

BS – ritgerð

Maí 2012

Breytingar á þykkt langa bakvöðva íslenskra hesta í gegnum framtamningu og grunnþjálfun

Carmen Kull



Hólaskóli – Háskólinn á Hólum
Hestafræðideild



Landbúnaðarháskóli Íslands
Agricultural University of Iceland

Auðlindadeild

BS – ritgerð

Maí 2012

Breytingar á þykkt langa bakvöðva íslenskra hesta í gegnum framtamningu og grunnþjálfun

Carmen Kull

Leiðbeinandi: Dr. med. vet. Susanne Braun

Meðleiðbeinendur: Guðni Þorvaldsson, Höskuldur Jensson

Hólaskóli – Háskólinn á Hólum

Hestafræðideild

Landbúnaðarháskóli Íslands

Auðlindadeild

Yfirlýsing höfundar

Hér með lýsi ég því yfir að verkefni þetta er byggt á mínum eigin athugunum, er samið af mér og að það hefur hvorki að hluta né í heild verið lagt fram áður til hærri prófgráðu.

(Carmen Kull)

Ágrip

Viðfangsefni verkefnisins var að kanna hvort og hvernig þykkt langa bakvöðvans breytist hjá íslenskum hestum í gegnum framtamningar- og grunnþjálfunartímabilið. Rannsóknin fór fram við Háskólann á Hólum. Notaðir voru 38 hestar sem komu í tamningu á Hólum og voru tamin undir leiðsögn kennara af nemendum skólans á öðru ári í B.Sc. námi í reiðmennsku og reiðkennslu. Hestarnir voru á aldrinum fjögurra til sex vetra en stærsti hópurinn, eða 25 hross, voru fjögurra vetra. Þykkt langa bakvöðvans var mæld með sönartæki á fjórum stöðum. Milli 10. og 11. rifbeins og milli 17. og 18. rifbeins, bæði hægra og vinstra megin við hryggsúluna. Sónarmælingar voru gerðar tvisvar sinnum; í upphafi og í lok framtamningar. Einnig var brjóstummál hestanna mælt í upphafi og lok framtamningar og í lok grunnþjálfunar. Löngu bakvöðvarnir stækkuðu á framtamningartímabilinu en þykktaraukningin var ekki marktæk í heild sinni. Munurinn á vöðvaþykkt milli hægri og vinstri hliðar reyndist ekki vera marktækur í heild sinni en var marktækur í fyrstu mælingum á fremri mælistað ($p=0,0327$). Engin fylgni reyndist vera milli brjóstummáls og breytinga á vöðvaþykkt langa bakvöðvans.

Lykilorð: Hestur, langi bakvöðvi, vöðvaþykkt, sönarskoðun, framtamning, þjálfunaráhrif, brjóstummál, grunnþjálfun.

Þakkarorð

Mig langar að þakka leiðbeinendum mínum Dr. med. vet. Susanne Braun, Guðna Þorvaldssyni og Höskuldi Jenssyni fyrir alla aðstoð og góð ráð við gagnasöfnun og ritgerðarskrif.

Leiðbeiningamiðstöð á Sauðárkróki fær kærar þakkir fyrir lánið á sónartæki.

Guðrúnu Margréti Sigurðardóttur vil ég þakka fyrir lánið á ómsjárnema.

Einnig vil ég færa öllum aðstoðarmönnum sem hjálpuðu við mælingar kærar þakkir. Takk fyrir Ásta Márusdóttir, Franziska Kopf, Gloria Kucel, Ragnhildur Anna Ragnarsdóttir, Sigríður Guðbjartsdóttir, Sonja Noack, Stefanie Wermelinger og Stella Guðrún Ellertsdóttir. Mælingarnar hefðu ekki verið framkvæmanlegar án ykkar hjálpar.

Sérstakar þakkir fær Tryggvi Höskuldsson fyrir mikla þolinmæði við aðstoð við mælingarnar, góðar ábendingar og yfirlestur.

Brandís Margrét Hauksdóttir fær einnig kærar þakkir fyrir yfirlestur.

Efnisyfirlit

Ágrip.....	ii
Efnisyfirlit	iv
Helstu skammstafanir	1
1. Inngangur	2
1.1 Þarf að kanna breytingar á þykkt langa bakvöðvans?	2
1.2 Líffæra- og lífeðlisfræði vöðva.....	2
1.3 Líffæra- og lífeðlisfræði langa bakvöðvans (Musculus longissimus dorsi)	4
1.4 Áhrif þjálfunar á vöðva.....	6
1.5 Áhrif framtamningar og grunnþjálfunar á bak hestsins.....	6
1.6 Fyrri rannsóknir	8
1.7 Markmið rannsóknarinnar	9
2. Efni og aðferðir	9
2.1 Hestar og tamning.....	9
2.2 Vinnuferill	11
2.3 Undirbúningur sónarmælinga	11
2.4 Gagnasöfnun.....	13
2.4.1 Brjóstummál	13
2.4.2 Sónarmælingar	13
2.5 Úrvinnsla gagna.....	14
2.5.1 Úrvinnsla úr brjóstummáli	14
2.5.2 Úrvinnsla úr sónarmælingum	15
3. Niðurstöður.....	15
4. Umræða	17
5. Lokaorð	20
6. Heimildaskrá	21
7. Myndaskrá.....	23
8. Töfluskrá	23
9. Viðaukar	24

Helstu skammstafanir

HA = aftari sónarmæling hægra megin

HF = fremri sónarmæling hægra megin

VA = aftari sónarmæling vinstra megin

VF = fremri sónarmæling vinstra megin

HA1 = aftari sónarmæling hægra megin, 1. mæling

HF1 = fremri sónarmæling hægra megin, 1. mæling

VA1 = aftari sónarmæling vinstra megin, 1. mæling

VF1 = fremri sónarmæling vinstra megin, 1. mæling

HA2 = aftari sónarmæling hægra megin, 2. mæling

HF2 = fremri sónarmæling hægra megin, 2. mæling

VA2 = aftari sónarmæling vinstra megin, 2. mæling

VF2 = fremri sónarmæling vinstra megin, 2. mæling

L.dorsi = langi bakvöðvi

SAS = statistical analysis system

1. Inngangur

1.1 Þarf að kanna breytingar á þykkt langa bakvöðvans?

Þegar ungi hesturinn er ósnertur hefur hann ákveðnar byggingarlegar forsendur frá náttúrunnar hendi. Þegar við byrjum að temja hestinn förum við að móta hann á margvíslegan hátt, bæði andlega og líkamlega. Í þessu verkefni langar mig að skoða hvort þessi mótun hafi áhrif á bakvöðvaþykkt ungra hrossa.

Mér þykir mikilvægt að gera mælingar á breytingum sem eiga sér stað á þessum tíma í tamningunni til að geta metið hvernig þessum breytingum er háttað og hvernig hægt væri að mæta þessum breytingum við þjálfunina. Stóri bakvöðvinn gegnir ákveðnu lykilhlutverki, þar sem hann tengist stórum vöðvahópum bæði í fram- og afturparti hestsins og mynda þeir eina stóra starfseiningu. Það er mikilvægt að bakvöðvar hestsins mótist þannig að það verði hestinum sem léttast að bera knapann. Í gegnum framtamningu og grunnþjálfun eiga sér stað stærstu breytingar í stoðkerfi hestsins miðað við þjálfun seinna í lífi hestsins (Heuschmann, 2007). Góðir og vel þjálfaðir bakvöðvar frá grunni munu því stuðla að góðri heilsu stoðkerfisins og þannig betri endingu hestsins almennt. Við framtamningu og grunnþjálfun leggjum við sem sagt grunninn að sterkum og hraustum hesti sem mun geta staðist þær kröfur sem við gerum til hans, hvort sem hann þjónar okkur sem reiðhestur eða keppnishestur, og mun bera okkur við góða bakheilsu upp í háan aldur.

1.2 Líffæra- og lífeðlisfræði vöðva

Vöðvum er skipt upp í þrjár gerðir. Það eru rákóttir vöðvar (beinagrindarvöðvar), sléttir vöðvar og hjartavöðvinn (Marlin & Nankervis, 2002; Reece, 2009). Langi bakvöðvinn telst til beinagrindavöðvanna (Marlin & Nankervis, 2002). Beinagrindavöðvarnir eru það sem heldur beinagrindinni uppi og hreyfir hana, ef vöðvarnir fá taugaboð um slíkt (Marlin & Nankervis, 2002).

Það sem einkennir beinagrindarvöðva er að þeir eru með vöðvaupphaf og vöðvafestingu. Þar sem vöðvinn hefur sinn upphafstað er hann lítið hreyfanlegur en hann er mikið hreyfanlegur þar sem hann festur. Þegar vöðvasamdráttur á sér stað færast upphafstaður og vöðvafestingin nær hvort öðru og beinin sem eru tengd vöðvafestingunni (annað hvort beint eða með sin) hreyfast (Reece, 2009). Enn fremur er beinagrindavöðvum skipt í réttivöðva og beygivöðva (Reece, 2009). Langi bakvöðvinn er í raun bæði réttivöðvi og beygivöðvi. Hann virkar sem

beygivöðvi fyrir hálsinn en sem réttivöðvi fyrir brjóst- og spjaldhluta hryggsúlunnar (Kleven, 2009)

Hver vöðvi er saman settur af mörgum vöðvaknippum og í hverju knippi eru margir vöðvaþræðir. Einn vöðvaþráður er ein fjölkjarna fruma sem getur verið jafn löng og vöðvinn sjálfur (Marlin & Nankervis, 2002). Hver fruma samanstendur af kjarna, vöðvatrefjum, mýóglóbíni (vöðvarauði), fitudropum, hvatberum, glýkógen sameindum og vöðvafrumuhimnu (Marlin & Nankervis, 2002). Utan um vöðvafrumuna liggur vöðvaþráðahulan. Margar vöðvafrumur saman mynda eitt vöðvaknippi sem er umlukið vöðvaknippishulu. Mörg knippi saman mynda síðan vöðvalíffærið sem er umlukið vöðvahulu. Vöðvahulan tengist síðan sin eða sinafelli sem tengist svo beini. Vöðvahula, vöðvaknippishulur og vöðvaþráðahulur eru samtengdur bandvefshjúpur (Reece, 2009).

