

# Hreyfing þriggja starfsstétta og tengsl hennar við áhættuþætti efnaskiptasjúkdóma og hjarta- og æðasjúkdóma

Börkur Már Hersteinsson lífeðlisfræðingur<sup>1</sup>, Kristján Þór Magnússon faraldsfræðingur<sup>1</sup>, Ásgeir Böðvarsson lækni<sup>2</sup>, Ársæll Arnarsson lífeðlisfræðingur<sup>3</sup>, Erlingur Jóhannsson lífeðlisfræðingur<sup>1</sup>, Sigurbjörn Árni Arngrímsson þjálfunarlífeðlisfræðingur<sup>1</sup>

## ÁGRIP

**Inngangur:** Þó jákvæð áhrif hreyfingar á áhættuþætti efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma séu vel þekkt, hafa þau lítið verið skoðuð hér á landi með hlutlægum mælingum. Tilgangur rannsóknarinnar var að athuga mun á hreyfingu og áhættuþáttum efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma þriggja starfsstétta: verkafólks, skrifstofufólks og bænda.

**Efniviður og aðferðir:** Þátttakendur (73 karlar, 89 konur) komu úr Þingeyjarsýslu og undirgengust mælingar á hæð, þyngd, líkamssþyngdarstuðli og líkamssamsetningu með húðfellingamælingum. Hreyfingarmælingar voru notaðir til þess að mæla heildarhreyfingu auk þess tíma sem fólk varði í meðalerfiða hreyfingu. Blóðþrýstingur var tekinn og í fastandi blóðsýni var mælt heildarkólesteról, kólesteról í lágbéttnituprótni og háþéttnituprótni, þriglýseríð, blóðsykur, insúlín og HOMA (*homeostatic model assessment*).

**Niðurstöður:** Verkarlar og karlbændur hreyfðu sig meira en skrifstofu- karlar ( $p < 0,01$ ) en enginn munur fannst meðal kvennanna. Kvenbændur vörðu hins vegar marktækt færri mínútum í meðalerfiða hreyfingu en hinar

starfsstéttirnar ( $p < 0,05$ ). Lágt hlutfall (18,4%) þátttakenda náði að uppfylla ráðleggingar Embættis landlæknis um daglega hreyfingu og enginn skrifstofufukarlanna. Bændur höfðu lægri þriglýseríð ( $p = 0,01$ ) og blóðsykur ( $p < 0,01$ ) en hinar starfsstéttirnar og voru einnig með meiri fitulausan massa ( $p < 0,03$ ). Kólesteról í háþéttnituprótni var einnig hæst á meðal bænda, þá verkafólks en lægst meðal skrifstofufólks ( $p < 0,02$ ). Heildarhreyfing hafði marktæk tengsl við mun fleiri áhættuþætti efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma heldur en tími sem varið var í meðalerfiða hreyfingu.

**Ályktun:** Bændur hafa almennt ákjósanlegustu gildin fyrir áhættuþætti efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma í blóði og er hreyfing þeirra og meiri fitulaus massi líklegur hluti af skýringunni. Þó er hreyfing bændanna ekki mikil og einungis tæplega fimmtungur allra þátttakenda ná ráðlagðri daglegri hreyfingu. Heildarhreyfing virðist vera mikilvægari en tími í meðal- erfiðri hreyfingu fyrir jákvæð gildi áhættuþátta efnaskiptasjúkdóma.

## Inngangur

<sup>1</sup>Rannsóknarstofu í íþrótt- og heilsufræðum, menntavísindasviði Háskóla Íslands, <sup>2</sup>Heilbrigðisstofnun Þingeyinga, <sup>3</sup>félagsvísindadeild Háskólans á Akureyri.

Tuttugasta öldin var tímabil gríðarlegra tækni- framfara í vestrænum þjóðfélögum. Fleiri og betri vinnuvélar og örur tækninýjungar breyttu vinnu- hverfinu, sem hafði í för með sér að líkamleg áreynsla margra starfa minnkaði verulega. Gögn frá Hagstofu Íslands sýna að á undanförunum áratugum hefur einstaklingum sem vinna líkamlega erfiða vinnu fækkað og þeim sem vinna kyrrsetuvinnu að sama skapi fjölgað.<sup>1,2</sup> Þessi minnkun á vinnutengdri hreyfingu er hugsanlega einn þeirra þátta sem stuðlað hafa að verra úthaldi vesturlandabúa og aukið dánarlíkur vegna offitu, kransæðasjúkdóma, sykursýki II og fleiri sjúkdóma.<sup>3</sup>

Á síðustu öld urðu hjarta- og æðasjúkdómar algengasta dánarorsök í heiminum og Alþjóðaheilbrigðis- stofnunin (*World Health Organization*, WHO) áætla að 30% dauðsfalla í heiminum séu vegna hjarta- og æðasjúkdóma.<sup>4</sup> Ennfremur telur WHO að yfir helming allra dauðsfalla og örorku vegna hjarta- og æðasjúkdóma væri hægt að fyrirbyggja með einföldum og ódýrum aðgerðum sem ráðast að rót vandans, sem í flestum tilfellum felst í hreyfingarleysi, tóbaksnotkun og óhollu mataræði.<sup>4</sup> Á Íslandi hefur algengi ofþyngdar/offitu og sykursýki aukist verulega á undanförunum 40 árum<sup>5</sup> þó svo að dánartíðni vegna kransæðasjúkdóma hafi minnkað um 80% á síðustu 30 árum,

aðallega vegna lækkunar á blóðfitu og slagþrýstingi og minni reykinga.<sup>6</sup> Niðurstöður fjölmargra rannsókna benda líka til að aukin hreyfing geti haft í för með sér ákjósanlegar breytingar á mörgum áhættuþáttum fyrir hjarta- og æðasjúkdóma. Þar á meðal eru breytingar á blóðsykursstjórnun, líkamsfitu og líkamssamsetningu, blóðfitu og blóðþrýstingi.<sup>7-11</sup>

Fáar íslenskar rannsóknir hafa verið gerðar þar sem hreyfing, líkamssamsetning og lífsstíll eru athuguð hjá fullorðnum. Sex mánaða ihlutunarrannsókn á sjómönnum sýndi að aukin hreyfing leiddi til æskilegra breytinga á blóðgildum og blóðþrýstingi auk þess sem hreyfingin leiddi til lækkunar á líkamssþyngd.<sup>12</sup> Sex mánaða fjölþætt heilsuþjálfun hjá öldruðum bætti einnig líkamlega getu, úthald, styrk, líkamssamsetningu, blóðþrýsting og almenn lífsgæði þeirra.<sup>13,14</sup> Í spurninga- listakönnun töldu hjúkrunarfræðingar sem hreyfðu sig sjaldan að þeir byggju að sama skapi við lakari líkamlega og andlega heilsu.<sup>15</sup>

Mismunandi starfsstéttir á Íslandi hafa lítið verið bornar saman með tilliti til ýmissa lífsstíllsjukdóma hingað til. Í einni slíkri rannsókn kom í ljós að bændur voru að engu leyti frábrugðnir öðrum þegar kom að tíðni sykursýki II og háþrýstingi.<sup>16</sup> Markmið þessarar rannsóknar var að skoða hreyfingu meðal þriggja starfsstétta og tengsl hennar við áhættuþætti efnaskipta-, hjarta- og

Fyrirspurnir: Sigurbjörn Árni Arngrímsson  
sarngrim@hi.is

Greinin barst 17. október 2014, samþykkt til birtingar 18. febrúar 2015.

