

BS – ritgerð

Maí 2010

Stöðumat keppnishesta í Meistaradeild KS

Sigríður Bjarnadóttir



Hólaskóli – Háskólinn á Hólum
Hestafræðideild



Landbúnaðarháskóli Íslands
Agricultural University of Iceland

Auðlindadeild

BS – ritgerð

Maí 2010

Stöðumat keppnishesta í Meistaradeild KS

Sigríður Bjarnadóttir



Leiðbeinendur: Sveinn Ragnarsson
Höskuldur Jensson
Friðrik Már Sigurðsson

Hólaskóli – Háskólinn á Hólum
Hestafræðideild
Landbúnaðarháskóli Íslands
Auðlindadeild

Yfirlýsing höfundar

Hér með lýsi ég því yfir að ritgerð þessi er byggð á mínum eigin athugunum, er samin af mér og að hún hefur hvorki að hluta né í heild verið lögð fram áður til hærri prófgráðu.

Ágrip

Markmið rannsóknarinnar var að meta hvíldarhjartslátt íslenska hestsins og taka auk þess stöðumat á álagi keppnishesta í fimm keppnisgreinum Meistaradeildar KS árið 2010. Hjartsláttarmælingar fóru fram á skólahestum í hvíld. Í tengslum við keppnina fóru fram hjartsláttarmælingar í upphitun forkeppnishesta, í keppninni sjálfri, mjólkursýrumælingar í blóði eftir keppni og öndunartíðnimælingar fyrir og eftir keppni. Úrtakshestar voru valdir út frá rásröð þar sem þeim var raðað niður tilviljanakennt.

Hjartsláttargildi íslenska hestsins í hvíld var 39 slög á mínútu, til samræmis við áður fengnar niðurstöður, 30-40 slög á mínútu. Mikil breidd var í gagnasafninu á mældum gildum. Ekki fundust nein aldursáhrif. Meira álag var á sprettgreininum smala og skeiði sem kom fram í háum gildum meðalhjartsláttar í keppni og háum gildum mjólkursýrumagns í blóði. Öndunartíðni eftir keppni var lægst í þessum greinum. Forkeppni gaf hærri hjartsláttargildi en úrslitakeppni, hún var styttri og snarpari. Við greiningu á mismunandi gangtegundum í keppni gaf fet lægstan meðalhjartslátt og skeiðið hæstan þó bilið milli þess og hinna gangtegundanna væri ekki mikið. Frekari greining á tölti í töltkeppni gaf há hjartsláttargildi á yfirferðinni, 191 slag á mínútu að meðaltali.

Marktækt samhengi fékkst milli mjólkursýru við bæði hjartslátt í keppni og öndunartíðni eftir keppni. Hærri hjartsláttur fór saman með hærri mjólkursýrugildum. Samhliða háum mjólkursýrugildum fór lægri öndunartíðni eftir keppni.

Mjólkursýrugildi sýndu að hestar voru að meðaltali að vinna yfir mjólkursýruþröskuldinum sem er 4 mmól/l. Há gildi hjartsláttar og mjólkursýru gáfu til kynna að átök voru í gangi hjá hestunum og loftfirrða kerfið var virkjað til að koma á móts erfiðið.

Lykilorð: Íslenski hesturinn, hjartsláttur, mjólkursýra, öndunartíðni, keppni.

Þakkir og tileinkun

Forsvarsmenn KS deildarinnar fá þakkir fyrir að taka vel þeirri hugmynd að mæla ýmis líffræðileg gildi hesta sem mættu til keppni þar. Þá fá allir knapar kærar þakkir fyrir þátttökuna, jákvæð viðbrögð og þá lipurð og sveigjanleika sem þeir sýndu svo að af mælingum gæti orðið – án þess hefði ekkert orðið úr verkinu! Aðstoðarfólk við mælingar á vettvangi, Brynjar, Friðrik, Höskuldur og Kolbrún, bestu þakkir fyrir veitta aðstoð. Leiðbeinendurnir Sveinn, Friðrik og Höskuldur, takk fyrir góð og heillavænleg ráð á leiðinni, bæði við framkvæmd rannsóknarinnar og skrif ritgerðarinnar.

Brynjar og börnin fjögur, Freyr, Fjölnir, Kolbrá og Kristín, takk fyrir að taka þátt í ævintýrinu, án ykkar umburðarlyndis í blíðu og stríðu hefði þetta ekki gengið. Fjölskylda og vinir, takk fyrir að sjá um börn, skepnur og bú þegar á þurfti að halda. Kærar þakkir til allra fyrir að gera námsdvölinu að veruleika!

Efnisyfirlit

Ágrip.....	2
Þakkir og tileinkun	4
Efnisyfirlit	5
1. Inngangur	6
1.1. Efna-, eðlis- og líffræði	6
1.2. Hreyfi- og þjálfunarfræði	8
1.3. Íslenskar rannsóknir	11
1.4. Erlendar rannsóknir	12
1.5. Eigin rannsókn.....	13
2. Efni og aðferðir	15
2.1. Efniviður.....	15
2.1.1 Hvíld.....	15
2.1.2 Keppni	15
2.2. Gagnasöfnun.....	16
2.2.1 Aðstæður	16
2.2.2 Hjartsláttur.....	17
2.2.3 Mjólkursýra í blóði.....	17
2.2.4 Aðrar mælingar	18
2.3. Skráning gagna.....	18
2.3.1 Gagnalestur.....	18
2.3.2 Skólahestamælingar	19
2.3.3 Fjörgangur	19
2.3.4 Tölt	19
2.3.5 Fimmgangur	19
2.3.6 Smali og skeið	19
2.4. Úrvinnsla gagna.....	20
3. Niðurstöður.....	21
3.1.1 Hjartsláttur í hvíld	21
3.1.2 KS-deildin, umhverfið.....	22
3.1.3 KS-deildin, allt gagnasafnið	22
3.1.4 Tengls milli breyta	30
4. Umræða.....	32
4.1. Hjartsláttur í hvíld	32
4.2. KS-deildar mælingar	33
4.2.1 Umhverfið	33
4.2.2 Upphitunargögn.....	33
4.2.3 Keppniskvöldin fjögur.....	35
4.2.4 Forkeppni, B-úrslit og A-úrslit.....	38
4.2.5 Áhrif kyns og aldurs	41
4.2.6 Áhrif gangtegunda.....	42
4.2.7 Samhengi milli breyta	43
4.2.8 Hvar liggur hjartsláttur íslenska hestsins í keppni ?.....	44
5. Ályktanir.....	46
6. Heimildaskrá	48
1. Viðaukar - skráningareyðublöð	51
2. Viðaukar – samantekt ýmissa rannsókna á hjartslætti	54

1. Inngangur

Þjálfunarlífeðlisfræði er þverfagleg grein sem snertir efna-, eðlis- og líffræði ásamt hreyfi- og þjálfunarfræði. Rannsóknir á álagi og þjálfunarlífeðlisfræði hesta er ætlað að auka þekkingu og hjálpa til við að skilja þarfir, getu og takmörk þeirra.

Erlendis hafa rannsóknir tengdar afkastagetu hestsins verið stundaðar um nokkurt skeið, sérstaklega á hestum undir miklu álagi, s.s. kappreiðahestum. Hérlandis hafa fáar rannsóknir tengst þjálfunarlífeðlisfræðinni og lítið sem ekkert vitað um grunnildi t.d. hjartsláttar og mjólkursýru og engar upplýsingar til um álag á íslenska hesta. Með þessu verkefni er lagt lóð á þær vogarskálar með mati á álagi keppnishesta í fimm keppnisgreinum Meistaradeildar KS (KS deildin) sem haldin var fyrri part árs 2010 í reiðhöllinni Svaðastöðum við Sauðárkrók.

Öll þekking á þessu sviði hjálpar til við að þjálfra hestinn skynsamlega til að hann standist þær kröfur sem við ætlum honum hverju sinni.

1.1. Efna-, eðlis- og líffræði

Hestur er í raun líffræðilega hannaður til að fást við álag sem byggir á hraða og úthaldi. Ræktun mismunandi hestakynja hefur lagt mismikla áherslu á þessi tvö atriði og á sinn þátt í að skilja á milli hestakynja heimsins.

Grunnurinn að hreyfingu er vöðvasamdráttur og til þess þurfa vöðvarnir orku. Orkan byggir á eldsneyti úr fæðunni í formi kolvetna, próteina og fitu. Efnin fara í gegnum mismunandi niðurbrotsferli sem á ákveðnum stað í ferlinu mynda afurðina acetyl kóensímA (acetyl-CoA) sem gengur inn í sítrónusýruhringinn. Þar á sér stað umbreyting efna, lokaafurðin er koltvísýringur og vatn en afurðir úr hinum ýmsu efnahvörfum sítrónusýruhringsins taka þátt í áframhaldandi efnahvörfum og mynda orkugjafann adenosine trífosfat (ATP) sé nægt súrefni til staðar (Alberts o.fl, 2008; Hein, Best, Pattions & Arena, 2005). Með þessum hætti næst hámarksnýting næringarefnanna til myndunar á ATP sem er meðal annars nýtt til vinnu (hreyfing), hitamyndunar og við uppbyggingu á stoðkerfi líkamans (Hinchcliff, Geor & Kaneps, 2008).

Það orkumagn sem ekki nýtist strax geymir líkaminn í orkubirgðum í formi líkamsfitu, glýkógens í lifur, kreatín fosfati (CP) í vöðvaþráðum og ATP í vöðvum. Við nýtingu þurfa

fyrir nefndu orkubirgðirnar að umbreytast yfir í ATP. Að öllu jöfnu er orkan unnin úr glýkógeni sem er til staðar í vöðvanum og glúkósa sem flyst til vöðvans með blóðinu. Við mikil átök og þörf fyrir skjótfengna orku losnar CP úr vöðvaþráðum viðkomandi vöðva og tekur þátt í myndun ATP. Það stendur stutt yfir og birgðirnar þverra á fáeinum sekúndum (Hinchcliff o.fl., 2008). Þegar á þarf að halda brotnar líkamsfítan niður í glýkógen og fríar fítusýrur sem umbreytast í acetyl-CoA en glýkógenið í pýróprúgusýru. Hún efnahverfist áfram í acetyl-CoA sé súrefni til staðar. Myndun ATP þegar súrefni er til staðar kallast loftháð öndun (Alberts o.fl., 2008; Hein o.fl., 2005). Kerfið er alls ráðandi þegar vinnuálag er minna og samfelld yfir lengri tíma þannig að súrefnisflutningur til vöðvanna skilar sér óhindrað (Hinchcliff o.fl., 2008). Sé ekki nægt súrefni til staðar verður ferlið með öðrum hætti. Pýróprúgusýran frá glýkógeni umbreytist í mjólkursýru, orkan sem myndast þegar súrefni er ekki til staðar kallast loftfirrð öndun. Um er að ræða miklu verri nýtingu til orkumyndunar í samanburði við loftháða kerfið. Einungis 3 sameindir ATP fást með þessum hætti úr glúkósanum á móti 39 sameindum af ATP um loftháða kerfið. (Alberts o.fl., 2008; Hein o.fl., 2005). Virkni loftfirra kerfisins fer af stað þegar vinnuálagið er mikið yfir stuttan tíma því flutningur súrefnis til vöðvanna dugur þeim ekki til að starfa loftháð. Þessar birgðir geta klárast við hámarksafköst á fáeinum sekúndum (Hinchcliff o.fl., 2008). Starfsemi loftháða og loftfirra kerfisins getur á ákveðnu tímabili farið fram samtímis en hvenær það loftfirra yfirtekur það loftháða er háð vinnuálagi og tíma framkvæmdrar vinnu. Loftfirrð myndun ATP verður til þess að mjólkursýra hleðst upp í vöðvum hestsins en hann hefur mikið þol gagnvart henni. Í miklu magni getur hún haft hamlandi áhrif á vöðvastarfsemina (Hinchcliff o.fl., 2008). Miðað er við styrkleika sem nemur 4 mmól/l í blóði, svo kallaður mjólkursýruþröskuldur, þegar kerfið ræður ekki við að losa alla mjólkursýruna úr vinnandi vöðvanum og stigvaxandi framleiðsla mjólkursýrunnar á sér stað (Alberts o.fl., 2008). Viðmiðið þegar mjólkursýruþröskuldi er náð er gjarnan mælt í þeim hraða sem þarf til svo mjólkursýrumagnið í blóði fari í 4 mmól/l, V_{LA4} (Hinchcliff o.fl., 2008).

Hesturinn er með stórt og öflugt hjarta sem vegur um 1% af líkamspýngdinni á meðan mannhjartað vegur 0,5% af líkamspýngd. Lungun eru stór og ráða við mikla upptöku súrefnis auk þess sem miltað geymir varaforða rauðra blóðkorna og kemur þeim inn í kerfið við átök (jafnvel við skyndilega hræðslu) en rauðu blóðkornin hjálpa til við súrefnisflutning. Þá er getan mikil til loftháðrar ATP myndunar auk loftfirðrar myndunar einnig en ATP er eini nýtanlegi orkugjafi vöðvahreyfinganna. Allar hreyfingar hestsins nýta þessa orku vel og sú góða fjöðrun sem er til staðar í stoðkerfinu sparar hana. Aukin vinna veldur mikilli

hitamyndun í vöðvunum sem þarf að dempa. Hesturinn þolir vel háan hita, hann svitnar mjög mikið við átök og hefur mikla getu til kælingar með svitamyndun (Hinchcliff o.fl., 2008).

Erfðir hestsins hafa áhrif á útkomuna sem verður aldrei betri en það sem erfðirnar leggja grunninn að. Samspil allra þáttanna; hjarta- og æðakerfis, öndunarfæra og súrefnisflutnings um líkamann ásamt vöðvunum sjálfum (gerð og þol) ræður getu hvers hests við þær aðstæður sem honum er komið í hverju sinni (Hinchcliff o.fl., 2008).

1.2. Hreyfi- og þjálfunarfræði

Öll ytri umgjörð hestsins hefur áhrif á getu hans til ætlaðra verka, svo sem umhverfis- og uppeldisaðstæður, fóðrun og þjálfun. Í uppeldinu er mikilvægt að hesturinn nái að þroskast eðlilega og að aðbúnaður allur sé hinn ákjósanlegasti. Lélegur aðbúnaður og vanfóðrun skila sér fljótt í afkastaminni grip. Fóðra verður hestinn í samræmi við þarfir, annars vegar til viðhalds og hins vegar til þeirrar vinnu sem krafist er af honum. Orkuþarfirnar til vinnu byggja á orkunotkuninni sem endurspeglast í tímalengd vinnunnar, hraða við vinnuna, gerð yfirborðsins sem unnið er á og halla þess. Þá koma til áhrifa fleiri þættir eins og hindranahæð, söfnun hestsins við vinnuna og þungi sem hann ber eða dregur eftir því sem við á hverju sinni (NRC, 2007).

Ýmsar mælingar hafa verið notaðar til að leggja mat á afkastagetu hesta. Mælingar hafa farið fram á hjartslætti, súrefnisupptöku (þar fléttast inn rúmmál og öndunartíðni, loftskipti í lungnablöðrum, súrefnisdreifing um himnur í lungum, hemóglóbínflutningar, blóðflæði til vöðva, dreifing blóðflæðis til starfandi vöðva og útbreiðsla súrefnis til vöðvafruma), mjólkursýrumagni í blóði eða blóðvökva, hraðamælingum (tengdar hjartslætti eða mjólkursýrumagni), styrkleika keratín kínasa (CK) og rúmmáli rauðra blóðkorna (Williams, Chandler & Marlin 2009; Evans, 2007; Gondim, Zoppi, Pereira-da-Silva & deMacedo, 2007; Daive & Evans, 2000; Couroucé, Chatard & Auvinet, 1997; Krzywanek, Wittke, Bayer & Boman, 1970). Samhengi þessara breyta hefur verið rannsakað og reynt að finna sem auðveldustu mæliaðferðina sem útskýrir mest getu eða vinnuálag hestsins (Hinchcliff o.fl., 2008; Leleu, Cotrel & Courouce-Malblanc, 2005; Munõz, Santisteban o.fl., 1999; Persson, 1997; White o.fl., 1995a; White, Williamson, Maykuth, Cole & Andrews, 1995b; Evans, Harris & Snow, 1993; Asheim, Knudsen, Lindholm, Rülcker & Saltin, 1970). Þá hefur verið

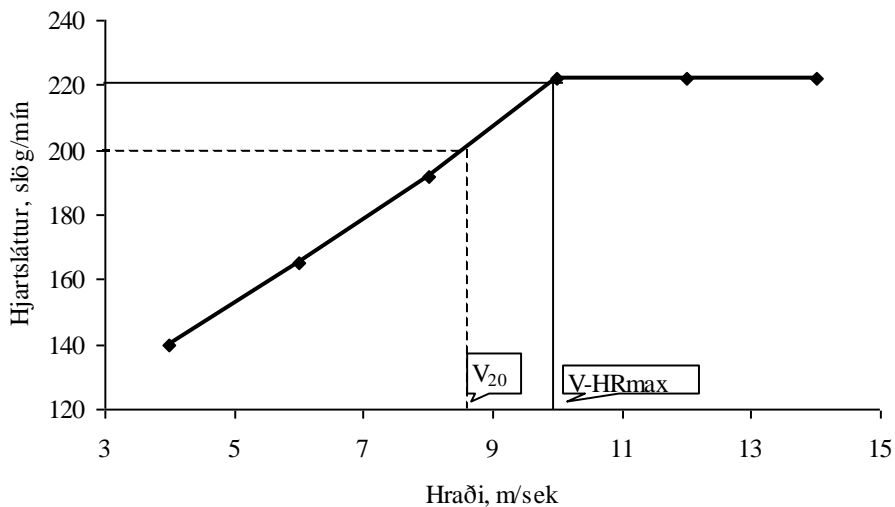
kannað samhengi mælinga við tímasetningu þeirra á sólarhringnum (Piccione, Giannetto, Assenza, Casella & Caola, 2009).