Vöðvafrumunar eru síðan settar saman úr vöðvatrefjungum. Starfseiningar vöðvatrefjunganna eru vöðvaliðir (Reece, 2009). Vöðvaliðirnir eru gerðir úr próteinum (aktín og mýósín) sem mynda strengi með mikla samdráttarhæfni. Aktín þræðirnir eru þunnir (sírka 5nm í þvermáli) og mynda svo kallaða I-band. Um aktín þráðinn vefst próteinið trópómýósín og á trópómýósínbandinu situr enn eitt prótein sem kallast trópónín og límir saman aktín og trópómýósín. Mýósín þræðirnir eru þykkir (sírka 12nm í þvermál) og mynda svokallað H-band. H-bandið plús hlutinn þar sem aktín og mýósínþræðirnir skarast kallast A-band (Marlin & Nankervis, 2002). Einn vöðvaliður afmarkast í báðar áttir af Z-línu (Reece, 2009).

Það sem stjórnar beinagrindarvöðvum eru hreyfitaugar. Hver vöðvaþráður hefur tengistaði þar sem endar hreyfitauga tengjast honum. Hver taugaþráður ásamt þeim vöðvaþráðum sem hann þjónar mynda svo kallaða hreyfieiningu. Til þess að það geta borist frá yfirborði frumunnar og í miðju hennar eru t-píplur til staðar. T-píplurnar liggja þar sem A-bandið og I-bandið mætast og leyfa í samstarfi við vöðvafrymisnetið að taugaboð berast í miðju frumu (Reece, 2009).

Vöðvaþráðunum er skipt upp í þrjár gerðir eftir eiginleikum þeirra til að geta dregist saman. Til eru gerð I, gerð IIA og gerð IIB (Marlin & Nankervis, 2002). Gerð I eru svo kallaðir rauðu vöðvaþræðir, sem eru í auknu magni í vöðvum sem sjá um úthald, þeir eru frekar grannir. Þeir eru lengi að dragast saman og slaka á aftur. Gerð IIB eru svo kallaðir hvítu vöðvaþræðir, sem gefa kraft og spyrnu en þreytast fyrir en vöðvaþræðir af gerð I. Þeir eru frekar þykkir. Gerð IIA er í raun mitt á milli gerðar I og gerðar IIB hvað varðar eiginleika. Í öllum vöðvum eru allar gerðir af þessum vöðvaþráðum, en hlutfall þeirra er mismunandi. Í óþjálfuðum

hestum eru vöðvaþræðir af gerð IIB yfirleitt þykkari en þeir af gerð IIA og gefa þar með meiri kraft. En með venjulegri þjálfun jafnast þykktin út. Það ræðst af hlutverki vöðvans, hversu mikið af hvaða gerð vöðvaþráða hann inniheldur. Vöðvar í afturparti hestsins sem eru stöðuvöðvar og gefa drifkraft eru með herra hlutfall vöðvaþráða af gerð II (Marlin & Nankervis, 2002). Langi bakvöðvinn sem hreyfivöðvi er þar af leiðandi með meira af rauðum, grönnum vöðvaþráðum af gerð I.

Til þess að vöðvinn geti verið heilbrigður og starfað rétt er nauðsynleg að hann dragist saman og slaki á á víxl (Stodulka, 2006; í Kirchorfer, 2009).

Þegar vöðvinn fær boð frá taugunum um að dragast saman breytist afstaðan milli aktínstrengjanna og mýósínstrengjanna. Ferlið byrjar á því að kalsíumjónir streyma í umfrymið og tengjast þar trópónín C. Lögun trópónín I breytist þar af leiðandi og trópómýósín lyftist af tengistað sínum svo árárnar (e.: *myosin heads*) geta tengst aktíninu þar í staðinn. Tenging árárnar við aktín er orkukræft ferli og þarfnast ATP. Snúningur árárnar, sem eru búnar að tengjast aktíninu, um 90° veldur því að aktínstrengirnir færast nær miðju vöðvaliðarins, H-bandið minnkar og Z-línurnar færast þannig nær. Þegar fyrsta snúningur er lokið losna árárnar af tengistaðnum og ferlið byrjar upp á nýtt. Þannig styttest vöðvaliðirnir og vöðvinn dregst saman (Marlin & Nankervis, 2002).

1.3 Líffæra- og lífeðlisfræði langa bakvöðvans (*Musculus longissimus dorsi*)

Langi bakvöðvinn hefur upphaf sitt á mjaðmabeini (e.: *ilium*) og spjaldbeini (e.: *sacrum*) og liggur svo hægra og vinstra megin meðfram hryggsúlunni og að sjöunda háls hryggjarliði (Kleven, 2009; Heuschmann, 2007). Nánar tiltekið er vöðvaupphafið við: Fyrsta lendarhryggjarlið, alla spjaldhryggjarliði, síðustu sex brjósthryggjarliðina, háþorn hryggjarliða, kamb mjaðmabeins (lat.: *crista iliaca*) og sinafell mjaðmabeins.

Vöðvafestingin er við láréttu tinda spjaldhryggjaliða og brjósthryggjaliða og við sjöunda háls hryggjarlið (Bürger & Zietzschmann, 2003). Vöðvinn er breiður aftast og mjókkar fram (Scheven, 2010). Sá hluti rifbeina sem er næst hryggsúlunni og er næstum því láréttur, myndar leguflöt fyrir langa bakvöðvann, ásamt þverþornum spjaldhryggjarliðanna (Heuschmann, 2007). Þannig liggur vöðvinn hliðstæður af háþornunum hryggsúlunnar og baklægur af rifbeinum og þverþornunum (Scheven, 2010).

Þó að vöðvinn sé skilgreindur sem einn vöðvi er honum samt í raun skipt niður í nokkra hluta (Heuschmann, 2007), sem hafa hver sína tengingu við beingrindina (Henson, 2009). Vöðvaþræðir langa bakvöðvans liggja í átt frá höfðinu og niður að maga (e.: *cranioventral*) og í átt frá taglinu og upp að bakið (e.: *caudodorsal*) (Scheven, 2010).

Yfir langa bakvöðvanum liggja að aftan miðhluti *gluteal* vöðvans fram að átjándra rifbeini og að framan brjósthluti *spinalis* vöðvans fram að fjórtándra rifbeini. Þannig að það er í raun bara sá hluti langa bakvöðvans sem liggur milli átjándra og fjórtándra rifbeins sem liggur beint undir húðinni og er ekki þakinn af öðrum vöðvum (Scheven, 2010). *Gluteal* vöðvinn tengist langa bakvöðvanum í gegnum bandvef (e.: *fascia*) og er hreyfing langa bakvöðvans því háð hreyfingum afturpartsins (Bürger & Zietzschmann, 2003).

Langi bakvöðvinn sem hreyfivöðvi er ekki ætlaður til þess að bera knapann. Það sem gerir hestinum kleift að bera þyngd á bakinu er efra liðbandakerfið, hnakkabandið (e.: *nuchal ligament*) og bakliðbandið (e.: *supraspinous ligament*) sem eru sterkir og teygjanlegir trefjakenndir strengir. Hnakkabandið byrjar aftan á hauskipunni og liggur niður með yfirlínu hálsins og að fremstu háþornum. Út frá hnakkabandinu liggja eins og blævængur svökölluð *lamina nuchae*, sem eru framlenging af hnakkabandinu og tengjast háls hryggjarliðum tveim til sjö. Bakliðbandið tengist hnakkabandinu á herðasvæðinu og liggur yfir bakið að krossbeini. Það tengist háþornum brjóst- og spjaldhryggjarliða (Heuschmann, 2007).

Þegar hesturinn gengur í réttum líkamsburði, sem sagt gefur eftir í hnakka og teygir hálsinn fram og niður, þá styður hnakkabandið vöðvana í hálsinum sem aftur á móti eru tengdir háþornunum á herðasvæði og draga þau fram. Þar sem bakliðbandið tengist hnakkabandinu á herðasvæði togast það líka fram og bakið lyftist. Þannig losar um langa bakvöðvan sem fær pláss til þess að fjaðra og virka rétt. Þyngd knapans hvílir ekki á langa bakvöðvanum og hann fær frelsi til þess að virka sem hreyfivöðvi og skila krafti og spyrnu sem koma úr afturpartinum fram í gegnum bakið (Heuschmann, 2007).

Aftur á móti, ef hesturinn lyftir höfðinu upp er engin teygja á hnakkabandinu, háþornin á herðasvæðinu togast ekki fram, það togast ekki í bakliðbandið, bakið lyftist ekki, mjaðmagrindin fer að hallast fram og hesturinn getur ekki lengur gengið inn undir sig. Eina leiðin fyrir hestinn til að bera knapann er þá með hreinum vöðvakrafti (Kleven, 2009).

1.4 Áhrif þjálfunar á vöðva

Einstaklingar eru mismunandi og einnig er svörun vöðva þeirra við þjálfun mismunandi. Hver hestur er með erfðaefni sem gefur honum ákveðnar forsendur og sama þjálfun gefur ekki sama árangur hjá mismunandi einstaklingum. Yfirleitt má samt segja, að svörun hesta sé meiri við framtamningu og grunnþjálfun miðað við svörun á þjálfun hjá eldri hestum (hestum sem áður hafa verið þjálfaðir). Þjálfunaráhrifin eru greinilegust þá. Fyrstu svörun í vöðvum er oft hægt að sjá eftir 10-14 daga (Marlin & Nankervis 2002).

Svörun við þjálfun á sér stað í vöðvaþráðunum og eru það ýmsir þættir sem geta breyst. Fjöldi háræða sem sjá vöðvaþráðunum fyrir blóði eykst og þar með líka blóðflæði til vöðvaþráðanna og framboð súrefnis. Aukin fjöldi háræða hefur í för með sér að blóðið rennur hægar í gegnum vöðvann og tíminn til loftskipta (e.: *gas exchange*) lengist. Ef meira súrefni er tekið upp í háræðum skilar sér minna súrefni í gegnum bláæðarnar til lungnanna og í kjölfar eykst súrefnisupptaka í lungnablöðrunum. Loftháð ensím verða virkari og hæfileiki hestsins til að brenna fitu í stað kolvetna eykst. Magn mýóglóbíns, loftfirrðra ensíma og glýkógens í vöðvunum eykst. Einnig eykst hreyfigeta hestsins þar sem hann er búinn að læra að nota vöðvana rétt í ákveðnum hreyfiferlum og hann þreytist því ekki eins fljótt (Marlin & Nankervis, 2002).