Höfundar hafa útfyllt eyðublað um hagsmunatengsl.

æðasjúkdóma. Sérstaklega var skoðað hvort hefði sterkari tengsl við þessa áhættuþætti: heildarmagn hreyfingar eða erfiði hennar.

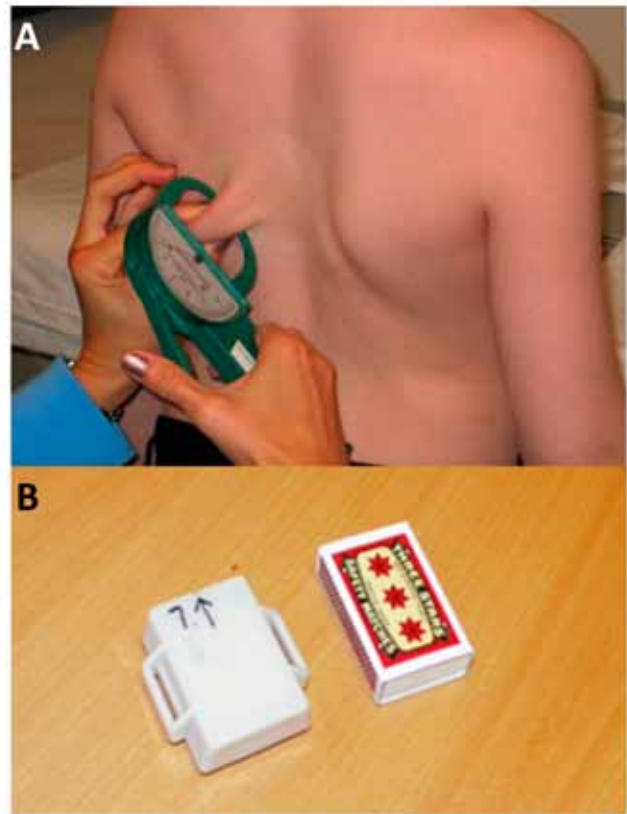
**Efniviður og aðferðir**

Þátttakendur voru 162 íbúar í Þingeyjarsýslu, á aldrinum 39-66 ára og af báðum kynjum. Einstaklingarnir voru allir af íslensku bergi brotnir og tilheyrðu einni af þremur starfsstéttum; verkafólki, skrifstofufólki eða bændum. Allir sem töldust til verka- og skrifstofufólks störfuðu á Húsavík en bændurnir bjuggu og störfuðu í Þingeyjarsýslu. Stéttirnar voru valdar með það fyrir augum að fá þátttakendur af báðum kynjum úr starfsstéttum þar sem vinnutengd hreyfing var líklega mismunandi. Útilokunarskilmerki fyrir þátttöku voru eingöngu aldur en leitað var eftir þátttakendum á aldrinum 39-66 ára. Það var gert til þess að jafna kynjahlutfallið og þátttökuhlutfall milli starfsstétta en vitað var að fáir bændur voru á aldrinum 20-39 ára en margar verkakonur. Rannsókn þessi, sem fór fram árið 2004, var samþykkt af Vísindasiðanefnd (VSNb2004040017/03-1) og framkvæmd í samræmi við Helsinkiyfirlýsinguna.

Hæð þátttakenda var mæld með 0,1 cm nákvæmni, þyngd þeirra var mæld með sömu voginni upp á 0,1 kg og líkamspýngdarstuðull (*body mass index*, BMI) var reiknaður út. Allir þátttakendur voru klæddir í bol, nærföt og sokka við mælingarnar. Mittismál var mælt yfir grennsta hluta mittisins milli mjaðmakambs og neðstu rifja með 0,1 cm nákvæmni. Húðfellingar voru mældar (mynd 1A) með Lange-mælitöng (Beta Technology Inc.) á sjö stöðum á líkamnanum: Undir herðablaði, á þríhöfða, á brjósti, á síðu, á kvið, ofan mjaðmakambs og framan á læri.<sup>17,18</sup> Gerðar voru tvær mælingar á hverjum stað á hægri hlið líkamans og meðaltal mælinganna notað. Út frá summu þessara sjö húðfellinga var eðlisþyngd líkamans reiknuð samkvæmt jöfnum Jacksons og félaga<sup>17,18</sup> og breytt í hlutfall líkamssfitu með jöfnu Siri.<sup>19</sup> Hlutfall líkamssfitu var svo notað til að reikna út fitulausa líkamspýngd (*fat-free mass*, FFM) þátttakenda.

Hreyfing var mæld með svokölluðum hreyfímælum af gerðinni GTIM ActiGraph. Þetta eru lítil og létt tæki á stærð við eldspýtnastokk (mynd 1B) sem mæla meðaltalserfiði hreyfingar í einu plani (*uni-axial*) yfir einnar mínútu tímabil og geyma sem slög. Mælirinn nemur flestallar hreyfingar einstaklingsins en útilokar jafnframt utanaðkomandi hristing eins og þegar viðkomandi situr í bíl (sjá mynd 1 hjá Magnússyni og félögum).<sup>20</sup> Þátttakendur báru hreyfímælana við hægri mjöðmina á sér, annaðhvort í teygju eða smella á buxnastrenginn. Þeir áttu að hafa mælinn á sér allan tímann sem þeir voru vakandi, nema við bað- eða sundferðir. Allir þurftu að hafa mælinn á sér í 5 daga og þar af að lágmarki einn helgardag. Þrjá daga, þar af einn helgardag, með 10 klukkustunda mælingum eða meira þurfti til þess að hreyfigögnin væru tekin gild. Mikill meirihluti þátttakenda, eða 77%, uppfylltu þessi skilyrði. Vegið meðaltal heildarslaga hreyfímælisins var notað til að meta heildarhreyfingu en þröskuldurinn fyrir meðalerfiða hreyfingu var hafður sem þrisvar sinnum hvíldarefnaskiptahraði (*resting metabolic rate*, 3MET) og reiknaður út samkvæmt formúlu Freedson.<sup>21</sup> Tími sem varið var í meðalerfiða hreyfingu (yfir 3MET) var svo reiknaður út.

