknum varð engin breyting á lífeðlisfræðilegum breytum, svo sem vöðvastyrk eða súrefnisupptöku, eftir margra mánaða þjálfun og má þá geta sér til um að þjálfunaráætlunin hafi að einhverju leyti ekki skilað nægilegu líkamlegu áreiti hjá þátttakendum.

Fyrir utan óvissuna um eðli þeirrar þjálfunar sem gefur bestan árangur fyrir beinþéttni er einnig lítið vitað um hvernig aðlögun beinanna að ytri kröftum á sér stað. Allir kraftar sem beinið verður fyrir valda togi (strain). Sú spennan sem beinið þolir ákvarðar styrk

þess. Dæmigerðar líkamshreyfingar framkalla 2000-3000 míkrotog á yfirborði beina. Haldist álag jafnt yfir tíma er beinvefurinn í jafnvægi. Ef álagið eykst eða minnkar verður aukning eða tap á beinvef þangað til nýju jafnvægi er náð (45). Samkvæmt kenningu Frost (the mechanostat theory) (46) verður beinmyndun án undanfarandi beinátu sé beinvefur beittur meira en 2500 míkrotogum. Markus og Kiratli (43) telja breytingar í beinvef sem verði vegna ytri krafta frábrugðnar þeim breytingum sem verði vegna næringarlegra þátta eða hormónabreytinga. Nokkrir staðbundnir þættir sem gætu valdið svörum beinfrumna hafa verið nefndir, svo sem nitroxíð, prostaglandín, vaxtaþátturinn IGF-I (insulin-like growth factor-I) og glútamat (47, 48). Framleiðsla þessara þátta kann að vera örvuð af vökvaspennu (fluid shear stress) á samskiptanet beinfrumna (49). Einnig er hugsanlegt að hormónasvörum við líkamlegri áreynslu dragi úr beinátu og valdi þar með jákvæðri beinumsetningu (3).

### Lokaorð

Rannsókn okkar styður þá kenningu að ávinningur sé af líkamlegri þjálfun fyrir beinþéttni hjá eldri konum. Ekki virðist þó nægilegt að stunda gönguferðir en þar sem ekki er vitað um eðli annarra æfinga sem konurnar stunduðu er erfitt að segja til um hvers konar þjálfun skili bestum árangri. Þessar niðurstöður eru studdar af yfirliti yfir íhlutunarrannsóknir þar sem kemur fram að engar skýrar línur virðast vera um samband þjálfunar og beinþéttni þó tilhneiging virðist vera til jákvæðrar fylgni. Íslenska rannsóknin er mikilvæg viðbót við það sem þegar er vitað um áhrif þjálfunar á beinþéttni því hún sýnir jákvæða fylgni hjá eldri og innbyrðis líkara úrtaki en flestar aðrar rannsóknir. Því er enn ein ástæðan komin til þess að hvetja eldri fólk til þess að stunda líkamsþjálfun sér til heilsuþótar. Æskilegt væri að framkvæma slembiúrtafsrannsókn á þessum aldurshópi en fram til þessa hefur meðalaldur í slíkum rannsóknum verið nokkuð undir 70 ára. Einnig er vert að geta þess að tilhneiging til þess að detta er minni hjá þeim hópi eldri einstaklinga sem stundar reglubundna hreyfingu (50).

### Þakkir

Höfundar þakka Guðrúnu Kristinsdóttur og Leifi Franzsyni fyrir veitta aðstoð í rannsókninni og Maríu Henley fyrir aðstoð við undirbúning handrits. Rannsóknin var studd af Vísindasjóði Borgarspítalans og Rannís.

### Heimildir

1. Weaver CM. Calcium requirements of physically active people. *Am J Clin Nutr* 2000; 72 : 579S-84S.
2. World Health Organization. Women, Ageing and Health. Achieving health across the life span. Ageing and Health Programme. Geneva, WHO, 1998.
3. Beck BR, Shaw J, Snow CM. Physical activity and osteoporosis. In: Marcus R, Feldman D, Kelsey J eds. Osteoporosis, volume 1. London: Academic press, 2001: 701-20.