Á fyrstu mánuðum framtamningar og grunnþjálfunar getur samsetning vöðvaþráða breyst. Reyndar breytist ekki hlutfallið á gerð vöðvaþráðanna sem ræðst af erfðum en vöðvaþræðir sem voru fyrst af gerð IIB fara að virka eins og vöðvaþræðir af gerð IIA. Þegar hesturinn eldist breytist þetta hlutfall aftur. Þá fjölgar bæði gerð I þráða og gerð IIA þráða en gerð IIB þráðum fækkar. Raunar eru orsakir fyrir breytingunum ekki þekktar en það gæti bæði verið vegna aldurs og þjálfunar (Marlin & Nankervis, 2002). Meiri stækkun vöðva ætti því að sjást hjá yngri hestum þar sem hlutfall IIB vöðvaþráða (sem eru þykkastir) er hærra.

Líklegasti útskýringin á stækkun vöðva við þjálfun er að vöðvaþræðirnir sjálfir stækka eða að hækkanði vöðvaspenna lætur vöðvann virka stærri (Marlin & Nankervis, 2002).

1.5 Áhrif framtamningar og grunnþjálfunar á bak hestsins

Langi bakvöðvinn leikur stórt hlutverk í þjálfun reiðhestsins (Heuschmann, 2007). Þó hann sé talinn einn af sterkustu vöðvunum í líkama hestsins er hann ekki ætlaður til þess að bera (t.d. knapann) heldur er hann hreyfivöðvi (Kleven, 2009; Heuschmann, 2007). Til þess að langi

bakvöðvinn geti þroskast og styrkst er nauðsynlegt, að hann sé slakur en ekki stífur, stuttur og þvingaður (Heuschmann, 2007).

Forsendur fyrir góðri tamningu er að hesturinn sé slakur. Hann á að vera í andlegu og líkamlegu jafnvægi til þess að vöðvarnir séu slakir og bakið geti fjaðrað (German national equestrian federation, 2003). Enda er *Losgelassenheit* (e.: *looseness*) mjög framarlega þegar þjálfunarstigin eru skoðuð (German national equestrian federation, 2003; Ziegner, 2002). Ziegner (2002) skilgreinir *Losgelassenheit* þannig að „...hesturinn sýnir hvergi í líkama sínum spennu. Hann notar alla vöðva líkamans án mótspyrnu. Þar sem hann treystir knapanum er hann sjálfsöruggur og í andlegu jafnvægi“.

Áherslan í framtamningu og grunnþjálfun er fyrst og fremst lögð á að styrkja beinagrindavöðva. Það þykir best fyrir bakið að ríða hestinum mikið í léttri ásetu til að byrja með. Gott er að leyfa honum að bera háls og höfuð eins og hann kýs það helst og hann á helst að teygja sig fram og niður til að langi bakvöðvinn geti verið slakur (Heuschmann, 2007).

Það ber samt einnig að hafa í huga við þjálfun ungra hrossa að það er líka mikilvægt að vinna hestinn ekki of djúpan og leyfa honum ekki að fara undir bitann (rúlla hálsinum upp). Það sem gerist þá er að bakið lyftist en liðböndin í bakinu eru of strekkt til þess að leyfa afturfótunum að fara nógu langt inn undir bók hestsins og langi bakvöðvinn getur ekki starfað rétt (Heuschmann, 2007). Reyndar gildir þetta ekki bara fyrir ung hross heldur fyrir hesta á öllum aldri en það er sérstaklega mikilvægt að gera sér grein fyrir því þegar byggja á upp góða bakvöðva í byrjun tamningar (Kleven, 2009).

Ef ungur hestur er látinn vinna í réttum líkamsburði, sem sagt fram og niður en ekki undir bitanum og ekki með of strekkt liðbönd í baki og hálsi, þá lærir hann fljótlega að láta orkuna sem kemur úr afturpartinum flæða í gegnum bak og háls og fram að taumhöndinni (Heuschmann, 2007). Það er einmitt það sem við leitumst eftir í allri þjálfun að orkan flæði í gegnum hestinn og hreyfingar hans verði óþvingaðar, fjaðrandi og orkumiklar (Bürger & Zietzschmann, 2003).

Sæti knapans hefur einnig áhrif á virkni langa bakvöðvans. Ef knapinn fylgir hreyfingum hestsins ekki vel og skoppar mikið í hnakknum t.d. á brokki er viðbragð hestsins að spenna og stífa vöðvana. Fylgir knapinn hreyfingum hestsins vel og setur minni þyngd í hnakkinn (t.d. með því að vera í léttri ásetu) getur langi bakvöðvinn slakað á og byrja að fjaðra (Bürger & Zietzschmann, 2003).

Stökkið er sú gangtegund sem er langáhrifaríkust til að byggja upp styrk í löngu bakvöðvunum (Bürger & Zietzschmann, 2003) þar sem þeir taka virkan þátt í því að lyfta framhluta hestsins upp (Kleven, 2009).

1.6 Fyrri rannsóknir

Ýmsar rannsóknir hafa verið gerðar þar sem þykkt bakvöðva (eða annara vöðva) var mæld með sónarskoðun. Tilgangur rannsókna var meðal annars að skoða svörun vöðva við þjálfun (Lindner o.fl., 2011), að skoða áhrif ákveðinnar meðferðar (Kirchdorfer, 2009), að skoða samsetningu vöðva (D'Angelis o.fl., 2007) eða sjúkdómsgreiningu (Fonseca o.fl., 2006; Rotz, Frey, Friess, Schatzmann & Meier, 2002). Þó að sónarskoðun bakvöðva sé ekki orðin algeng í daglegri notkun til sjúkdómsgreiningar eða staðfestingar á þjálfunarárangri (Rotz o.fl., 2002), er það samt orðin viðurkennd aðferð sem hefur oft verið notuð í ýmsum rannsóknum til að staðfesta vöðvaþykkt.

Samanburðartölur fyrir þykkt langa bakvöðvans finnst í nokkrum rannsóknum, meðal annars í rannsókn Lindner o.fl. (2010), þar sem fjögurra til sex vetra gamlir hestar af *thoroughbred* kyni voru skoðaðir og reyndist vöðvaþykkt langa bakvöðvans hjá þeim vera 10,4 sm, mælt á lendarhluta vöðvans. Í svissnesskri rannsókn kom í ljós að þykkt langa bakvöðvans væri 10 sm í svissneskum heitblóðshestum (Rotz o.fl., 2002).

Samkvæmt samantekt eftir Rivero (2007) er greinileg aukning í vöðvaþykkt hjá tveggja vetra hestum af *thoroughbred* kyni eftir einungis þriggja vikna þjálfun, þar sem hestarnir hlupu 1600m þrisvar sinnum á viku.

Varðandi brjóstummálið þá eru til samanburðartölur af öðrum hestakynjum, t.d. arabískum hestum sem eru með 143,3 cm til 153,4 cm á herðar aðeins stærra en íslenskir hestar. Brjóstummálið hjá þessum hestum reynist vera milli 160 cm og 193 cm (Sadek, Al-Amoud & Ashmawy, 2006). Ekki voru breytingar á brjóstummáli frá einu tímabili til annars skoðaðar í þessari rannsókn.

Til eru rannsóknir þar sem sýnt er fram á að vöðvaþykktin breytist á átta vikna þjálfunartímabili hjá smáhestum. Í þessari rannsókn var áherslan reyndar lögð á að fylgjast með breytingum í vöðvum í efra hluta framfótar en til þess var umfang þeirra mælt. Umfang framfótar stækkaði marktækt á 8 vikna þjálfunartímabili (Heck o.fl., 1996).

Höfundur þessarar ritgerðar hefur ekki fundið upplýsingar um rannsóknir þar sem breytingar á þykkt stóra bakvöðvans hafa verið skoðaðar í gegnum framtamningu og grunnþjálfun.

1.7 Markmið rannsóknarinnar

Markmið rannsóknarinnar er að finna út hvort einhverjar breytingar eiga sér stað í þykkt langa bakvöðvans í framtamningarferlinu og ef svo reynist vera, hvernig þeim er háttað. Finna á út hvort það sé marktækur munur milli fyrri og seinni mælingar (bæði sönarmælingar og brjóstummáls). Einnig á að kanna hvort einhver munur sé á milli þykktar bakvöðvans hægra og vinstra megin við hryggsúluna í fyrri og í seinni mælingu. Þetta gæti gefið vísbendingu um hvort misstyrkur er til staðar, hversu mikill hann er og hvort hann byrjar að jafnast út í framtamningunni.

Síðan á að kanna hvernig brjóstummálið breytist og hvort það getur gefið einhverjar vísbendingar um aukningu á vöðvaþykkt, sem sagt hvort það sé fylgni milli þykktar langa bakvöðvans og breytingar á brjóstummáli.

2. Efni og aðferðir

2.1 Hestar og tamning

Tryppin sem notuð voru í rannsókninni voru framtamin eftir leiðsögn kennara af nemendum á öðru ári í B.Sc. námi í reiðmennsku og reiðkennslu við Háskólann á Hólum. Framtamningarferlið tók 6 vikur. Hrossin voru á aldrinum fjögurra til sex vetra, en langflest, eða 25 hestar voru fjögurra vetra. Kynjahlutfallið var jafnt. Hestarnir voru flestir bandvanir en ekki hafði verið farið á bak á þeim áður. Hestarnir voru í upphafi 38 en þrjú dattu fljótlega út úr rannsókninni. Tveir vegna geðslags (Nr. 11 og 27) og einn hestur (Nr.20) vegna þess að það reyndist ekki vera hægt að taka sönarmælingar af honum (fékkst ekki mynd). Einn hestur datt síðan út úr rannsókninni eftir fyrstu mælingunum (Nr. 38) þar sem hann fékk sár á bakið vegna ótilgreinds húðsjúkdóms og ekki var hægt að endurtaka sönarmælingarnar þess vegna. Tólf þessara 34 hesta sem eftir voru var ekki hægt að sönarskoða aftur á öllum stöðum í seinni mælingunum. Þannig að eftir voru 22 hestar sem hægt var að sönarskoða á öllum fjórum stöðum í seinna skiptið. Þrettán þessara 22 hesta fóru síðan í áframhaldandi tamning við Hólaskóla (grunnþjálfun) hjá þeim nemendum sem einnig framtömdu þá. Grunnþjálfunin fór einnig fram undir leiðsögn kennara. Grunnþjálfunarferlið tók 6 vikur. Þar sem öll tamningin

fór fram eftir aðferðum sem eru kenndar við Hólaskóla var hún nokkuð sambærileg þó að knapaáhrif sé mismunandi.