Flestar blóð- og blóðþrýstingsmælingar voru framkvæmdar frá kl 6:30 til 11:00 á Heilsugæslu Húsavíkur og höfðu þátttakendur



**Mynd 1.** Húðfellingamælingar framkvæmdar með klípistöng (A) og hreyfímælir (B).

verið fastandi frá miðnætti. Sumir bændanna sáu sér hins vegar ekki fært að mæta á Heilsugæsluna á Húsavík og var því farið með búnaðinn heim til þeirra. Notast var við hefðbundna hlustunarpípu og blóðþrýstingsmæli til þess að mæla blóðþrýsting tvisvar í hægri handlegg með tveggja mínútna millibili og meðaltal mælinganna notað. Meðalþrýstingur var reiknaður sem hlébilspýstingur að viðbættum einum þriðja af muninum á slagþrýstingi og hlébilspýstingi. Blóðsýni voru tekin af blóðmeinafræðingi hjá Heilsugæslu Húsavíkur. Heildarkólesteról, kólesteról í háþétt-nífituprotíni (*high-density lipoprotein cholesterol*, HDL-kólesteról), þríglýseríð, blóðsykur og insúlín voru greind í blóðsýnunum. Kólesteról í lágpétt-nífituprotíni (*low-density lipoprotein cholesterol*, LDL-kólesteról) var reiknað út samkvæmt Friedewald-formúlunni.<sup>22</sup> HOMA (*homeostatic model assessment*) var reiknað út frá blóðsykri og insúlíni til að meta insúlínviðnám.<sup>23</sup>

Upplýsingar um lyfjanotkun þátttakenda og hvort hún gæti haft áhrif á blóðsykur-, blóðfitu- og/eða insúlíngildi voru fengnar hjá Heilsugæslunni. Þátttakendur svöruðu svo spurningalista um reykingasögu sína (hvort þeir hefðu reykt, reyktu og hversu mikið) sem og fjölskyldusögu kransæðasjúkdóma (hvort börn, systkin og/eða foreldrar hefðu fengið kransæðasjúkdóma).

Unnið var úr gögnunum með tölfraeðiforritinu SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, útgáfa 22.0.0.0). Gögnin voru skoðuð með tilliti til normaldreifingar og þeim breytum varpað sem ekki voru normaldreifðar. Kvaðratrótin var tekin af BMI, tíma í meðalerfiðri hreyfingu og HDL-kólesteróli, lógaritmi tekin af heildarhreyfingu, þríglýseríðum, insúlíni, HOMA og blóðþrýstingi og andhverfan (*inverse function*) tekin af blóðsykri. Óvörpuð gögn eru samt birt í töflum og myndum til að auðvelda

Tafla 1. Líkamlegir eiginleikar þátttakenda.

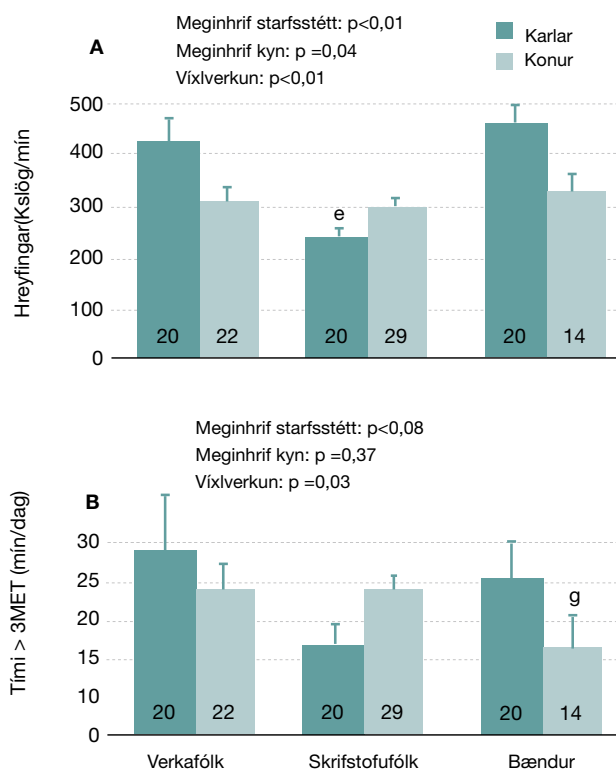
	Verkafólk		Skrifstofufólk		Bændur	
	Karlar (n=23)	Konur (n=29)	Karlar (n=28)	Konur (n=41)	Karlar (n=22)	Konur (n=19)
Breytur						
Aldur (ár)	51,2 ± 8,1	51,0 ± 8,0	53,2 ± 6,7	49,2 ± 6,7	52,4 ± 8,0	48,9 ± 7,4 <sup>†</sup>
Hæð (cm)	177,2 ± 5,4 <sup>a</sup>	161,9 ± 6,5	179,9 ± 6,7	166,1 ± 5,5	177,4 ± 5,4	167,4 ± 4,8 <sup>*†</sup>
Þyngd (kg)	85,5 ± 13,4	71,0 ± 10,6	87,9 ± 13,2	75,0 ± 13,0	85,9 ± 12,9	82,3 ± 15,3 <sup>†</sup>
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	27,2 ± 3,9	27,2 ± 4,5	27,1 ± 3,4	27,2 ± 4,4	27,3 ± 3,8	29,4 ± 5,0
Mittismál (cm)	98,1 ± 9,4	89,3 ± 10,5	99,3 ± 11,3	90,0 ± 10,4	98,6 ± 11,0	99,0 ± 14,4 <sup>†</sup>
Líkamsfita (%)	26,9 ± 7,5 <sup>d</sup>	31,9 ± 5,8 <sup>c</sup>	25,3 ± 5,9	35,3 ± 5,5	21,8 ± 5,5	36,0 ± 6,9 <sup>**</sup>
FFM (kg)	61,8 ± 7,3	48,0 ± 5,6	65,0 ± 6,2	47,9 ± 5,1	66,7 ± 7,3 <sup>b</sup>	52,0 ± 6,5 <sup>**†</sup>

BMI = líkamsþyngdarstuðull, FFM = fitulaus líkamsþyngd, \* = meginhrif fyrir starfstétt p<0,05, † = meginhrif fyrir kyn p<0,05, ‡ = víxlverkun kynja starfsstétta p<0,05, <sup>a</sup> = verkafólk frábrugðið skrifstofufólki og bændum p<0,05, <sup>b</sup> = bændur frábrugðin verkafólki og skrifstofufólki p<0,05, <sup>c</sup> = verkakonur frábrugðnar skrifstofukonum og kvenbændum p<0,05, <sup>d</sup> = verkakarlar frábrugðin karlbændum p<0,05.

