



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi
Hippologenheten

nr K33

Examensarbete på kandidatnivå

2013

**Islandshästens energiförbrukning i tölt i
förhållande till galopp**

Charlotta Liedberg

Uppsala

HANDLEDARE:

Handledare, Sara Ljung, Wången

Bitr Handledare, Ulf Hedenström, Wången

Hippologiskt examensarbete (EX0497) omfattande 15 högskolepoäng ingår som en obligatorisk del i hippologutbildningen och syftar till att under handledning ge de studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Föreliggande uppsats är således ett studentarbete på nivå G2E och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund.

SLU
Sveriges lantbruksuniversitet

*Islandshästens energiförbrukning i
tölt i förhållande till galopp*

Charlotta Liedberg

*Handledare Sara Ljung, Wången
Examinator Karin Ericsson, Wången*

*Examensarbete inom hippologprogrammet, Wången 2013
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi
Hippologenheten
Kurskod: EX0497, Nivå G2E, 15 hp*

Nyckelord: Gångarter, hjärtfrekvens, ansträngning

*Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>
Examensarbete K33 2013*

INNEHÅLL

REFERAT	4
Nyckelord	4
INTRODUKTION.....	5
Problem	5
Syfte	5
Frågeställningar	5
Hypotes.....	5
LITTERATURGENOMGÅNG	6
Islandshästen och dess gångarter	6
Fysiskt arbete och pulsmätningar	6
Hästens energiförbrukning i arbete i olika gångarter	7
Andning.....	8
MATERIAL OCH METOD.....	9
Förberedelser	9
Mätutrustning	9
Hästarna.....	9
Upplägg av försök	9
Bearbetning av data	10
Beräkning av data	10
RESULTAT.....	11
Övriga observationer	12
DISKUSSION	13
SLUTSATS	15

BILAGOR

Bilaga 1

Bilaga 2

REFERAT

Denna studie är en undersökning vad gäller islandshästens energiförbrukning i tölt och galopp. Studien ska ge en bättre bild av hur vi anstränger våra hästar vid tävling och vid avelsbedömning. Studien ska också försöka kartlägga andningsfrekvensen i förhållande till stegcykeln i tölt.

Med hjälp av hjärtfrekvensen kan man räkna ut mängden syre som krävs vid ett visst arbete. Energiförbrukningen mäts i mängden syre förbrukad under en viss sträcka. Idag vet man att energiförbrukningen sker enligt en U-formad kurva för gångarterna skritt, trav och galopp. Man vet också att det finns en koppling mellan andningsfrekvensen och stegcykeln i galopp men inte lika tydliga kopplingar i övriga gångarter.

I försöket användes fyra hästar som reds i fyra olika tempon i tölt och galopp, en minut för varje tempo med en stegring av hastigheten. Hjärtfrekvensen användes för att räkna ut energiförbrukningen vid de olika hastigheterna och gångarterna. Energiförbrukningen verkar öka kurvlinjärt i tölt. Tölten verkar ligga högre i energiförbrukning i jämförelse med galopp. Mjölksyra mättes även i slutet av försöket och visar värden över mjölksyratröskeln, högre efter galoppen än tölten men galoppen reds också i högre tempo.

Utefter resultaten kan man dra paralleller till tävling i tölt och avelsbedömningar. En töltfinal rids under ca 9 minuter effektiv ridning. Efter de mjölksyravärden man fått under de fyra minuter vid den här studien kan man förvänta sig högre efter en hel töltfinal. Då det lägsta och högsta tempot som rids under tävling verkar vara de mest energikrävande kan det vara bra att ha detta i åtanke vid utfodring och träning av tävlingshästar. Att galoppen ligger lägre i energiförbrukning verkar rimligt då galopp är en gångart som hästarna väljer mer naturligt än tölt.

Energiförbrukningen i tölt verkar ske enligt en U-formad kurva och verkar ligga högre i energiförbrukning jämfört med galopp. Säkrare studier krävs med fler hästar för att få ett ännu tydligare resultat.

Andningen kunde inte tydligt kopplas till stegfrekvensen i tölt men de verkar ta fler steg per andetag i ett högre tempo. Vidare studier krävs.

Nyckelord

Gångarter, hjärtfrekvens, ansträngning

INTRODUKTION

Problem

Idag finns inga publicerade studier på hur energiförbrukningen ser ut för Islandshästar i tölt och heller inte i förhållande till andra gångarter. Vid tävling finns grenar där man bara tävlar i tölt i flera olika tempon. Det sträcker sig från långsamt arbetstempotölt till höga tempon i vad som kallas ökad tölt. Just de här tempona är oftast de som upplevs av ryttaren som de mest ansträngande för hästen. För att få högsta poäng i arbetstölt ska hästen ha en hög samlingsgrad med mycket energi och benaktion och i den ökade tölten väger den höga hastigheten tungt tillsammans med stor benaktion och bra steglängd (FIPO 2008). Vid finalridning i tölt där momenten arbetstempo tölt, tempoväxlingar och ökat tempo tölt ingår så upplevs ofta hästarna som väldigt trötta och andfådda efteråt, vilket visar på att de sannolikt har bildat mjölksyra och har en syreskuld. Islandshästar genomgår avelsbedömningar som sker på samma sätt för alla hästar från fyra års ålder. De som visas som fyraåringar rids vanligtvis in på hösten som 3,5 åringar och visas någon gång under perioden maj till augusti året därefter. På avelsbedömningen visas hästarna på en 250-300 m lång rakbana och ska på tio vändor visa alla gångarter. Höga tempon, rena gångarter och stor benaktion krävs för att få höga poäng (FIZO, 2011). För att kunna lägga upp den vardagliga träningen av Islandshästar på bästa sätt så att de förbereds inför tävling och avelsbedömningar krävs en bättre kartläggning över energiförbrukningen i tölt i förhållande till andra gångarter.

Man vet idag att det finns en koppling mellan andningsfrekvensen och stegcykeln i galopp där förhållandet är 1:1 (Evans 2006). Däremot är det inte undersökt hur förhållandet ser ut i tölt. Eftersom andningen är viktig vid allt fysiskt arbete för att muskler ska få tillgång till syre så är det intressant att kartlägga hur förhållandet ser ut i tölt. Vid höga hastigheter i tölt blir stegfrekvensen snabb och ska hästen hinna ta ett andetag per stegcykel skulle det innebära en snabb andningsfrekvens som då kanske skulle vara yttlig.