Allir hestar voru í einshestastíum með frjálsum aðgangi að vatni og salti, fengu þar að auki 80g af steinefnablöndu (Racing mineral, Trouw nutrition international, Putten, Holland) á dag og hey sem gróffóður.

Í framtamningaviku eitt voru hestarnir látnir hlaupa frjálst í hringgerðinu, fyrst án hnakks svo með hnakk, u.þ.b. 20 mínútur í hvert skipti fimm sinnum á viku. Í tamningaviku tvö voru hestarnir hringteymdir á snúrumúl með hnakk (2-3 skipti), unnið var við hendi (1-2 skipti) og sest var á bak í fyrsta skipti og hesturinn teymdur eða hringteymdur með knapa á baki (1-2 skipti). Alls var unnið með hestana í fimm skipti u.þ.b. 20 til 30 mínútur í senn. Í tamningaviku þrjú voru hestarnir hringteymdir (1-2 skipti) og riðið í hringgerði á feti og brokki eða tölti (3-4 skipti). Alls var unnið með hestana fimm daga vikunnar í u.þ.b. 20 til 30 mínútur í senn (Þórarinn Eymundsson & Trausti Þór Guðmundsson, 2011; Erlingur Ingvarsson, munnleg heimild, 2012). Í tamningaviku fjögur var hestunum riðið inn í reiðhöll (3-4 skipti) á feti, brokki eða tölti og stökki og þeim kennt að teymast á hesti (1-2 skipti). Til undirbúnings fyrir reið var unnið með hestana í hendi. Alls var unnið með hestana fimm sinnum í viku í 30-40 mínútur í senn. Í tamningaviku fimm var hestunum riðið bæði inni og úti á feti, brokki eða tölti og stökki (3-4 skipti). Einnig voru hestarnir teymdir á hesti (1-2 skipti). Til undirbúnings fyrir reið var unnið með hestana í hendi. Alls voru hestarnir hreyfðir fimm dagar vikunnar í 30-40 mínútur í hvert skipti. Í tamningaviku sex var hestunum riðið inni og úti á feti, brokki eða tölti og stökki og teymdir á hesti inni og úti. Til undirbúnings fyrir reið var unnið með þá í hendi. Hestarnir voru hreyfðir fimm daga vikunnar 30 til 40 mínútur í senn (Þórarinn Eymundsson, 2011; Erlingur Ingvarsson, munnleg heimild, 2012). Í gegnum allt framtamningarferlið var hestunum hleypt út í gerði 7 daga vikunnar í 30 til 60 mínútur.

Sónarmælingar voru gerðar í lok viku 3 og í lok viku 7. Brjóstummáli var mælt í lok viku 2 og í byrjun viku 7.

Í gegnum grunnþjálfunarferlið sem tók sex vikur, var tamningin nokkuð einstaklingsbundin. Þjálfunin fór eftir því hvar veikleikar og styrkleikar hvers hests lágu en almennt var áhersla lögð á að styrkja jafnvægið og að gangsetja hestana. Það sem var sameiginlegt í þjálfun allra hesta var að hestarnir voru hreyfðir fimm sinnum í viku og ekki var farið á bak oftar en fjórum sinnum. Ef ekki var farið á bak, var unnið með hestana í hendi, þeir hringteymdir eða

teymdir á hesti eða farið var með þá í rekstur. Hvert skipti sem hestarnir voru hreyfðir tók u.þ.b. 30 mínútur. Þar að auki fengu hestarnir að hreyfa sig frjálssir úti í gerði í 30 til 60 mínútur á dag, sjö dagar vikunnar (Erlingur Ingvarsson, munnleg heimild, 2012). Brjóstummáli var mælt í lok viku 6.

2.2 Vinnuferill

Rannsóknin hófst með því að gera profumælingar og finna réttan tækjabúnað fyrir sónarmælingarnar í lok ársins 2011.

Fyrstu mælingarnar fóru síðan fram í janúar 2012. Hestarnir sem notaðir voru í rannsóknina mættu að Hólum í byrjun janúar. Fyrst var brjóstummálið mælt (13.01.2012). Síðan voru hestarnir rakaðir á þeim stöðum sem átti að sónarskoða og fóru sónarmælingarnar fram þann 22. og 23.01.2012.

Mælingar númer tvö fóru fram í lok frumtamningartímabilsins í febrúar. Brjóstummálið var mælt í annað skiptið þann 13. febrúar 2012. Sónarmælingarnar fóru fram í annað skiptið þann 18. febrúar 2012.

Bilið milli fyrstu og annarar mælingar eru því u.þ.b. fjórar vikur.

Þriðju mælingar fóru fram í lok mars 2012. Brjóstummálið var mælt þann 31.03.2012. Ekki var sónarskoðað í þriðja skiptið þar sem ótilgreindur húðsjúkdómur kom upp í nokkrum hestum milli fyrstu og annarar mælingar á þeim stöðum sem höfðu verið rakaðir. Af þessari ástæðu var ekki tekin sú áhætta að raka hestana aftur eftir grunnþjáfunarferlið og reyndist ekki vera hægt að sónarskoða án raksturs.

Bilið milli annarar og þriðju mælingar eru því rúmlega sex vikur.

2.3 Undirbúningur sónarmælinga

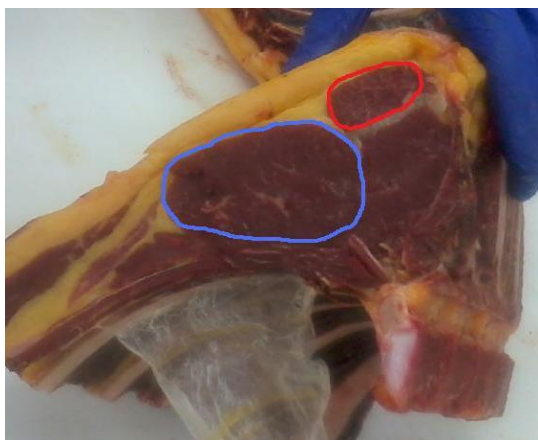
Fyrstu profumælingar fóru fram í desember 2011 á hesti höfundar. Hesturinn var rakaður milli níunda og tíunda rifbeins og milli sautjanda og átjanda rifbeins. Húðin á rökuðu blettunum var síðan bleytt með heitu vatni til að mýkja hana og auka blóðflæðið. Svo var sett sónar gel á húðina og á ómsjárnema til að fá gott samband við húðina. Einnig prófuðum við að nota volga matarolíu í stað heits vatns til að undirbúa húðina, eins og oft er gert í sónarskoðun gripa (Roffeis, Drews og Münch, 2009). Sónartækið sem notað var er af gerð *Magic 2200* frá fyrirtækinu *Eickemeyer* (Tuttlingen, Þýskaland), með því var notuð *linear* ómsjárnemi frá

sama fyrirtækinu og mælingarnar voru gerðar við 5 MHz. Hesturinn var rakaður aftur og húðin undirbúin á sama hátt og í fyrra skiptið. Það reyndist vera þannig að fremri mælinguna var ekki hægt að mæla milli níunda og tíunda rifbeins og var því prófað að mæla milli tíunda og ellefta rifbeins. Á þessum stað fékkst mynd og var því ákveðið að breyta staðsetningunni. Ástæðan fyrir því að ekki hægt var að mæla langa bakvöðvann milli níunda og tíunda rifbeins er hugsanlega sú að brjósthluti *spinalis* vöðvans liggur þar yfir langa bakvöðvanum (Scheven, 2010).

Þessir mælistaðir milli tíunda og ellefta rifbeins og milli sjautjándra og átjándra rifbeins urðu fyrir valinu þar sem þeir eru sérstakir álagspunktur í baki hestins vegna legu hnakksins (Teslau, 2009).

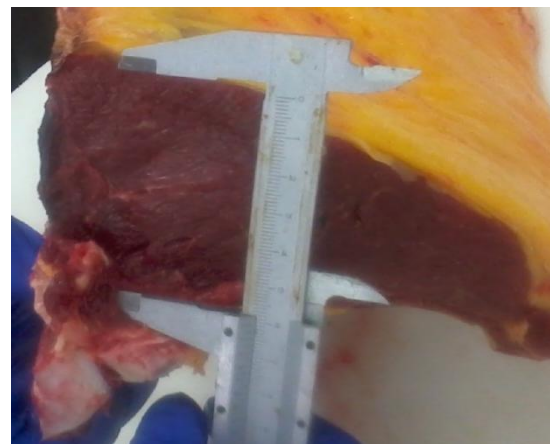
Þegar fyrstu mælingarnar voru síðan gerðar a tryppunum á Hólum í janúar kom hins vegar í ljós að sönartækið virtist ekki gefa nógu góða mynd til að geta mælt fremri mælinguna og það sem hafði hugsanlega verið mælt í fyrsu tilraununum hafi verið hluti af *spinalis* vöðvanum sem liggur yfir langa bakvöðvann á þeim stað sem var mældur (Scheven 2010). Líffærafræði langa bakvöðvans var síðan skoðuð í skrokki lífvana hests (fullorðinn hestur sem hefur líklegast ekki verið í þjálfun fyrir aflifun). Í ljós kom að lífvana vöðvinn var u.þ.b. 5 sm á þykkt á fremri staðnum (sjá 1. mynd) og u.þ.b. 6 sm á aftari staðnum (sjá 2. mynd). Ganga má út frá því að vöðvi í lifandi hesti sé aðeins þykkari vegna náttúrulegrar vöðvaspennu (e.: *baseline stimulation*) sem heldur vöðvanum í viðbragsstöðu (Marlin & Nankervis, 2002). Þessar upplýsingar staðfestu því að fyrstu mælingarnar hafa ekki verið réttar (það sem mælt var er merkt rautt inn á 1. mynd; langi bakvöðvi merktur blár, *spinalis* vöðvi merktur rauður).