samanburð. Kí-kvaðrat (*chi-square*) var notað til að meta hvort hlutfallslegur munur væri á starfsstéttum eða kyni á lyfjainntöku, reykingasögu, fjölskyldusögu kransæðasjúkdóma, ráðlagðri daglegri hreyfingu og flokkun þátttakenda á holdafari, blóðþrýstingi og blóðbreytum miðað við áður birt alþjóðleg viðmiðunargildi.<sup>24</sup> Þátttakendur tóku blóðþrýstings-, blóðfitu- eða blóðsykurslyf voru flokkaðir utan viðmiðunargilda fyrir viðkomandi áhættuþætti. Tvíbreytudreifingreining (*Two-Way ANOVA*) með aðlöguðu Bonferroni-leiðréttingarprófi var notuð til að bera saman starfsstéttir og kyn og til að meta víxlverkun (*interaction*) á milli þessara breyta. Þegar um víxlverkun var að ræða var gögnunum skipt eftir kyni og einbreytudreifingreining (*one-way ANOVA*) með aðlöguðu Bonferroni-leiðréttingarprófi notuð til að greina muninn á milli stétta innan kynja. Þegar áhættuþættir efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma í blóði og blóðþrýstingur voru skoðaðir, var leiðrétt fyrir fjölskyldusögu kransæðasjúkdóma vegna mismunandi dreifingar fjölskyldusögunnar á milli starfsstétta og þekktra áhrifa slíkrar sögu og erfða á þessa áhættuþætti og hjarta- og æðasjúkdóma. Cohen's d (Cd) var notað til að meta áhrifsstærðir (*effect size*) á mun milli starfsstétta. Pearson-fylgni var notuð til að meta tengslin milli heildarhreyfingar og tíma sem varið var í meðalerfiða hreyfingu. Hlutfylgni (*partial correlation*), leiðrétt fyrir kyni og fjölskyldusögu kransæðasjúkdóma, var notuð til að kanna tengslin á milli heildarhreyfingar og tíma sem varið í meðalerfiða hreyfingu annars vegar og áhættuþátta efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma hins vegar. Gögnin eru birt sem meðaltöl og staðalfrávik og tölfræðileg marktækni var sett við p<0,05.

**Niðurstöður**

Líkamlegir eiginleikar þátttakenda eru birtir í töflu I. Karlarnir voru aðeins eldri en konurnar (p =0,03) og þeir voru einnig hærri, þyngri, með meira mittismál og meiri fitulausa líkamsþyngd (FFM) (allt p<0,01). Verkafólk var lágvaxnara en skrifstofufólk (p<0,01) og bændur (p =0,02) en þeir síðastnefndu voru með meiri FFM heldur en verkafólk (p<0,01, Cd = 0,9) og skrifstofufólk (p=0,02, Cd = 0,8). Víxlverkun (p<0,01) á milli kyns og starfsstétta var á hlutfalli líkamsfita. Þar reyndust verkakonur með lægra hlutfall líkamsfita heldur en skrifstofukonur og kvenbændur (hvoru tveggja p =0,02, Cd = 0,6), en karlbændur með lægra hlutfall líkamsfita heldur en verkakarlar (p =0,01, Cd = 0,8) og með tilhneigingu fyrir lægra hlutfalli líkamsfita heldur en skrifstofukarlar, þó sá munur reyndist ekki tölfræðilega marktækur (p =0,06, Cd = 0,6).



Mynd 2. Heildarhreyfing (A) og tími í meðalerfiðri hreyfingu (B). Tölurnar í síulunum gefa til kynna fjölda þátttakenda. Hreyfing = heildarhreyfing, Tími >3MET = tími í meðalerfiðri hreyfingu, e = skrifstofukarlar frábrugðin verkakörum og karlbændum p<0,05, f = verkakarlar frábrugðin skrifstofukörum p<0,05, g = kvenbændur frábrugðin verkakonum og skrifstofukonum p<0,05.

Tæplega þriðjungur (31,8%) þátttakenda var í kjörþyngd (BMI<25 kg/m<sup>2</sup>), 40,9% of þungir (BMI 25-29,9 kg/m<sup>2</sup>) og 27,3% of feitir (BMI≥30 kg/m<sup>2</sup>) en enginn munur reyndist á kynjum eða starfsstéttum á dreifingunni í BMI-flokka. Einungis 10,1% þátttakenda reykti og þrátt fyrir að hlutfallið væri ívið hærra hjá bændum (17,1%) var það ekki marktækt. Að sama skapi var hlutfall þeirra sem hætti að reykja (28,3%) svipað á milli starfsstéttanna. Hlutfall bænda með fjölskyldusögu kransæðasjúkdóma (22,0%) var hins vegar nálægt því að vera marktækt lægra (p =0,06) en hjá verkafólki (44,9%) og skrifstofufólki (40,6%). Hlutfall bænda á blóðþrýstingslyfjum var einnig aðeins lægra (9,8%, 26,9% verkafólk, 23,2% skrifstofufólk), þó ekki marktækt lægra. Engin kvenanna var á sykursýkislyfjum (einn skrifstofukarlar var á sykursýkislyfjum) eða blóðfitulyfjum en einn verkakarlar, þrjú skrifstofukarlar og þrjú karlbændur voru á blóðfitulyfjum.

**Tafla II.** Blóðþrýstingur og áhættuþættir efnaskiptasjúkdóma og hjarta- og æðasjúkdóma í blóði.

Breytur	Verkafólk		Skrifstofufólk		Bændur	
	Karlar (n=20)	Konur (n=28)	Karlar (n=24)	Konur (n=41)	Karlar (n=19)	Konur (n=19)
Slagbr. (mmHg) <sup>k</sup>	137,2 ± 17,4	140,2 ± 12,7 <sup>†</sup>	139,1 ± 17,2 <sup>‡</sup>	127,2 ± 13,9	129,0 ± 12,7	134,7 ± 20,9 <sup>†</sup>
Hlébilsbr. (mmHg) <sup>k</sup>	87,5 ± 11,7	86,6 ± 11,3 <sup>‡</sup>	89,6 ± 10,1 <sup>‡</sup>	81,3 ± 8,1	82,5 ± 9,6	82,9 ± 9,2 <sup>‡</sup>
Meðalbr. (mmHg) <sup>k</sup>	104,1 ± 13,1	104,5 ± 12,4 <sup>‡</sup>	106,2 ± 12,0 <sup>‡</sup>	96,6 ± 9,2	98,0 ± 10,0	100,2 ± 12,6 <sup>‡</sup>
Kólesteról (mmól/L)	5,86 ± 0,84	6,22 ± 1,21	6,28 ± 0,83	5,83 ± 1,14	6,17 ± 1,16	5,68 ± 1,04
LDL (mmól/L)	3,72 ± 0,96	3,85 ± 1,04	4,26 ± 0,66	3,70 ± 1,16	3,91 ± 1,20	3,14 ± 1,13 <sup>†</sup>
HDL (mmól/L)	1,60 ± 0,29 <sup>a</sup>	1,78 ± 0,50	1,37 ± 0,25 <sup>b</sup>	1,63 ± 0,41	1,84 ± 0,52	2,07 ± 0,62 <sup>†</sup>
Þríglýs. (mmól/L)	1,19 ± 0,39	1,31 ± 0,90	1,43 ± 0,91	1,09 ± 0,48	0,91 ± 0,37 <sup>b</sup>	1,04 ± 0,41 <sup>*</sup>
Blóðsykur (mmól/L) <sup>†</sup>	5,17 ± 0,69	5,07 ± 0,39	5,15 ± 0,36	5,01 ± 0,36	4,52 ± 0,40 <sup>b</sup>	4,56 ± 0,55 <sup>*</sup>
Insúlín (mU/L) <sup>†</sup>	7,38 ± 4,92	6,95 ± 3,75	8,38 ± 6,74	6,51 ± 3,30	5,65 ± 2,86	8,38 ± 5,63
HOMA <sup>†</sup>	1,80 ± 1,58	1,59 ± 0,91	1,94 ± 1,61	1,47 ± 0,79	1,15 ± 0,63	1,75 ± 1,26