Súrefnisnotkun hests við vinnu er gjarnan mæld og notuð til að fá mat á sjálfa orkueyðsluna (Hinchcliff o.fl. 2008; NRC 2007). Ýmsar breytur sem auðveldara hefur verið að mæla hafa verið nýttar svo hægt sé að leggja mat á súrefnisnotkunina, til dæmis vinnuhraði. Tilraunir sýna samband milli þessara þátta, ýmist línulegt eða ekki línulegt – háð því við hvaða aðstæður athuganirnar eru framkvæmdar og ástand viðkomandi hests (Hinchcliff o.fl., 2008; Katz, Baly, Roeder, Kingston & Hines, 2000; Munõz, Riber o.fl., 1999; Couroucé, 1999). Erfitt er að segja nákvæmlega til um súrefnisnotkun einstaklings út frá hraða en þó má ætla að súrefnisnotkun – og þar með orkunotkun – aukist að öllu jöfnu með auknum hraða (NRC, 2007).

Tíðni hjartsláttar við vinnu hefur oft verið notuð til að meta súrefnisupptöku enda sterkt, línulegt samband þeirra á milli (Gondim o.fl., 2007; Munõz, Santisteban o.fl., 1999). Hafa skal í huga að sé hestur spenntur hækkar hjartslátturinn og getur því valdið ofmati á erfiðinu (Hamlin, Klepinger, Gilpin & Harkness, 1991). Mjólkursýrumælingar og tengsl þeirra við vinnuna eru líka algengar (Daive & Evans 2000; Schuback & Essén-Gustavsson, 1998; Couroucé o.fl., 1997; Harris, Marlin, Snow & Harkness, 1991). Með því að tengja bæði hjartslátt og mjólkursýrumagn við vinnuhraðann má fá fram tölugildi sem auðvelda samanburð milli einstaklinga og mat á ástandi einstaklings yfir tímabil. Línulegt samband breytanna við hraðann gera þetta mögulegt. Gjarnan er horft til hraðans sem er við 200 slög á mínútu, V_{200} , og þess hraða sem er við mjólkursýruþröskuldinn, V_{LA4} . Hægt er að meta hámarkshjartslátt, HR_{max} , og hraða þegar honum er náð en auðveldara fyrir bæði framkvæmd mælinga og hest að miða við V_{200} (Hinchcliff o.fl., 2008; Gondim o.fl., 2007; Persson, 1997; Evans o.fl., 1993). Hjartsláttar- og mjólkursýrumælingar eru notaðar til grundvallar um ástandsmat og getu hests, gjarnan tengt hraðanum sem unnið er við í útfærslu æfingarinnar.

Aukin tækni hefur þróað nýjar mæliaðferðir sem hjálpa til við mat á getu hestsins. Nýlegar rannsóknir sýna fram á mögulega notkun speglunartæki til að sjá hvað gerist í efri hluta öndunarvegar í hesti við áreynslu (Desmaizieres, Plainfosse, Michel & Tamzali, 2009; Pollock o.fl. 2009). Tæknina má nota ýmist á hlaupabretti eða úti á víðavangi með eða án knapa. Með spegluninni má sjá hvað raunverulega gerist í efri hluta öndunarvegarins við áreynsluna sem í kjölfarið er hægt að tengja við aðrar breytur (Pollock o.fl., 2009).

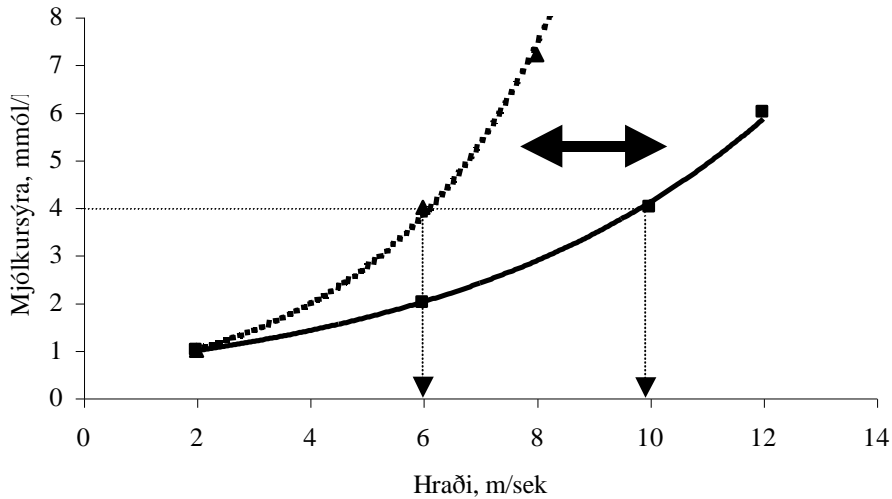
Með þjálfun er unnið að því að auka hæfni einstaklingsins annars vegar til að útvega súrefni, dreifa því um líkamann og fullnýta þannig fengna orku til vinnu, og hins vegar til að vinna tímabundið án súrefnis. Hið stóra hjarta hestsins skilar miklum afköstum og eykur slagrymd og tíðni með aukinni þjálfun. Hjartsláttartíðnin fer úr hvíld sem er 25-40 slög á mínútu upp í 190-225 slög á mínútu, háð kynjum, kyni, aldri og einstaklingi auk þjálfunarstigs og upphitunar (Barker & Warren-Smith, 2009; Williams o.fl., 2009; Hinchcliff o.fl., 2008; Couroucé, 1999; Munõz o.fl., 1999; Persson, 1997; White o.fl., 1995a; White o.fl., 1995b; Evans o.fl., 1993; Asheim o.fl., 1970; Krzywanek o.fl., 1970). Með aukinni þörf fyrir súrefni eykst jafnframt öndunartíðnin (Hinchcliff o.fl., 2008; McCall, 1999). Aukin þjálfun bætir súrefnisflutning og –upptöku og hesturinn getur framkvæmt meiri vinnu við sama hjartslátt, V_{200} hækkar eins og mynd 1 sýnir glögg. Þar sést línulegt samband hjartsláttar og hraða (álags). Hjartsláttur hækkar með auknum hraða (álagi) þar til hámarkshjartslætti er náð, HR_{max} , línan verður lárétt. Þjálfunin eykur það álag sem hægt er að bæta á hestinn áður hámarkshjartsláttur næst.



Mynd 1. Samband hraða og hjartsláttar. V_{200} er sá hraði sem næst við 200 slaga hjartslátt á mínútu, $V-HR_{max}$ er sá hraði sem næst við hæstan hjartslátt (myndin byggir á gögnum frá Hinchcliff o.fl., 2008 og Couroucé, 1999).

Þjálfunin hefur líka áhrif á hraða sem næst við mjólkursýruþröskuldinn, V_{LA4} , þegar einstaklingurinn þarf að fara að treysta meira á loftfirrða kerfið. Með aukinni þjálfun ræður einstaklingurinn betur við uppsöfnun mjólkursýru og vinnur hraðar úr henni. Fyrir vikið getur viðkomandi einstaklingur unnið á meiri hraða við mjólkursýruþröskuldinn. Þolið eykst og

V_{LA4} hækkar (Hinchcliff o.fl., 2008; Daive & Evans, 2000; Couroucé o.fl., 1999; Persson 1967). Samhengið og hvað þjálfunin gerir sést greinilega á mynd 2 .



Mynd 2. Samband hraða og mjólkursýrumagns í blóði eftir æfingu ásamt þjálfunaráhrifum (myndin byggir á gögnum frá Hinchcliff o.fl., 2008 og Couroucé, 1999).

Á myndinni má sjá að ferillinn (brotna línan) flyst til við þjálfunina með þeim hætti að hestur við mjólkursýruþröskuldinn fer hraðar með aukinni þjálfun (heila línan), V_{LA4} fer úr 6 metrum á sekúndu upp í 10 metra á sekúndu.

Mikilvægt er að uppbygging þjálfunar sé markviss og raunhæf. Líkaminn er flókið fyrirbæri og mislangan tíma tekur að ná settum markmiðum og erfitt er að samræma öll kerfi (hjarta- og æðakerfi, lungu, stoðkerfi) með þeim hætti að þau vinni á hámarksafköstum samtímis. Sé farið yfir mörkin getur það haft alvarlegar og skaðlegar afleiðingar og ekki víst að fyrri geta náist nokkurn tímann aftur. Ekki skal krefjast hámarksafkasta nema tímabundið og veita næga hvíld þess á milli (Eto et.al. 2004; Hinchcliff et.al. 2008).

1.3. Íslenskar rannsóknir

Árið 1993 fór fram rannsókn á hjartslætti fjögurra vetra tryppa sem fóru í gegnum frumtamningaferli og var þeim fylgt eftir í tíu vikur (Þórir M. Lárusson, 1996). Fimm tryppi voru valin og þremur þeirra fylgt eftir með hjartsláttarmælingum og skráningum um hvað þau gerðu hverju sinni alla daga þegar verið var að eiga við þau. Hjartsláttarmælirinn var settur á

Þau inni í eigin stíu 2-10 mínútum áður en lagt var á/þau tekin til æfinga og hann hafður í 10 mínútur á þeim eftir æfingu hvers dags.

Við upphaf og lok rannsóknarinnar fóru tryppin fimm í gegnum sama próf og höfðu bætt þann tíma sem tók að fara í gegnum prófið auk þess að hafa minni hjartsláttartíðni við seinni útfærsluna. Hjartsláttur á stökki var í upphafi að meðaltali 147 slög á mínútu en fór niður í 126 slög á mínútu í sama prófi eftir 10 vikna þjálfun. Hvíldarhjartslátturinn mældist 34-41 slög á mínútu. Talið er að hjartsláttur hjá rólegum, fullorðnum hesti sé 30-40 slög á mínútu (Helgi Sigurðsson, 1989; Höskuldur Jensson, dýralæknir, munnlegar heimildir, 2010).

Ekki eru til rannsóknir á öndunartíðni íslenska hestsins. Helgi Sigurðsson (1989) telur eðlilega öndunartíðni í hvíld vera 10-16 sinnum á mínútu. Hann bendir á að mikill breytileiki geti verið á tíðninni og hærri tíðni, allt upp í 42 sinnum á mínútu, í hvíld sé ekki eitt og sér merki um óeðlilegt ástand hests. Höskuldur Jensson dýralæknir (munnlegar heimildir, 2010) telur öndunartíðni íslenskra hesta í hvíld vera á þessu bili, 10-16 sinnum á mínútu, út frá eigin athugunum í starfi.

1.4. Erlendar rannsóknir

Margar rannsóknir hafa verið framkvæmdar og tengjast því með hvaða hætti er best að spá fyrir um afkastagetu hestsins. Persson (1967) bendir á að í lok 19. aldar hafi Zunts (1896) rannsakað súrefnisflæði hjá hestum í hvíld og vinnu og í kringum 1930 hafi áherslan verið á blóðrannsóknir (blóðsykur, mjólkursýru o.fl.). Þá nefnir hann rannsóknir Patrushev (1939) sem skoðaði tengsl getu við lífeðlisfræðilega þætti, s.s. hjartsláttartíðni. Heimildir gefa til kynna að aukin áhersla á þjálfunarfræðirannsóknir hafi byrjað á 7. áratug síðustu aldar og verið bundnar við veðhlaupahestakyn eins og Thoroughbred og Standardbred (Asheim o.fl., 1970; Krzywanek, 1970; Persson, 1967).

Aukinn áhugi á hestahaldi hvers konar hefur fært þekkingu um getumat veðhlaupahesta yfir á fleiri hestakyn, s.s. hlýðnihesta (Williams o.fl., 2009), Andalúsíu og Anglo-arabíska hesta (Munõz o.fl., 1999) og þolreiðarhesta (White o.fl., 1995a).

Tækjabúnaður til prófana á meðan á æfingu stendur var upphaflega bundinn við hlaupabretti en þróun hans hefur nú færst yfir í að fylgja hestinum eftir við raunverulegri aðstæður og á það bæði við um útiþjálfun hvers konar ásamt keppni (Evans, 2007; Gondim o.fl., 2007; Davie & Evans, 2000; Couroucé o.fl., 1997). Hlaupabrettin hafa þann kost að mögulegt er að staðla umhverfisaðstæður við rannsóknir (Evans, 2007; Persson, 1997). Aðstæður á hlaupa- eða keppnisbrautum hafa þann kost umfram hlaupabrettin að þær eru við raunverulegar aðstæður (Wilson o.fl., 1995b).

Útbúin hafa verið hin ýmsu þolpróf til að meta ástand, þjálfun, mismun á milli hesta og ekki síst að ná fram ef undirliggjandi sjúkdómar eru til staðar. Þolpróf, hvort heldur sem þau eru framkvæmd á hlaupabrettum eða ákveðnum brautum/leiðum utandyra eru gerð til að svara ákveðnum spurningum:

- Er þjálfun að skila árangri ?
- Er hesturinn tilbúinn fyrir næsta verkefni ?
- Hver er geta þessa hests miðað við hina (hinn) ?
- Á hestur í lélegu/slöku keppnisformi meira inni ?
- Getur þolprófið hjálpað til við áframhaldandi þjálfun ?
- Er óeðlilega þollítill hestur haldinn sjúkdómi (einhverjar vísbendingar um hjarta-, æða- eða öndunarsjúkdóma sem takmarka eðlisgetuna (Hinchcliff o.fl., 2008) ?

Þá hafa þau verið notuð til nokkurs konar forvals á hestum til keppni í veðhlaupaheiminum (Barker & Warren-Smith, 2009; Hinchcliff o.fl., 2008; Leleu o.fl., 2005; Couroucé 1999; Evans o.fl., 1993).

1.5. Eigin rannsókn

Aukin hestaeign Íslendinga og í kjölfarið almennur áhugi á ræktun, útreiðum og þátttöku í mismunandi keppnum kallar á frekari rannsóknir og fræðslu um hestahald og hirðingu. Þá eru uppi raddir um að kröfur í hörðum keppnum gangi mjög nærri hestinum, sérstaklega þeim yngri. Ekki er vitað um álag á keppnishesta í sýningu en stöðumat í keppni gefur hugmynd um það álag sem hestarnir verða fyrir við þær aðstæður.

Markmið þessarar rannsóknar er að stuðla að aukinni vitund um grunnildi íslenska hestsins. Það er gert með því að mæla hjartslátt hjá hestum í hvíld og meta álag keppnishesta í KS deildinni út frá hjartslætti, mjólkursýru og öndunartíðni. Því verður leitast við að svara eftirfarandi spurningum:

- Hver eru grunnhjartsláttargildi íslenska hestsins ?
- Hver er staða keppnishesta í KS-deildinni 2010 út frá:
 - Er munur á álagi eftir því hvaða keppni er í gangi ?
 - Er munur á álagi eftir því hvort um forkeppni, B- eða A-úrslit sé að ræða innan sömu keppni ?
 - Er munur á álagi eftir kyni keppnishests ?
 - Er munur á álagi eftir gangtegundum innan og milli keppna ?
 - Gætir áhrif aldurs á einhvern hátt ?
 - Hvert er sambandi hjartsláttar (hámarks, lágmarks og meðal), mjólkursýrumagns í blóði, öndunar fyrir og eftir keppni, upphitunar og tímalengd keppni ?
- Eru fundin gildi í samræmi við gildi erlendra hestakynja ?

2. Efni og aðferðir

2.1. Efniviður

2.1.1 Hvíld

Hjartsláttarmælingar fóru fram á 24 skólahestum Hólaskóla – Háskólans á Hólum 21. og 26. apríl 2010. Um var að ræða 12 hryssur og 12 geldinga sem spanna aldursbilið frá 7 upp í 22 vetra, meðalaldurinn 12,8 ár (Bændasamtök Íslands, 2010). Hestarnir voru teknir inn í ágúst 2009 og hafa verið notaðir af nemendum frá því í september sama ár í léttri til meðalerfiðri vinnu (sjaldan erfiðri), 3-5 sinnum í viku.

2.1.2 Keppni

KS deildar mælingarnar fóru fram á fjórum keppniskvöldum; 17. febrúar í fjórgangi, 3. mars í tölti, 17. mars í fimmgangi og 7. apríl 2010 í smala og skeiði. Þátttakendur voru 18 í keppninni og var rásröð látin ráða úrtaki hesta í forkeppninni. Rásröð var tilviljanakennd og röðun keppnishesta birt 3 sólarhringum fyrir keppni. Hestar með rásnúmer 1, 2, 9, 10, 17 og 18 lentu með þessum hætti í tilviljanakenndu úrtaki rannsóknarinnar. Ef knapi vildi ekki taka þátt með sinn hest var næsti hestur í röðinni tekinn inn í úrtakið. Í úrslitum voru hestar númer 1, 3 og 5 inn í hver úrslit í úrtaki, bæði í A og B úrslitum.

Með þessu fyrirkomulagi var lagt upp með að ná mælingum á 12 hestum á hverju keppniskvöldi; 6 hestum í forkeppni, 3 í B-úrslitum og 3 í A-úrslitum – ekki ólíklegt að einhver hestur næðist með fleiri mælingar sama kvöldið. Síðasta kvöldið var frábrugðið hinum. Í smalanum voru riðin ein úrslit og náðust 3 hestar í þeim úrslitum. Í skeiðinu voru 3 hestar mældir; fyrsti, sá í miðjunni og sá síðasti í rásröð. Miðað var við að setja mælinn á fyrir upphitun hestsins fyrir keppnina.

Mælingarnar urðu 46 á 35 hestum á aldrinum 6 til 16 vetra, meðalaldur þeirra var 9,1 ár (Bændasamtök Íslands, 2010). Einn hestur mætti þrjú keppniskvöld og tveir aðrir tvö keppniskvöld. Fimm hestar mældust tvisvar sama keppniskvöldið og einn náðist þrisvar sama keppniskvöldið.

2.2. Gagnasöfnun

2.2.1 Aðstaður

Haft var samband við forsvarsmenn KS deildar um að fá að taka stöðu keppnishesta deildarinnar árið 2010. Í kjölfarið fékkst listi með þátttakendunum og var sent bréf til þeirra með upplýsingum um verkefnið. Að því búnu var haft samband við alla knapana, ýmist símleiðis eða þeir heimsóttir þar sem farið var yfir mælitæknina og þeim sýndur hjartsláttarmælirinn. Í einhverjum tilvikum var mælirinn prófaður á hesti heima fyrir. Fullrar þagmælsku var heitið og ekki á að vera hægt að rekja gögnin til einstakra hesta. Lagt var upp með að vera sem minnst fyrir og láta ekki mælingarnar á neinn hátt trufla keppnina.