1. mynd, l.dorsi, þversnið milli 10. og 11. rifbeins



rauðmerkt = *spinalis* vöðvi; blámerkt = langi bakvöðvi

2. mynd, l.dorsi, þversnið milli 17. og 18. rifbeins



Af þessum ástæðum var enn eitt sönartæki prófað sem var af gerð *100 Falco* frá *Pie medical* (Maastricht, Holland). Með því var notaður 7 sm línulegur (e.: *linear*) ómsjárnemi frá *Pie medical*. Sönartækið var stillt á 6 MHz. Með þessu tæki náðist loks ásættanleg mynd af vöðvanum og var því notað í allar mælingar rannsóknarinnar.

2.4 Gagnasöfnun

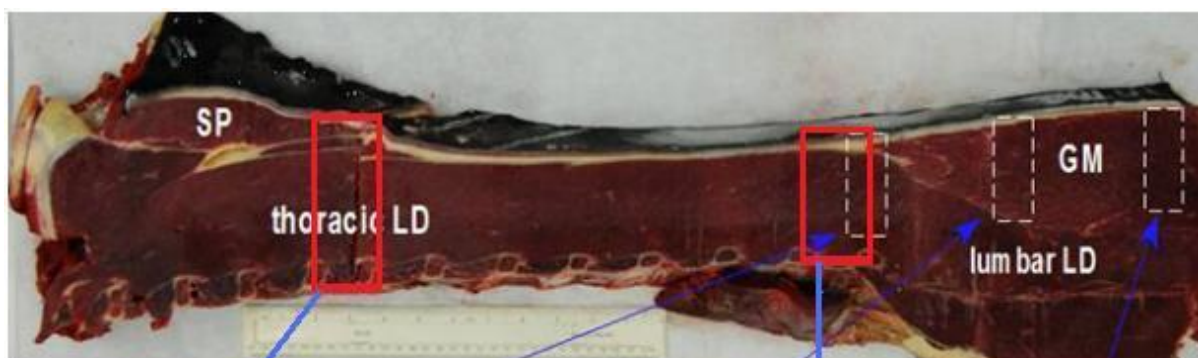
2.4.1 Brjóstummál

Til að athuga breytingar á brjóstummáli var því mælt þrisvar sinnum yfir rannsóknartímabilið; í upphafi frumtamningar, eftir frumtamningu og síðan eftir grunnþjálfun. Brjóstummálið var mælt með hefðbundnu málbandi í gegnum þann stað þar sem fremri sönarmælingin fór fram. Bandið var vel strekkt og mæling tekin þegar hesturinn andaði út.

2.4.2 Sönarmælingar

Sönarmælingarnar voru framkvæmdar í hesthúsinu á Hólum. Til að undirbúa hestana fyrir sönarmælinguna reyndist vera nauðsynlegt að raka þá á þeim stöðum þar sem átti að sönarskoða. Rifbeinin voru talin frá aftasta rifbeini og fram. Svo var lítill blettur (sirka 2sm x 10sm) rakaður með lítilli rafmagnsrakvél sem ætluð er til raksturs á hestum (Gerð *Adelar* frá *Moser HorseLine*, Unterkirnach, Þýskaland). Mælt var á fjórum stöðum. Milli tíunda og ellefta rifbeins og milli sautjanda og átjanda rifbeins bæði hægra og vinstra megin næstum því alveg upp við hryggsúluna (sjá 3. mynd).

3. mynd, fremri og aftari mælistaður (breytt af höfund, úr Scheven, 2010)



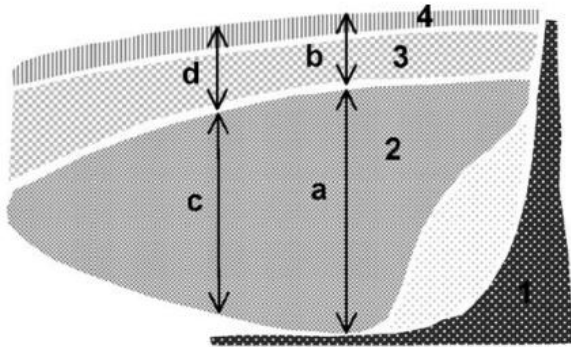
Fremri mæling milli 10. og 11. rifbeins

Aftari mæling milli 17. og 18. rifbeins

Húðin var síðan bleytt með heitu vatni, hreinsað með sjúkrahússpritti, þvegið aftur með heitu vatni og síðan sett sönargel á sem var látið bíða í smá stund þar til það var búið að ná líkamshita. Svo var þykkt vöðvans mæld með búnaðinum sem er nefndur í lok kafla 2.3. Af

hverjum stað voru teknar þrjár mælingar og vöðvabyggingin skráð í þar til gert eyðublað. Á meðan mælt var stóðu hestarnir jafnt í allar fjórar fætur og horfðu fram (voru beinir í skrokknum). Aðstoðarmaður sá um að hestarnir stæðu kyrrir. Hestarnir stóðu á steypu, sléttu undirlagi. Allar mælingar voru framkvæmdar af sömu manneskju undir sömu aðstæðum. Á 4. mynd má sjá skematíska mynd af staðnum sem þykkt bakvöðvans var mæld.

4. mynd, skematísk mynd af þverskurði mælistaðar (Junkuszew & Ringdorfer, 2005)



- 1 = brjósthryggjarliður með há- og þverþorni
- 2 = langi bakvöðvinn í þverskurði
- 3 = fita
- 4 = húð
- a = mælistaðurinn
- b = fita og húð
- c = þvermál langa bakvöðvans 2sm frá mælistað í átt að maga
- d = fita og húð

Vegna ótilgreinds húðsjúkdóms sem kom upp milli fyrstu og annarar mælingar var ekki notað aftur sjúkrahúsaspritt í seinni mælingunni. Ekki var heldir rakað aftur. Húðin var einungis bleytt með heitu vatni. Til þess að fá samt mynd af vöðvunum reyndist hjá sumun hestum nauðsynlegt að nota matarfilmu sem sett var á milli húðar og ómsjárnema. Eftir að húðin hafði verið bleytt með heitu vatni var sett sónargel á húðina, yfir gelið var lagt lag af matarfilmu og vandlega strokið yfir filmuna til að hárin sem voru búin að vaxa aftur legðust slétt. Ofan á matarfilmuna var sett meira sónargel. Að öðru leyti fóru seinni mælingarnar fram eins og þær fyrri.

Mynd af sönarmælingu á skjá má sjá í viðauka (5. mynd).

2.5 Úrvinnsla gagna

2.5.1 Úrvinnsla úr brjóstummáli

Gögnin voru slegin inn í Excel (Microsoft office 2007, Microsoft Cooperation, Redmond, Bandaríkin) og lýsandi tölfræði reiknuð út þar. Úr Excel voru gögnin færð yfir í tölfræðiforritið SAS 9.2 (SAS institute Inc., Cary, Bandaríkin). Fylgnin var athuguð milli fyrstu og annarar sönarmælingar og fyrstu og annarar brjóstummálmælingar með því að reikna *pearson* stuðul í SAS.

2.5.2 Úrvinnsla úr sönarmælingum

Til að vinna úr gögnunum sem safnað var í sönarmælingum langa bakvöðvans voru þau slegin inn í Excel (Microsoft office 2007, Microsoft Cooperation, Redmond, Bandaríkin). Úr Excel voru þau færð yfir í tölfræðiforritið SAS 9.2 (SAS institute Inc., Cary, Bandaríkin) og fervikagreining notuð til að gera upp gögnin. Til að reikna marktækni milli hægri og vinstri mælingar í fyrri og seinni mælingu var notað *two sample paired t-test for means* í SAS. Meðalmunur milli fyrri og seinni mælingar var reiknaður í Excel. Niðurstöður úr SAS voru síðan settar fram í töflum sem unnar voru í Excel.

3. Niðurstöður

Brjóstummálið í fyrstu mælingum var á bilinu 161,5 cm til 182,5 cm. Meðaltalið var 172,35 cm og staðalfrávikkið var 5,54 cm. Brjóstummálið í mælingu númer tvö var á bilinu 158,5 cm til 179 cm. Meðaltalið var 169,59 cm og staðalfrávik 5,20 cm. Brjóstummálið í þriðju mælingum var á bilinu 162 cm til 176 cm. Meðaltalið var 169,96 cm og staðalfrávikkið 4,63 cm. Meðalmunur milli fyrstu og annarar mælingar var -2,76 cm. Meðalmunur milli annarar og þriðju mælingar var 0,08 cm. Hjá flestum hestum var brjóstummálið í annari mælingu minna en í fyrstu mælingu en stóð svo meira eða minna í stað milli annarar og þriðju mælingar.

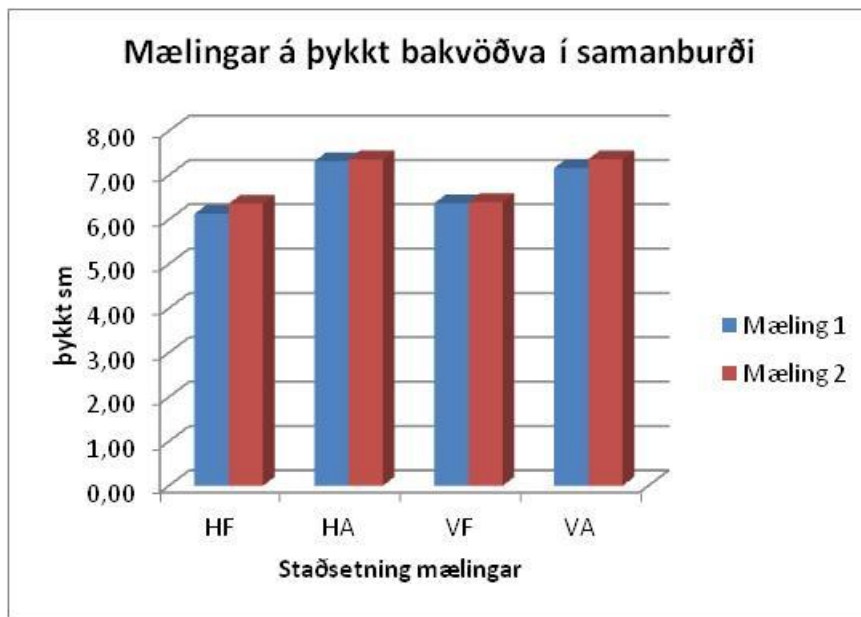
Þykkt langa bakvöðvans hjá hestunum í rannsókninni sem mældir voru tvisvar sinnum reyndist vera á bilinu 4,73 cm til 8,26 cm. Meðaltöl fyrir hvern mælistað, sem og staðalfrávik og hæsta og lágsta gildið má sjá í 1. töflu.