Allur samanburður er leiðréttur fyrir fjölskyldusögu kransæðasjúkdóma. Slagbr. = slagþrýstingur, Hlébilsbr. = hlébilsþrýstingur, Meðalbr. = meðalþrýstingur, Kólesteról = heildarkólesteról, LDL = kólesteról í lágbéttnituprótni, HDL = kólesteról í háþéttnituprótni, Þríglýs. = þríglýseríð, HOMA = homeostatic model assessment, \* = meginhrif fyrir starfstétt p<0,05, † = meginhrif fyrir kyn p<0,05, ‡ = víxlverkun kynja og starfstétt p<0,05, <sup>a</sup> = verkafólk frábrugðið skrifstofufólki og bændum p<0,05, <sup>b</sup> = bændur frábrugðin verkafólki og skrifstofufólki p<0,05, <sup>c</sup> = skrifstofufólk frábrugðið bændum p<0,05, <sup>d</sup> = verkakonur frábrugðnar skrifstofukonum p<0,05, <sup>e</sup> = skrifstofukarlar frábrugðin karlbændum, p<0,05 <sup>f</sup> = n=27 hjá verkakonum, n=21 hjá verkakörum, n=28 hjá skrifstofukörum, n=22 hjá karlbændum, <sup>g</sup> = n=40 hjá skrifstofukonum.

Heildarhreyfingu þátttakenda og tíma þeirra í meðalerfiðri hreyfingu má sjá á mynd 2. Víxlverkun á milli kynja og starfstéttanna fannst bæði fyrir heildarhreyfingu (p<0,01) og tíma í meðalerfiðri hreyfingu (p=0,03). Skrifstofukarlar hreyfðu sig minna en verkakarlar (p<0,01, Cd = 1,3) og karlbændur (p<0,01, Cd = 2,1) en enginn munur var á starfstéttunum meðal kvennanna (mynd 2A). Verkakarlar vörðu líka meiri tíma í meðalerfiða hreyfingu en skrifstofukarlar (p=0,02, Cd = 0,8) en karlbændur voru hvorki frábrugðin verkakörum né skrifstofukörum (mynd 2B). Meðal kvennanna vörðu kvenbændur hins vegar færri mínútur í meðalerfiða hreyfingu heldur en verkakonur (p=0,05, Cd = 0,6) og skrifstofukonur (p=0,03, Cd = 0,7). Aðeins 18,4% þátttakenda uppfyllti ráðleggingar Embættis landlæknis um 30 mínútur af meðalerfiðri (yfir 3MET) hreyfingu á dag. Enginn skrifstofukarlar náði ráðleggingunum en hlutfall annarra hópa var frá 14,3% (kvenbændur) til 25,0% (verkakarlar og karlbændur).

ingunum en hlutfall annarra hópa var frá 14,3% (kvenbændur) til 25,0% (verkakarlar og karlbændur).

Víxlverkun milli kynja og starfstéttanna var á öllum gildum blóðþrýstings (allt p<0,05, tafla II). Í öllum tilfellum reyndust verkakonur með hærri blóðþrýsting en skrifstofukonur (p<0,01-0,03, Cd = 0,5-0,8) en kvenbændur voru ekki frábrugðin hinum starfstéttunum. Hjá körlunum voru bændur hins vegar með lægri blóðþrýsting en skrifstofukarlar (p=0,02-0,03, Cd = 0,7) en enginn munur fannst á milli verkakarla og hinna starfstéttanna. Konur voru með lægra LDL-kólesteról (p=0,02) og herra HDL-kólesteról en karlar (p<0,01) en á meðal starfstéttanna voru bændur með hæsta HDL-kólesterólið (p<0,01-0,01 Cd = 0,5-1,0), þá kom verkafólkið (p=0,02, Cd = 0,4) og skrifstofufólkið var lægst. Bændur voru einnig með lægri þríglýseríð (p=0,01, Cd = 0,5-0,6) og blóðsykur (p<0,01, Cd = 1,2) heldur en hinar starfstéttirnar.

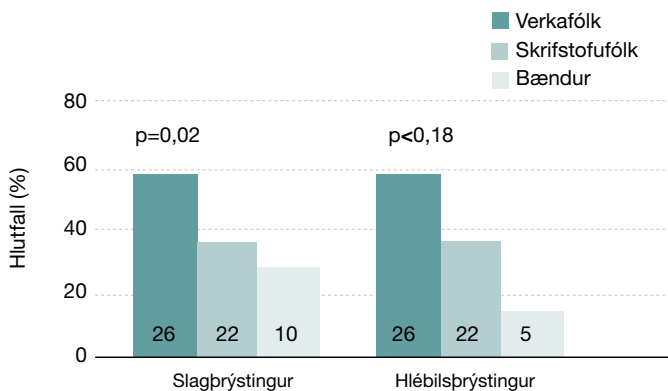
**Tafla III.** Tengsl heildarhreyfingar og tíma í meðalerfiðri hreyfingu við áhættuþætti efnaskiptasjúkdóma og hjarta- og æðasjúkdóma.

Breytur	Hreyfing (Kslög/mín)		Tími >3MET (mín/dag)	
	r	p	r	p
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	-0,21	0,019	-0,19	0,032
Mittismál (cm)	-0,29	0,001	-0,33	<0,001
Líkamsfita (%)	-0,26	0,004	-0,22	0,014
Meðalþrýstingur (mmHg)	-0,20	0,025	-0,05	0,582
Heildarkólesteról (mmól/L)	-0,08	0,407	0,02	0,789
LDL (mmól/L)	-0,14	0,118	0,03	0,747
HDL (mmól/L)	0,22	0,015	0,03	0,719
Þríglýseríð (mmól/L)	-0,21	0,020	-0,05	0,548
Blóðsykur (mmól/L)	-0,31	0,001	-0,08	0,373
Insúlín (mU/L)	-0,15	0,097	-0,10	0,267
HOMA	-0,20	0,027	-0,10	0,253

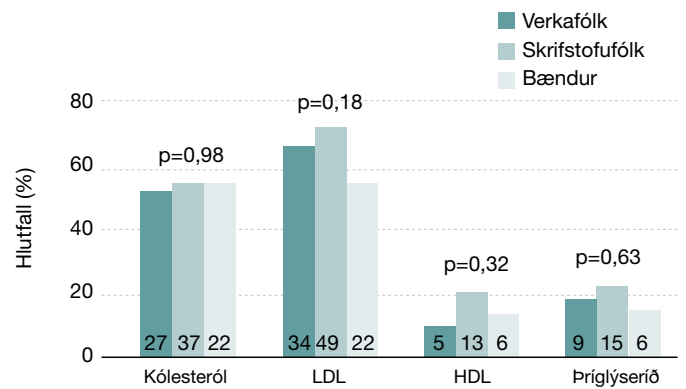
Öll tengsl eru leiðrétt fyrir kyni og fjölskyldusögu kransæðasjúkdóma. Hreyfing = heildarhreyfing, Tími >3MET = tími sem varið var í meðalerfiða hreyfingu, BMI = líkamsþyngdarstuðull, LDL = kólesteról í lágbéttnituprótni, HDL = kólesteról í háþéttnituprótni, HOMA = homeostatic model assessment.

