



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för anatomi, fysiologi och
biokemi

Hur påverkas hjärtfrekvens och blodlaktat av T1/T3 (tölt)finalens utformning?

*Effects of walk breaks in T1/T3 final on heart rate and lactate in
Icelandic horses*

Sangsta Elsa Eriksson

Examensarbete • 15 hp

Hippolog - kandidatprogram

Examensarbete på kandidatnivå, K114

Enheten för hippologutbildning

Uppsala 2020

Hur påverkas hjärtfrekvens och blodlaktat av T1/T3 (tölt)finalens utformning?

Effects of walk breaks in T1/T3 final on heart rate and lactate in Icelandic horses

Sangsta Elsa Eriksson

Handledare: Malin Connysson, SLU, institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi
Bitr. handledare: Ulf Hedenström, SLU och Wången AB
Examinator: Anna Jansson, SLU, institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Examensarbete i hippologi
Kurskod: EX0864
Program/utbildning: Hippolog – kandidatprogram
Kursansvarig institution: Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi

Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2020
Serietitel: Examensarbete på kandidatnivå
Delnummer i serien: K114
Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: islandshäst, tävling, fysiologiskt svar, tölt, laktat, träning, hjärtfrekvens

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi
Enheten för hippologutbildning

INNEHÅLL

INNEHÅLL	1
ABSTRACT.....	2
Effects of walk breaks in T1/T3 final on heart rate and lactate in Icelandic horses...	2
INTRODUKTION	3
Problem	3
Syfte	4
Frågeställning.....	4
Hypotes.....	4
TEORIAVSNITT.....	4
Islandshästens tävlingar och avelsvisning.....	4
Hästens fysiologi.....	5
Hjärtfrekvens (Hf)	5
Muskelfunktion och laktat.....	5
Islandshästars fysiologiska svar på arbete.....	6
MATERIAL OCH METODER	7
Ryttare och hästar.....	7
Arbetsstest.....	8
Provtagning och analyser	8
RESULTAT	9
DISKUSSION.....	11
Metodval och framtida studier	12
Slutsats	13
SAMMANFATTNING.....	13
FÖRFATTARENS TACK.....	14
REFERENSER	14
Litteratur.....	14
Internet	16

ABSTRACT

Effects of walk breaks in T1/T3 final on heart rate and lactate in Icelandic horses

Icelandic horses share, with a few other breeds, the genes to perform the gaits tölt (four-beat without suspension) and flying pace (two-beat with suspension). Characteristic for a good tölt is the clear and distinct four beat, great balance, correct topline and high but supple movements. Sport Competitions, Pace Race and Gæðinga is common competitions for Icelandic horses. T1/T3 is a Sport Competition containing three sections: 1. slow tölt; 2. slow tölt with lengthen stride distinctly on the long sides; 3. fast tölt. The five riders who receive the highest scores from the judges in the preliminary round can participate in the A-finals. In the finals the sections must be shown in both hands and the time is often increased compared to the preliminary rounds.

In medium to fast speed, tölt has similar physiological responses like trot. The physiological responses in tölt seems to be higher with increasing speed and when the rider's weight is more than 22% of the horse's weight. The rules of walk breaks in the finals arose from riders and judge's idea that the horses had high physiological response during the finals and therefore was a threat for the welfare of the horses. There is no public data showing the physiological responses in a T1/T3 final nor the walk breaks impact. The aim of this thesis is to examine the physiological response during a T1/T3 final and compare these results with two different finals arrangement; with walk pauses and without. The physiological response is measured by heart rate in beats/min and lactate in mmol/L blood. When horses reach 4mmol/L the anaerobic system has an important role to provide the muscles with energy compared to the aerobic system when lactate is under 4mmol/L.

This study included six trained horses (age 8-19, three mares, two geldings, one stallion). Six well-educated riders rode the two final arrangements on two different days in standardized groups of three. The warmup was individual (time limit 25 min). The finals with the walk pauses was formed as follow. Section 1: slow tölt 100s, change hand 20s, slow tölt 100s. Section 2: stride lengths 110 s, change hand 20 s, walk pause 60 s, stride lengths 110s. Section 3: Fast tölt 65 s, change hand 20s, walk pause 120 s, fast tölt 65 s. The finals without walk pauses were arranged the same way but the walk pauses were excluded. Heart rate was measured and collected during rest, 10 min warmup and throughout the finals. Blood samples were collected and analyzed for lactate after section 1, 2 and 3. The results showed no significant difference on heart rate and lactate from the two final arrangements. The horses received significant higher heart rate and lactate in section fast tölt compared to slow tölt. In fast tölt the horses received heart rate 177 beats per minute (SEM= 7.9) and blood lactate concentration 3.9 mmol/L (SEM=0.7). Additionally, there was an individual range in blood lactate concentrations from 0.5-7.4 mmol/L. In conclusion, the hypothesis that there would be no difference in the physiological response in the two final arrangement is true. The hypothesis that the horses would receive over 4mmol/L blood in stride lengths and fast tölt is rejected. However, individual horses worked over 4mmol/L in fast tölt.