Keppnissvæði deildarinnar er 70 x 27 metrar og undirlagið leir- og mölblanda blandað saman við unninn skeljasand (Eypór Jónasson, framkvæmdastjóri stjórnar Flugu, hlutafélags Svaðastaða, munnlegar heimildir, 2010). Upphitunarsvæðið er á malarbraut sem liggur í vestur-austur frá reiðhöllinni auk malarborins hlaðs sem er umhverfis allt húsið. Í flestum tilvikum komu knapar með hestana inn í austurenda reiðhallarinnar (biðsvæði við keppnissvæðið) svo hægt væri að setja hjartsláttarmælinn á fyrir upphitun. Farið var í hesthús til þeirra knapa sem þess óskuðu til að setja hjartsláttarmælinn á hestana. Haft var til hliðsjónar að vera með tvo mæla í gangi í forkeppninni en bæta þeim þriðja við í úrslitum.

Búið var að hafa samband við alla knapa áður en keppnin hófst auk þess sem farið var með kynningu á verkefninu á knapafund fyrir fyrstu keppnina. Þá höfðu níu knapar prófað búnaðinn, þrír séð hann og farið yfir festingar, fimm samþykkir án þess að hafa séð hann og einn ætlaði að hugsa málið. Á knapafundinum var ítrekað við knapana að þeir sem lentu í oddatölusætum í úrslitum yrðu í úrtaki. Fyrir hvert keppniskvöld var búið að hafa samband við alla knapa sem lentu í úrtaki forkeppinnar.

Skólahestarnir voru í einstaklingsstíum á sama gangi í hesthúsinu Brúnastöðum (norðausturhluti). Mælingarnar fóru fram þegar ró var komin á hestana eftir kvöldgjafir. Mælingar hófust bæði kvöldin klukkan 19:00, þeim lauk klukkan 21:00 fyrra kvöldið og klukkan 22:30 seinna kvöldið. Farið var inn í stíu til hvers hests, mælirinn settur á og farið burtu úr hesthúsinu. Mælirinn var tekinn af hestinum eftir 5-15 mínútur, háð hversu rólegir/órólegir þeir voru þegar mælirinn var settur á þá. Að meðaltali var mælirinn 8,7 mínútur á hverjum hesti.

2.2.2 Hjartsláttur

Hjartsláttur hestanna var mældur með hjartsláttarmæli sem er sérhannaður fyrir hesta (Polar Equine RS800CX, framleiðandi Polar Electro Oy, HQ, Finnlandi) og nemur hjartsláttinn með 5 sekúndna millibili. Tveir slíkir mælar voru notaðir við mælingarnar ásamt eldri gerð mælis, (Polar Equine RS800 CS Science, framleiðandi Polar Electro Oy, HQ, Finnlandi). Fengin gögn eftir hverja mælingu voru geymd í móttökutæki (armbandsúr).

Til að vera viss um að hjartsláttarmælirinn næði mælingum voru hestarnir bleyttir með vatnsvættum svampi þar sem nemar mælisins (nema rafboð hjartans) fóru á hestana; aftan við bógblað hægra megin og rétt neðan við háhrygginn (fór undir hnakknefið þeim megin) og vinstra megin aftan við olnboga til hliðar á kviðinn (fór undir gjörðina þeim megin). Auk þess var þunnu lagi af geli smurt á nemana þeim megin sem þeir voru lagðir að hestinum. Gelið var notað sem leiðnigel til að tryggja stöðuga hjartsláttarmælingu hests allan tíma sem mælirinn var á honum. Á teygju milli nemanna er áfastur kubbur sem móttækur boðin. Kubburinn og slök teygjan voru vafin upp og fest vinstra megin á hnakkbólu með einangrunarbandi. Í fáeinum tilvikum voru þau fest í ólar undir hnakkklafið vinstra megin. Eldri mælirinn er með innbyggða nema og móttaka á teygjugjörð sem smellt er á hestinn og hnakkur ekki nauðsynlegur til að festa mælirinn. Úr sem móttækur og geymir gögn hverrar mælingar var ýmist í vösum knapa eða á handlegg þeirra. Læsing var á því á meðan gagnasöfnun stóð yfir.

2.2.3 Mjólkursýra í blóði

Að lokinni keppni tók dýralæknir blóðsýni úr hálsæð hestsins, 0,3-0,5 ml sýni. Hálf til tvær mínútur liðu frá keppni þar til blóðsýni var tekið. Mjólkursýra í blóðinu var mæld með tæplega lófastórum Lactate Pro mæli (©Arkay Factory Inc.2003). Strimli (©Lactate Pro™ Test Strip F5, framleiðandi ©Arkay Factory Inc.2005) var stungið inn í mælinn og blóðsýni sett á þann enda strimilsins sem stóð út úr. Mælirinn nam þegar blóðsýnið kom í strimilinn og tók 60 sekúndur að fá niðurstöðurnar. Þessi tækni hefur verið borin saman við mjólkursýrumælingar í blóði framkvæmdar á tilraunastofu (ABL 605 gasgreinir blóðs) og fylgni þeirra á milli nam 90%. Þá var áreiðanleiki endurtekinnna mælinga á mælinum mjög hár (0.997). Mælirinn sýnir niðurstöður fljótt og er auðveldur til notkunar á víðavangi (van Oldruitenborgh-Oosterbaan, van den Broek & Spierenburg, 2008).

2.2.4 Aðrar mælingar

Öndunartíðni var mæld hjá hestunum rétt áður en hjartsláttarmælinum var komið fyrir og eftir keppnislok rétt áður en mælir var tekinn af. Miðað var við 30 sek. talningu í forkeppni en 15 sek. talningu í úrslitum.

Hálftíma fyrir keppni var raka- og hitamæli komið fyrir inni á vellinum (á verðlaunaborðinu) og lesið af honum 4-6 sinnum hverja kvöldstund.

Myndbandsupptökuvél var stillt upp á palli við norðausturenda brautarinnar og sýning allra úrtakshesta tekin upp.

2.3. Skráning gagna

2.3.1 Gagnalestur

Ritari skráði niður tímasetningar á þar til gert eyðublað (sjá í viðauka 1); hvaða mælir fór á hvaða hest, hvenær mælingar hófust á hesti, hvenær hestur kom inn í braut, hvenær viðkomandi gangtegund var riðin í úrslitum, hvenær hestur byrjaði og endaði keppni og öndunartíðni fyrir og eftir keppnina.

Mjólkursýrumælir sýndi á stafrænu formi styrk mjólkursýru blóðsýnisins í mmól/l og voru niðurstöðurnar skráðar á þar til gert eyðublað. Á sama eyðublaði var hita- og rakastig í húsinu skráð (sjá í viðauka 1).

Klukkan var á myndbandsupptökuvélinni og var hún samstillt úri ritara. Upptökumaður hafði hjá sér eyðublað (sjá í viðauka 1) til skráninga ef á þyrfti að halda. Skráningar af eyðublöðunum voru færðar inn í tölvu sama kvöld eða deginum eftir keppni.

Tölugildi hjartsláttar voru lesin af úrinu inn í forritið Polar Pro Trainer (Polar Pro Trainer 5™ Eqine Edition version 5.35.165) í PC tölvu með hjálp USB-tengis um innrauða geisla. Valin gögn úr forritinu var auðveldlega hægt að flytja yfir í talna- og tölfræðiforritið Excel (Microsoft® Excel 2000).

2.3.2 Skólahestamælingar

Fyrri mælikvöldið fóru fram mælingar á 11 hestum og seinna kvöldið 13 hestum. Fimm dagar liðu milli mælinganna og í millitíðinni hafði orðið vart við hósta hjá 6 af þessum 13 hestum sem mælingar fóru fram á í seinna skiptið. Hóstinn var líklega smitandi (Sigríður Björnsdóttir, 2010).

2.3.3 Fjörgangur

Í B-úrslitum tapaðist eitt úrið sem tengdist einum mælinum og voru því bara tveir hestar með mæli í A-úrslitum. Annar þessara mæla náði aldrei sambandi og því liggja bara til niðurstöður fyrir einn hest í A-úrslitum þessa kvölds. Alls urðu mælingar kvöldsins 10 á 8 hestum.

2.3.4 Tölt

Samið var um örlítið lengra hlé milli úrslitanna við forsvarsmenn keppinnar til að ná fram rólegra andrúmslofti við að koma öllum mælum á úrtakshesta í úrslitum. Þetta kvöld náðust 12 mælingar á 10 hestum.

2.3.5 Fimmgangur

Einn knapi hafði samband af fyrri bragði þegar rásröð var birt. Sá hafði lent í úrtaki en taldi sig vera með órólegan hest fyrir mælingar og umhverfið og vildi síður vera með. Haft var samband við næsta á listanum og var hann í úrtakinu í staðinn. Mælingar kvöldsins urðu 12 á 9 hestum.

2.3.6 Smali og skeið

Keppnin var með öðru sniði með tveimur keppnisgreinum í stað einnar hin kvöldin. Í smalanum náðust 6 forkeppnishestar og 3 hestar í þeim einu úrslitum sem riðin voru. Skeiðkeppnin snérist um tvo skeiðspretti á hvern hest og náðust 3 mælingar í þeirri keppni. Í heildina lágu 12 mælingar á jafn mörgum hestum fyrir eftir þetta kvöld.

2.4. Úrvinnsla gagna

Í „Polar Pro Trainer” voru kölluð fram gögn fyrir hverja hjartsláttarmælingu. Unnið var með mynd sem sýnir hjartsláttarferil hests frá því mælirinn fer á hann og þar til hann er tekinn af. Með samræmingu tímaskráningar, myndbandsupptöku og myndar í forritinu var merkt inn á myndina hvenær upphitun lauk, hvenær hestur fór inn í braut, hvað hann gerði inni á braut og hvenær sýningin hætti. Þannig fékkst tími fyrir hvert og eitt ferli ásamt meðalhjartslætti ferlisins auk hæsta og lægsta hjartsláttar innan þess. Eftir hverja keppni fékk hver knapi senda/afhenta mynd af sinni mælingu með slíkum útskýringum.

Skólahestarnir voru misviðkvæmir fyrir hjartsláttarmælinum en í forritinu var auðveldlega hægt að sjá þegar ró kom yfir þá; hjartslátturinn féll. Var miðað við lægsta gildi hjartsláttar í samfellda hálfu mínútu eftir að hjartsláttur hafði fallið við mat á hvíldarhjartslætti viðkomandi hests.

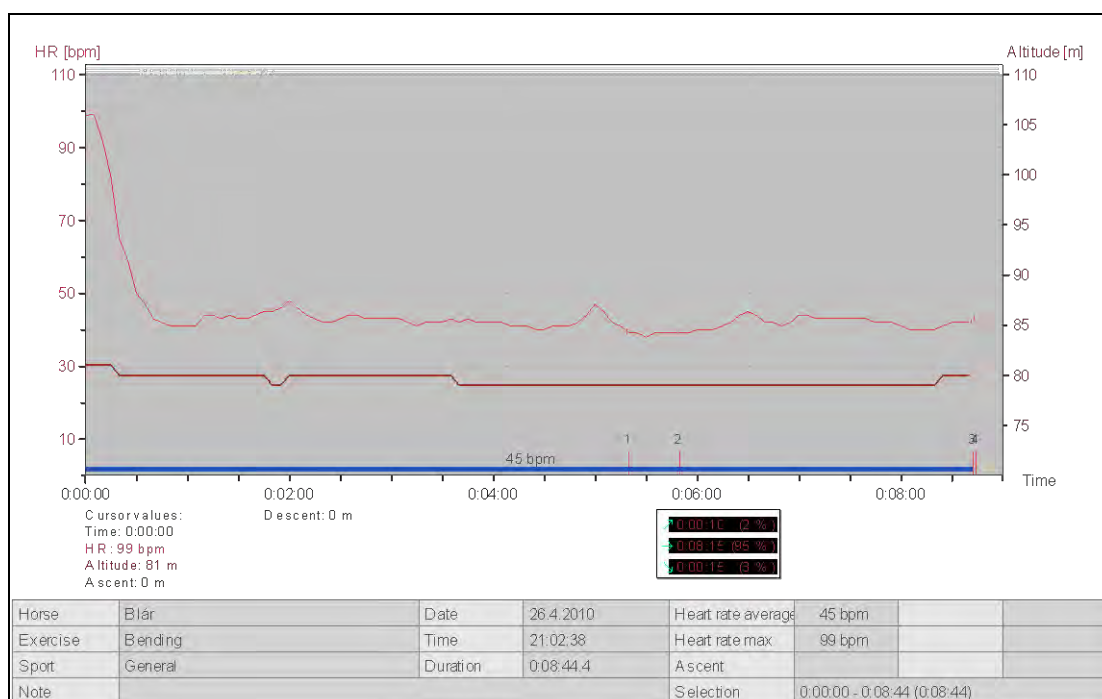
Tímamælingar og tölugildi hjartsláttar (hæsta gildi, meðaltal og lægsta gildi) fyrir upphitun, mismunandi gangtegundir í keppni, keppnina í heild og í hvíld voru færðar yfir í Excel úr „Polar Pro Trainer.” Viðkomandi upplýsingarnar voru paraðar saman við aldur, kyn, rásröð, einkunn (stig í smala og tíma í skeiði) hestsins. Unnið var með niðurstöður í Excel fyrir mismunandi framsetningu; myndræna, töflulega eða við undirbúning tölfræðigreininga.

Tölfræðigreiningar fóru fram í forritinu JPM 8 (JMP® 8.0.2.2. Copyright© 2009 SAS Institute Inc.). Það forrit nær í töflur úr Excel til úrvinnslu. Fervikagreininga (ANOVA) var gerð á flokkabreytum ásamt Dunnett’s prófi til samanburðar á meðaltölunum. Til að meta hvort línulegt samband væri milli mismunandi breyta (flokka- eða mælibreyta) var gerð aðhvarfsgreining (regression). Munur var metinn marktækur við $p < 0.05$.

3. Niðurstöður

3.1.1 Hjartsláttur í hvíld

Unnið var með hjartsláttarlínurit hestanna til að fá fram töluleg gögn. Á mynd 3 sést hjartsláttarlínurit Bendingar frá Hólum, 10 vetra. Hún hafði mælinn á sér í tæpar 9 mínútur og var róleg nánast allan tímann. Nokkur breytileiki var á milli hesta, háð hversu fljótt þeir náðu að róast eftir að mælirinn var settur á þá.



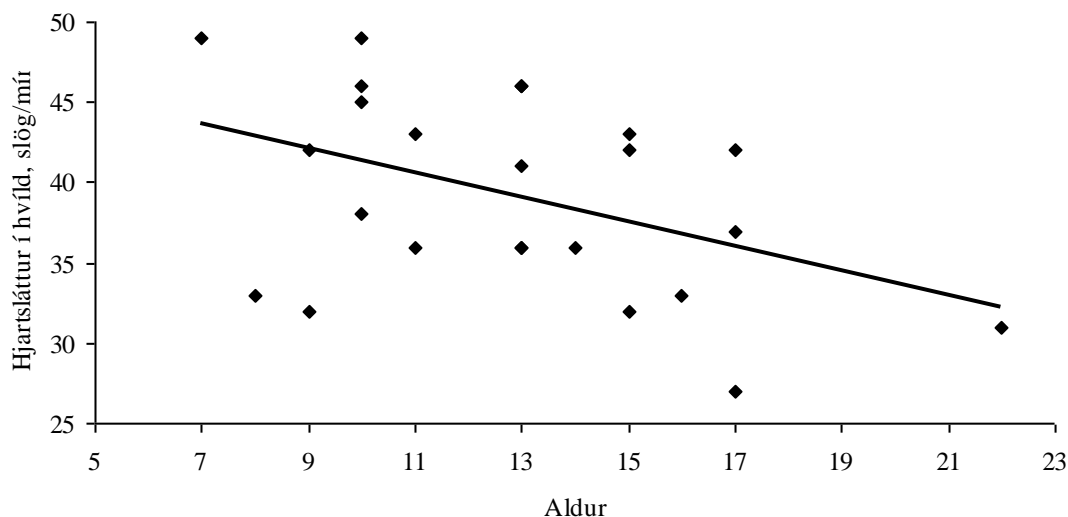
Mynd 3. Mynd úr “Polar Pro Trainer.” Rauða línan sýnir hjartsláttarferlið þann tíma sem Bending er með mælirinn á sér. Rauðu dílarnir á línuritinu með merkingar 1 og 2 sýna hálftrar mínútu bilið sem lenti í úrtakinu við mat á hvíldarhjartslættinum.

Í töflu 1 má sjá samanteknar niðurstöður mælinga á hjartslætti 24 skólahrossa í hvíld.

	Aldur ár	Mælitími mín.	Tími í mín. sem hjartsl.fellur	Hvíldarhjartsl. slög/mín
Meðaltal	12.8	8 ¾	5	39
Staðalfrávik	3.5	2.9	4.1	6.1
Hæsta gildi	22	15 ¼	12 ¼	49
Lægsta gildi	7	4 ½	½	27

Tafla 1. Aldur, mælitími (tími sem mælirinn var á), tími sem hjartsláttur tók að falla (hestur róaðist) og lægsti hjartsláttur á hálftrar mínútu rólegu bili (hvíldarhjartsláttur).

Ekki kom fram munur á hjartsláttartíðni hryssa og geldinga, ekki milli mælikvöldanna né munur milli hrossa sem greinst höfðu með hósta eða ekki seinna mælingakvöldið. Mynd 4 sýnir veika tengingu hvíldarhjartsláttar og aldurs ($p < 0.0324$).



Mynd 4. Samband aldurs og hjartsláttar í hvíld, $y = -0.7953x + 48.952$, $R^2 = 0.1917$ ($p < 0.0324$).