Hærra hlutfall verkafólks var með of háan slag- (51,0%) og hlébilsþrýsting (51,0%) heldur en á meðal skrifstofufólks (hvoru tveggja 31,9%) og bænda (24,4%, 12,2%, mynd 3). Rétt rúmlega helmingur (53,1%) þátttakenda hafði of hátt heildarkólesteról, 64,8% höfðu of hátt LDL-kólesteról en mun færri of lágt HDL-kólesteról (14,2%) og of há þríglýseríð (18,5%) og var enginn munur á starfstéttum (mynd 4). Enginn munur fannst heldur á kynjunum nema lægra hlutfall kvenna var með of hátt heildarkólesteról (43,8% á móti 64,4%, p=0,01) og LDL-kólesteról (53,9% á móti 78,1%, p<0,01). Þó enginn bændanna væri með hækkaðan blóðsykur (≥5,6 mmól/L) en 11,5% verkafólksins og 11,8% skrifstofufólksins náði munurinn ekki marktækni (p=0,07).

Heildarhreyfing var tengd öllum áhættuþáttum efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma nema heildarkólesteróli, LDL-kólesteróli og insúlíni (tafla III). Tími sem varið var í meðalerfiða hreyfingu tengdist hins vegar bara holdafarsáhættuþáttum efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma en engum áhættuþáttum í blóði. Í öllum tilfellum var meiri hreyfing tengd minnkandi áhættu. Heildarhreyfing og tími sem varið var í meðalerfiða hreyfingu voru einnig sterklega tengd (r=0,71, p<0,01).



**Mynd 3.** Hlutfall þátttakenda yfir ráðlögðum viðmiðunarmörkum fyrir blóðþrýsting. Tölurnar í súlunum gefa til kynna fjölda þátttakenda yfir ráðlögðum mörkum. P-gildin sýna mun á hlutfallsdreifingu starfstéttanna yfir ráðlögðum mörkum samkvæmt kí-kvaðratgreiningu. Slagþrýstingur >140 mmHg, hlébilþrýstingur >90 mmHg.



**Mynd 4.** Hlutfall þátttakenda utan ráðlagðra viðmiðunarmarka fyrir blóðfitu. Tölurnar í súlunum gefa til kynna fjölda þátttakenda utan ráðlagðra marka. P-gildin sýna mun á hlutfallsdreifingu starfstéttanna utan ráðlagðra marka samkvæmt kí-kvaðratgreiningu. Kólesteról = heildarkólesteról, LDL = kólesteról í lágþéttuniflutprótíni, HDL = kólesteról í háþéttuniflutprótíni. Heildarkólesteról ≥6,00 mmól/L, kólesteról í lágþéttuniflutprótíni >3,35 mmól/L, kólesteról í háþéttuniflutprótíni <1,30 mmól/L (konur) og <1,05 mmól/L (karlar), þríglýseríð ≥1,70 mmól/L.

## Umræða

Helstu niðurstöður þessarar rannsóknar eru í fyrsta lagi að einungis tæp 20% þátttakenda ná ráðleggingum Embættis landlæknis um daglega hreyfingu. Í annan stað hreyfðu skrifstofufakarlar sig mun minna en verkakarlar og karlbændur, en lítill munur var á hreyfingu kvennanna þó svo að kvenbændur hafi varið minni tíma dag hvern í meðalerfiða hreyfingu en kynsystur þeirra í öðrum starfsstéttum. Bændur voru með hæstu HDL-kólesterólgildin en þar á eftir kom verkafólkið og skrifstofufólk rak lestina. Bændur voru jafnframt með lægri þríglýseríð og blóðsykur en hinar starfsstéttirnar. Heildarhreyfingin var mikilvægari fyrir áhættuþætti efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma heldur en sá tími sem varið var í meðalerfiða hreyfingu að því leyttinu til að hún tengdist mun fleiri áhættuþáttum.

Margar rannsóknir hafa sýnt fram á að hreyfing getur haft margs konar æskileg áhrif á heilsu almennt og hjarta- og æðakerfið sérstaklega.<sup>3,7-12</sup> Þessi rannsókn gerir það einnig. Bændur höfðu ákjósanlegustu blóðgildin fyrir áhættuþætti efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma sem er reyndar ekki í samræmi við spurningalistakönnun þar sem enginn munur kom fram á bændum og samanburðarhópi völdum með slembiúrtaki.<sup>16</sup> Misræmið skýrist væntanlega af því að í þessari rannsókn voru áhættuþættirnir mældir beint og ennfremur að í spurningalistakönnuninni voru bændur bornir saman við Íslendinga almennt en ekki aðrar starfsstéttir sérstaklega. Vinnutengd hreyfing bænda er líklegur hluti af skýringunni fyrir ákjósanlegri blóðgildum, en bæði karlbændur og verkakarlar hreyfðu sig meira heldur en skrifstofufakarlar. Enginn skrifstofufakarl náði til að mynda ráðlagðri daglegri hreyfingu.

Hjá konum mældist enginn marktækur munur á heildarhreyfingu og er það hugsanlega vegna þess að verkakonurnar unnu flestar kyrrstöðuvinnu við færiband og líklegt að kvenbændur taki meiri þátt í heimilisstörfum meðan karlarnir vinna frekar hefðbundin sveitastörf sem fela í sér meiri hreyfingu. Sá munur sem fannst á kvenstéttunum á tíma í meðalerfiðri hreyfingu dag hvern kemur líklega til vegna hreyfingar utan vinnutímans, enda virðist vinnutengda hreyfingin vera að mestum hluta létt. Ekki stóð þó meðalerfið hreyfing kvennanna lengi (10-20 mín dag hvern) og mjög lítill hluti þátttakenda af báðum kynjum (18,4%)

náði ráðlagðri daglegri hreyfingu. Er það í samræmi við íslenskar rannsóknir á börnum og unglingum.<sup>20,25</sup>

Þrátt fyrir svipaða heildarhreyfingu höfðu karlbændur ákjósanlegri blóðgildi en verkamenn, sem getur að hluta til verið vegna þess að vinnutengd hreyfing karlbænda er að öllum líkindum fjölbreyttari en verkamanna. Því er líklegt að bændur noti fleiri vöðvahópa sem skili bættri blóðsykursstjórn<sup>26</sup> og blóðfitum.<sup>8</sup> Önnur hugsanleg skýring á góðum blóðfitugildum bænda er að til þess að æskilegar breytingar verði á blóðfitu þurfi einstaklingar að ná hreyfingu sem samsvarar 1200-2200 kkal/viku.<sup>8</sup> Út frá hreyfímælunum var hægt að áætla að 82% bænda hafi náð neðra marki þessarar orkueyðslu, 70% verkafólksins en einungis 45% skrifstofufólks. Betri blóðfitugildi bænda geta einnig átt þátt í betri blóðsykursstjórnun því með aukinni blóðfitu eykst losun glúkósa úr lifur þar sem hindrandi áhrifa insúlíns gætir ekki eins.<sup>27</sup> Blóðsykursgildi þátttakenda voru samt almennt góð og lágt hlutfall þátttakenda með hækkadan blóðsykur, sem er í samræmi við fremur lága tíðni sykursýki af tegund II hér á landi<sup>5</sup> og lægri tíðni meðal fólks sem bjó í sveit fyrstu 20 ár ævinnar miðað við búsetu á höfuðborgarsvæðinu.<sup>28</sup>