Keywords: Icelandic horse, competition, physiological response, tölt, lactate, exercise, heart rate.

INTRODUKTION

Idag finns över 280 000 islandshästar registrerade över hela världen varav ca 95 000 på Island (FEIF 2020c). 2019 fanns 30 045 registrerade i Sverige (FEIF 2020c). Användningsområdet i Sverige är brett från trygg turriddningshäst och familjehäst till energisk tävlingshäst inom gångartsgrenar och fartfyllda passgrenar (SIF 2017). Islandshästen delar med flertalet andra raser den genetiska mutationen DMRT3, vilken styr förmågan att gå i laterala gångarter som tölt och pass (Andersson m.fl. 2012). När genen finns i dubbel uppsättning (AA) har hästen genetiska förutsättningar att gå i pass (Andersson m.fl. 2012). Islandshästar som går i skritt, trav, galopp och tölt kallas fyrgångare och de islandshästar som också behärskar flygande pass kallas femgångare. Tölt är en fyrtaktig gångart utan svävfaser där hästen har en eller två ben i marken samtidigt och fotförflyttningen sker vänster bak - vänster fram - höger bak - höger fram (FEIF 2020a). Enligt FEIF (2020a) karaktäriseras en god tölt av smidighet och en tydlig men böljande fyrtakt. Hästen bör röra sig i balans med aktiva bakben och en mjuk överlinje. Frambensrörelserna ska vara lätta och mjuka.

Islandshästar tävlas främst i sporttävlingar, passlöp och gæðingakeppni. Sportklasserna rids på en 250 m ovalbana och grenarna delas in i fyrgång, femgång och tölt vilka bedöms av tre till fem domare (FEIF 2020b). T1/T3 är en töltgren där hästen ska visa långsam tölt, temposkillnader och ökat tempo. För att få höga poäng vill domarna se en kraftfull tölt med en god takt och rytm, stora mjuka rörelser, självbärighet och harmonisk ridning (FEIF 2020f). Efter en uttagningsritt tas de fem eller sex bästa ekipagen till A-final där alla tre momenten visas i båda varven (FEIF 2020b).

Islandshästarnas fysiologiska svar i tölt verkar präglas av det aeroba systemet i långsammare tempon men vid högre arbetsbelastning som högre tempo eller ökad ryttarvikt aktiveras det anaeroba systemet (Hallberg 2013; Stefánsdóttir m.fl. 2015; Stefánsdóttir m.fl. 2017). När det anaeroba systemet aktiveras verkar bero på arbetsbelastning, hastighet och en individuell variation (Hallberg 2013; Stefánsdóttir m.fl. 2015; Stefánsdóttir m.fl. 2017). Aktiv återhämtning i långsam trav har visat sig minska hästarnas blodlaktatkoncentrationer effektivare jämfört med att stå still/skritt (Connysson, Sonidsson & Jansson 2018; Marlin m.fl. 1987).

Problem

För några år sedan kom regeln att alla T1 och T3 finaler skulle förses med skrittpaus. Intentionen var att förbättra hästarnas välfärd då många domare och ryttare ansåg att ansträngningsnivån under finalerna var för hög. Det finns inga publicerade studier om islandshästarnas fysiologiska svar under en töltfinal eller huruvida hästens fysiologiska svar påverkas av skrittpaus.

Syfte

Det primära syftet var att undersöka huruvida hästarnas fysiologiska svar skiljer sig i en T1/T3 final med eller utan skrittpaus. Det sekundära syftet var att mäta islandshästens fysiologiska svar under en T1/T3 final.

Frågeställning

- Påverkar skrittpauserna i T1/T3 finaler hästarnas fysiologiska svar?
- Vilket fysiologiska svar har hästarna i en T1/T3 final?

Hypotes

Hypotesen är att hästarna kommer nå mjölksytröskeln i steglängdsökningarna och ökat tempo. Vidare ses ingen signifikant skillnad på det fysiologiska svaret mellan de olika finalernas utformning.

TEORIAVSNITT

Islandshästens tävlingar och avelsvisning

Den internationella paraplyorganisationen för islandshästar är FEIF (International Federation of Icelandic Horse Associations) vilka representerar islandshästsöreningar från 22 länder. FEIF arbetar bland annat med utbildning, riktlinjer för domare och regler för tävlingar och avelsvärderingar. Ett av deras större uppdrag är att fokusera på hästarnas välfärd. (FEIF u.å.)