3.1.2 KS-deildin, umhverfið

Mælingar hita- og rakastigs á Svaðastöðum sýndu hámarktækan mun milli þessara breyta kvöldin fjögur sem keppnin fór fram á. Tafla 2 sýnir meðaltal mælinga fyrir hvert kvöld. Meðaltal mælinganna eru frá upphafi keppni, til loka og 3-6 skipti þar á milli.

Keppni	Dags.	Fjöldi mælinga á kvöldi	Hitastig *		Rakastig*	
			°C	Staðalfrávik	%	Staðalfrávik
Fjörgangur	17.feb	8	12.2	0.82	64.0	5.01
Tölt	3.mar	6	13.2	0.27	59.7	5.35
Fimmgangur	17.mar	7	13.2	0.36	69.6	3.15
Smali/skeið	7.apr	5	10.3	0.88	44.2	2.17

Tafla 2. Hita- og rakastig á Svaðastöðum á hverju keppniskvöldi. Munurinn er marktækur milli kvölda ($*p < 0.0001$).

3.1.3 KS-deildin, allt gagnasafnið

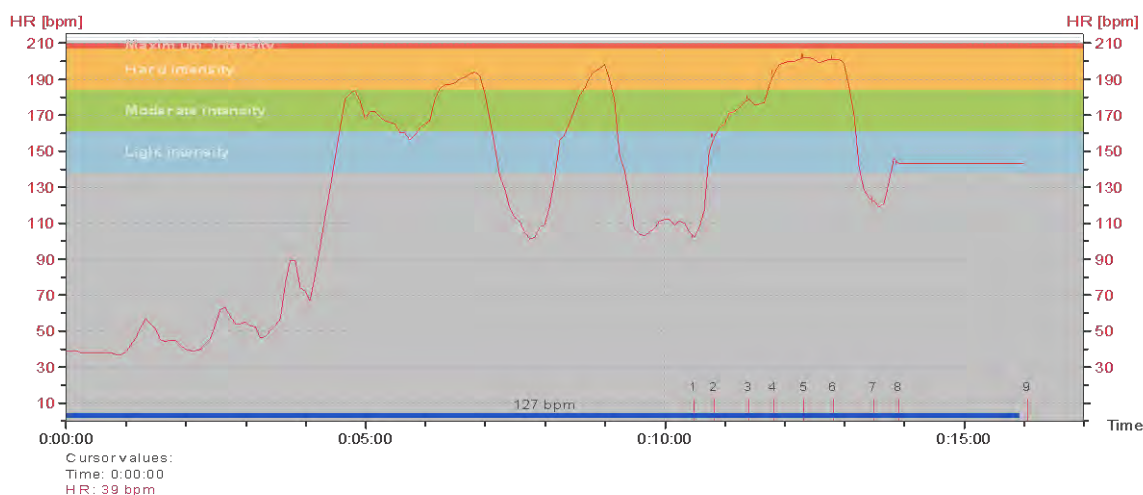
Allar mælingar tókust nema fyrsta kvöldið. Þá tapaðist úr í kjölfar B-úrslitanna og þannig voru tveir mælar til á A-úrslitahesta en önnur þeirra mælinga mistókst. Fyrir vikið er einungis ein mæling til eftir A-úrslit í fjörgangi. Í töflu 3 má sjá upplýsingar um aldur og kyn

úrtakshestanna öll keppniskvöldin. Í smalanum voru riðin ein úrslit, flokkuð í A-úrslit, og í skeiðinu riðu allir hestar tvo spretti, keppnin þar er flokkuð í A-úrslit.

Keppni	Undirkeppni	Fjöldi	Meðalaldur	Stóðhestar	Hryssur	Geldingar
Fjörgangur	Forkeppni	6	8.7	1	3	2
	B-úrslit	3	9.7	0	2	1
	A-úrslit	3	9.3	0	2	1
Tölt	Forkeppni	6	8.2	0	4	2
	B-úrslit	3	9.3	1	1	1
	A-úrslit	3	10.3	2	0	1
Fimmgangur	Forkeppni	6	7.8	2	4	0
	B-úrslit	3	8.3	1	2	0
	A-úrslit	3	9.3	1	2	0
Smali	Forkeppni	6	9.5	0	4	2
	A-úrslit	3	13.0	0	0	3
Skeið	A-úrslit	3	7.0	1	2	0

Tafla 3. Fjöldi, meðalaldur og kyn hesta í úrtaki KS deildarinnar öll keppniskvöldin.

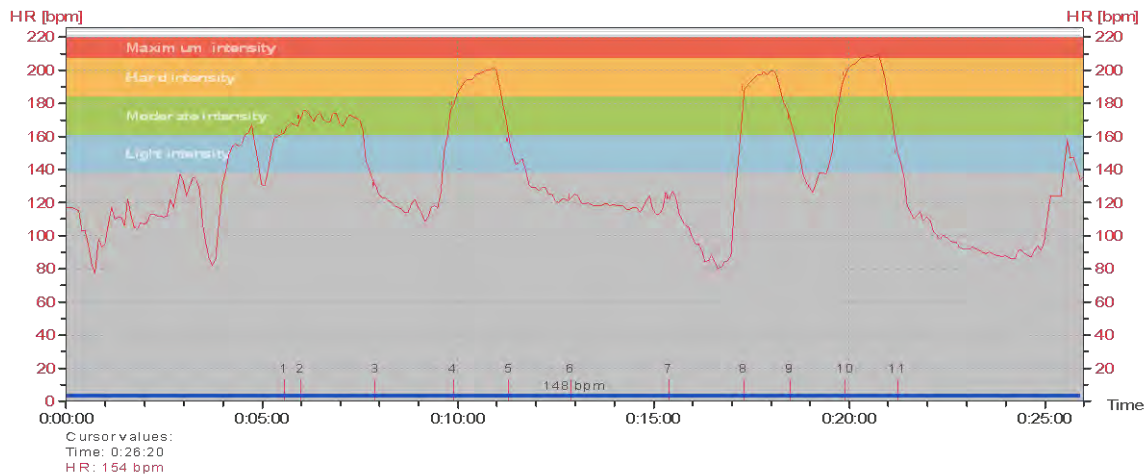
Hjartsláttarmælir var settur á hestana fyrir upphitun í langflestum tilvikum forkeppninnar. Það var ekki mögulegt að framfylgja því í úrslitunum og mjög mismunandi hver upphitunin var þar. Myndir 5 og 6 eru dæmi um niðurstöður hjartsláttarlínurits frá hesti í forkeppni annars vegar og hesti í úrslitum hins vegar. Báðar myndirnar eru úr fjörgangskeppninni.



Horse	Rauður	Date	17.02.2010	Heart rate average	127 bpm		
Exercise	17.02.2010 19:48	Time	19:48:33	Heart rate max	202 bpm		
Sport	General	Duration	0:16:03.9				
Note				Selection	0:00:00 - 0:16:00 (0:16:00)		

Mynd 5. Hjartsláttarlínurit hests í forkeppni fjörgangs. Punktar á myndinni greina milli upphitunar, gangtegunda í keppni og hvenær keppni hættir.

Á myndinni má sjá tölusetta punkta. Punktar milli 1 og 2 eru þegar hestur kemur inn í braut en keppnin er ekki hafin. Allur tíminn fram að því tilheyrir upphitun. Á tímabilinu þar sem punktar liggja milli 2 og 3 er keppt í tölti, milli 3 og 4 yfirferðartölti, milli 4 og 5 stökki, milli 5 og 6 brokki og endað (milli 6 og 7) á feti. Þar á eftir kemur tímabilið eftir keppnina þar til mælir er tekinn af (að punkti 8) og slökkt á honum (að punkti 9).



Horse	Rauður	Date	17.2.2010	Heart rate average	148 bpm		
Exercise	17.2.2010 21:35	Time	21:35:14	Heart rate max	210 bpm		
Sport	General	Duration	1:32:03.6				
Note				Selection	0:00:00 - 1:32:00 (1:32:00)		

Mynd 6. Hjartsláttarlínurit hests í úrslitum í fjörgangi. Punktar á myndinni aðgreina keppnina og gangtegundar þar.

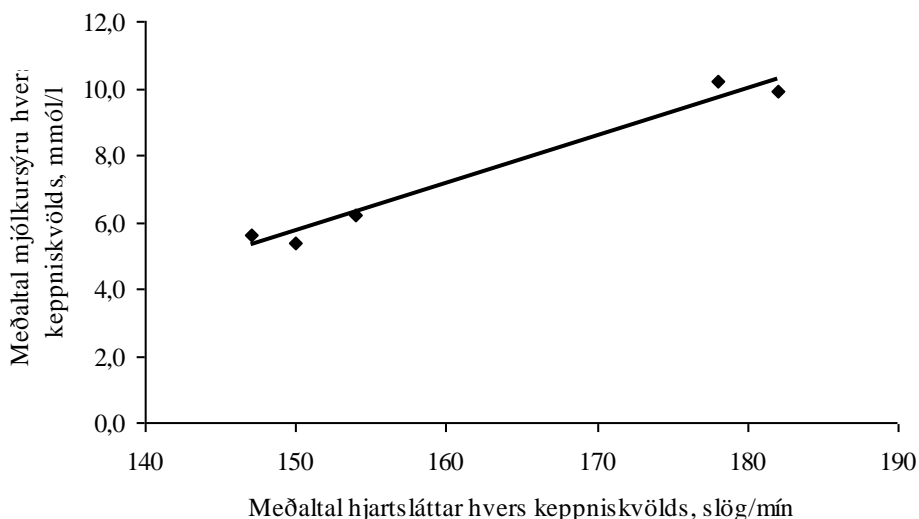
Tölusettu punktarnir milli 1 og 2 eru þegar hestur kemur inn í braut en keppnin er ekki hafin, milli 2 og 3 er keppt í tölti, milli 4 og 5 er keppt í brokki, milli 6 og 7 er keppt í feti, milli 8 og 9 í stökki og milli 10 og 11 er farin yfirferð á tölti. Þess á milli er fetað.

Á hverju keppniskvöldi fór fram mismunandi keppni. Með því að skoða allt gagnasafnið og bera saman við mismunandi keppniskvöld fékkst marktækur munur á hinum ýmsu breytum milli kvöldanna eins og tafla 4 gefur til kynna.

	Breyta	Meðaltal	St.frávik	Breyta	Meðaltal	St.frávik	Breyta	Meðaltal	St.frávik
Fjörgangur	Upph.tími	15 ½	6.5	Hám.hj.sl.	173	14.8	Meðalhj.sl.	125	16.9
Tölt	í mínútum	15	4.8	í upphitun	181	8.1	í upphitun	121	10.0
Fimmgangur	0.1274	22	9.0	0.9273	178	8.4	0.0779	98	8.3
Smali	(6-32)	11 ½	7.9	(110-216)	174	4.0	(62-198)	87	6.1
Fjörgangur	Hámarks-	197	18.8	Meðalhj.sl.	150	15.8	Lágm.hj.sl.	102	21.6
Tölt	hj.sl.í kpn.	198	20.8	í keppni	154	12.4	í keppni	103	20.8
Fimmgangur	slög/mín.	195	11.0	slög/mín.	147	25.1	slög/mín.	102	28.4
Smali	0.8621	194	7.6	0.0007*	178	15.0	<0.0001*	152	20.4
Skeið	(161-228)	188	13.9	(115-198)	182	14.1	(66-192)	175	15.8
Fjörgangur	Mjólkurs.í	5.4	3.6	Öndunar-	41.7	11.8	Öndunar-	120	35.8
Tölt	blóði e.kpn.	6.2	2.4	tíðni e.kpn.	52.2	23.6	tíðni e.kpn.	120	33.2
Fimmgangur	mmól/l	5.6	1.9	á mín.	37.5	16.0	á mín.	108	28.1
Smali	0.0017*	10.2	3.9	0.1866	36	11.3	<0.0001*	46	5.3
Skeið	(2.0-17.2)	9.9	1.5	(18-86)	52	5.7	(36-188)	53	2.3

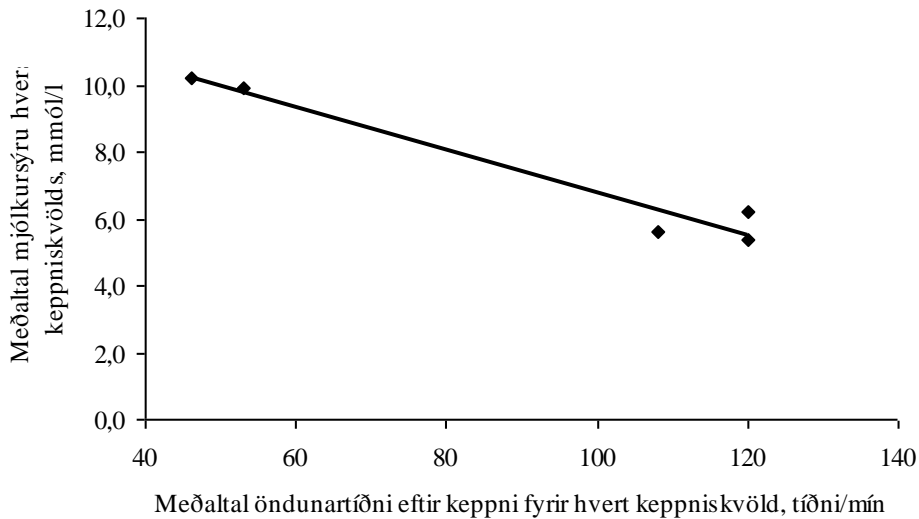
Tafla 4. Upphitunartími, hjartsláttargildi í upphitun og keppni, mjólkursýra eftir keppni og öndunartíðni fyrir og eftir keppni eftir keppniskvöldum. Tölugildi í sviga hjá hverri breytu sýnir sviðið sem mælingarnar spönnuðu í öllu talnasettinu. * sýnir tölfræðilega marktækan mun á keppnunum fyrir breytuna.

Í töflunni kemur fram útslag vegna hjartsláttar, mjólkursýru í blóði og öndunartíðni eftir keppni. Myndir 7 og 8 sýna samhengi mjólkursýrunnar við annars vegar hjartslátt og hins vegar öndunartíðni eftir keppni, tölurnar eru fengnar úr töflu 4.



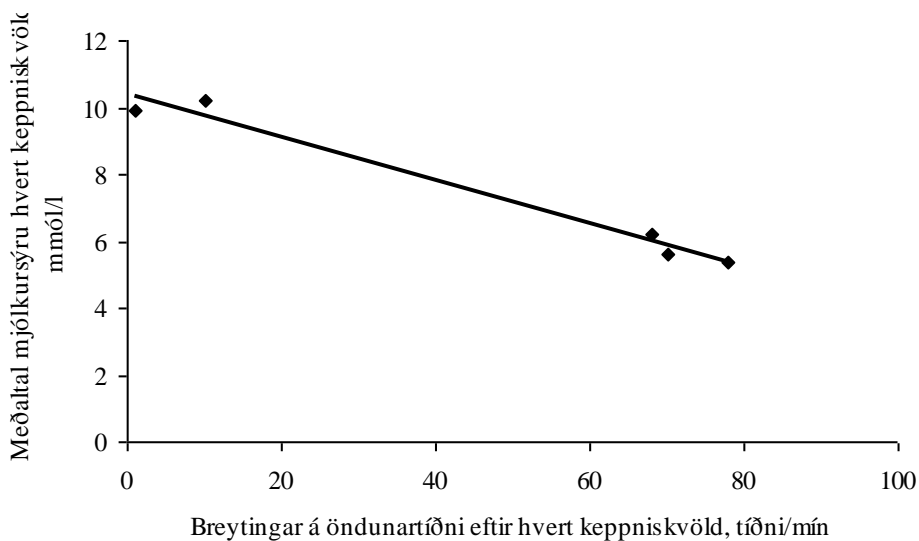
Mynd 7. Samhengi meðalhjartsláttar í keppni við mjólkursýrumagn í blóði, meðaltalstölur hvers keppniskvölds. $y = 0.1427x - 15.681$, $R^2 = 0.9741$.

Með því að snúa gildunum á ásunum (mjólkursýra á x-ás og meðalhjartsláttur á y-ás) fæst jafnan $y = 6.8275x + 111.27$. Með því móti má reikna út meðalhjartslátt í keppninni við mjólkursýruþröskuld (4 mmól/l) og nemur hann 139 slögum á mínútu.



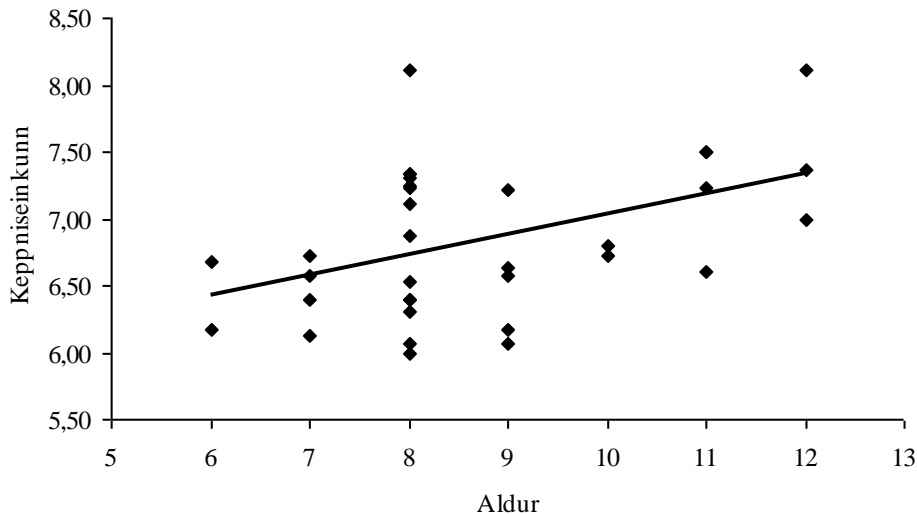
Mynd 8. Samhengi öndunartíðni eftir keppni við mjólkursýrumagn í blóði eftir keppni, meðaltalstölur hvers keppniskvölds. $y = -0.0634x + 13.125$, $R^2 = 0.9579$

Þá kemur fram sterkt samband milli þeirra breytinga sem urðu á öndunartíðni fyrir og eftir keppni við mjólkursýrumagnið mælt í blóði eftir keppni (mynd 9).