1. tafla, lýsandi tölfræði sönarmælinganna

Mælistaður	Mæling	Meðaltal	Staðalfrávik	lægsta gildi	hæsta gildi
HA	1	7,32	0,47	6,58	8,26
	2	7,36	0,40	6,36	7,99
HF	1	6,13	0,46	5,27	7,04
	2	6,36	0,49	5,37	7,31
VA	1	7,17	0,41	6,39	7,96
	2	7,37	0,35	6,79	8,04
VF	1	6,37	0,64	4,73	7,60
	2	6,40	0,45	5,48	7,33

Sönarmælingarnar leiddu í ljós að vöðvarnir stækkuðu í gegnum framtamningu (sjá 5. mynd) en munurinn fyrir vöðvaþykkt var ekki marktækur milli fyrstu og annarar mælingar ($p=0,0761$).

6. mynd, samanburður sönarmælingana á langa bakvöðvanum



Fervikagreiningin skýrir 54% af breytileika þáttanna: Hægri og vinstri hlið, fremri og aftari mælistaður og fyrsta og önnur mæling. Skekkjan af meðaltali þykkt bakvöðvans fyrir allar mælingar sem skýrist ekki af ofangreindum þáttum er 0,47 mm, einnig gefin upp sem frávikshlutfall sem er 6,8%.

Munurinn milli hægri og vinstri hliðar úr öllum mælingum var ekki marktækur ($p=0,6552$) samkvæmt fervikagreiningu. Tveggja úrtaka parað t-próf fyrir meðaltöl (*two sampled paired t-test for means*) leiddi í ljós að munurinn milli hægri og vinstri hliðar á fremri mælistað í fyrstu mælingum er marktækur ($p=0,0327$). Munurinn milli hægri og vinstri hliðar á aftari mælistað í fyrstu mælingum er ekki marktækur ($p=0,0573$) en á mörkunum við að vera það. Munurinn milli hægri og vinstri hliðar bæði í fremri og aftari mælingum í annari mælingu er ekki marktækur (HF2/VF2 $p=0,6671$; HA2/VA2 $p=0,9163$). Meðalmunurinn milli hægri og vinstri hliðar á fremri og aftari mælistað bæði í fyrri og seinni mælingunni, sem og staðalfrávik og frávikshlutfall meðalmunarins má sjá í 2. töflu.

2. tafla, lýsandi tölfræði fyrir meðalmun milli hægri og vinstri hliðar

	Meðalmunur	Staðalfrávik	Frávikshlutfall (CV)
HF1-VF1	0,39	0,36	92 %
HA1-VA1	0,32	0,21	65 %
HF2-VF2	0,27	0,22	82 %
HA2-VA2	0,25	0,22	89 %

Munurinn milli hægri og vinstri mæling var reiknaður sem $|H - V| = x$

Munurinn milli fremri og aftari mælistaðar úr öllum mælingum var hámarktækur ($p < 0,0001$).

Samkvæmt *pearson* stuðli var ekki marktæk fylgni milli breytinganna á vöðvaþykkt og breytinganna á brjóstummáli milli fyrstu og annarrar mælingar. Fylgni milli breytinga á vöðvaþykkt hægra megin að framan frá fyrstu til annarrar mælingar og breytinga á brjóstummáli frá fyrstu til annarrar mælingar var 0,0129 ($p = 0,9544$). Fylgni milli breytinga á vöðvaþykkt vinstra megin að framan frá fyrstu til annarrar mælingar og breytinga á brjóstummáli frá fyrstu til annarrar mælingar var 0.1878 ($p = 0.4027$). Fylgni milli breytinga á vöðvaþykkt hægra megin að aftan frá fyrstu til annarrar mælingar og breytinga á brjóstummáli frá fyrstu til annarrar mælingar var 0.2524 ($p = 0.2572$). Fylgni milli breytinga á vöðvaþykkt vinstra megin að aftan frá fyrstu til annarrar mælingar og breytinga á brjóstummáli frá fyrstu til annarrar mælingar var 0.0612 ($p = 0.7867$).

4. Umræða

Rannsóknin leiddi í ljós að hjá flestum hestum minnkaði brjóstummálið milli fyrstu og annarrar mælingar. Mögulegar útskýringar á því eru að hestarnir hafi misst hold og einnig getur, að mjög litlum mæli, spilað inn í að hestarnir voru að einhverju leyti farnir úr hárum í seinni mælingunni. Meðalmunurinn á brjóstummáli milli fyrstu og annarrar mælingar er frekar lítill, þar sem brjóstummálið bæði minnkaði og stækkaði.

Hugsanlega hefði verið ganglegt að vigta hestana til að geta metið hvort það er samband milli þyngdaraukningar/ -taps og breytingar á brjóstummáli. Sýnt hefur verið fram á að fylgni milli brjóstummáls og þyngdar er marktæk (Cymbaluk, 1990). Ef þungi hestanna hefði verið þekktur hefði verið hægt að leiðrétta brjóstummálið og þá hefði fengist raunverulegri mynd af aukningu eða minnkun á brjóstummáli sem ekki stafar af þyngdarbreytingum.

Niðurstöður rannsóknarinnar sýna að þykkt vöðvanna hefur aukist í heildina, munurinn var ekki marktækur en hefði mögulega geta orðið það hefði gagnasafnið verið stærra eða hefði verið lengra tímabil milli mælinga. Hjá sumum hrossum hefur þykkt vöðvanna samt minnkað á einstökum mælistöðum. Ein möguleg útskýring fyrir því er mæliskekkja, sem sagt að ekki hafi náðst að mæla á nákvæmlega sama stað í fyrstu og öðru mælingu. Annar möguleiki er að vöðvarnir hafi minnkað að þvermáli í raun og veru. Noti hesturinn langa bakvöðvann ekki rétt vegna hnakks sem passar illa, vegna þess að hann er með verki einhvers staðar í líkamanum, vegna rangrar þjálfunar eða vegna þyngdartaps getur vöðvinn minnkað að þvermáli þó það sé verið að þjálfu hestinn (Scheven, 2010). Enn ein útskýring getur verið breytingar á

samsetningu vöðvanna. Hjá ungum hestum fjölgar vöðvaþráðum af gerð I og IIA en þeim af gerð IIB fækkar. Ekki er alveg víst hvort það gerist vegna þjálfunar eða bara vegna þroska (Marlin & Nakervis, 2002) en afleiðingin er að vöðvarnir eru minni að þvermáli þar sem IIB þræðirnir eru þykkastir. Líklegast stafar minnkun á þvermáli vöðvans af samspili af tveim eða fleiri ofanefndra þátta.

Við venjulega þjálfun þarf nokkra mánuði til að fá verulega aukningu af háræðum í vöðvum (Clayton, 1991). Þess vegna er ekki mjög líklegt að útskýringin á aukinni vöðvaþykkt í þessari rannsókn liggi í auknum háræðafjölda í vöðvunum en frekar í aukinni vöðvaspennu (e.: *tonus*).

Gerð þjálfunar skiptir miklu máli fyrir þjálfunarárangur, s.s. stækkun vöðva. Erfiðari þjálfun skilar meiri árangri (Marlin & Nakervis, 2002). Knaparnir sem tömdu tryppin hafa verið mjög mismunandi á stærð og þyngd og hefur það örugglega haft áhrif á það hversu erfið þjálfunin hefur verið fyrir hestana. Mismunandi þroskun vöðvanna gæti því einnig skýrst af því.

Munurinn milli fremri og aftari mælistaðar er hámarktækur sem er í samræmi við líffærafræðina, þar sem vitað er að vöðvinn mjókkar fram (Scheven, 2010).

Þar sem munurinn milli hægri og vinstri hliðar í fyrstu mælingu er marktækur á fremri mælistað og á mörkunum við að vera marktækur á aftari mælistað en er svo ekki marktækur hvorki á fremri né aftari mælistað í annari mælingu er vísbending um það að einhver jöfnun á milli hægri og vinstri hliðar á sér stað, sem sagt að þjálfunin gerði það að verkum að munurinn milli hægri og vinstri hliðar jafnaðist að einhverju leyti út. Einnig minnkar meðalmunurinn milli hægri og vinstri hliðar sem myndi styðja þessa tillögu. Þetta eru nokkuð áhugaverðar niðurstöður, þar sem það er einn af þeim hlutum sem við leitumst eftir þegar við temjum hest – að jafna út misstyrk og gera hestinn jafn sterkan til beggja hliða (German national equestrian federation, 2003).

Þar sem frávikshlutfall meðalmunarins á þykkt langa bakvöðvans hægra og vinstra megin milli fyrstu og annarar mælingar er frekar hátt, má segja að meðaltölin fyrir meðalmuninn milli hægri og vinstri hliðar séu í raun ekki mjög áreiðanleg þar sem breytileikinn er greinilega mjög mikill. Frávikshlutfallið á aftari mælistað í fyrri mælingu er þó lang lægstur (65%) og má því draga þá ályktun að breytileiki í muninum á vöðvanum er þar annað hvort einfaldlega minnstur eða mælingin hefur verið framkvæmd nákvæmast þar.