Syfte

Att kartlägga hur energiförbrukningen ser ut i olika tempon i tölt jämfört med galopp. Att kartlägga andningsfrekvensen i förhållande till stegcykeln i tölt.

Frågeställningar

Hur ser energiförbrukningen ut för olika tempon i tölt?

Är det någon skillnad på energiförbrukningen mellan tölt och galopp i samma tempo?

Hur hör andningsfrekvensen ihop med stegcykeln i tölt?

Hypotes

Energiförbrukningen är inom tölten högst vid den ökade tölten och även högre i jämförelse med galopp i ett motsvarande tempo. En komfortzon skulle förmodligen ligga emellan arbetstempotölt och ökad tölt. I lägre tempo i tölten kommer hästen hinna ta ett andetag per stegcykel men inte i de högre tempona

LITTERATURGENOMGÅNG

Islandshästen och dess gångarter

Islandshästen är känd för sina extra gångarter tölt och pass. Det är inte alla som har pass, de kallas för fyrgångare och de som har alla fem gångarterna kallas för femgångare. Det har nu vistats att det beror på vilken genuppsättning hästen har. Om den är heterozygot CA så är det en fyrgångare och om den är homozygot AA så har den även anlag för pass och är femgångare (Andersson et. al, 2012). En fyrgångare får vanligtvis läras att tölta under ryttare under inridningen då den oftast inte väljer tölten själv.

Fysiskt arbete och pulsmätningar

Det som gör hästen till en sådan bra atlet är dess höga kapacitet för aerobt arbete, stora energiförråd i muskulaturen (främst av glykogen), hög volym mitokondrier i musklerna och förmågan att kunna förbättra blodets syreupptagningsförmåga vid arbete när mjälten pumpar ut sitt blodförråd. Den har även hög effektivitet i gångarterna och bra värmeregleringsförmåga. En del av dessa variabler går att förbättra med träning, till exempel blodvolymen och volymen blod som pumpas ut vid varje hjärtslag, slagvolym, medan till exempel volymen luft som lungorna andas in inte går att förbättra med träning (Hinchcliff & Geor, 2008).

För att ett arbete ska kunna utföras krävs det energi och det frigörs med hjälp av substansen ATP (adenosine triphosfate). Det finns även andra substanser som NADH och NADPH som ger energi men för att ett muskelarbete ska kunna utföras krävs ATP. För att få tillgång till energin som finns i ATP så måste en oxidationsprocess ske, det måste alltså finnas tillgång på syre, och även bränsle genom delning av glukos, fettsyror och aminosyror (Coenen 2010).

Upp emot 90 procent av syre- (O_2) konsumtionen används hos cellernas kraftverk mitokondrierna. Vid tungt fysiskt arbete riktas 90 procent av O_2 till muskelcellerna (Coenen 2010). Syret kommer till musklerna via blodet som pumpas ut av hjärtat därför brukar man prata om "syre-puls". Hjärtfrekvensen ger då en viss prestation i syretransport per enhet av tid. Mitokondrierna står för förbrukningen av O_2 . Mitokondriernas volym tillsammans med VO_2 (mlO_2/kg kroppsvikt/min), som beskriver den mängd syre lungorna tar upp och som sedan hjärtat pumpar ut, och hästens hjärtfunktioner beror på kroppsvikten. Hjärtfrekvensen sammankopplas på så vis med syreförbrukningen och aerobt arbete. Den ger också på så vis en väldigt bra indikation på arbetsbelastningen av hästen och används även vid uträkningen av VO_2 (Coenen, 2010). Den maximala syreupptagningsförmågan anger man som $VO_{2\max}$ och ligger hos en fullblodstävlingshäst på ca 180-200 och maxpulsen ligger på ca 220-240 slag/min inte helt olikt från oss människor. (Hinchcliff & Geor, 2008)

Förhållandet mellan VO_2 och hjärtfrekvens beskrivs enligt ekvationen $y=0,002816x^{1,9955}$ (Coenen 2010), där x är hjärtfrekvensen. Förhållandet mellan VO_2 och hastigheten påverkas av många olika faktorer och så även för förhållandet mellan hjärtfrekvens och hastighet. Att göra tester inne på ett rullband blir inte alls samma sak som att gå ut att

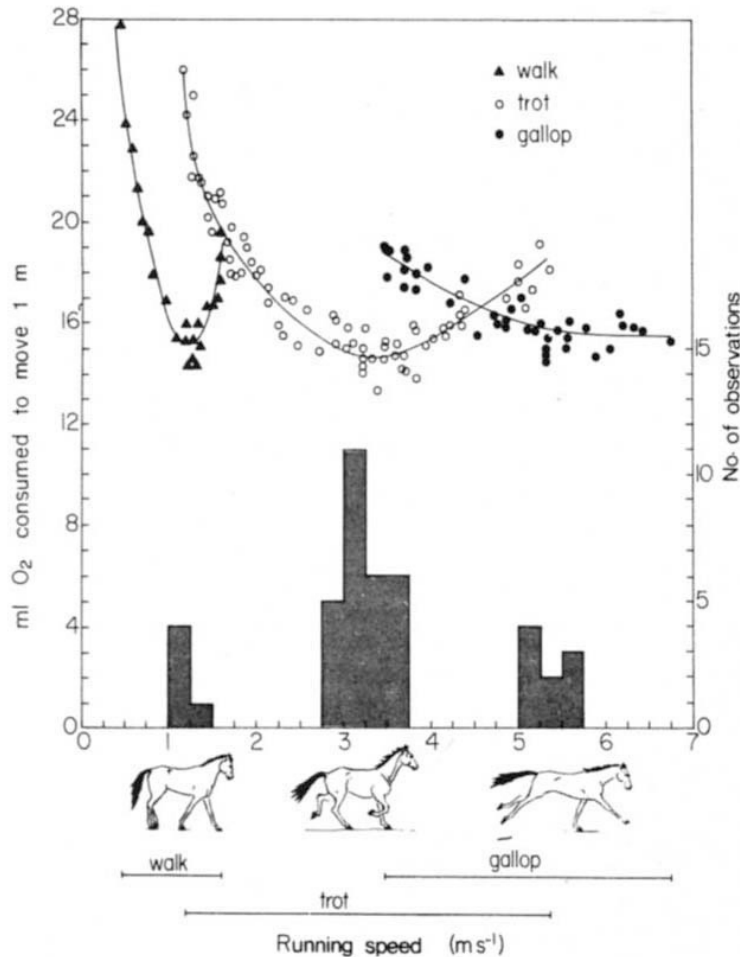
göra tester i verkligheten utomhus. Faktorer som spelar in är till exempel vind, underlag, lutning, skoning, ryttarens inverkan, temperatur och konditionsstatus (Coenen, 2010).