4. Skerry TM. Identification of novel signaling pathways during functional adaptation of the skeleton to mechanical loading: The role of glutamate as a paracrine signaling agent in the skeleton. *J Bone Miner Metab* 1999; 17: 66-70.
5. Calbet JA, Moysi HS, Dorado C, Rodriguez LP. Bone mineral content and density in professional tennis players. *Calcif Tissue Int* 1998; 62: 491-6.
6. Wittich A, Mautalen CA, Oliveri MB, Bagur A, Somoza F, Rotemberg E. Professional football (soccer) players have a markedly greater skeletal mineral content, density and size than age- and BMI-matched controls. *Calcif Tissue Int* 1998; 63: 112-7.
7. Tsuzuku S, Ikegami Y, Yabe K. Effects of high-intensity resistance training on bone mineral density in young male powerlifters. *Calcif Tissue Int* 1998; 63: 283-6.
8. Karlsson MK, Johnell O, Obrant KJ. Bone mineral density in weight lifters. *Calcif Tissue Int* 1993; 52: 212-5.
9. Madsen KL, Adams WC, Van Loan MD. Effects of physical activity, body weight and composition, and muscular strength on bone density in young women. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 114-20.
10. Ususi-Rasi K, Sievanen H, Vuori I, Pasanen M, Heinonen A, Oja P. Associations of physical activity and calcium intake with bone mass and size in healthy women at different ages. *J Bone Min Res* 1998; 13: 133-42.
11. Duppe H, Gardsell P, Johnell O, Nilsson BE, Ringsberg K. Bone mineral density, muscle strength and physical activity. A population-based study of 332 subjects aged 15-42 years. *Acta Orthop Scan* 1997; 68: 97-103.
12. Greendale GA, Barrett-Connor E, Edelstein S, Ingles S, Haile R. Lifetime leisure exercise and osteoporosis. The Rancho Bernardo study. *Am J Epidemiol* 1995; 141: 951-9.
13. Parra-Cabrera S, Hernandez-Avila M, Tamayo-y-Orozco J, López-Carrillo L, Meneses-González. Exercise and reproductive factors as predictors of bone density among osteoporotic women in Mexico city. *Calcif Tissue Int* 1996; 59: 89-94.
14. Nguyen TV, Sambrook PN, Eisman JA. Bone loss, physical activity and weight change in elderly women: the Dubbo osteoporosis epidemiologic study. *J Bone Min Res* 1998; 13: 1458-67.
15. Brahm H, Mallmin H, Michaelsson K, Strom H, Ljunghall S. Relationships between bone mass measurements and lifetime physical activity in a Swedish population. *Calcif Tissue Int* 1998; 62: 400-12.
16. Jaglal SB, Kreiger N, Darlington GA. Lifetime occupational physical activity and risk of hip fracture in women. *Ann Epidemiol* 1995; 5: 321-4.
17. Damiakakis J, Perisnakis K, Kontakis G, Vagios E, Gourtsoyannis N. Effect of lifetime occupational physical activity on indices of bone mineral status in healthy postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 1999; 64: 112-6.
18. Weiss M, Yogev R, Dolev E. Occupational sitting and low hip mineral density. *Calcif Tissue Int* 1998; 62: 47-50.
19. Coupland CAC, Gainge MJ, Cliffe SJ, Hosking DJ, Chilvers CED. Occupational activity and bone mineral density in postmenopausal women in England. *Osteoporos Int* 2000; 11: 310-5.
20. Wolff I, van Croonberg JJ, Kemper HC, Kostense PJ, Twisk JW. The effect of exercise training programs on bone mass: a meta-analysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women. *Osteoporos Int* 1999; 9: 1-12.
21. Marshall D, Hohnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predicts occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ* 1996; 312: 1254-9.
22. Sigurdsson G, Franzson L, Steingrimsdóttir L, Sigvaldason H. The association between parathyroid hormone, vitamin D and bone density in 70-year-old Icelandic women. *Osteoporos Int* 2000; 11: 1031-5.
23. Coupland CAC, Cliffe SJ, Bassey EJ, Grainge MJ, Hosking D, Chilvers CED. Habitual physical activity and bone mineral density in postmenopausal women in England. *Int J Epidemiol* 1999; 28: 241-6.
24. Ebrahim S, Thompson PW, Baskaran V, Evans K. Randomized placebo controlled trial of brisk walking in the prevention of postmenopausal osteoporosis. *Age and Ageing* 1997; 26: 253-60.
25. Humphries B, Newton RU, Bronks R, Marshall S, McBride J, Triplett-McBride T, et al. Effect of exercise intensity on bone density, strength, and calcium turnover in older women. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 6: 1043-50.
26. Kohrt WM, Ehsani AA, Birge SJ. Effects of exercise involving predominantly either joint reaction or ground reaction forces on bone mineral density in older women. *J Bone Min Res* 1997; 8: 1253-61.