Við sónarskoðunina hefur reynst erfitt að staðla mælingarnar. Með þeim tækjum sem hafa verið notuð (sónartæki og ómsjárnemi frá *Pie Medical*) reyndist oft ekki vera hægt að fá það góða mynd að hægt væri að sjá skýrt mælistaðinn eins og hann er sýndur á 4. mynd, sem sagt þar sem vöðvinn er stærstur að þvermáli. Sú hugmynd kom því upp að reyna að mæla alltaf í nákvæmlega sömu fjarlægð frá hryggsúlunni en reyndist sú hugmynd ekki vera raunhæf þar sem það náðist oftast ekki mynd á nákvæmlega þessum stað. Sérstaklega á fremri mælistað. Það virtist vera frekar einstaklingsbundið hvar hægt var að fá góða mynd af vöðvanum og telur höfundurinn það vera afleiðingu af mismun í líffærafræði einstaklinganna. Til dæmis gæti það verið aðeins misjafnt hversu langt brjósthluti *spinalis* vöðvans nær fram yfir langa bakvöðvann.

Það hefði verið gagnlegt að hafa meiri tíma til undibúnings, þ.e. að gera fleiri prufumælingar og reyna að finna tæki sem hefði mögulega gefið betri mynd af vöðvanum. Einnig hefði verið gott að fá meiri æfingu í sónarskoðun bakvöðvans áður en raunverulegu mælingarnar hófust.

Í framtíðinni væri mjög áhugavert að hafa lengra bil milli sónarmælinganna eins og það var upphaflega planað í þessari rannsókn (mæla aftur eftir grunnþjálfun). Þá hefðu mögulega fengist skýrari niðurstöður í hvaða átt vöðvaþykktin er að þróast. Svo væri líka mjög fróðlegt að reyna að taka knapaáhrif með inn í þessar mælingar. Það væri til dæmis hægt að hafa þrjá til fimm knapa sem temja 10 hross hvert eftir sömu aðferð og skoða svo hvort einhver munur sjáist á þróun vöðvaþykktar langa bakvöðvans. Einnig væri mjög áhugavert að athuga hvort mismunandi þjálfunaraðferðir hafa mismunandi áhrif á breytingar á þykkt langa bakvöðvans. Spannandi væri líka að láta byggingardæma hestana fyrir framtamningu og skipta hestunum svo í tvo hópa. Hestar sem fá góðan dóm fyrir háls og herðar, bak og lend (og mögulega líka samræmi) fara í einn hóp og hestar sem fengu ekki góðan dóm fyrir þessa þætti fara í hinn hópinn. Síðan væri hægt að bera saman hvort breytingar á vöðvaþykkt eru mismunandi í hópunum tveimur. Þá væri hægt að skoða hvort hestar sem ræktaðir eru eftir ræktunarmarkmiði eru líklegri til að þróa góða og sterka bakvöðva.

En svo er það spurning hvort það er þykktin sem gerir vöðvann góðan eða samsetningin sem hentar fyrir viðkomandi notkun (veðhlaupahestur, dráttarhestur, reiðhestur,...).

Í framhaldi af þessari rannsókn gæti líka verið spennandi að skoða hvernig hnakkurinn passar á bak hestsins eftir því hvernig vöðvafylling í bakinu breytist vegna þykktarbreytingar í langa bakvöðvanum. Til þess væri hægt að nota þar til gerðar þrýstingsmælingadýnur.

5. Lokaorð

Niðurstöður rannsóknarinnar benda til þess að langi bakvöðvinn styrkist við framtamningu hesta og ákveðin mótun eigi sér stað. Þetta eru þó bara vísbendingar þar sem tímabilið milli mælinganna var mjög stutt. Einnig gefa niðurstöðurnar vísbending um það að styrkur bakvöðvanna hægra og vinstra megin við hryggsúluna verður jafnari í gegnum framtamningu. Til að staðfesta eða hafna þessum vísbendingum væri nauðsynlegt að gera frekari og umfangsmeiri rannsóknir.

Niðurstöður rannsóknarinnar eru þó mjög áhugaverðar í ljósi þess að þær staðfesta það sem hestamenn eru að vonast til þess að ná með tamningu (að styrkja bakvöðva og gera hestinn jafn sterkan til beggja hliða) og sýna einnig að tamningarferlið, eins og það er kennt við Hólaskóla, er aðferð sem virðist stuðla að þroskun bakvöðva í rétta átt.

6. Heimildaskrá

- Bürger, U., Zietzschmann, O. (2003). *The rider forms the horse: function and development of the muscles of the riding horse* (Hoffmann, T. þýð.). Warendorf : FNverlag (Frumútgáfa 1987)
- Clayton, H. (1991). *Conditioning sport horses*. Mason: Sport horse publications.
- Cymbaluk, N. F. (1990). Cold housing effects on growth and nutrient demand of young horses. *Journal of Animal Science*, 68, 3152-3162.
- D'Angelis, F.H.F., Mota, M.D.S., Freitas, E.V.V., Ferraz, G.C., Abrahao, A.R., Lacerda-Neto, J.C., Queiroz-Neto, A. (2007). Aerobic training, but not creatine, modifies longissimus dorsi muscle composition. *Journal of Equine Veterinary Science*, 27 (3), 118–122.
- Fonseca, B.P.A., Alves, A.L.G., Nicoletti, J.L.M., Thomassian, A., Hussni, C.A., Mikail, S. (2006). Thermography and ultrasonography in back pain diagnosis of equine athletes. *Journal of Equine Veterinary Science*, 26 (11), 507–516.
- German national equestrian federation (2003). *The principles of riding* (C. Belton, þýð.). Buckingham: Kenilworth. (Frumútgáfa 1985)
- Heck, R.W., Mc Keever, K.H., Kenneth, H., Alway, S.E., Auge, W.K., Whitehead, R., Bertone, A.L., Lombardo, J.A. (1996). Resistance training-induced increases in muscle mass and performance in ponies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28 (7), 877-883.
- Henson, F. (ritstj.) (2009). *Equine Back Pathology: Diagnosis and Treatment*. Bretland: Blackwell publishing, Ltd.
- Heuschmann, G. (2007). *Tug of war: classical versus „modern“ dressage* (R. Abelshausen, þýð.). London : J.A. Allen. (Frumútgáfa 2006)
- Junkuszew, A., Ringdorfer, F. (2005). Computer tomography and ultrasound measurement as methods for the prediction of the body composition of lambs. *Small ruminant research*, 56, 121-125.

- Kirchdorfer, A. (2009). *Ganz-Körper-Vibrationen bei Pferden: Bewertung eines neuartigen Bewegungs- und Untersuchungsstandes für Pferde* (Doktorsritgerð). Sótt 19. mars 2012 á <http://edoc.ub.uni-muenchen.de/10832/>
- Kleven H.K. (2009). *Biomechanik und Physiotherapie für Pferde*. Warendorf: FNverlag.
- Lindner A., Signorini R., Brero L., Arn E., Mazzini R., Enriquez A. (2011). Effect of Conditioning Horses Once, Twice, or Thrice a Week with High-Intensity Intermittent Exercise on V₄. *Journal of Equine Veterinary Science*, 32 (3), 153–157.
- Lindner, A., Signorini, R., Vassallo, J., Tomatis, F., Flores, F.M., Gagliano, M.E. o.fl. (2010). Reproducibility and Repeatability of Equine Muscle Thickness Measurements with Ultrasound. *Journal of Equine Veterinary Science*, 30 (11), 635–640.
- Marlin, D. & Nankervis, K. (2002). *Equine Exercise Physiology*. Oxford: Blackwell Science.
- Reece, W. O. (2009). *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. Iowa: Wiley-Blackwell.
- Rivero, J.-L. L. (2007). A Scientific Background for Skeletal Muscle Conditioning in Equine Practice. *Journal of veterinary medicine*, 54 (6), 321–332.
- Roffeis, M., Drews, U., Münch, K. (2009). *Vorhersage der Schlachtkörperqualität am lebenden Rind mittels Ultraschallmessung*. Potsdam: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MLUV).
- Rotz, A. von, Frey, R., Friess, A. E., Schatzmann, U., Meier H. P. (2002). Die sonographische Untersuchung des Pferderückens. *Pferdeheilkunde*, 18 (2), 157–163.
- Sadek, M.H., Al-Aboud, A.Z. & Ashmawy, A.A. (2006). Factor analysis of body measurements in Arabian horses. *Journal of animal breeding and genetics* 123, 369–377.
- Scheven, C. von (2010). *The Anatomy and Function of the equine thoracolumbar Longissimus dorsi muscle* (Doktorsritgerð). Sótt 14. janúar 2012 á <http://edoc.ub.uni-muenchen.de/12178/>
- Teslau, C. (2009). *Stresspunktmassage nach Jack Meagher*. Stuttgart: Müller Rüschnikon Verlag.

Ziegner, K.A. von (2002). *Elements of dressage*. Guilford: Lyons Press.

Þórarinn Eymundsson (2011). Frumtamningarferlið á Hólaskóla í grófum dráttum 2. *Eiðfaxi* (8./9.), 82-85.

Þórarinn Eymundsson, Trausti Þór Guðmundsson (2011). Frumtamningarferlið á Hólaskóla í grófum dráttum 1. *Eiðfaxi* (7), 22-25.

7. Myndaskrá

1. mynd, bls. 12. *L. dorsi, þversnið milli 10. og 11. rifbeins*. Höskuldur Jensson.
2. mynd, bls. 12. *L.dorsi, þversnið milli 17. og 18. rifbeins*. Höskuldur Jensson.
3. mynd, bls. 13. *Fremri og aftari mælistaður*. Breytt af höfundu, úr Scheven, 2010.
4. mynd, bls. 14. *Skematísk mynd af þverskurði mælistaðar*. Junkuszew & Ringdorfer, 2005.
5. mynd, bls. 27. *Skjámynd af aftari mælistað milli 17. og 18. rifbeins*. Carmen Kull.
6. mynd, bls. 16. *Samanburður sónarmælingana á langa bakvöðvanum*. Carmen Kull.

8. Töfluskrá

1. tafla, bls. 15. *Lýsandi tölfræði sónarmælinganna*. Carmen Kull.
2. tafla, bls. 16. *Lýsandi tölfræði fyrir meðalmun milli hægri og vinstri hliðar*. Carmen Kull.
3. tafla, bls. 24. *Fyrstu sónarmælingarnar (gerðar dagana 22. og 23.01.2012)*. Carmen Kull.
4. tafla, bls. 25. *Sónarmælingar númer tvö (gerðar 18.02.2012)*. Carmen Kull.
5. tafla, bls. 26. *Samanburður brjóstummálmælinganna*. Carmen Kull.