Energi som frigörs med hjälp av ATP sker alltså vid aerobt arbete, där det finns tillgång på syre. Den processen sker relativt långsamt men är effektiv. När kroppen inte längre klarar av att transportera tillräckligt med syre till musklerna sker istället anaerobt arbete som producerar energi snabbt men ineffektivt. Hästens muskel består av tre olika sorters muskelfibrer, typ 1, 2a och 2b (Rivero & Piercy 2008). Typ 1 jobbar med syre och vid lågintensivt arbete behöver endast de användas. Allteftersom arbetsintensiteten ökar kopplas även typ 2a in som är mer uthålliga, snabba och jobbar både aerobt och anaerobt. Slutligen kopplas typ 2b in som bara arbetar anaerobt (Rivero & Piercy 2008).

Allt eftersom arbetsintensiteten ökar så kommer energin mer och mer ifrån de anaeroba processerna. Den här processen ger restprodukter i form av mjölksyra även kallat laktat. Vid den punkt då man kan mäta 4 mmol mjölksyra i blodet kallar man för mjölksyraträskeln. När den har inträffat sker en exponentiell ökning av mjölksyra i blodet. Det skiljer sig väldigt mycket från häst till häst när mjölksyraträskeln inträffar och beror på saker som konditionsstatus och uppsättning av muskelfibrer (Rivero & Piercy, 2008). Olika hästar som visar samma hjärtfrekvens och håller samma hastighet kan alltså ändå uppmäta mjölksyranivåer som skiljer sig åt (Coenen, 2010). Mjölksyravärden hos varmblodstravare efter ett travlöp har mätts till $19,5 \pm 0,7$ mmol/l blod (Pösö 1995).

Hästens energiförbrukning i arbete i olika gångarter

I en studie av Hoyt & Taylor (1981) har man sett att hästen i sitt naturliga tillstånd, när den rör sig fritt, använder sig av den hastighet i en viss gångart där den förbrukar minst energi. När den kommer upp i ett visst tempo i en gångart så går den naturligt över i en annan gångart för att fortsatt hålla energiförbrukningen på en så låg nivå som möjligt. Det finns alltså en komfortzon för varje gångart. Den lägsta energiförbrukningsnivån för varje gångart ligger på ungefär samma nivå (Hoyt & Taylor 1981). Netto energiförbrukningen anges som mängden O_2 i ml förbrukat under en viss sträcka. I denna studie tränade man mindre hästar som vägde 110-170 kg att gå i ökade gångarter i både skritt trav och galopp för att se om energiförbrukningen ökade med hastigheten. Det som kunde ses var att inom hästens gångarter ändrar sig energiförbrukningen enligt en U-formad kurva allteftersom hastigheten ökar. I galoppen kunde inte en kurvlinjär ökning av energiförbrukningen ses. Förmodligen på grund av att en tillräckligt hög hastighet inte lyckats uppnås (Hoyt & Taylor). Där kurvorna för de tre grundgångarterna överlappar varandra sker ofta ett byte till nästa gångart, alltså där energiförbrukningen är densamma för de båda gångarterna. Den U-formade kurvan har man även sett i en studie gjord på Hackneys och Arabiska fullblod där man jämförde energiförbrukningen i en ökad trav raserna emellan (Wickler et. al 2002). Likaså i en studie gjord på halvblod (Minetti 1999) kunde man se kurvor som visade samma tendenser som i Hoyt & Taylor (1981) i alla tre grundgångarterna.



Figur nr 1. Energiförbrukningskurva från studien av Hoyt & Taylor (1981).

Det finns i dagsläget inga rapporter på hur energiförbrukningen sker i tölt i förhållande till andra gångarter för Islandshästen. Däremot så har man gjort studier på en brasiliansk ras som heter Mangalara marchador som också rör sig i en fyrtaktig gångart som kallas picada och som även travar, kallat batida. De har antingen den ena eller den andra gångarten naturligt. I en studie av Wanderly et. al (2010) användes tretton hästar där nio av dem var naturliga picadahästar och fyra naturliga batidahästar. De gjorde ett test där alla hästarna fick gå i sin gångart under 30 minuter i en hastighet på 3,2 m/s. Det visade sig att picadahästarna hade en högre puls direkt efter avslutat test, ca 20 slag/min högre (Wanderly 2010). Även andningsfrekvensen och mjölksyravärdena mättes högre hos picadahästarna direkt efter avslutat test. Det menar man alltså ska tas till hänsyn vid upplägget av träning och utfodring för dessa hästar då picadahästarna tydligt gör av med mer energi under arbete än batidahästarna (Wanderly et al, 2010).

Andning

För att syre ska komma ut till musklerna krävs en transport via hästens näsa och luftvägarna till lungornas alveoler där syret förs över till de små blodkärlen i lungorna, lungkapillärerna, och vidare ut i hjärt-kärlsystemet. Vid vila ligger en normal andningsfrekvens hos häst på mellan 8 och 12 andetag per minut och vid arbete på ca 120

per minut hos en häst på 450 kg. Tidalvolymen (mängden luft per andetag) vid vila ligger på ca 5 liter och vid arbete ökar det till ca 12-15 liter. (Holcombe & Ducharme, 2008).

Det har vid flera studier vistats en koppling mellan andningsfrekvensen och stegcykeln i galopp och firsprång men inte samma koppling i skritt och trav (Attenburrow, 1982), (Evans 2006). Vid en studie gjordes även en jämförelse hos varmblood som gick i galopp och pass. Där sågs också en koppling när hästarna gick i galopp eller firsprång men inte när de gick i pass (Evans 2006). Förhållandet i galopp var 1 andetag per stegcykel medan förhållandet i pass var 1-1,5. Man har även sett andra kroppsliga kopplingar vid en studie där man undersökt kopplingen mellan gångarterna skritt, trav, galopp, firsprång och inombukväggstryck, andningsljud, tid hovarna är i marken och volymförändringar av bröstkorgen. Den största kopplingen ser man även här i galopp och firsprång. (Attenburrow & Gosss, 1994). Utandningen sker när framhovarna landar i kombination med att bröstkorgen trycks samman av vikten (Young et al 1992) och inandningen sker vid början av svävmomentet (Attenburrow, 1982).