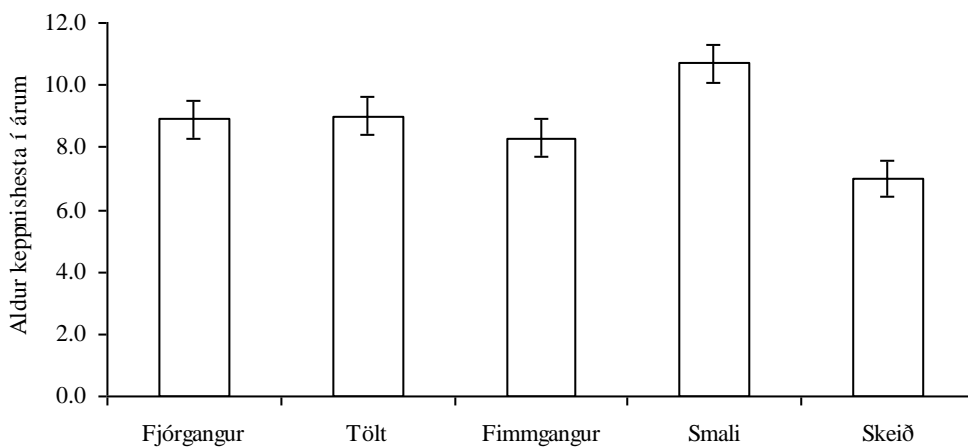
Mynd 9. Samhengi breytinga á öndunartíðni fyrir og eftir keppni við mjólkursýrumagn í blóði eftir keppni, meðaltalstölur fyrir hvert keppniskvöld. $y = -0.0642x + 10.373$, $R^2 = 0.9779$

Ekki fannst munur á einkunnum milli keppniskvölda þegar einkunnir fyrir þrjú fyrstu kvöldin voru keyrðar saman. Hins vegar fannst vægt samhengi milli aldurs hestanna og einkunnar sömu þrjú kvöld, sjá mynd 10.



Mynd 10. Samband aldurs og einkunnar í fjörgangi, tölti og fimmgangi ($p < 0.0078$).
 $y = 0.1514x + 5.513$, $R^2 = 0.201$

Ekki var marktækur munur á aldri hestanna eftir keppniskvöldi þó tilhneiging væri í þá áttina að hestar í smalanum væru elstir eins og mynd 11 gefur til kynna.



Mynd 11. Aldur úrtakshestanna í hinum ýmsu keppnum, ekki mældist marktækur munur (0.0707).

Til að meta hvort munur væri á undirkeppni innan kvölds, þ.e. á forkeppni, B-úrslitum og A-úrslitum voru borin saman meðaltöl hesta sem lentu í úrtaki í forkeppni og sömu hesta sem lentu í úrtaki í B-úrslitunum annars vegar og úrtakshesta í B-úrslitum við úrtakshesta A-úrslita hins vegar. Í fyrri samanburðinum voru 4 þör en 3 í þeim seinni, þar af einn hestur sem hafði lent í úrtaki allan ferilinn, frá forkeppni yfir í B-úrslit og svo áfram yfir í A-úrslitin. Borin

voru saman hjartsláttargildi í keppni, mjólkursýrugildi eftir keppni og öndunartíðni bæði fyrir og eftir keppni. Þann samanburð má sjá í töflu 5.

Samanburður	Pör	Hám.hj.sl.	Meðalhj.sl.	Min.hj.sl.	Mjólkurs.	Öndunart.fr.	Öndunart.e.
Fork. : B úrsl.	4	190 : 195	160 : 132	112 : 87	4.1 : 5.4	37 : 52	94 : 140
		NS	0.0451*	0.0411*	NS	NS	0.221*
B : A úrsl.	3	216 : 214	137 : 137	73 : 81	7.8 : 9.8	44 : 61	156 : 144
		NS	NS	NS	NS	NS	NS

Tafla 5. Samanburður para sem lentu í forkeppni og B-úrslitum og þeirra sem lentu í B- og A-úrslitum. * marktækur munur fyrir breytuna milli forkeppni og B-úrslita, NS ekki marktækur munu milli viðkomandi undirkeppna (non significanse).

Kannað var hvort áhrifa gætti af keppniskvöldi eða kyni á tímalengd upphitunar og keppni, hin ýmsu hjartsláttargildi, mjólkursýru í blóði og öndunartíðni. Keyrt var sér fyrir hverja og eina undirkeppni innan kvölds; fyrir forkeppni, fyrir B-úrslit og fyrir A-úrslit. Þannig er skeiðið ekki með í forkeppnisgögnum (náðist ekki upphitun þar), hvorki skeið né smali í B-úrslitagögnum (engin B-úrslit riðin) en allar greinar með í A-úrslitum. Ekki fundust áhrif af kyni á neinar breytur. Heldur ekki áhrif af upphitun. Tímalengd keppni hverju sinni var marktækt frábrugðin keppniskvöldunum í öllum undirkeppnunum. Áhrifa af öndunartíðni fyrir keppni virtist ekki gæta. Í töflu 6 má sjá meðaltalsgildi hámarks- og meðalhjartsláttar í keppni, mjólkursýrugilda og öndunartíðni eftir keppni fyrir forkeppni, B-úrslit og A-úrslit og hvort munur er á þessum breytum háð því hvaða keppniskvöld um ræðir. Þá er jafnframt í sömu töflu hæsta og lægsta mælda gildi viðkomandi breytu innan keppniskvölds og innan undirkeppni.

Keppniskvöld	Breyta	Forkeppni	Svið	B-úrslit	Svið	A-úrslit	Svið
Fjörgangur	Hámarks-	186	179-202	209	190-227		
Tölt	hjartsláttur	182	161-207	217	210-224	214	209-220
Fimmgangur	slög/mín.	200	185-214	189	184-197	191	181-199
Smali		196	184-207			192	183-197
Skeið						188	176-203
p-gildi		0.0365*		0.0735		0.0380*	
Fjörgangur	Meðal-	160	151-179	132	121-137		
Tölt	hjartsláttur	153	135-170	161	150-171	148	137-160
Fimmgangur	slög/mín.	169	148-190	120	115-121	131	124-140
Smali		178	149-192			178	159-191
Skeið						182	173-198
p-gildi		0.021*		0.0029*		0.0038*	
Fjörgangur	Mjólkursýru-	3,5	2.0-5.9	6,3	4.6-8.3		
Tölt	magn í blóði	4,2	2.4-5.3	7,4	5.6-8.6	8,9	8.0-9.4
Fimmgangur	mmól/l	5,4	2.8-8.8	4,7	2.6-6.4	6,9	6.2-7.6
Smali		7,9	5.0-9.9			14,9	13.2-17.2
Skeið						9,9	8.4-11.3
p-gildi		0.0013*		0.2452		0.0006*	
Fjörgangur	Öndunartíðni	96	84-124	156	136-188		
Tölt	eftir keppni	95	72-128	153	144-168	136	108-160
Fimmgangur	á mínútu	83	68-112	133	124-144	132	128-136
Smali		45	36-52			47	40-52
Skeið						53	52-56
p-gildi		<0.0001*		0.3361		<0.0001*	

Tafla 6. Áhrif af keppniskvöldi á forkeppnis-, B-úrslita og A-úrslitamælingagildi hámarks- og lágmarkshjartsláttar, mjólkursýru og öndunartíðni eftir keppni ásamt lægstu og hæstu gildum innan hvers flokks (svið).

Greint var milli gangtegunda í keppnunum og áhrif hvernar gagntegundar á tímalengd sýningar og hjartsláttarbreytur skoðaðar, sbr. töflu 7.

Gangteg.	Mæl.fjöldi	Sýn.tími	St.frávik	Hám.hj.sl.	St.frávik	Meðal.hj.sl.	St.frávik	Lágm.hj.sl.	St.frávik
Fet	22	70	0.75	147	36.7	12	23.9	111	18.3
Tölt	82	55	0.52	183	20.3	169	19.6	141	25.1
Brokk	26	50	0.51	189	14.2	175	14.9	142	31.1
Stökk	22	35	0.42	189	11.7	172	20.0	143	38.1
Skeið	36	5 ½	0.06	183	17.2	178	17.4	172	17.9
p-gildi		<0.0001*		<0.0001*		<0.0001*		<0.0001*	

Tafla 7. Gangtegundamælingar í öllum keppnum öll kvöld. Hámarktækur munur ($p < 0.0001$) milli gangtegundanna í sýningartíma (í sek.), á hámarks-, meðal- og lágmarks-hjartslætti (slög á mín.).

Skoðuð voru áhrif mismunandi töltsýningar á tímalengd og hjartslátt í töltkeppninni. Niðurstöðurnar sjást í töflu 8.

Töltkeppni	Mæl.fjöldi	Sýn.tími	St.frávik	Hám.hj.sl.	St.frávik	Meðal.hj.sl.	St.frávik	Lágm.hj.sl.	St.frávik
Hæga	18	90	0.47	164	11.0	151	15.0	126	22.5
Hraðabr.	18	60	0.39	189	10.0	174	12.4	139	28.8
Yfirferð	18	45	0.27	206	16.4	191	17.2	157	26.5
p-gildi		<0.0001*		<0.0001*		<0.0001*		<0.0025	

Tafla 8. Munur er á hjartslætti (slög á mín.) og sýningartíma (í sek.) eftir því hvaða tölt er sýnt í töltkeppni.

3.1.4 Tengsl milli breyta

Skoðað var línulegt samhengi hámarks- og meðalhjartsláttar í keppni, mjólkursýru og öndunar eftir keppni við aðrar mælibreytur. Gerður var munur á hvort um forkeppni, B- eða A-úrslit væri að ræða. Í töflu 9 má sjá niðurstöður aðhvarfsgreiningu fyrir keyrslu á samhengi viðkomandi breyta. Þær eru birtar á formi p-gilda og öryggi útkomunnar (fylgni, r).

Breyta y	Breyta x	Forkeppni		B-úrslit		A - úrslit	
		Fylgni	p-gildi	Fylgni	p-gildi	Fylgni	p-gildi
Meðalhj.sl.í keppni	Tímalengd keppni	0.253	0.2320	0.871	0.0022*	0.843	0.0003*
	Hámarkshj.sl.í keppni	0.759	<0.0001*	0.684	0.0252*	0.162	0.5977
	Lágm.hj.sl.í keppni	0.795	<0.0001*	0.752	0.0195*	0.950	<0.0001*
	Mjólkursýra e.keppni	0.471	0.0200*	0.654	0.0559	0.627	0.0219*
	Öndun eftir keppni	0.424	0.0387*	0.406	0.2785*	0.849	0.0002*
	Einkunn í keppni (kv.1-3)	0.171	0.4975	0.738	0.0231*	0.884	0.0083*
Hámarkshj.sl.í keppni	Tímalengd keppninnar	0.012	0.9570	0.758	0.0179*	0.550	0.0513
	Meðalhj.sl.í keppni	0.759	<0.0001*	0.731	0.0252*	0.162	0.5977
	Lágm.hj.sl.í keppni	0.759	0.0823	0.175	0.6522	0.442	0.1305
	Mjólkursýra e.keppni	0.362	0.0209*	0.876	0.0020*	0.117	0.7042
	Öndun eftir keppni	0.469	0.0953	0.714	0.0306*	0.588	0.0345*
	Einkunn í keppni (kv.1-3)	0.181	0.4731	0.950	<0.0001*	0.627	0.1317
Mjólkursýra e.kpn.	Tímalengd keppni	0.534	0.0072*	0.682	0.0431*	0.481	0.0961
	Hámarkshj.sl.í keppni	0.469	0.0209*	0.876	0.0020*	0.117	0.7042
	Meðalhj.sl.í keppni	0.471	0.0200*	0.654	0.0559	0.627	0.0219*
	Lágm.hj.sl.í keppni	0.337	0.1076	0.286	0.6145	0.503	0.0799
	Öndun eftir keppni	0.720	<0.0001*	0.404	0.2814	0.517	0.0705
	Einkunn í keppni (kv.1-3)	0.050	0.8434	0.823	0.0064*	0.333	0.4650
Öndun eftir keppni	Tímalengd keppni	0.693	0.0002*	0.435	0.2416	0.954	<0.0001*
	Hámarkshj.sl.í keppni	0.348	0.0953	0.714	0.0306*	0.588	0.0345*
	Meðalhj.sl.í keppni	0.424	0.0387*	0.406	0.2785	0.849	0.0002*
	Lágm.hj.sl.í keppni	0.427	0.0375*	0.080	0.8381	0.926	<0.0001*
	Mjólkursýra e.keppni	0.720	<0.0001*	0.404	0.2814	0.517	0.0705
	Einkunn í keppni (kv.1-3)	0.406	0.0946	0.602	0.0864	0.054	0.9079

Tafla 9. Tengsl hámarks- og meðalhjartsláttar í keppni, mjólkursýru og öndunar eftir keppni við aðrar breytur í forkeppni, B-úrslitum og A-úrslitum. * segir til um marktækt samband milli viðkomandi breyta.

Ekki fundust marktæk tengsl við upphitun, hvorki lengd hennar né hjartslátt (hæsta, meðal og lágsta) nema öndunar eftir keppni og meðalhjartsláttar í upphitun (0.035). Ekki gætti heldur aldursáhrifa á neinn hátt né öndunartíðni fyrir keppni.

4. Umræða

4.1. Hjartsláttur í hvíld

Skólahestarnir voru að meðaltali tæpra 13 vetra og verðugir fulltrúar fullorðinna hesta. Þeir voru misviðkvæmir fyrir hjartsláttarmælingum auk þess sem einhverjir þeirra sýndu viðbrögð við minnstu umferð í hesthúsinu. Reynt var að koma í veg fyrir þau áhrif með því að fara úr hesthúsinu á meðan mælingar fóru fram á hverjum hesti og endurtaka mælingar ef þær sýndu ekki fall í hjartslætti eins og miðað var við að þyrfti. Breytileikinn var mikill milli hestanna og úrtakið hefði mátt vera stærra.

Meðalhvíldarhjartsláttur mældist 39 slög á mínútu og spannaði frá 27 slögum upp í 49 slög á mínútu skv. töflu 1. Mælingarnar eru með meiri breidd en það sem Þórir M. Lárusson (1996) mældi meðal íslenskra tamningatryppa, þar lágu mælingarnar á bilinu 34-41 slög á mínútu. Þær liggja jafnframt ívið hærra en erlendar mælingar. Asheim o.fl. (1970) mældu 35 slaga hvíldarhjartslátt á mínútu í Standardbred hestum, mælingar spönnuðu frá 30 slögum á mínútu og upp í 40 slög á mínútu. Niðurstaða þessara mælinga eru nær efri mörkum sem miðað er við (Helgi Sigurðsson, 1989; Höskuldur Jensson, dýralæknir, munnleg heimild 2010).

Mælingar fóru fram á hestunum að kvöldi til, þegar búið var að gefa þeim. Rannsóknir Piccione o.fl. 2009 sýndu ekki marktækan mun á hjartslætti eftir því hvort mælingarnar fóru fram að morgni eða síðdegis. Vegna þess hversu mikið sumir hestanna brugðust við við minnstu umferð í húsinu var réttara að taka mælingarnar að kvöldi, eftir gjafir þegar áreiti kringum þá og umferð í húsinu var í lágmarki. Allt bendir til þess að hvíldarhjartslátturinn sé sá sami og aðrar rannsóknir sýna og viðmið segja til um eða 30-40 slög á mínútu þó hann liggi í efri mörkunum í þessari rannsókn. Best hefði verið að endurtaka mælingarnar tvisvar til þrisvar, útiloka alveg alla umferð í húsinu og hafa mælirinn á hverjum hesti í að lágmarki hálf tíma.

Milli mælingakvöldanna komu fram hóstaeinkenni en endurteknar mælingar á hrossum sem höfðu veikst eftir fyrri mælingu sýndu ekki breytingar. Ekki kom fram munur á frískum og veikum hrossum seinna mælingakvöldið. Hugsanlega gætu hestarnir hafa verið komnir með snert af veikinni fyrra kvöldið þó ekki hafi einkenna orðið vart þá. Veikin gæti því hafa hækkað hvíldarhjartsláttinn (Helgi Sigurðsson, 1989; McCall, 1999) og fyrir vikið liggi hvíldarhjartsláttur þessarar rannsóknar í efri mörkum viðmiða.

Merkja mátti áhrif aldurs á hvíldarhjartsláttinn með þeim hætti að eftir því sem hestarnir urðu eldri, þeim mun lægra lá hvíldarhjartslátturinn, sbr. mynd 3. Tölfræðilega marktækur munur fékkst en hins vegar skýrir hjartslátturinn aðeins lítinn hluta af breytileikanum ($R^2=0.19$). Fleiri þættir koma hér til áhrifa og fleiri mælingar hefði þurft til að minnka áhrif annarra þátta. Asheim o.fl. (1970) merktu ekki aldursmun en þar var aldursbil hestanna miklu minna; 3-8 ár og meðalaldurinn lægri eða 5,25 ár. Skólahestarnir eru eldri og mun breiðara aldursbil þeirra á milli (tafla 1). Það getur komið til áhrifa að eldri hestarnir séu reyndari og að þeir láti sig minna varða annað í umhverfinu sem endurspeglar lægri hjartslátt. Þeir virtust ekki vera fljótari að falla niður í hvíldarhjartslátt eftir að mælinum var komið fyrir á þeim en voru stöðugri í mælingunni eftir fallið. Auk þess getur betra þjálfunarástand hafa valdið lægri hvíldarhjartslætti (Hinchcliff o.fl., 2008).

Ekki kom fram munur á hvíldarhjartslætti meðal hryssa annars vegar og geldinga hins vegar. Asheim o.fl. (1970) nefna ekki hvort um mun sé að ræða í sinni tilraun þegar hvíldarhjartslátturinn á í hlut, þar kom ekki fram kynjamunur á hjartslætti við mismunandi æfingar.