9. Viðaukar

3. tafla, fyrstu sónarmælingarnar (gerðar dagana 22. og 23.01.2012)

Nr	Fædd	HF	HF	HF	HA	HA	HA	VF	VF	VF	VA	VA	VA
1	2008	5,88	5,84	5,59	8,10	8,22	7,69	6,07	6,86	6,70	7,32	7,52	7,56
2	2007	6,54	6,17	6,13	6,45	6,17	6,21	6,04	5,72	6,00	6,08	6,08	6,04
3	2006	6,04	6,04	6,08	7,11	6,74	6,50	4,77	4,61	4,81	7,28	7,32	7,43
4	2008	6,04	6,17	6,13	8,26	8,26	7,65	6,66	6,62	7,07	7,44	7,40	7,36
5	2008	6,13	5,96	5,92	7,48	7,40	7,32	6,08	6,08	6,25	6,91	7,28	6,82
6	2008	6,99	6,78	6,91	7,69	7,60	7,60	7,52	7,60	7,69	7,15	7,07	6,95
7	2008	6,62	6,66	6,33	6,82	6,66	6,62	6,74	6,82	6,70	7,48	7,44	7,15
8	2008	6,87	6,41	6,45	7,15	6,95	6,91	7,32	7,77	7,65	6,99	7,03	6,91
9	2008	6,37	7,48	7,36	7,19	6,99	7,03	6,91	6,95	6,91	7,48	7,23	7,03
10	2008	5,22	5,34	5,88	6,78	7,03	7,15	5,55	5,59	5,48	6,66	6,82	6,78
11	2008	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
12	2007	5,88	5,75	5,63	6,87	6,74	6,82	5,69	5,96	6,17	6,70	6,78	6,58
13	2007	5,80	6,08	6,21	7,19	7,44	7,40	6,21	6,21	6,25	6,54	6,29	6,37
14	2007	6,37	6,91	6,87	7,03	7,07	7,15	7,11	6,82	6,95	7,11	6,95	7,19
15	2007	5,10	5,10	5,26	6,70	7,19	7,03	6,33	5,92	5,88	8,35	8,43	8,14
16	2008	6,18	6,33	6,54	7,65	7,60	7,48	6,17	6,33	6,29	7,81	7,93	7,81
17	2008	6,33	6,17	6,37	7,44	7,45	7,19	6,21	6,13	6,31	7,24	7,15	7,11
18	2008	6,04	6,00	5,96	7,53	7,93	7,81	6,08	6,50	6,37	7,15	7,48	7,15
19	2008	5,02	5,18	5,10	7,81	7,97	7,85	5,06	5,14	5,22	7,44	7,32	7,48
20	2008	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21	2007	7,07	6,99	7,07	7,28	7,19	7,28	6,86	7,07	6,91	6,87	7,23	7,44
22	2006	5,84	5,39	6,13	6,45	6,54	6,74	6,62	6,50	6,62	6,58	6,33	6,25
23	2007	5,80	6,49	5,96	7,36	7,28	7,44	6,62	6,21	5,76	6,86	6,66	6,50
24	2008	5,92	5,55	5,55	7,06	7,23	7,24	5,76	5,59	5,71	7,85	7,56	7,73
25	2008	6,25	6,33	6,37	7,56	7,28	7,48	6,54	6,50	6,50	6,78	7,11	6,91
26	2008	5,59	5,59	5,67	7,61	7,52	7,44	5,55	5,34	5,84	7,77	7,65	7,61
27	2008	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
28	2008	6,37	6,70	6,50	8,22	8,22	8,34	6,54	6,33	6,49	7,77	7,89	7,69
29	2007	X	X	X	7,11	7,60	7,96	6,54	6,33	6,41	7,60	7,40	7,23
30	2006	5,22	5,47	5,43	6,37	6,66	7,15	6,08	6,50	6,09	6,54	6,21	6,78
31	2008	5,76	5,46	5,92	7,11	7,15	7,03	5,71	5,55	5,30	7,69	7,40	7,40
32	2008	5,30	5,30	5,22	7,32	6,54	7,07	5,10	5,39	5,67	6,87	6,87	6,87
33	2008	5,59	5,34	5,47	7,52	7,44	7,24	5,67	5,71	5,67	7,85	7,97	8,06
34	2008	6,00	6,04	6,08	6,74	6,49	6,95	6,12	5,88	5,88	6,95	7,28	7,11
35	2007	6,00	5,84	6,35	7,15	7,19	7,44	6,66	6,13	6,12	7,36	7,32	7,28
36	2007	6,58	6,33	6,41	7,11	7,15	7,23	6,49	6,58	6,66	6,82	6,62	6,74
37	2008	6,04	6,13	6,04	7,97	7,85	7,44	6,37	6,54	6,41	7,40	7,60	7,69
38	2008	5,88	5,84	6,00	7,36	7,23	7,44	6,80	6,25	6,08	7,65	7,69	7,56

O = ekki mælt; X = mæling tókst ekki; allar tölur í sm

4. tafla, Sónarmælingar númer tvö (gerðar 18.02.2012)

Nr	Fædd	HF	HF	HF	HA	HA	HA	VF	VF	VF	VA	VA	VA
1	2008	6,58	6,78	6,29	7,19	7,81	7,77	6,54	6,82	6,91	7,73	7,81	7,52
2	2007	6,17	6,29	6,33	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	2006	7,15	6,91	7,15	7,69	7,48	7,60	7,23	7,40	7,36	7,40	7,44	7,60
4	2008	6,95	6,58	6,62	7,40	7,32	7,32	6,04	5,92	6,00	7,40	7,28	7,36
5	2008	6,33	6,12	6,29	7,32	7,32	7,44	6,21	6,21	6,29	7,60	7,36	7,48
6	2008	6,17	6,29	6,29	7,69	7,69	7,61	5,76	5,84	6,17	7,44	7,36	7,44
7	2008	X	X	X	6,49	6,62	6,62	X	X	X	7,07	7,15	7,15
8	2008	6,21	6,66	6,62	7,03	7,32	7,48	6,87	6,54	6,74	7,11	6,95	6,86
9	2008	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	2008	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	2008	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
12	2007	6,95	6,78	6,95	6,74	6,70	7,03	6,37	6,29	6,54	7,24	7,28	7,03
13	2007	7,48	7,61	7,44	6,95	6,74	6,66	X	X	X	6,74	6,78	6,95
14	2007	6,21	6,12	6,04	7,60	8,10	8,06	5,88	6,21	6,00	8,02	8,14	7,97
15	2007	X	X	X	7,03	7,07	6,95	X	X	X	7,77	7,81	7,89
16	2008	5,96	6,00	5,84	7,89	8,02	8,06	6,41	6,49	5,75	7,93	8,02	8,02
17	2008	6,66	6,66	6,78	7,69	6,99	6,99	6,99	6,95	6,87	7,36	7,32	7,24
18	2008	7,11	6,54	6,29	7,19	7,23	7,32	6,54	6,04	6,04	7,85	7,79	7,65
19	2008	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	2008	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21	2007	5,96	5,88	5,71	7,11	7,23	7,03	6,25	5,76	6,13	6,82	6,78	6,82
22	2006	7,40	7,24	7,28	6,62	6,49	6,58	7,23	7,36	7,40	7,03	7,07	7,24
23	2007	X	X	X	6,74	6,87	6,95	X	X	X	7,11	6,74	6,95
24	2008	X	X	X	6,86	6,70	6,70	7,56	7,48	7,69	7,23	7,28	7,32
25	2008	5,55	5,63	5,43	7,61	7,07	7,36	6,62	6,46	6,04	7,81	7,85	7,89
26	2008	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27	2008	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
28	2008	6,82	6,58	6,74	7,97	7,56	7,52	6,78	6,50	6,82	7,73	7,44	7,48
29	2007	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30	2006	6,13	6,17	6,17	7,36	7,19	7,32	6,17	6,33	6,29	7,40	7,15	7,11
31	2008	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
32	2008	5,06	5,59	5,47	7,44	7,40	7,52	5,80	6,21	5,88	7,40	7,36	7,24
33	2008	6,58	6,04	6,70	7,19	7,28	7,48	6,54	6,46	6,54	7,36	7,24	7,24
34	2008	5,80	5,38	5,59	6,41	6,37	6,29	5,39	5,55	5,51	6,80	6,74	6,82
35	2007	6,74	6,29	6,33	7,60	7,11	7,11	6,29	6,25	6,21	7,28	7,28	7,28
36	2007	6,78	6,58	6,45	7,65	7,77	7,61	6,37	6,37	6,41	6,86	6,99	6,86
37	2008	6,37	6,17	6,46	7,65	7,69	8,10	6,49	6,85	6,66	7,15	7,32	7,44
38	2008	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

O = ekki mælt; X = mæling tókst ekki; allar tölur í sm

5. tafla, samanburður brjóstummálmælinganna

Nr	Brjóstummál 13.01.2012	Brjóstummál 13.02.2012	Brjóstummál 31.03.2012
1	175,5	171,5	E
2	161,5	163	E
3	177	178,5	E
4	179	175,5	176
5	178	171	E
6	181	179	E
7	174,5	166	E
8	165,5	158,5	E
9	172	165,5	E
10	178	170	168
11	168,5	O	O
12	166,5	164,5	162
13	167,5	166,5	E
14	176,5	178,5	E
15	176	174,5	175
16	162,5	166	E
17	167	166	169
18	171	168,5	E
19	173	170,5	E
20	171	O	E
21	167,5	166	165
22	166,5	166,5	E
23	178,5	176	176
24	169	165,5	E
25	173	168	E
26	170,5	166	166,5
27	O	E	E
28	167,5	164	E
29	175	174,5	E
30	178,5	176,5	175
31	167,5	168,5	E
32	173,5	167	170
33	168	164,5	165
34	171,5	169	E
35	182,5	178,5	E
36	179,5	172,5	172
37	169,5	169,5	170
38	166,5	O	E

O = ekki mælt; E = hesturinn hélt ekki áfram í tanningaprógramminu; allar tölur í sm

5. mynd, Skjámynd af aftari mælistað milli 17. og 18. rifbeins