MATERIAL OCH METOD

Förberedelser

För att definiera de tempon som skulle ridas i tölt under försöket stämde överens med de man rider vid tävling bedömdes de av en domare innan. En häst reds ute på travbanan med en bil bredvid för att stämma av hastigheten mot bilens hastighetsmätare. Utifrån detta sattes ett ca-värde på 10 km/h (2,8 m/s) för arbetstölt och ca 28 km/h (7,8 m/s) för ökad tölt.

Mätutrustning

Polar pro trainer 5, Lactate pro.

Hästarna

Fyra hästar användes, tre ston och en valack i åldrarna 8-16. Vikten på dessa var 360 kg, 390 kg, 397 kg och 405 kg. Alla räknades som fyrgångare och var i bra ridhästkondition. Två av hästarna har tävlats på nationell nivå. En av hästarna var helrakad, två halvtrakade och den fjärde var inte rakad alls. Alla hästarna fick en ruta rakad där pulsbandet skulle ligga emot för att kontakten skulle bli så bra som möjligt. Alla hästarna hade fyra broddar i alla skor och lätta skyddsboots på frambenen. Tre av hästarna stod uppstallade på platsen medan en kom med transport på morgonen av försöksdagen. Ryttaren som red hade ridit tre av hästarna tidigare.

Upplägg av försök

Vilopulsen, andning och rektaltemperaturen mättes på morgonen när hästarna stod i boxarna. Hjärtfrekvensen registrerades med Polar pro trainer 5. För att göra kontakten så bra mellan pulsbanden och hästen användes gel på de rakade rutorna. Alla hästar vägdes innan och efter försöket. En ryttare som vägde ca 75 kg red alla hästarna vid försöket. Samma uppvärmning gjordes på alla hästarna på en bestämd ridslina som tog ca nio minuter där ryttaren skrittade fram till en bestämd punkt för att därefter trava i lugnt tempo upp på travbanan där försöket gjordes. Innan startpunkten fick ryttaren 200 m på

sig att rida in sig i gångarten och för att hitta rätt tempo. Därefter reds hästarna i fyra olika tempon under en minut vardera för att hjärtfrekvensen skulle stabilisera sig för det tempot. I tölt började man vid 10 km/h och ökade sen med 5 km/h för varje minut så man slutligen var uppe i 25 km/h. Till galoppen fick det lägsta möjliga tempot ridas in på startsträckan och där bestämmas för att sen ökas med 5 km/h för varje minut. Tempona i galopp blev på så vis mer individuella för varje häst. En bil åkte bredvid ekipaget för att bestämma tempot med hjälp av en GPS (GPS i appen Tomtom Nordic för Iphone 5). Manuell avläsning av pulskockan gjordes ifrån bilen. Allting filmades och man zoomade in mest på huvud och framben för att sen kunna se sammankopplingen mellan andning och stegfrekvens. Försöket gjordes på förmiddagen i tölt och på eftermiddagen i galopp med samma upplägg. Hästarna fick på så vis tre timmars vila mellan försöken. Travbanan hade vinterunderlag (isbana) och det var -4° ute och vindstilla.

Blodprov togs i halsvenen direkt efter sista tempot vid försöket. Blodproven analyserades i Lactate pro som är en portabel mjölksyramätare för humant bruk.

Bearbetning av data

Hjärtfrekvensmätningarna från häst A och B valdes bort då de var av för dålig kvalitet och användes inte för vidare bearbetning. Så även hjärtfrekvensmätningarna för häst C i galopp och häst D i tölt. Eftersom försöket gjordes i fyra olika tempon skulle en hjärtfrekvens som var representativ för varje tempo plockas ut. Mätningarna var inte tillförlitliga i början vid häst C i tölt och därför valdes endast tre värden ut (se bilaga 1). Hela häst D:s pulskurva var bra och fyra värden kunde plockas ut (se bilaga 2).

Hjärtfrekvensen ska öka tillsammans med hastigheten. Där hjärtfrekvensen planar ut och läger sig i ett stabilt läge när en jämn hastighet hålls så kan den hjärtfrekvensen räknas som representativ för den hastigheten. Oftast sker detta efter en minut. Det var nästan ingen utav hästarna som lyckades hålla exakt hastighet för varje minut och därför var det inte självklart vilken hjärtfrekvens som skulle väljas ut. De fyra minuter som mätningarna gjordes under studien lades in i MATLAB för att kunna gå in mer exakt i kurvorna sekund för sekund och välja ut data. Den hjärtfrekvens som verkade mest representativ för de olika tempona som hästen gick i valdes. Vilket var där kontakten såg ut att ha varit som bäst och där hästen legat i en någorlunda jämn hastighet. Återhämtningspulsens för 1 min, 5 min och 10 min lästes av ur dataprogrammet Polar Pro trainer equine editions dataprogram för alla hästar då kurvorna då såg bra ut för alla hästar.