27. Sagiv M, Vogelaere PP, Soudry M, Ehsam R. Role of physical activity training in attenuation of height loss though aging. *Gerontology* 2000; 46: 266-70.
28. Sørgaard AJ, Bø K, Klungland M, Jacobsen BK. En oversikt over norske studier - hvor mye beveger vi oss i fritiden? *Tidsskr Nor Lægeforen* 2000; 120: 3439-46.
29. National Center for Health Statistics. Plan and operation of the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-94. Vital and Health Statistics, Series 1, No.32. Hyattsville, MD: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, 1994a. DHHS Publication No. (PHS) 94-1308.
30. Physical Activity and Health. A Report of the Surgeon General. US, Department of health and human services. Centers for Disease Control and Prevention. National Center of Chronic Disease Prevention and Health Promotion. The President's Council on Physical Fitness and Sports. [www.cdc.gov/nccdphp/sgr/contents](http://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/contents)
31. Sigurðardóttir S, Helgason J, Sveinsson P. Könnun á heilsu, þreki og hreyfingu. *Sjúkráþjálfarinn* 1999; 26: 23-6.
32. Tudor-Locke CE, Myers AM. Challenges and opportunities for measuring physical activity in sedentary adults. *Sports Med* 2001; 31: 91-100.
33. Gudmundsdóttir SL, Augestad LB, Flanders WD. Physical activity and bone mineral density. A review of recent randomized studies. *Recent Research Developments in epidemiology*. Transworld Research Network. In press.
34. Adami S, Gatti D, Braga V, Bianchini D, Rossini M. Site specific effects of strength training on bone structure and geometry of ultradistal radius in postmenopausal women. *J Bone Min Res* 1999; 1: 120-4.
35. Heinonen A, Kannus P, Sievanen H, Oja P, Pasanen M, Rinne M, et al. Randomized controlled trial of effect of high impact exercise on selected risk factors for osteoporotic fractures. *Lancet* 1996; 348: 1343-7.
36. Weaver CM, Teegarden D, Lyle RM, McCabe GP, McCabe LD, Proulx W et al. Impact of exercise on bone health and contraindication of oral contraceptive use in young women. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 873-80.
37. 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 Min Res* 1998; 12: 1805-13.
38. Bravo G, Gauthier P, Pierre-Michel R, Payette H, Gaulin P, Harvey M, et al. Impact of a 12 month exercise program on the physical and psychological health of osteopenic women. *JAGS* 1996; 7: 756-62.
39. Ryan AS, Treuth MS, Hunter GR, Elahi D. Resistive training maintains bone mineral density in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int* 1998; 62: 295-9.
40. Bembem DA, Fetters NL, Bembem MG, Nabavi N, Koh ET. Musculoskeletal responses to high and low intensity resistance training in early postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 11: 1043-50.
41. Kerr D, Ackland T, Maslen B, Morton A, Prince R. Resistance training over 2 years increases bone mass in calcium replete postmenopausal women. *J Bone Min Res* 2001; 1: 175-81.
42. Humphries B, Mummaery K, Newton RU, Humphries N. Identifying bone mass and muscular changes. *Adm Rad J* 2001; 1: 7-11.
43. Heinonen A, Oja P, Sievanen H, Pasanen M, Vuori I. Effect of two training regimens on bone mineral density in healthy premenopausal women: a randomized controlled trial. *J Bone Min Res* 1998; 3: 483-90.
44. Maddalozzo GF, Snow CM. High intensity resistance training: Effects on bone in older men and women. *Calcif Tissue Int* 2000; 66: 99-404.
45. Marcus R, Kiratli BJ. Physical activity and osteoporosis. In: Marcus R, Feldman D, Kelsey J eds. *Osteoporosis, volume 1*. London: Academic press, 2001: 309-25.
46. Frost HM. Bone "mass" and the "mechanostat". *Anat Rec* 1987; 219: 1-9.
47. Chow JWM, Fox SW, Lean JM, Chambers TJ. Role of nitric oxide and prostaglandins in mechanically induced bone formation. *J Bone Min Res* 1998; 13: 1039-44.
48. Lean JM, Jagger CJ, Chambers TJ, Chow JW. Increased insulin-like growth factor I mRNA expression in rat osteocytes in response to mechanical stimulation. *Am J Physiol* 1995; 268: E318-27.
49. Raisz LG. Local and systemic factors in the pathogenesis of osteoporosis. In: Marcus R, Feldman D, Kelsey J eds. *Osteoporosis, volume 1*. London: Academic press, 2001: 19-28.
50. Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2001; 3: CD000340.