Líkamssamsetning bændanna gæti einnig haft sitt að segja varðandi betri blóðgildi þeirra. Bændur höfðu meiri FFM, en hún, og þá sérstaklega vöðvamassinn, er einkum mikilvæg fyrir upp-töku blóðsykurs og blóðfitu.<sup>8,26</sup> Karlbændurnir voru einnig með lægra hlutfall líkamssfitu heldur en verkakarlar og nokkuð lægra hlutfall en skrifstofufakarlar en fita hefur neikvæð áhrif á áhættuþætti efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma í blóði.<sup>29</sup> Verkakonur höfðu hins vegar lægra hlutfall líkamssfitu en hinar starfsstéttirnar. Enginn mælanlegur munur var á hreyfingu kvenna milli starfsstéttanna og því útskýrir hún ekki muninn á líkamssamsetningu kvennanna. Aðrir þættir, svo sem mataræði, spila þar að öllum líkindum stærra hlutverk en hreyfingin. Þrátt fyrir þennan mun á líkamssamsetningunni var hvorki munur á starfsstéttum né kynjum þegar þátttakendur voru flokkaðir í holdafarsflokka samkvæmt BMI og hlutfall of feittra og of þungra var mjög svipað og í nýlegri íslenskri rannsókn.<sup>5</sup>

Hlutfall þátttakenda með of hátt heildarkólesteról og LDL-kólesteról var nokkuð hátt í þessari rannsókn. Hins vegar breytast þessir þættir minna við hreyfingu heldur en HDL-kólesteról eða þriglýseríðin.<sup>30</sup> Gildi HDL-kólesteróls voru hins vegar há hjá öllum hópum (og hlutfallslega fáir þátttakendur með lágt HDL-kólesteról) sem eykur eðlilega heildarkólesterólið.

Rannsóknir sem byggja á safngreiningum (*meta-analysis*) hafa sýnt að hreyfing geti lækkað slag- og hlébilspýsting um 3-3,8/2-2,4 mmHg<sup>9</sup> og meiri lækkanir hafa sést meðal aldraðra.<sup>14</sup> Okkar niðurstöður um lægri blóðþýsting meðal karlbænda eru í samræmi við þessar rannsóknir. Kvennamegin voru verkakonur hins vegar almennt með hærri blóðþýsting en hinar starfsstéttirnar. Verkonurnar voru ekki frábrugðnar hinum starfsstéttunum varðandi hreyfingu og eru því ástæðurnar fyrir hækkuðum blóðþýstingi hjá þeim óljósar.

Niðurstöður þessarar rannsóknar sýndu að heildarhreyfing hafði marktæka neikvæða fylgni (jákvæða fyrir HDL-kólesteról) við alla áhættuþætti efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma sem mældir voru, nema heildarkólesteról, LDL-kólesteról og insúlín. Tími í meðalerfiðri hreyfingu tengdist hins vegar einungis BMI, mittismáli og hlutfalli líkamsfitu en ekki þeim áhættuþáttum sem mældir voru í blóði. Hugsanlega hefur heildarorkueyðslan fremur en ákefð áhrif á blóðþýsting, -fitu og -sykursstjórn. Þessar niðurstöður benda í það minnsta til þess að heildarhreyfingin skipti meira máli fyrir fleiri áhættuþætti efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma en erfiði hreyfingarinnar og eru í samræmi við fyrri rannsóknir.<sup>8,31</sup> Hins vegar ber að halda því til haga að heildarhreyfing og erfiði hennar tengjast sterkum böndum enda hefur erfiði hreyfingarinnar áhrif á þá heildarhreyfingu sem viðkomandi nær.

Helsti styrkleiki þessarar rannsóknar er sá að þetta er ein fyrsta íslenska rannsóknin sem fjallar um samband hreyfingar

og áhættuþátta efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma hjá miðaldra Íslendingum. Að auki gera hreyfingarnir okkur kleift að meta á hlutlægan hátt hversu hátt hlutfall þátttakenda uppfyllir ráðleggingar um daglega hreyfingu. Veikleiki rannsóknarinnar felst fyrst og fremst í því að þátttakendur voru ekki mjög margir, fjöldi þeirra í hverri starfsstétt var mismunandi og kynjahlutfallið var aðeins frábrugðið á milli stétta. Einnig má benda á að gögnin eru 10 ára gömul en það rýrir hins vegar ekki mikilvægi þeirra.

## Ályktun

Niðurstöðurnar benda almennt til þess að hjá þessum þremur starfsstéttum sem rannsakaðar voru hafi bændur ákjósanlegustu gildin fyrir áhættuþætti efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma í blóði og er hreyfing bændanna og meiri FFM líklegur hluti af skýringunni. Athygli vekur að enginn skrifstofufarkar nær ráðleggingum Embættis landlæknis um daglega hreyfingu og almennt hreyfa starfsstéttirnar sig lítið þar sem einungis tæplega fimmtungur þátttakenda nær áður nefndum ráðleggingum. Heildarhreyfing virðist hafa jákvæðari tengsl við fleiri áhættuþætti efnaskipta-, hjarta- og æðasjúkdóma en erfiði hreyfingarinnar og því mætti velja því upp hvort hreyfiráðleggingar ættu að byggjast á heildarhreyfingu fremur en erfiði hennar.

## Þakkir

Fyrst ber að þakka öllum þátttakendum rannsóknarinnar. Einnig ber að þakka starfsfólki Heilsugæslunnar á Húsavík. Þórnari Sveinssyni prófessor er þakkað fyrir hjálp í úrvinnslu hreyfingagagnanna. Að lokum á Eric Richter, annar leiðbeinenda Barkar, þakkar skildar vegna hjálpar hans við verkefnið.

## ENGLISH SUMMARY

### Physical activity and its relation to metabolic and cardiovascular risk factors among three professions

Börkur Már Hersteinsson<sup>1</sup>, Kristján Þór Magnússon<sup>1</sup>, Ásgeir Böðvarsson<sup>2</sup>, Ársæll Arnarsson<sup>3</sup>, Erlingur Jóhannsson<sup>1</sup>, Sigurbjörn Árni Arngrímsson<sup>1</sup>

**Introduction:** The relation between objectively measured physical activity (PA) and metabolic and cardiovascular risk factors has not been studied in Iceland. This study aimed to investigate PA and metabolic and cardiovascular risk factors among three professions: manual laborers, office workers, and farmers.

**Material and methods:** The participants (73 males, 89 females) underwent anthropometric measurements. Total PA and time spent in moderate-to-vigorous PA (MVPA) was assessed with activity monitors. Blood pressure was measured and fasting blood samples analyzed for total cholesterol, low- and high-density lipoprotein cholesterol, triglycerides, glucose, insulin and homeostatic model assessment.