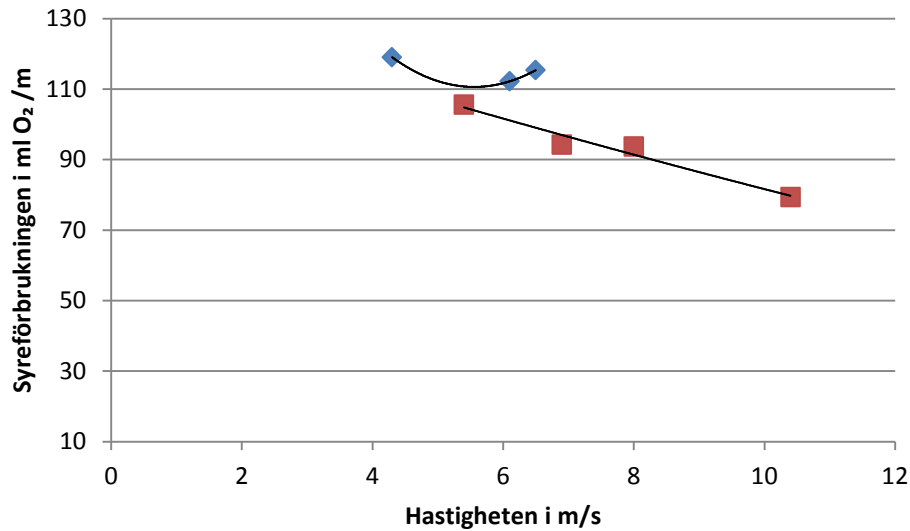
Beräkning av data



Energiförbrukningen har räknats ut i volym syreförbrukning per meter förflyttning (mlO_2/m) för att kunna jämföra med diagrammet som Hoyt & Taylor (1981) presenterat. Först har VO_2 räknats ut utifrån formeln $y=0,002816x^{1,9955}$ (Coenen 2010), där x står för hjärtfrekvensen. De fyra olika hjärtfrekvenserna har sen satts in för varje häst och gångart. Utifrån VO_2 har man kunnat räkna ut $\text{ml O}_2/\text{m}$ på följande sätt: $(\text{VO}_2 * \text{vikten})/60 = \text{ml/s}$, $(\text{ml O}_2/\text{s})/\text{hastigheten} = \text{ml O}_2/\text{m}$.

För att se hur andningen hörde ihop med stegfrekvensen i tölt studerades filmen noga. Där man försökte se när utandningen skedde i förhållande till vilket läge i stegcykeln frambenen var.

RESULTAT

Energiförbrukningen är högre i tölt för häst C (ca 111 ml O₂/m) än vad den är för häst D i galopp (ca 108 ml O₂/m) i samma tempo. Lägsta punkten i töltkurvan är vid 6 m/s (figur 2).



Figur nr 2. Beräknade energiförbrukningskurvor för häst C i tölt och häst D i galopp.  visar tölt och  visar galopp.

Tabell nr 1. Resultat av övriga mätningar.

Återhämtningspuls tölt					Återhämtningspuls galopp				
Häst	A	B	C	D	Häst	A	B	C	D
1 min	100	94	108	96	1 min	116	106	140	107
5 min	65	77	84	72	5 min	83	88	101	90
10 min	62	69	83	54	10 min	73	83	92	77

Andningsfrekvens tölt					Andningsfrekvens galopp				
Häst	A	B	C	D	Häst	A	B	C	D
vila	8	8	8	15	vila	8	8	8	15
1 min	80	88	68	88	1 min	92	80	64	84
5 min	24	48	56	64	5 min	36	64	96	60
10 min	12	72	40	40	10 min	28	60	60	56

Rektaltemp tölt					Rektaltemp galopp				
Häst	A	B	C	D	Häst	A	B	C	D
Vila	38	37,6	37,6	37,6	vila	38	37,6	37,6	37,6
1 min	37,8	38,1	38,4	38,1	1 min	38,2	38,2	38,8	38,6
5 min	37,8	37,7	38,5	38,1	5 min	38,1	38,2	39,2	38,4
10 min	37,7	38	38,4	38,2	10 min	38,1	38,2	39,1	38,5

Laktatvärden i mmol/l blod				
Häst	A	B	C	D
Tölt	6	5	6	5,7
Galopp	11,2	11,8	7,6	16,8

Övriga observationer

I slutskedet av galoppdelen bedömde ryttaren att hästarna var trötta. Ryttaren hade problem med att hålla hästarna i ren tölt under sista tempot då de började röra sig mot galopp istället, framförallt häst B,C och D. Häst B bröt vid två tillfällen över i trav i tempo tre och fyra vilket man också ser i kurvan. Häst D ökade mer än som var meningen de sista ca 200 metrarna i galoppen. Häst D valde till en början i det långsammaste tempot i galopp att tölta och fick därför en lite längre startsträcka på sig för att hitta galoppen igen. Häst A höll bra takt och tempo i både tölt och galopp. Någon tydlig koppling kunde inte ses mellan andningsfrekvensen och stegcykeln i tölt. Eftersom inget förhållande mellan utandningsluften och frambenens rörelse kunde ses så avlyssnades istället andningsljuden. Häst C hördes tydligt när hon andades och det kunde höras att hon tog fler än ett steg per andetag i de högre tempona i tölt.

DISKUSSION

Hos häst C i tölt kan en liknande kurva i tölt beräknas som Hoyt & Taylor (1981) presenterat för skritt och trav. Det tyder på att känslan av att de mest energikrävande tempona i tölt kan vara just arbetstempotölt och ökad tölt, även om inte det allra långsammaste tempot är representerat i grafen. En komfortzon i tölt verkar ligga vid ca 6 m/s. Detta verkar också rimligt då ryttare ofta upplever hästarna som mest harmoniska och lätttridna i ett mellantempo vid töltridning som är ett tempo som ligger någonstans emellan arbetstempo och ökad tölt. Om det här ska kopplas till våra tävlingar och finaler så finns det ett par intressanta aspekter. Det här jobbet var under endast 4 minuter och i en finalridning rider man sammanlagt med alla momenten ca 9 - 10,5 min beroende på hur många som är med i finalen. Då är dock skrittpauser för poänggivning mellan de tre momenten inlagda. Arbetstempo tölt rids under 3-3,5 min, tempoväxlingar i fyra minuter och ökad tölt under 2 minuter. Med tanke på de mjölksyravärden som uppmättes i de här försöken skulle man kunna förvänta sig att värdena efter en töltfinal är betydligt högre där man endast rider de mer ansträngande tempona. Jansson (2012) visar i en rapport att höga mjölksyravärden i samband med avelsvisning hör ihop med skador där hästarna trampar på sig och får sårskador i karleder och på kotor under avelsvisning. Detta problem stöter man ibland även på hos hästar under töltfinaler. Den här typen av energiförbrukningsnivåer är också någonting man bör ha i åtanke vid utfodring av dessa hästar.

Då det endast var fyrgångare som var med i den här studien så kan man anta att de aldrig väljer tölt av sig själva i hagen, utan om de ökar tempot så väljer de trav eller galopp. Det hade vidare varit intressant att se om det kan skilja sig inom rasen för energiförbrukningen i tölt då vi har hästar som har olika anlag för gångarterna pass och tölt (Andersson 2012). Femgångare kan välja tölt eller pass i hagen och borde på så vis vara den gångart som är mest energisparande enligt Hoyt & Taylors (1981) teori.