4.2. KS-deildar mælingar

4.2.1 Umhverfið

Munur var á hita- og rakastigi milli keppniskvöldanna (tafla 2) þar sem síðasta kvöld keppinnar var með lægstu tölur hita og raka. Það má rekja til keppnistilhögunarinnar því eftir hlé var opið til beggja enda að sunnan (fjær áhorfendum) fyrir skeiðsprettina. Umhverfishitastig getur haft áhrif á afkastagetu og ýmsar líffræðilega tengdar mælingabreytur (hjartslátt, líkamshita og öndun) en þá eru hitasveiflurnar orðnar enn meiri og vökvatap hestsins farið að hafa afleiðingar fyrir jónajafnvægi líkamans (White o.fl., 1995a; Hinchcliff o.fl., 2008).

4.2.2 Upphitunargögn

Tíminn var knappur til að setja hjartsláttarmælinn á úrslitahestana og lítið sem ekkert fékkst af upphitunarmælingum þar og ekki rétt að keyra tölfræði á þau gögn. Ekki fannst marktækt sambengi við upphitunargögn í forkeppni í neinu tilviki. Williams o.fl. (2009) fundu að með

hærrí meðalhjartslætti í upphitun fylgdi hærrí meðalhjartsláttur í keppni og var samhengið marktækt. Slíkt samband fannst ekki í þessari rannsókn. Í fæstum tilvikum rannsóknarinnar náðist að mæla leið hestanna frá því lagt var á þá þar til þeir komu inn í Svaðastaði. Þar var hjartsláttarmælirinn settur á hestana. Þangað komu þeir frá því húsi sem lagt var á þá og í einhverjum tilvikum búnir að taka aukaspretti. Það getur haft áhrif á niðurstöðurnar þar sem ekki kom þá inn öll upphitun allra hestanna til mælinga.

Upphitunartíminn var að meðaltali frá 11 ½ mínútu í smala upp í 22 mínútur í fimmgangi (tafla 4). Það er töluvert minni tími en upphitun hlýðnikeppnishesta sem kepptu á tveimur mismunandi stigum en hituðu upp í 31 mínútu að meðaltali (Williams o.fl., 2009). Þar kemur fram að 20 mínútna upphitun sé nauðsynleg fyrir þá erfiðu vinnu sem hlýðnikeppnin er. Minni upphitunartími getur komið niður á frammistöðu hestsins í sjálfri keppninni. Þó svo ekki sé hægt að líkja hlýðnikeppni við einhverja af þessum keppnum er ekki óraunhæft viðmið að ætla hestum 20 mínútur til upphitunar fyrir keppni. Eins og áður hefur komið fram er líklegt að upphitunartími hestanna hér hafi í raun verið lengri en mælingar segja til um.

Umhverfisáhrif við aðstæður sem voru fyrir utan geta átt drjúgan þátt í að skapa spennu til áhrifa á hjartslætti og öndunartíðni. Nýtt og nýtt umhverfisáreiti í upphitun þarf ekki endilega að slá út í hámarkshjartslætti heldur til hækunar á meðaltalshjartslætti heildarmælingarinnar. Krzywanek o.fl. (1970) fundu mikinn breytileika milli kappreiðahesta í hjartslætti á leið þeirra frá húsi að keppnissvæðinu og töldu háar tölur hjartsláttar vera vegna spennu í hestinum. Hamlin o.fl. (1972) telja hjartslátt undir 150-160 slögum á mínútu mjög viðkvæman fyrir adrenalínsveiflum sem upp kunna að koma.

Öndunartíðnin var tekin þegar mælirinn var settur á og svo eftir keppni. Þegar öndunarbreytingar voru skoðaðar (mynd 9) reyndist marktækur munur við meðalhjartslátt í keppninni sjálfri ($p < 0.0001$). Athyglisvert er að með hærrí meðalhjartslætti verða breytingar á öndunartíðni minni. Það bendir til þess að hesturinn hafi spennst upp á leið sinni frá hesthúsi inn í Svaðastaði áður en mælingar hófust og mæling á öndunartíðni fyrir hafi verið hærrí en ef mælingarnar hefðu farið fram í hesthúsinu þar sem lagt var á hestinn. Öndunartíðnin fyrir keppni ýtir undir þetta. Hún var að meðaltali 48 sinnum á mínútu og liggur vel yfir öndunartíðni hvíldar sem talin er vera 8-16 sinnum á mínútu (Helgi Sigurðsson, 1989; McCall, 1999).

Ákjósanlegast hefði verið að getað sett mælinn á hestinn inni í húsi áður en lagt var á hann til að hafa byrjunarferlið með. Þá hefði jafnframt verið gott að láta hjartsláttarmælinn fylgja hestinum eftir keppnina þar til sprett var af honum. Með því hefði allt hjartsláttarferlið kringum keppnisumgjörðina náðst. Aðstæður leyfðu það hins vegar ekki, tíminn var naumur til að ná því sem náð varð án þess að trufla keppnina og mælarnir sem til voru einungis þrír.

4.2.3 Keppniskvöldin fjögur

Keppniskvöldin byggðu á mismunandi útfærslu á vinnu sem krafist var af hestinum í mismilangan tíma. Auðveldlega má sjá að tímalengd vinnunnar var mismunandi, frá einum skeiðspretti upp í fimmgang með tilheyrandi sýningu á fimm gangtegundum í sömu sýningu. Hvað varðar hjartsláttinn kom fram breidd í mælingum á honum, bæði í upphitun og sjálfri keppninni eins og tafla 4 gefur til kynna. Þannig fékkst marktækur munur á meðalhjartslætti í keppni, háð hverju keppt var í þegar allar mælingar öll kvöldin eru bornar saman (upphitunargögn skoðuð á forkeppnishestum, ekki hestar úr skeiðkeppni). Meðalhjartsláttur upphitunar er lægstur í smalanum en fer þar hæst fyrir utan skeiðið í keppninni sjálfri. Smalinn gefur hæstu mjólkursýruna í blóði eftir keppni en lægstu öndunartíðnina eftir keppni. Sömu þróun má sjá í tölugildum fyrir skeiðið þó hjartsláttartölur þar í keppni fari enn hærra en í smalanum (tafla 4). Meðalhjartsláttur tölts var 154 slög á mínútu, fjórgangs 150 slög á mínútu og fimmgangs 147 slög á mínútu.

Í samanburði við hjartsláttartölur úr hlýðnikeppni (Williams o.fl., 2009) liggja KS deildar hjartsláttartölurnar töluvert yfir. Meðalhjartsláttur í hlýðnikeppnum var 102 og 107 slög á mínútu (lægri í byrjendaflokki) en eru hér á bilinu 147 til 182 slög á mínútu. Í hlýðnikeppninni fór hjartsláttur hestanna aldrei yfir 160 slög á mínútu en í öllum keppnum KS deildarinnar fór hámarkshjartslátturinn að meðaltali mun hærra, frá 161 til 227 slög á mínútu (sjá í töflu 6). Þar sem hjartsláttur hlýðnikeppnishestanna fór aldrei upp fyrir 160 slög á mínútu álykta Williams o.fl. (2009) að hestar sem taka þátt í byrjenda- og miðlungsflokki hlýðnikeppna nýta sér einungis hluta af virkni loftháða kerfisins til að standa undir kröfunum þar. Háar hjartsláttartölur í þessari rannsókn benda hins vegar til þess að átökin krefjist virkni loftfirrða kerfisins. Niðurstöður mjólkursýrumælinga á blóðsýni sem tekið var eftir keppni ýta frekari stoðum undir það. Ekki voru teknar blóðprufur til að mæla mjólkursýru í blóði á hestunum í rannsókn Williams o.fl. (2009).

Blóðsýni úr úrtakshestum í KS deildinni voru tekin frá hálfri til tveimur mínútum eftir að keppni lauk og aðeins eitt sýni. Fyrir vikið er ekki gott að vita hvort náðist að taka sýni þegar mjólkursýrumagnið í blóði stóð sem hæst. Schuback og Essén-Gustavsson (1998) mældu mjólkursýru í blóðvökva Standardbred brokkhesta eftir álag strax að lokinni áreynslu og nokkur skipti eftir að æfingu lauk þar til 30 mínútur voru liðnar. Í öllum tilvikum náðist hámarksstyrkur mjólkursýrunnar í blóði á eða innan við 5 mínútum. Hjá flestum hestanna varð hækkun frá því æfingu lauk þar til 2 mínútur liðu en mismunandi hvort styrkur mjólkursýrunnar hélt áfram að hækka að 5 mínútunum. Þar fannst tenging milli þess hve lengi æfingin varði og þess mjólkursýrutopps sem mældist. Álagið fólst í auknum hraða á upphallandi hlaupabretti í mínútu í einu þar til hestarnir héldu ekki lengur í við hraða brettisins, það tók fjórar til fimm mínútur. Hjartslátturinn jókst með auknum hraða og náði 200 slögum á mínútu þegar hraðinn var mestur. Tími Standardbred hestanna í æfingunni er ívið lengri en keppnistími forkeppni í þessari rannsókn en stigvaxandi álaginu má líkja saman við forkeppni fjörgangs, tölts og fimmgangs, fet í fjór- og fimmganginum milda reyndar álagið. Hámarkshjartsláttargildi einstaklinga í þessari rannsókn fór upp í 228 slög á mínútu (í fjörgangi), nokkuð hærra en Standardbred hestarnir fóru. Það bendir til þess að álagið á hestana hafi verið meira hér, a.m.k. í fjörganginum. Það sem getur skekkt þá niðurstöðu er að sú keppni var haldin fyrst og hestarnir verið minna þjálfaðir á þeim tíma.

Rannsóknir Munõz, Riber o.fl. (1999) á hestum í síðasta ferli þolkeppni (5,2-7,4 km vegalengdir með hindrunum í 10-13 mínútur) sýndu að mjólkursýrumagn í blóðvökvanum lækkaði frá því strax eftir keppnina þar til það var mælt næst, fimm mínútum eftir keppni. Harris o.fl. (1991) voru með rannsóknir Thoroughbred hestum við stigvaxandi hraða. Hámarksgildum mjólkursýrumagns í blóði var náð 5-10 mínútum eftir að álagi lauk. Lengri tíma tók að ná hámarksgildum eftir því sem tölurnar voru hærri, einkum ef mjólkursýra í blóðinu mældist 10-12 mmól/l strax að lokinni æfingu. Líklegt er að í flestum tilvikum hafi náðst mæling á mjólkursýrutoppnum hjá hestum úrtakshestum í KS deildinni. Þó ekki alltaf og síður hjá þeim sem mældust með há gildi. Allt slíkt getur skekkt samanburðinn á gögnunum sem varða mjólkursýruna.

Bæði smalinn og skeiðið eru keppnisgreinar þar sem keppnin sjálf stendur yfir í stuttan tíma, innan við mínútu en hraðinn er mikill. Meðalhjartsláttur þessara greina í keppninni sjálfri er marktækt hærri heldur en í hinum greinunum (tafla 4). Williams o.fl. (2009) báru saman mismunandi æfingar í hlýðnikeppni í byrjendakeppnisflokki. Þar kom í ljós að ákveðin æfing

var með hæstan hjartslátt, 112 slög á mínútu, í samanburði við aðra hluta sýningarinnar. Það þótti koma á óvart þar sem æfingin var snemma í sýningunni og tók stystan tíma að framkvæma. Þegar rýnt var frekar í gögnin kom í ljós að herra stigahlutfall byggði á stökkinu í æfingunni í samanburði við hinar. Þótti ekki ósennilegt að kröfur til hestanna ykjust á meðan á því stóð. Þó hjartsláttarmælingar í smala og skeiði liggi enn herra, 178 og 182 slög á mínútu, er fullra afkasta krafist allan tímann og kröfurnar því miklar. Auk þess getur knapinn sjálfur haft aukin spennuáhrif á hestinn sem ýtir undir frekari hjartslátt. Spenna bundin skeiðinu er að leggja hestinn og fá hann til að halda út sprettinn og hestar eru misöruggir hvað það varðar. Spenna bundin smalanum er að þeytast gegnum brautina á sem mestum hraða samhliða því að fella ekki keilur og ná flaggi í atganginum. Umhverfið var rólegra síðasta keppniskvöldið þegar smalinn fór fram og verið var að koma hjartsláttarmælinum fyrir en spennan jókst töluvert meðal knapanna þegar kom að því að þreyta keppnina. Þá gæti verið að önnur hestgerð veljist í þessar keppnir í samanburði við fjörgang, tölt og fimmgang. Í sprettinn gætu valist spenntari hestar og jafnvel minna þjálfaðir í smalann. Margir þeirra virtust ekki eins mikið gengnir úr hárum þegar keppnin var haldin í aprílbyrjun sem ýtir undir að þeir hafi verið teknir inn seinna.

Há gildi mjólkursýru í smala og skeiði (meðaltal 10.2 mmól/l og 9.9 mmól/l) benda til þess að við þær aðstæður grípi hesturinn til loftfirrða kerfisins. Há hjartsláttargildi frá upphafi keppni benda til þess að kerfið sé virkt strax. Gondim o.fl. (2007) rannsókuðu m.a. mjólkursýrumagn í blóði eftir 500 metra hlaup hjá þolreiðarhestum (Anglo-arabískir og arabískir). Að meðaltali mældist mjólkursýrumagnið mest 8.2 mmól/l, það var 5.8 mínútum eftir hlaupið. Í samanburði við smalann eru þar að mælast miklu hærri magntölur mjólkursýru auk þess sem smalaspretturinn var styttri. Þá er hugsanlegt að mjólkursýrugildin hafi legið enn herra í smala og skeiði vegna þess að blóðsýnataka fór fram of fljótt eftir að keppni var lokið.

Myndir 7 og 8 sýna hámarktæk tengsl milli mjólkursýru í blóði eftir keppni við meðalhjartslátt í keppni og öndun eftir keppni. Hjartsláttur eykst með auknu mjólkursýrumagni í blóði enda átök í gangi. Öndun eftir keppni dvínar með auknu mjólkursýrumagni í blóði. Það getur hangið saman við mjólkursýruframleiðsluna. Hún fer af stað þegar loftháða kerfið eitt og sér ræður ekki við súrefnisflutninginn og verður ráðandi við áframhaldandi eða aukið álag (Hinchcliff o.fl., 2008). Dvínandi hlutdeildar loftháða kerfisins getur haft áhrif á öndunartíðnina til lækkunar en allt er þetta samtengt.

Við aukin átök eykst hjartsláttur (Leleu o.fl., 2005; Munõs, Riber o.fl., 1999). Við háan hjartslátt strax í upphafi smala og skeiðs verður munurinn á minnstu hjartsláttargildum og hæstu hjartsláttargildum minni. Hár hjartsláttur strax í upphafi kallar á virkni loftfirrða kerfisins sem kemur fram í háum mjólkursýrugildum. Hinchcliff o.fl. (2008) telja hestinn ekki þola slík átök nema í fáeinum sekúndur. Bæði skeið- og smalaspætturinn eru komnir nálægt því sem hesturinn getur, einkum smalinn sem varir í um mínútuna á fullri ferð.

4.2.4 Forkeppni, B-úrslit og A-úrslit

Þó mælingar sem liggja að baki samanburði undirkeppna sýni tölfræðilegan mun á forkeppni og B-úrslitum (tafla 5) er þær ekki nógu áreiðanlegar þar sem þær eru svo fáar. Þær gefa engu að síður vísbendingar og innihalda auk þess beinan samanburð þeirra hesta sem lentu í úrtaki í viðkomandi setti af undirkeppni. Samanburðurinn varðaði undirkeppnir þriggja fyrstu keppniskvöldanna. Vísbendingar eru um að munur sé á forkeppni og B-úrslitum á meðal og lægsta hjartslætti í keppni þar sem forkeppnin sýnir hærri gildi. Sömu hestar eru hins vegar með lægri öndunartíðni eftir keppnina. Ekki mældist marktækur munur á mjólkursýrumagni í blóði milli undirkeppnanna (tafla 5) en tölugildin sýndu stigvaxandi hækkun með hærra stigi keppninnar, þ.e. hærra í B-úrslitum í samanburði við forkeppni og hærra í A-úrslitum í samanburði við B-úrslit. Hafa verður í huga að sömu hross fara þarna milli og eðlilegt að mjólkursýran hækki þegar hefur verið tært á orkubirgðirnar í fyrra skiptið.

Í eðli sínu eru þessar keppnir mjög ólíkar. Í forkeppninni er einn hestur inni á í einu þar sem hann útfærir sína sýningu á þremur til fimm mínútum. Í úrslitum eru allir úrslitahestarnir (5-6) inni á í einu þar sem þeir sýna hverja gangtegund svo lengi sem dómara óska og feta inni á milli meðan verið er að gefa einkunn fyrir viðkomandi gangtegund. Í fetköflum B-úrslitanna ná hestarnir sér niður í hjartslætti á meðan þeir sem eru í forkeppninni eru krafðir mikið allan tímann í mun styttri tíma. Myndir 5 og 6 sýna greinilega viðbrögð hjartsláttar við þessum mismunandi kröfum. Samhliða feti inni á milli í B-úrslitunum og falli í hjartslætti róast hestarnir og öndunartíðnin verður lægri hjá þeim. Lægri öndunartíðni getur líka að hluta til verið vegna seinni tímatöku þeirra mælinga eftir keppnina í samanburði við tímatöku öndunar eftir forkeppni. Þar fór mælingin fram um leið og hestur kom út úr braut eftir keppni en í úrslitunum fetuðu hestarnir töluvert í lokin meðan beðið var eftir lokaniðurstöðum þar til öndunartíðni eftir keppni var mæld.

Ekki eru vísbendingar um mun milli B- eða A-úrslitakeppna enda svipað fyrirkomulag; allir hestar inni á í einu, þeim stýrt inn í viðkomandi gang hverju sinni og fetað inni á milli. Mynd 6 sýnir dæmigert hjartsláttarferli hests í úrslitakeppni, þar sem hjartslátturinn dettur niður þegar fetað er milli atriða.