**Results:** Male manual laborers and farmers were more physically active than office workers ( $p < 0.01$ ), but no difference was found among females. Nevertheless, female farmers spent less time in MVPA than

other professions ( $p < 0.05$ ). Low proportion (18.4%) of all participants and none of the male office workers met the guidelines of the Directorate of Health for daily PA. Farmers had lower levels of triglycerides ( $p = 0.01$ ) and glucose ( $p < 0.01$ ), and greater fat-free mass ( $p < 0.03$ ) than other professions. They also had the highest levels of high-density lipoprotein cholesterol, followed by manual laborers, and then office workers ( $p < 0.02$ ). Total PA was significantly related to a greater number of metabolic risk factors than time spent in MVPA.

**Conclusion:** Farmers have the most favorable metabolic and cardiovascular risk factors in the blood and their PA and fat-free mass are a likely explanation. Regardless, their PA is low, and only one-fifth of all participants meet the guidelines for daily PA. Total PA appears more important for the metabolic and cardiovascular risk factors than time spent in MVPA.

<sup>1</sup>Center for Sport and Health Sciences, University of Iceland, Lindarbraut 4, 840 Laugarvatn, Iceland, <sup>2</sup>Health Care Institution of North Iceland, <sup>3</sup>Department of Social Sciences, University of Akureyri.

**Key words:** adults, accelerometer, body composition, blood lipids, insulin resistance, MVPA.

**Correspondence:** Sigurbjörn Árni Arngrímsson, [sarngrim@hi.is](mailto:sarngrim@hi.is)

## Heimildir

- Fjöldi ársverka eftir atvinnugreinum 1963-1997. Hagstofa Íslands, Reykjavík 1998. [hagstofa.is](http://hagstofa.is) - desember 2013.
- Fjöldi starfandi eftir atvinnugreinum, ríkisfangi, kyni og landsvæðum 1998-2005. Hagstofa Íslands, Reykjavík 2006. [hagstofa.is](http://hagstofa.is) - janúar 2014.
- Brownson RC, Boehmer TK, Luke DA. Declining rates of physical activity in the United States: what are the contributors? *Ann Rev Pub Health* 2005; 26: 421-43.
- World Health Organization. Global status report on noncommunicable diseases 2010. In: Alwan A, ed. World Health Organization, Ítalíu 2011.
- Thorsson B, Aspelund T, Harris TB, Launer LJ, Gudnason V. Þróun holdafars og sykursýki í 40 ár á Íslandi. *Læknablaðið* 2009; 95: 259-66.
- Aspelund T, Gudnason V, Magnúsdóttir BT, Andersen K, Sigurðsson G, Thorsson B, et al. Analysing the large decline in coronary heart disease mortality in the Icelandic population aged 25-74 between the years 1981 and 2006. *PLoS One* 2010; 5: e13957.
- Boule NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 2001; 286: 1218-27.
- Durstine JL, Grandjean PW, Davis PG, Ferguson MA, Alderson NL, DuBose KD. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med* 2001; 31: 1033-62.
- Fagard RH. Exercise is good for your blood pressure: effects of endurance training and resistance training. *Clin Exper Pharmacol Physiol* 2006; 33: 853-6.
- Hill JO, Wyatt HR. Role of physical activity in preventing and treating obesity. *J Appl Physiol* 2005; 99: 765-70.
- Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ* 2006; 174: 801-9.
- Olafsdóttir AS, Jóhannsdóttir SS, Arngrímsson SA, Jóhannsson E. Lifestyle intervention at sea changes body composition, metabolic profile and fitness. *Publ Health* 2012; 126: 888-90.
- Gudlaugsson J, Gudnason V, Aspelund T, Siggeirsdóttir K, Olafsdóttir AS, Jónsson PV, et al. Effects of a 6-month multimodal training intervention on retention of functional fitness in older adults: a randomized-controlled cross-over design. *Int J Behav Nutr Phys Activity* 2012; 9: 107.
- Gudlaugsson J, Gudnason V, Aspelund T, Olafsdóttir AS, Jónsson PV, Arngrímsson SA, et al. Effects of exercise training and nutrition counseling on body composition and cardiometabolic factors in old individuals. *Eur Geriatr Med* 2013; 4: 431-7.
- Sveinsdóttir H, Gunnarsdóttir HK. Predictors of self-assessed physical and mental health of Icelandic nurses: results from a national survey. *Int J Nurs Stud* 2008; 45: 1479-89.
- Gudmundsson G, Tomasson K. Almennt heilsufar íslenskra bænda. *Læknablaðið* 2009; 95: 655-9.
- Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 1978; 40: 497-504.
- Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc* 1980; 12: 175-81.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A, eds. *Techniques for measuring body composition*. National Academy of Sciences, Washington DC 1961: 223-4.
- Magnússon KT, Arngrímsson SA, Sveinsson T, Jóhannsson E. Líkamshreyfing 9 og 15 ára íslenskra barna í ljósi lýðheilsuáhrifa. *Læknablaðið* 2011; 97: 75-81.
- Freedson PS, Melanson E, Sirard J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 777-81.
- Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18: 499-502.
- Bonora E, Targher G, Alberiche M, Bonadonna RC, Saggiani F, Zenere MB, et al. Homeostasis model assessment closely mirrors the glucose clamp technique in the assessment of insulin sensitivity: studies in subjects with various degrees of glucose tolerance and insulin sensitivity. *Diabetes Care* 2000; 23: 57-63.
- Arngrímsson SA, Richardsson EB, Jónsson K, Olafsdóttir AS. Holdafar, úthald, hreyfing og efnaskiptasnið meðal 18 ára íslenskra framhaldsskólanema. *Læknablaðið* 2012; 98: 277-82.
- Einarsson IO, Olafsson A, Hinriksdóttir G, Jóhannsson E, Daly D, Arngrímsson SA. Differences in Physical Activity among Youth with and without Intellectual Disability. *Med Sci Sports Exerc* 2015; 47: 411-8.
- Sesti G. Pathophysiology of insulin resistance. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2006; 20: 665-79.
- Lebovitz HE. Insulin resistance--a common link between type 2 diabetes and cardiovascular disease. *Diabetes Obes Metab* 2006; 8: 237-49.
- Olafsdóttir E, Aspelund T, Torfadóttir JE, Steingrimsdóttir L, Sigurðsson G, Thorsson B, et al. Tengsl búsetu fyrstu 20 æviárin við áhættu á sykursýki af tegund 2. *Læknablaðið* 2012; 98: 639-44.
- Phillips CM, Tierney AC, Perez-Martinez P, Defoort C, Blaak EE, Gjelstad IM, et al. Obesity and body fat classification in the metabolic syndrome: impact on cardiometabolic risk metabotype. *Obesity (Silver Spring)* 2013; 21: E154-61.
- Durstine JL, Grandjean PW, Cox CA, Thompson PD. Lipids, lipoproteins, and exercise. *J Cardiopulmon Rehab* 2002; 22: 385-98.
- Houmard JA, Tanner CJ, Slentz CA, Duscha BD, McCartney JS, Kraus WE. Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *J Appl Physiol* 2004; 96: 101-6.