När det gäller jämförelsen med galoppen så ligger energiförbrukningen lägre jämfört med tölten för de här olika hästarna. Men det ska understrykas att detta är värden från två olika hästar som jämförs med varandra. Även här krävs såklart vidare studier för att kunna styrka resultaten. I den här galoppkurvan kunde man också se att energieffektiviteten bara ökar med hastigheten i galopp precis som hos Hoyt & Taylor (1981). Här ges i alla fall känslan av att en parallell skulle kunna dras till den brasilianska rasen där de hästar som gick i picada (tölt) hade en högre energiförbrukning än de som gick i batida (trav). I denna studie mättes inte stegfrekvensen under en viss sträcka men en studie av Norman et. al (1988) kom fram till att energiförbrukningen per steg ökar med hastigheten. I en tölt ges ofta upplevelsen att stegfrekvensen är högre i förhållande till andra gångarter och kanske kan vara anledningen till den högre energiförbrukningen. I galopp ökar stegfrekvensen endast med 10 % då steglängden ökar så pass mycket (Norman et.al 1988). Det har också visats att travhästar som går i pass nådde 80 procent av VO_{2max} i lägre hastighet än när de galopperade (Evans et. al, 2006). I pass rör sig hästen samsidigt precis som i tölt men har ett tydligt svävmoment vilket man inte har i tölt. Ansträngningen i förhållande till andra gångarter skulle kunna tänkas vara liknande mellan tölt och pass vilket skulle stämma in på det här försöket. När det sista tempot reds

i tölten så ville också de flesta hästarna välja galoppen istället vilket ryttaren fick parera upp. Det är just detta som ofta sker vid ridning i ökad tölt, blir de trötta väljer de galoppen istället vilket borde tyda på att det är den gångarten som blir mest energieffektiv i det läget.

Lactate pro:s exakthet har undersökts i en studie av Stefansdóttir (2013) som visade att endast plasmavärden upp till 12 mmol/l stämmer överens med de mätningar som gjorts på helblod, och blir vid högre mjölksyravärden inte lika pålitliga. Då laktatmätaren Lactate pro användes här så kan man räkna med att laktatvärdena som ligger över 12 mmol/l egentligen är ca 20 % högre. Därför kan man säga att Häst D:s mjölksyravärden efter galoppen förmodligen var ännu högre. Anledningen till att de var högre beror förmodligen på att det blev ett missförstånd med ryttaren vad gällde tempot och de sista 200 metrarna gick det betydligt fortare än vad det skulle ha gjort. Just sådana kraftiga galoppökningar visas vid avelsbedömningar så det mjölksyravärdet stämmer i så fall ihop med de man sett vid avelsbedömningar. I studien av Stefansdóttir (2013) gjordes mätningarna under avelsbedömningar på Island. Där låg laktatvärdena på 174 av 220 hästar på över 10 mmol/l blod vilket tyder på hög ansträngning.

Då alla hästarna utom en (häst C) inte låg kvar på en puls över 80 efter tio minuter efter töltjobbet tyder det på att arbetet inte har varit för hårt. Ringmark (2012) har vid en studie på unga travhästar sett att en hjärtfrekvens på under 80 har inneburit ett lagom ansträngande arbete i förhållande till mätta mjölksyravärden. Alla hästarna var i bra ridkondition i det här försöket och är regelbundet tränade under flera år och två av dessa har tävlat under flera år i tölt på nationell nivå så hästarna var väl förberedda för uppgiften. Vid studien av Ringmark (2012) mättes mjölksyra hos travhästar som varit målinriktat tränade under ett år efter ett lopp på 2140 m i en hastighet på ca 11 m/s och fick värden på 9-13 mmol. De värdena är alltså till och med lite högre då mätningarna gjordes med Lactate pro. Då är dessa hästar tränade för sin uppgift men kommer ändå upp i höga mjölksyravärden. Den förberedande träningen inför avelsbedömning och tävling är ofta inte upplagd på samma målmedvetna sätt som för travhästar men ändå kräver vi liknande prestation. Det som kanske trots allt räddar hästarna är att de ofta får perioder av längre vila under året och tillfällena per år är väldigt få då de behöver prestera på denna nivå. Enligt jordbruksverkets allmänna föreskrifter om hur träning och tävling ska gå till med våra hästar står det: "*Den som tränar eller tävlar med ett djur får bara ställa sådana prestationskrav på djuret som är anpassade till det enskilda djurets fysiska och psykiska förmåga.*" (Jordbruksverket 2011, Saknr L17 s. 2) För tölttävlingshästar kan det säkert ibland ifrågasättas då de ofta upplevs som väldigt trötta efter finalridning. Inom kulturen av islandshästridning saknas kunskap och traditioner kring konditionsträning. Det ligger oftast mest fokus på teknikridning. Men då tävlingsgrenarna kräver att hästarna har en bra kondition, då de ska upp och jobba i höga hjärtfrekvenser, är en större kunskapspridning om hur träningsarbetet och ansträngningen ser ut vid tävling nödvändig.

I det här försöket red en ryttare på ca 75 kg alla hästarna. I vår sport vet vi att vikten på olika ryttare kan variera väldigt mycket. I en studie av Hallberg (2013) har det undersökts hur olika ryttarvikter kan påverka ansträngningsgraden hos islandshästen i tölt. En ryttare

på 89 kg gav något högre medelpuls för olika tempon jämfört med en ryttare på 53 kg. Hos den tunga ryttaren kunde även låga mjölksyravärden mätas vilket inte kunde ses hos den lätta ryttaren. I studien av Hallberg (2013) reds hästarna i betydligt lägre tempon från 2,8 m/s upp till 4,4 m/s under totalt 6 minuter. När man kommer upp i de tempon som reds i det här försöket med en tyngre ryttare så borde ett liknande resultat kunna förväntas och att även det påverkar energiförbrukningen.

Då tölt och galopp reds i olika tempon så kan man inte direkt jämföra de mjölksyravärden som mätts upp, med varandra. Däremot hade det varit intressant att se om mjölksyratröskeln kommer snabbare i tölt än för galopp om nu energiförbrukningen ligger högre för samma tempo. Det borde i så fall vara någonting man ska ha i åtanke vid träning av hästarna. En häst som jobbat i tölt kan behöva längre tid för återhämtning än för ett jobb i galopp som har ridits i samma tempo.