Lægstu meðaltalsgildi mjólkursýra var að finna hjá forkeppnishestunum, þau hæstu meðal A-úrslitahesta (tafla 6). Þrátt fyrir mildari hjartslátt að meðaltali í úrslitum fóru hámarks-gildin þar hærra upp (tafla 6). Greinilega er verið að krefja hestana um meira þar þegar álagstíminn er lengri og loftfirrða kerfið er virkjað til að hjálpa til við að standast kröfurnar (Hinchcliff o.fl., 2008; White o.fl., 1995a og 1995b)

Í öllum undirkeppnum kemur fram marktækur munur á meðalhjartslætti í keppni milli keppniskvöldanna (tafla 6). Þegar litið er á hámarkshjartslátt í keppni finnst marktækur munur milli keppniskvöldanna í bæði forkeppni og A-úrslitum (tafla 6). B-úrslitin sýna mismunandi tölugildi milli keppniskvöldanna en ekki reyndist sá vera marktækur. Komið hefur fram að stóru gildi hjartsláttar og mjólkursýru tengjast fyrst og fremst smala og skeiði en í þeim greinum voru ekki B-úrslit. Smalinn og skeiðið eru þær greinar sem eru að valda marktækum mun á breytum öðrum en meðalhjartslætti í töflu 6.

Séu þrjú fyrstu keppniskvöldin borin saman innan hverrar undirkeppni er töltið að skila hæsta meðalhjartslætti í úrslitum á móti fimmganginum í forkeppninni. Í forkeppni tekur töltið stystan tíma en fimmgangurinn lengstan sem gæti verið skýring á röðuninni þar. Töltið virðist hins vegar meira krefjandi í úrslitum með bæði hærri hámarks og meðalhjartslátt í samanburði við fimmganginn (tafla 6). Sama endurspeglun á sér stað í mjólkursýrumagni. Allt bendir til þess að kröfurnar og þar með álagið sé meira í töltinu. Fetkeppni í fimmgangi og bið hesta á meðan einn og einn sýnir skeiðsprett getur haft áhrif til lækkunar á bæði meðalhjartslætti og mjólkursýrumagni í blóði. Hugsanlega koma spila þjálfunaráhrif þarna inn í því töltið var haldið fyrr á árinu og meiri tími gæti hafa verið fyrir þjálfun fimmgangshestanna.

Mjólkursýra í blóði fylgir hjartsláttartölunum að mestu leyti (mest fylgni í forkeppni) þar sem háar hjartsláttartölur í keppni fara saman með háum mælingum mjólkursýru í blóði eftir keppni. Það er í samræmi við rannsóknir Schuback og Essén-Gustavsson (1998) og White o.fl. (1995a, 1995b). Þróun öndunartíðni eftir keppni er sem fyrr sú að hún lækkar með bæði

hærrí meðalhjartslætti og hærra mjólkursýrumagni í blóði. Munurinn er ekki marktækur í B-úrslitunum en bæði í forkeppni og A-úrslitum.

Alls staðar kemur fram munur á tímalengd keppni þar sem skeiði lýkur fyrst, smala svo, síðan töltkkeppni, þar næst fjórgangi. Fimmgangurinn rekur lestina og tekur lengstan tímann. Hann varði í tæpar þrjár mínútur í forkeppni, um 20 mínútur í B-úrslitum og rúmar 17 mínútur í A-úrslitunum. Evans o.fl. (1993) rannsökuðu hjartslátt og mjólkursýru Thoroughbred hesta á bretti. Halli brettisins var 5° og hraði brettisins var aukinn úr feti, yfir í brokk og síðast stökk. Tímalengd æfingarinnar var 16 mínútur, nálægt meðaltíma úrslitakeppna í KS deildinni fyrstu þrjú keppniskvöldin. Meðalhjartsláttur Thoroughbred hestanna var 210 slög á mínútu og mjólkursýrumagn í blóði mældist 2 mínútum eftir að æfingu var lokið, þá 6.2 mmól/l. Meðalhjartsláttur hestanna í úrslitum mældist 138 slög á mínútu og mjólkursýrumagn blóðs 6.8 mmól/l. Töluverður munur er á hjartslættinum en hámarkshjartsláttartölur í úrslitum sömu kvölda liggur þó svipað, fer í 204 slög á mínútu (tölur unnar upp úr töflu 6). Þarna eru mismunandi hestakyn við mismunandi aðstæður en Evans o.fl. (1993) telja hjartsláttar- og mjólkursýrugildi hækka þegar farið er með hestana af bretti út í raunverulegar aðstæður þó álagið sem fyrir þá er lagt sé það sama. Williams o.fl. (2009) töldu jafnframt hjartslátt hækka hjá hestum þegar í keppni væri komið. Mæligildin hér eru fengin við raunverulegar aðstæður og í keppni – hvoru tveggja ætti því að hafa áhrif á gildin til hækkunar.

Athyglisvert er að meðaltal hjartsláttar í úrslitum er ekki ósvipað meðalhjartslætti íslenskra tamningatryppa, frjáls á stökki við upphaf tamningar (Þórir M. Lárusson, 1996). Líklegt er að þau hafi verið fyrir verulegum áhrifum adrenalíns með tilheyrandi hækkun á hjartslætti (Hamlin o.fl., 1972) en reikna má með að úrslitahestarnir hér hafi verið þjálfaðir til lækkunar á hjartslætti (Hinchcliff o.fl., 2008). Þá hafa fetkaflarnir inni á milli í úrslitakeppni mikil áhrif á lækkun hjartsláttar eins og mynd 6 sýnir greinilega. Ef fetinu væri sleppt má sjá á myndinni að hjartslátturinn er á bilinu 170-210 slög á mínútu og liggur það langt yfir því sem mældist í tamningatryppunum.

Þróunin í undirkeppnunum þegar litið er á hverja og eina fyrir sig er sú sama og ef allt gagnasafnið væri tekið með og hefur verið fjallað um hér á undan: Með hækkandi hjartslætti eykst mjólkursýra en öndunartíðnin lækkar. Myndir 7 og 8 lýsa þessu mjög vel. Þó svo tölugildin fyrir hverja undirkeppni séu önnur þá er sama, sterka samhengið milli þessara breyta (mest þó í forkeppnisgögnunum) eins og kemur fram á myndunum.

4.2.5 Áhrif kyns og aldurs

Mat á frammistöðu keppniskvöldana var mælt í einkunnum á skalanum 5-10, stigafjölda og tíma, háð hvaða grein var verið að keppa í. Stigafjöldi réði niðurstöðum úr smalanum og tími sem hestur fór á í braut réði niðurstöðum úr skeiðinu. Niðurstöður þriggja fyrstu kvöldanna voru bundnar einkunnum þar sem sú hæsta gaf best. Samband þeirra við aldur hestanna var borið saman (mynd 10). Tölfræðilega marktækur munur fékkst (0.0078) en aldurinn skýrir samt lítið af þeim breytileika sem ræður hvaða hestur vinnur ($R^2=0.20$). Það bendir til þess að miklu fleiri þættir koma til áhrifa á einkunnina heldur en aldurinn einn og sér. Þessi niðurstaða rennir þó stoðum um þann orðróm að eldri hestar vinni umfram þá yngri. Hestakostur KS deildarinnar var að meðaltali 8,7 ára og aldursbilið var frá 6 upp í 16 vetra, hestar á besta aldri. Líklegt er að eldri hestarnir séu meira tamdir og „sviðsvanari” og fyrir vikið öruggari í keppninni.

Ekki fékkst marktækur munur á aldri hesta eftir keppnum en skv. mynd 11 sést tilhneiging til þess að eldri hestar veljist í smalann. Meðalaldur skeiðhestanna er lægstur eins og sama mynd sýnir en þar voru einungis þrjár í úrtakinu, 6, 7 og 8. Þessir einstaklingar ná ekki að sýna nógu raunverulega mynd af aldri skeiðhestanna en aldursbilið var breiðara en þetta.

Persson (1997) prófaði 205 Standardbred brokkhesta á bretti með stigvaxandi álagi þar sem hjartslátturinn fór yfir 200 slög á mínútu við mesta erfiðnið. Þar fannst marktækur munur hinna ýmsu mælibreyta, m.a. hjartsláttar og mjólkursýru, við bæði aldur og kyn hestanna. Asheim o.fl. (1970) mældu hjartslátt sama hestakyns við mismunandi vinnu (hægt og hratt brokk í braut og æfingar í sundi), 7-25 hesta. Þar fundust engin marktæk aldursáhrif. Niðurstöður þessara tveggja rannsókna eru ekki í samræmi við hvora aðra en töluverður munur er á fjölda hesta í þessum tveimur rannsóknum. Þessi rannsókn varðar 35 hross með 46 mælingar og fjöldinn nær því sem var hjá Asheim o.fl. (1970) enda ber þeim niðurstöðum saman. Áður hefur komið fram að Asheim o.fl. (1970) voru með yngri hesta en í þessari rannsókn. Persson (1997) var með stærra úrtak sem gæti verið meira lýsandi fyrir heildarhópin en ef um minni hóp væri að ræða.

Couroucé o.fl. (1997) fundu aldursáhrif meðal Standardbred brokkara. Hestar, eldri en 5 ára, þoldu að fara á meiri hraða og meðfylgjandi aukinn hjartslátt áður en mjólkursýruþröskuldi var náð í samanburði við þá sem yngri voru. Þá tók Couroucé (1999) saman niðurstöður margra rannsókna á frönskum Standardbred brokkurum auk þess að vinna að eigin rannsókn.

Þar lagði hann áherslu á að tengja hraða við hjartslátt. Hann tók mið af hraða við mjólkursýruþröskuldinn, V_4 , annars vegar og hraða við 200 hjartslætti á mínútu, V_{200} , hins vegar. Hann taldi V_4 liggja undir V_{200} í yngri hrossum, eftir því sem þau yrðu eldri nálgðuðust þessar tölur og væru orðnar svipaðar í fullorðnum hrossum. Þarna komu því fram aldurs- og þjálfunaráhrif. Leuleu o.fl. (2005) staðfestu þessar niðurstöður og telja sterka fylgni milli V_4 , V_{200} og aldurs.

Hvergi kom fram munur á ýmsum mælibreytum milli keppniskvölda eða undirkeppna í KS deildinni tengt kyni. Samkvæmt því var ekki að skipta máli hvort hrossið sem mætti í keppnina var stóðhestur, hryssa eða geldingur. Munõz, Santisteban o.fl. (1999) fundu marktækan kynjamun við ákveðinn hraða (4 m/sek) í sinni rannsókn á Anglo-arabískum hestum þar sem stóðhestar voru með lægri hjartslátt í sömu æfingu í samanburði við hryssurnar. Úrtakið var lítið, 3 stóðhestar og 9 hryssur.

4.2.6 Áhrif gangtegunda

Með því að horfa á myndband, sjá röðun gangtegunda, skrá tímalengd og tengja við tímaskráningu náðist að aðgreina gangtegundir á hjartsláttarlínuriti fyrir hvern úrtakshest. Eins og sjá má í töflu 7 var meðalhjartsláttur í keppni sem fyrr hæstur í skeiðinu, 178 slög á mínútu. Næst á eftir skeiðinu kom brokkið, svo stökkið, því næst töltið og ekki kom á óvart að fetið skyldi skila minnstum meðalhjartslætti, 125 slögum á mínútu. Ef hámarkshjartsláttur í keppni er tekinn til skoðunar eru hestarnir að fara upp fyrir 180 slög á mínútu á öllum gangtegundum nema fetinu. Þeir fara upp í 189 slög á mínútu á stökki og brokki og upp í 183 slög á mínútu á skeiði og tölti að meðaltali. Lágmarkshjartsláttur skeiðsins er 172 slög á mínútu, fetsins 111 slög á mínútu en á tölti, brokki og stökki liggur lægsti hjartsláttur í keppni á bilinu 141-143 slög á mínútu.

Sé fetið undanskilið eru hestarnir að taka á á hinum gangtegundunum, með yfir 180 slög á mínútu sem hámarkshjartslátt. Williams o.fl. (2009) töldu hlýðnihesta í keppni vera að vinna á loftháða kerfinu og alls ekki að nýta það að fullu. Hámarks hjartsláttartíðnin nam 132 slögum á mínútu sem er töluvert undir hjartsláttargildum hjá hestum á mismunandi gangtegundum í KS deildinni og meira að segja undir hámarksgildum fetsins. Munõz, Riber o.fl. (1999) fylgdust með keppni Anglo-Hunter og Anglo-arabískra hesta í keppni. Hjartsláttarsviðið spannaði frá 140 slögum á mínútu upp í 200 slög á mínútu. Hæstu gildi

fóru upp í 230 slög á mínútu. Einstaklingsmunurinn var til staðar hér sem og annars staðar (Hinchcliff o.fl., 2008; Munõz, Riber o.fl. 1999; Asheim o.fl. 1970) enda margir þættir sem koma til mismunandi áhrifa á hestinn og þar með afkastgetu hans.

Áhugavert var að skoða töltkeppnina eina og sér og meta hvort um mun væri að ræða milli hæga tölts, tölti með hraðabreytingum og yfirferðartölti. Alls staðar mældist munurinn marktækur (tafla 8) þar sem yfirferðin gekk hraðast fyrir sig en gaf hæstu gildi hjartsláttar (hámarks, meðaltals og lágmarks). Hámarksgildi hæga-, hraðabreytinga-, og yfirferðartölts voru 164, 189 og 206 slög á mínútu. Ljóst er að um átök er að ræða hjá hestunum, töluverð á hraðabreytingum og mikil þegar yfirferðartöltið er riðið.

Hafa verður í huga að mælirinn nemur og skráir mælingu á fimm sekúndna millibili og tímaskráningum þar ekki alltaf saman við úr mælisins. Þannig gat skeikað að merkja nákvæmlega á réttum stað merkingu á hjartsláttarlínuriti einstaklings þar sem gangskiptingar fóru fram. Þá getur tímasetning snúninga (skipt um hönd) og ferjuleiða (langhlið sem farin var í fimmgangi til að taka skeiðsprett á langhlið fjær áhorfendum) hafa verið ónákvæm þegar um sekúndubrot er að ræða. Þetta á einkum við í forkeppni þar sem gangtegundirnar runnu saman en í úrslitunum var alltaf riðið fet á milli þeirra.

4.2.7 Samhengi milli breyta

Við aðhvarfsgreiningar kom fram marktækt samhengi milli breyta sem snertu hjartslátt í keppninni sjálfri, mjólkursýrumagn í blóði eftir keppni, öndun eftir keppni og tímalengdar keppinnar (tafla 9). Þegar litið er á samhengið innan forkeppni eða úrslita má finna nokkuð svipað samhengi breytanna, þ.e. marktækt milli sömu breyta. Einkum er það tímalengd keppni við hjartslátt, mjólkursýru og öndun eftir keppni sem slær sterkt út. Þá koma fram svipuð tengsl mjólkursýru við bæði meðalhjartslátt og öndun eftir eins og áður hefur verið rætt um.

Tengsl einkunnar við hjartslátt í keppni, mjólkursýru og öndun eftir keppni koma fram í úrslitakeppni en ekki forkeppni. Það er athyglisvert og bendir til þess að þegar „á hólminn er komið“ er álagið orðið enn meira; meira er í húfi og meira lagt undir. Komið hefur fram að fyrirkomulag forkeppni og úrslita er mismunandi, úrslitakeppnin er lengri og hestar eru saman inni á keppnissvæðinu. Evans o.fl. (1993) fundu samhengi milli mjólkursýru og áætlaðri getu

hests í keppni út frá fyrri frammistöðu. Þegar hestur er kominn í úrslit er það byggt á fyrri frammistöðu og má að einhverju leyti líkja þessu saman. Í rannsókn Evans o.fl. (1993) fannst hins vegar ekki samhengi áætlaðrar getu við hjartslátt í keppni.

White o.fl. (1995a) fundu ekki tengsl milli öndunar eftir keppni við hjartslátt á meðan á æfingu stóð við rannsóknir á hestum sem tóku þátt í víðavangshlaupi. Það er alls ekki í samræmi við þær tengingar sem fundust í þessari rannsókn. Marktækt samhengi fannst milli öndunar eftir keppni við hjartslátt í keppni, hvort heldur sem var í forkeppni, B- eða A-úrslitum. Munurinn gæti falist í því að um mjög ólíkar keppnir er að ræða.

4.2.8 Hvar liggur hjartsláttur íslenska hestsins í keppni ?

Samkvæmt töflu 4 sýna meðaltalstölur að meðalhjartsláttur hesta í KS deildinni hafi legið á bilinu 147-182 slögum á mínútu. Sé horft á hámarkshjartsláttinn í sömu töflu eru meðaltalstölur þar á bilinu 188 – 198 slög á mínútu. Breytileikinn var mikill milli einstaklinga eins og kemur fram í töflu 6, hámarkshjartslátturinn var frá 161 slagi á mínútu (tölt, forkeppni) upp í 227 slög á mínútu (fjörgangur, úrslit). Í töflu í viðauka 2 er samantekt á ýmsum rannsóknum á hjartslætti hesta við mismunandi aðstæður, hann er langt í frá að vera tæmandi.

Samkvæmt töflunni koma há hjartsláttargildi, upp fyrir 200 slög á mínútu, fram við hámarksálag og erfiðar æfingar. Meðaltal hámarksgilda fer nálægt þeirri tölu í þessari rannsókn og má ætla að keppnin krefjist töluvert mikils af hestunum. Út frá samhengi mjólkursýru við meðaltal hámarkshjartsláttar í keppni (jafna í kjölfar myndar 7) má ætla að mjólkursýruþröskuldurinn hafi legið við 139 slög á mínútu meðal keppnishesta. Benda má á að aðstæðurnar voru ekki staðlaðar en engu að síður raunverulegar og gefa hugmynd um hvar gildin liggja. Talan liggur undir meðalhjartslætti allra keppnisgreinanna og líklegt að hestarnir hafi verið að vinna að hluta til á loftfirrða kerfinu. Mjólkursýrugildin mældust að meðaltali eftir hverja keppnisgrein frá 5.4 upp í 10.2 mmól/l, alltaf yfir þröskuldinum.