När det gäller analys av alla pulskurvorna så är det flera som visar på väldigt dålig kontakt under försökssträckan, framförallt i början. Detta beror förmodligen på att pulsbanden är tillverkade för större hästar och att sadeln och sadelgjorden har fått bandet att flytta på sig. Om bandet flyttar på sig från det rakade området är det ett tjockt lager av päls som gör kontakten betydligt sämre. Men allteftersom hästarna blivit varma och börjat svettas så har kontakten ändå blivit bättre och visar då bättre kurvor. För att få ett representativt värde för hjärtfrekvensen i ett visst tempo är det viktigt att det tempot hålls konstant under en minut för att hjärtfrekvensen ska stabilisera sig där. Det ska kunna ses i pulsurvorna att under 5-10 sekunder så är hjärtfrekvensen konstant med tempot. Det var inte lätt att hålla jämnt tempo dels på grund utav att försöket gjordes på en travbana där bilen körde i innerspår och hästen gick i ytterspår vilket gjorde att det var svårt att hålla rätt hastighet i kurvorna. Försöket hade också behövt tränas på en gång innan för att hästarna skulle vänja sig vid situationen och för att ryttaren skulle kunna få rida in sig hos hästarna och träna på att hålla jämna tempon. Ekvationerna som används vid beräkningen av energiförbrukningen är väldigt känsliga för små ändringar och kräver därför att värdena väljs noggrant ut.

För att få mer exakta värden att jobba efter hade testet kunnat göras på ett rullband men då hade det inte varit så likt den verkliga miljön som hästarna tränas i. Att få hästarna att gå i tölt på det här sättet på rullband hade säkert också varit svårt. Precis som Coenen (2010) beskriver så är det många faktorer som påverkar pulsen och därför för att få en verklighetsbild är det också viktigt att göra testerna ute i verkligheten. Försöket hade kunnat förberedas bättre på så vis genom att göra en försöksomgång där man stämt av hur hästarna fungerade för att kunna få ännu mer definierade hastigheter. Men för att kunna mäta hästarnas andningsfrekvens i tölt krävs noggrannare mätningmetoder för att få en helt tydlig bild.

SLUTSATS

Energiförbrukningen ser ut att ske kurvlinjärt med tempot i tölt. I jämförelse med galopp verkar tölt vara en gångart som kräver mer energi. Men för att ge ännu mer trovärdiga resultat krävs bättre mätningar och fler hästar. För att kunna se en tydlig koppling mellan andningen och stegfrekvensen i tölt krävs vidare studier.

REFERENSER

Andersson, L., S., Larhammar, M., Memic, F., Wootz, H., Schwochow1, D., Rubin, C.J., Patra, K., Arnason, T., Wellbring, L., Hjälms, G., Imsland, F., Petersen, J. L., McCue M. E., Mickelson, J. R. , Gus Cothran6, Nadav Ahituv7,8, Lars Roepstorff9, Sofia Mikko1, Vallstedt, A., Lindgren, G., Andersson, L., Klas Kullander, K., 2012, *Mutations in DMRT3 affect locomotion in horses and spinal circuit function in mice*, Nature, 488; 642-646

Attenburrow, D.P. & Goss, V.A., 1994, *The mechanical coupling of lung ventilation to locomotion in the horse*, Med. Eng. Phys., 16; 188-192

Attenburrow, D.P., 1982, *Time relationship between the respiratory cycle and limb cycle in the horse*, Equine Veterinary Journal, 14; 69-72

Coenen, M., 2010, *Remarks on the benefits of heart rate recordings*, Kentucky equine research

E.K., Wanderly, Manso Filho, H.C., Manso, H.E.C.C., Santiago, T.G, McKeever, K.H., 2010, *Metabolic changes in four beat gaited horses after filed marcha simulation*, Equine Veterinary Journal, 42; 105-109

Evans, D. L. & Silverman, E. B., 1994, *Gait and respiration in standardbred horses when pacing and galloping*, Reserach in Veterinary Science, 57; 233-239

FIPO 2013, Rules for Icelandic horse sport events, International federation of Icelandic horse associatios

FIZO 2011, FEIF rules for Icelandic horse breeding, International federation of Icelandic horse associations

Hallberg, C., *Ridviktens inverkan på ansträngningsgraden i tölt på islandshäst*, Examensarbete, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala Sverige, manuskript

Heglund, N., C., & Taylor, R. C., 1988, *Speed stride frequency and energy cost per stride: How do they change with body size and gait?* J. exp. Biol., 138; 301-318

Hinchcliff, K. W. & Geor, R. J., 2008, *The horse as an athlete: a physiological overview*. In: Equine exercise physiology, the science of exercise in the athletic horse. Elsevier Limited, Philadelphia, USA

Hoyt, D. F., Taylor, C. R., 1981, *Gait and the energetics of locomotion in horses*, Nature, 292; 239-240

Jansson, M., E., 2012, *Relationship between lactate levels and leginjuries in Icelandic horses in a breeding evaluation field test*, Holar university college

Minetti, A. E, Ardigo, L. P., Reinach, E., Saibene, F., 1999, *The relationship between mechanical work and energy expenditure of locomotion in horses*, The Journal of Experimental Biology, 202; 2329-2338

Pösö AR, Lampinen KJ, Räsänen LA, *Distribution of lactate between red blood cells and plasma after exercise*, Equine veterinary Journal, 18;231-234