Keppni eins og KS deildin með mismunandi keppnisgreinum krefst bæði snerpu- og þolþjálfunar hestanna. Það þarf að þjálf þá bæði við mjólkursýruþröskuldinn til að fá sem mest út úr þjálfuninni hverju sinni og að fara yfir hann með stuttum, snörpum lotum og taka inn í æfingarferlið. Með því að vera við þröskuldinn án þess að fara yfir hann þolir hesturinn

að vinna meiri vinnu við sama hjartslátt (mynd 2). Sé hóflega farið yfir þröskuldinn aukast bufferhæfileikar vöðvanna (þeir þola meiri mjólkursýru) og vöðvavirknin verður meiri til að nýta mjólkursýruna (tengjast súrefni og umbreyta henni yfir í pýróþrúgusýru sem getur nýst til orkuvinnslu) (Alberts o.fl., 2008; Hinchcliff o.fl., 2008).

Komið hefur fram að keppnisformið hefur áhrif á hjartslátt og hvort verið sé að keppa til úrslita eða ekki. Þá er þjálfunarástand hestsins veigamikill þáttur þar sem aukin þjálfun lækkar hjartsláttartíðni frá því sem var við sömu vinnu (mynd 1). Barker og Warren-Smith (2009) fundu ekki marktækan mun á 14 vikna þjálfunaráætlun milli hesta sem annars vegar höfðu farið í gegnum sömu áætlun ári áður og hesta sem ekki höfðu farið í gegnum slíka áætlun. Vísbendingar voru þó um að þeir sem höfðu farið í gegnum ferlið áður voru lægri í bæði hjartslætti og mjólkursýrumagni í blóði. Hestarnir voru fáir, einungis 6, og breytileikinn mikill þannig að ekki er víst að svo fáir hestar hafi náð að vera nógu einkennandi fyrir hópana.

Ekki var tekið tillit til þjálfunarástands hestsins í þessari rannsókn enda erfitt að eiga við. Hugsanlega hefði verið hægt að láta knapa meta það en það mat er líka misjafnt manna á milli. Hestarnir voru auk þess misgamlir með mismikla þjálfunarsögu bak við sig. Flestir þeirra fyrstu þrjú keppniskvöldin voru teknir inn til þjálfunar í síðasta lagi í janúar 2010 og má gera ráð fyrir því að eftir því sem lengra leið á árið væru þeir meira þjálfaðir. Það getur haft áhrif á niðurstöðurnar.

Hjartsláttargildin voru hærri þar sem hraðinn var meiri en ekki var unnið með hraðatölur á neinn hátt í þessari rannsókn. Hægt hefði verið að taka þann fjölda hringja sem hestur fór í keppni þar sem stærð vallarins er þekkt. Þar hefði komið fram skekkja vegna þess að hestarnir fóru mismikið inn í beygjurnar. Þá þyrftu tímamælingarnar að vera enn nákvæmari. Áhugavert væri að halda áfram með mælingar og flétta hraðamælingar við önnur mæld gildi enda margar erlendar rannsóknir sem byggja á útreikningum hjartsláttar og mjólkursýrumagns við hraðann. Hægt er að tengja hjartsláttarmæli við GPS staðsetningartæki sem nemur hraða utandyra en þá eru komnir fleiri þættir til áhrifa á niðurstöðurnar, t.d. veðurfar.

5. Ályktanir

Hvíldarhjartsláttur 24 íslenskra hesta, þar af 12 hryssur og 12 geldingar, var að meðaltali 39 slög á mínútu. Það liggur ívið hærra en það sem talið er, 30-40 slög á mínútu, en þó innan markanna. Ekki er ástæða til að ætla annað en að hvíldarhjartslátturinn sé 30-40 slög á mínútu.

Hjartsláttargildi íslenska hestsins í KS deildinni voru mismunandi. Það á bæði við um milli einstaklinga og mismunandi keppnisgreina. Enginn marktækur munur fannst á gildunum tengt kyni. Vægt samhengi fannst milli frammistöðu hestanna í keppni við aldur ($p=0.0078$, $R^2=0.20$) en miklu fleiri þættir koma þar til áhrifa heldur en bara aldurinn einn og sér. Við greininguna voru einkunnir úr þremur keppnisgreinunum (fjörgangur, tölt og fimmangur) bornar saman en smali og skeið ekki með (stiga- og tímagjöf, ekki sambærileg).

Munur kom fram á hvort um væri að ræða forkeppni eða úrslitakeppni þar sem meðalhjartsláttargildi forkeppninnar lágu hærra en meðalhjartsláttargildi úrslita. Gildi B- og A-úrslita lágu á svipuðu róli. Upphitunargögn sem fengust í forkeppni voru borin saman við ýmsar mælibreytur en hvergi fékkst marktækt samhengi þar á milli.

Smali og skeið gefa hæstu meðalhjartsláttargildi, fimmgangurinn þau lægstu og nálægt honum liggja meðalhjartsláttargildi fjörgangs og tölts. Ef litið er til hámarkshjartsláttar er munurinn lítill milli keppnisgreinanna. Þar fer hæst töltið með 198 slög á mínútu en skeiðið lægst með 188 slög á mínútu. Við greiningu á töltkeppninni kom fram marktækur munur á hjartslætti við eðli þess tölts sem sýnt var. Hæga töltið gaf lægstu gildi hjartsláttar, 151 slag að meðaltali að meðaltali og 164 hæst, og yfirferðartöltið þau hæstu, 191 slag að meðaltali og 206 hæst.

Mest samhengi fékkst milli mjólkursýru, hjartsláttar og öndunar eftir keppni. Þeim mun hærra sem hjartslátturinn fór, þeim mun hærri mjólkursýrugildi mældust. Samhliða og háum mjólkursýrugildum minnkaði öndunartíðni eftir keppni.

Mjólkursýrugildin mæld á úrstakshestum í KS deildinni gáfu til kynna samhliða háum hjartsláttargildum að átök voru í gangi hjá hestunum. Loftfirrða kerfið var virkjað til að koma á móts við orkukrefjandi verkefni. Stuttu og snörpu greinarnar eins og skeið og smali gengu vel á orkubirgðirnar og loftfirrta kerfið gæti hafa átt í fullu fangi með að sinna þörfunum. Það

átti einkum við um smalann þar sem fullra og mikilla afkasta var krafist í hátt í mínútu. Eftir átökin er mikilvægt að láta hestinn feta eða fara um á hægum öðrum gangi. Það hjálpar til við að losa mjólkursýruna fyrr úr blóðinu en ef hesturinn stæði kyrr (Hinchcliff o.fl., 2008).

Fundin hæstu gildi liggja nálægt háum hjartsláttargildum tengdum átökum og miklu erfiði meðal annarra hestakynja. Evans (2007) bendir réttilega á að fleiri þættir hafi áhrif á afkastagetu hestsins, það þurfi að skoða sögu hvers einstaklings. Hjartsláttargildin hjálpa til við greiningu og stöðumat. Ákveðnar, uppsettar æfingar og endurtekning á þeim geta skilið á milli þess sem er eðlilegt og þess sem er óeðlilegt. Til þess þurfa grunnveldi hjartsláttar að vera til staðar fyrir mismunandi vinnu/álag. Þannig er hægt að staðsetja einstaklinginn en jafnframt að fylgja honum eftir og sjá hver þróun hans verður. Þessi rannsókn veitir upplýsingar um ákveðin gildi við ákveðnar aðstæður. Hún gefur hugmynd um hjartsláttar- og mjólkursýrugildi íslenska hestsins. Fleiri mælingar við mismunandi aðstæður og á fleiri hestum hjálpa til við að útbúa gagnagrunn sem einstaklingsmælingar gætu stuðst við. Þetta er bara byrjunin ☺

6. Heimildaskrá

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Walter, P. (2008). *Molecular biology of the cell*. 5th edition. New York: Garland Science.
- Asheim, A., Knudsen, O., Lindholm, A., Rülcker, C. & Saltin, B. (1970). Heart rates and blood lactate concentrations of Standardbred horses during training and racing. *J.Am.Vet.Med. Assoc.* 157(3), 304-312.
- Barker, A.B.E. & Warren-Smith, A.K. (2009). A comparison of fitness between horses with different exercise history. Í P. McGreevy, A. Warren-Smith og C. Oddie (ritstj.) *International Society for Equitation Science. 5th International Conference. Ethical Equitation – A Sustainable Approach, Sydney, Australia*. International Society for Equitation Science (ISES).
- Bændasamtök Íslands (2010). *WorldFengur*. Skoðað 2. maí 2010 á www.worldfengur.com
- Couroucé, A., Chatard, J.C. & Auvinet, B. (1997). Estimation of performance potential of Standardbred trotters from blood lactate concentrations measured in field conditions. *Equine Veterinary Journal* 29(5), 365-369.
- Couroucé, A. (1999). Review. Field exercise testing for assessing fitness in french standardbred trotters. *The Veterinary Journal* 157, 112-122.
- Davie, A.J. & Evans, D.L. (2000). Blood lactate responses to submaximal field exercise tests in Thoroughbred horses. *The Veterinary Journal* 159, 252-258.
- Desmaizieres, L.-M., Serraud, N., Plainfosse, B., Michel, A. & Tamzali, Y. (2009). Dynamic respiratory endoscopy without treadmill in 68 performance Standardbred, Thoroughbred and saddle horses under natural training conditions. *Equine Veterinary Journal* 41(4), 347-352.
- Evans, D.L. (2007). Review article. Physiology of equine performance and associated tests of function. *Equine Veterinary Journal* 39(4), 373-383.
- Evans, D.L., Harris, R.C. & Snow, D.H. (1993). Correlation of racing performance with blood lactate and heart rate after exercise in Thoroughbred horses. *Equine Veterinary Journal* 25(5), 441-445.
- Eto, D., Yamano, S., Mukai, K., Sugiura, T., Nasu T., Tokukriki, M. & Miyata, H. (2004). Effect of high intensity training on anaerobic capacity of middle gluteal muscle in Thoroughbred horses. *Research in Veterinary Science* 76(2), 139-144.
- Gondim, F.J., Zoppi, C.C., Pereira-da-Silva, L. & de Macedo, D.V. (2007). Determination of the anaerobic threshold and maximal lactate steady state speed in equines using the lactate minimum speed protocol. *Comparative biochemistry and physiology A* 146, 375-380.
- Hamlin, R.L., Klepinger, W.L., Gilpin, K.W. & Smith, C.R. (1972). Autonomic control of heart rate in the horse. *American Journal of Physiology* 222, 976-978.

- Harris, R.C., Marlin, D.J, Snow, D.H. & Harkness R.A. (1991). Muscle ATP loss and lactate accumulation at different work intensities in the exercising Thoroughbred horse. *European Journal of Applied Physiology* 62, 235-244.
- Hein, M., Best, L.R., Pattions, S. & Arena, S. (2005). *Introduction to general, organic and biochemistry*. 8th edition. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Hinchcliff, K.W., Geor, R.J. & Kaneps, A.J. (2008). *Equine exercise physiology. The science of exercise in the athletic horse*. Edinburgh: Saunders Elsevier.
- Helgi Sigurðsson (1989). *Handbók hestamanna um hrossasjúkdóma. Hestaheilsa*. Reykjavík: Eiðfaxi.
- Katz, L.M., Baly, W.M., Roeder, M.J., Kingston, J.K. & Hines, M.T. (2000). Effects of training on maximum oxygen consumptions of ponies. *Am. J. Vet. Res.*, 81, 986-991.
- Krzywanek, H., Wittke, G., Bayer, A. & Borman, P. (1970). The heart rates of Thoroughbred horses during a race. *Equine Veterinary Journal* 2(3), 115-117.
- Leleu, C., Cotel, C. & Courouce-Malblanc, A. (2005). Relationship between physiological variables and race performance in French standardbred trotters. *The Veterinary Record* 156(11), 339-342.
- McCall, C.A. (1999). *Monitoring your horse's vital signs*. Skoðað 1. apríl 2010 á vef Alabama Cooperative Extension System (Alabama A&M University and Auburn University): <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0808/>
- Munõz A., Riber, C., Santisteban, R., Rubio M.D., Agüera, E.I. & Castejón, F.M. (1999). Cardiovascular and metabolic adaptations in horses competing in cross-country events. *J. Vet. Med. Science* 6(1), 13-20.
- Munõz A., Santisteban, R., Rubio, M.D., Agüera, E.I., Escribano, B.M. & Castejón, F.M. (1999). Locomotor, cardiocirculatory and metabolic adaptations to training in Andalusina and Anglo-Arabian horses. *Research in Veterinary Science* 66(1), 25-31.
- NRC (2007). *Nutrient requirements of horses – sixth revised edition*. USA: The academic press.
- van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. M. S., van den Broek, E. T.W. & Spierenburg A.J. (2008). Evaluation of the usefulness of the portable device Lactate Pro for measurement of lactate concentrations in equine whole blood. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 20(1), 83-89.
- Persson, S.G. (1997): Heart rate and blood lactate responses to submaximal treadmill exercise in the normally performing standardbred trotter – age and sex variations and predictability from the total red blood cell volume. *Zentralbl. Veterinarmed. A.* 44(3), 125-132.
- Piccione, G., Giannetto, C., Assenza, A., Casella, S. & Caola, G (2009). Influence of time of day on body temperature, heart rate, arterial pressure, and other biological variables in horses during incremental exercise. *Chronobiology International* 26(1), 47-60.

- Pollock, P.J., Reardon, R.J.M., Parkin, T.D.H., Johnston, M.S., Tate, J. & Love, S. (2009). Dynamic respiratory endoscopy in 67 Thoroughbred racehorses training under normal ridden exercise conditions. *Equine Veterinary Journal* 41(4), 354-360.
- Schuback, K. & Essén-Gustavsson, B. (1998). Muscle anaerobic response to a maximal treadmill exercise test in Standardbred trotters. *Equine Veterinary Journal* 30(6), 504-510.
- Sigríður Björnsdóttir (2010). Viðbrögð við smitandi hósta í hrossum. Skoðað 8. maí 2010 á vef Matvælastofnunar:
<http://www.mast.is/index.aspx?GroupId=505&TabId=511&NewsItemID=2378&ModulesTabsId=919>
- White, S.L., Williamson, L.H., Maykuth, P.L., Cole, S.P., Andrews, F.M. & Geiser, D.R. (1995a). Heart rate response and plasma lactate concentrations of horses competing in the cross-country phase of combined training events. *Equine Veterinary Journal Suppl. 20*, 47-51.
- White, S.L., Williamson, L.H., Maykuth, P.L., Cole, S.P. & Andrews, F.M. (1995b). Heart rate response and plasma lactate concentrations of horses competing in the speed and endurance phase of 3-day combined training events. *Equine Veterinary Journal Suppl. 20*, 52-56.
- Williams, R.J., Chandler, R.E. & Marlin, D.J. (2009). Heart rates of horses during competitive dressage. *Comparative Exercise Physiology* 6(1), 7-15.
- Þórir Magnús Lárusson (1996). Training horses. Heart rate in Icelandic horses. A preliminary study. Óútgefin meistaraþrófsritgerð. Oregon State University, Corvallis.

Skráningareyðublað ritara:

MJÓLKURSÝRA O.FL. MÆLINGAR

KEPPNI _____ 2010

Rásröð	Hestur	Knapi	Mælir nr.	Mjólkurs.	Tími	Einkunn	Ath.semdir
1							
2							
9							
10							
17							
18							
1-B							
3-B							
5-B							
1-A							
3-A							
5-A							

Hiti, °C	Raki, %	Tími	Keppni

Skráningareyðublað upptökumanns:

UPPTAKA

KEPPNI _____ 2010

Rásröð	Hestur	Knapi	Ath.semdir
1			
2			
9			
10			
17			
18			
1-B			
3-B			
5-B			
1-A			
3-A			
5-A			

2. Viðaukar – samantekt ýmissa rannsókna á hjartslætti

Í töflunni má finna samantekt á ýmsum rannsóknum á hjartsláttargildum mismunandi hestakynja við mismunandi vinnuálag. Listinn er ekki tæmandi.

	Aldur	Hjsl	Svið	Mjs	Svið	Þjálfun/tími..	Hestakyn	Lýsing
Þórir M. Lárusson '96	3 ½	147	SD=13			13 ½ mín.æf.	Íslenski hesturinn	Hj.sláttur stökks, e.br.og st.
Þórir M.Lárusson '96	3 ½	126	SD=7			11 ½ mín.æf.	Sömu, 10 v. síðar	Hj.sláttur stökks, e.br.og st.
Williams o.fl. 2009	6-17	102	+/- 13			Nokkuð erfið	Warmbl., Thor.br.	Hlýðnikeppni, byrj.stig
Williams o.fl. 2009	6-17	107	+/- 8			Erfið	Warmbl., Thor.br.	Hlýðnikeppni, miðstig
Barker og W.Sm. '09	10.3	107-149				Mínna þjálf.	Thoroughbred	250-650 m/sek á 450mbraut
Barker og W.Sm. '09	10.3	89-136				Meira þjálf.	Thoroughbred	250-650 m/sek á 450mbraut
Gondim o.fl. 2007	8.8	125		1.6		20.8 km/klst	Þolreiðahestar	Hraði m.v.að lágmarka mjs.
Davie og Evans, 2000	2-7			4-19		Stigvaxandi	Thoroughbred	800m st.,hraðaaukn.v.200m
Courcoucé 1999	3						Fransk. Standardb.	
White o.fl. 1995a		154-195		8.1-21.3		5 erfiðisstig		Víðavangshlaup, 4 mm.þrep
White o.fl. 1995b		118-174		18.4		4 fasar		3gj daga víðv.hlaup, 3 þrep
Evans o.fl. 1993	3.1	210	SD 10.4	6.2		10 m/sek	Thoroughbred	Bretti, mm.æf.í 16 mín, 5°
Evans o.fl. 1993	3			16.9	Sd 2.2	Hámarksálag	Thoroughbred	800 m stökk, æfing
Asheim o.fl. 1970		201	190-210	5.6	3.1-14.1	Erfið æfing	Standardbred	
Asheim o.fl. 1970		221	210-231	11.3	6.4-26.1	Hámarksálag		
Krzywanek o.fl. 1970	3-8	223	204-241			Hámarksálag	Thoroughbred	1600-1800 m hlaup í kpn.