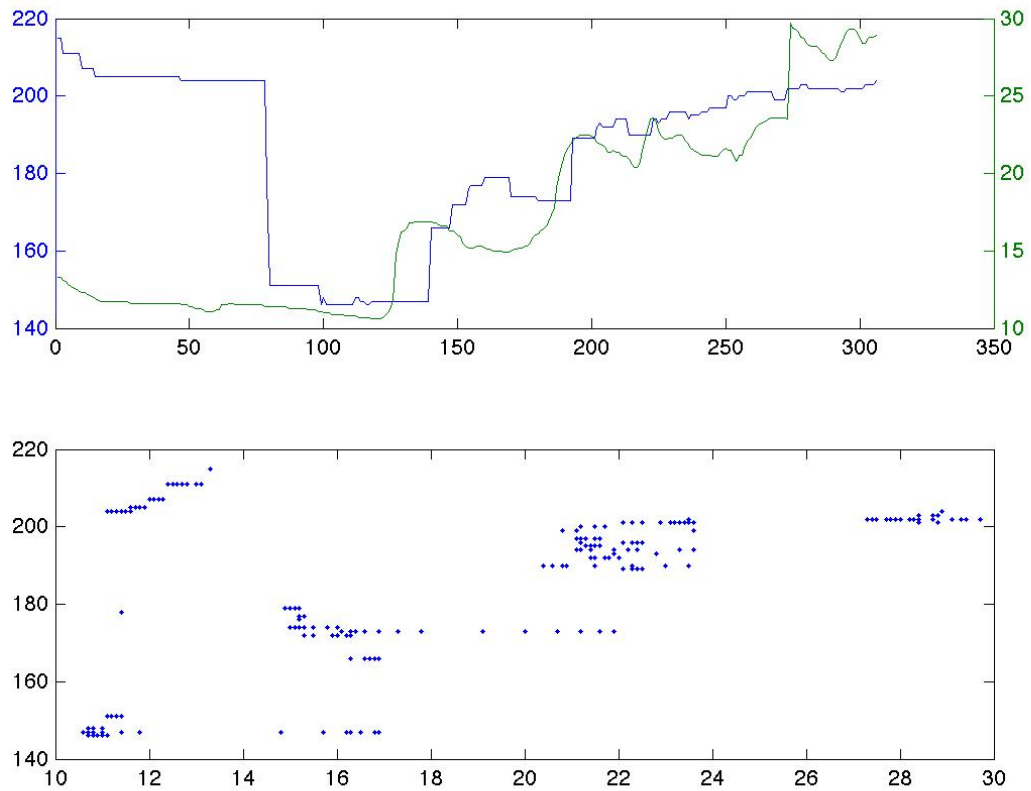
Rivero, J.-L. L & Piercy R. J., 2008, *Muscle physiology: responses to exercise and training*, In: Equine exercise physiology, the science of exercise in the athletic horse. Elsevier Limited, Philadelphia, USA

Svenskt FIPO 2008, tillägg 5, Svenska islandshästförbundet

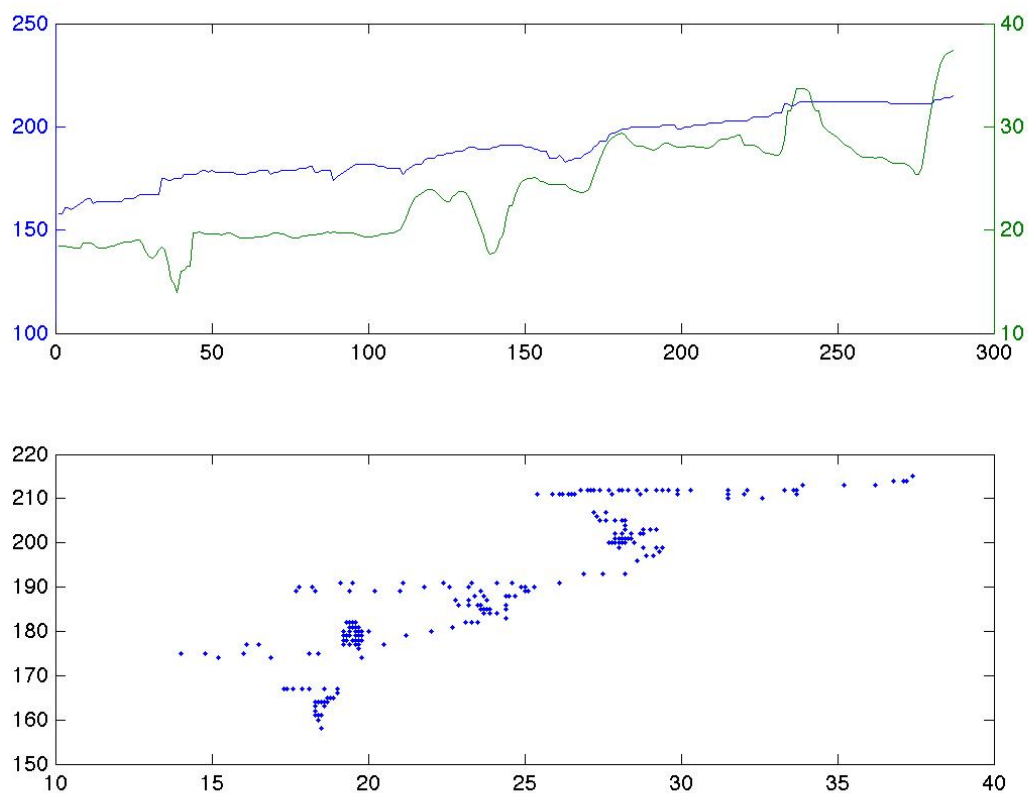
Statens jordbruksverks författarsamling, 2011, Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om träning och tävling med djur, Saknr L 17

Wickler, S. J., Hoyt, D. F., Cogger, E. A., McGuire R., 2002, *The cost of transport in an extended trot*, Equine Exercise Physiology, 34; 126-130

Young, I.S., Alexander, R.McN, Woakes, A. J., Butler, P.J, Anderson, L., 1992, J. exp. Biol., 166;19-31



Häst C i tölt. Den här kurvan visar bra kontakt i slutet. Övre graf: Blå kurva visar puls i hjärtslag/min (vänster y-axel), grön kurva visar hastighet i km/h (höger y-axel) mot tiden i sekunder (x-axel). Den undre plotten är hjärtfrekvensen tagen vid varje sekund mot hastigheten i km/h.



Häst D i galopp. Kontakten har varit bra hela sträckan. Övre graf: Blå kurva visar puls i hjärtslag/min (vänster y-axel), grön kurva visar hastighet i km/h (höger y-axel) mot tiden i sekunder (x-axel). Den undre plotten är hjärtfrekvensen tagen vid varje sekund mot hastigheten i km/h.

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet

Hippologenheten

Box 7046 750 07 UPPSALA

Tel: 018-67 21 43

Fax: 018-67 21 99

Swedish University of Agricultural Sciences

Department of Equine Studies

Box 7046 750 07 UPPSALA

Tel: +46-18 67 21 43

Fax: +46-18 67 21 99