Islandshästar tävlas i sporttävlingar, passlöp och gæðingakeppni. Sporttävlingar rids på en ovalbana (250m) och är uppdelade i fyr- och femgång samt töltgrenar (SIF 2017a). Bedömningsskalan går från 0–10 med halvpoäng och tre till fem domare bedömer ekipagen. T1/T3 är en töltgren bestående av tre moment; långsam tölt (LÅNG); långsam tölt på kortsidorna med tydlig steglängdsökning på långsidorna (STEG); och ökad tölt (ÖK). I T1 rider ekipaget ensam på banan medan T3 rids med 2–3 ekipage samtidigt och på speakerns kommando. Inga kvalpoäng behövs för att få starta. Efter en uttagningsritt tas de fem eller sex bästa ekipagen ut till final där alla tre momenten visas i båda varven. Mellan varje moment i finalen läser speakern upp poängen för föregående momenten och då ska hästarna ridas i skritt. (FEIF 2020a) Ekipaget med högst poäng i finalen vinner.

I gæðingakeppni belönas de hästar med mycket tempo, stora rörelser, god samarbetsvilja, power och utstrålning. Dubbel poäng ges för tölt, pass (i femgång), vilja och form under ryttare. Gångarterna rids på en ovalbana (300m) men bedömningen sker endast på långsidorna. Flygande pass bedöms på en passbana. Bedömningsskalan går mellan 5–10 och döms av speciella gæðingadomare. (SIF 2018)

En avelsbedömning för islandshästar innehåller exteriör- och ridegenskapsbedömning. Bedömningsskalan går från 5–10 och bedöms av särskilda avelsdomare. Ridegenskapsbedömningen utförs på rakbana. Poäng ges för alla gångarter, helhetsintryck (bl.a. rörelser, uttryck, hållning) och spirit (bl.a. arbetsvilja, framtidsbjudning). Om hästen ej visar en gångart, vanligen flygande pass, erhålls poängen 5 för gångarten. För att uppnå höga poäng krävs bra takt, fart, god balans och bärighet samt stora elastiska rörelser. (FEIF 2020d)

Hästens fysiologi

Hästar är goda atleter och det beror på flera av dess fysiologiska fördelar. Hästens kardiovaskulära system utgör en fundamental del i deras goda förutsättningar för hård prestation. Hästar har, jämfört med många andra däggdjur, en hög maximal syreupptagningsförmåga (VO_{2max}) i förhållande till deras kroppsvikt. Den höga VO_{2max} förknippas med hästars förmåga att lagra stora mängder röda blodkroppar i mjälten som sedan utsöndras när hästen behöver extra syre till musklerna exempelvis vid stress, rädsla eller träning. Mängden blod som pumpas ut ur hjärtat per slag kallas slagvolym och är hos tränade hästar högre än en liter per hjärtslag. (Hodgson 2014a)

De främsta målen med träning är att förbereda hästen inför påfrestningar av tävling, minska risken för skador samt förbättra arbetskapaciteten (Hodgson 2014b). Adekvat träning är nödvändig för att hästen ska kunna prestera på tävling (Hinchcliff 2014). Konditionsnivån i träning bör ligga på samma nivå som förväntad tävling för att minska risken för skador (Hinchcliff 2014).

Hjärtfrekvens (Hf)

Hjärtfrekvens (Hf) är det som i dagligt tal kallas puls och beskriver antal hjärtslag per minut (spm). Hf hos hästar i vila är mellan 25 och 40 spm. Maxpulsen (Hf_{max}) hos galopphästar ligger mellan 204 och 241 spm (Krzywanek m.fl. 1970). När Hf_{max} inte är fastställd hos en individ används istället topphjärtfrekvensen (THf), vilken beskriver den högst uppmätta Hf under ett träningsstillfälle (Hodgson 2014a). Hf_{max} har ännu inte fastställts hos islandshästar, men föreslås av Stefánsdóttir (2015) ändå vara liknande andra raser då THf uppmätts mellan 195–238 spm (medeltal på 224 ± 9 spm $n=102$) under en avelsvisning för islandshästar. Ett sätt att mäta konditionen med hjälp av Hf är att ta reda på vid vilken hastighet hästen når en Hf på 200 spm, vilket ofta refereras som V_{200} (Couroucé-Malblanc & Hodgson 2014).

Muskelfunktion och laktat

En skelettmuskel är uppbyggd av en muskelbuk som fäster i två senor. Muskelbuken består av många ihopsatta muskelfibrer vilka i sin tur innehåller myofibriller. Myofibrillernas förmåga att kontrahera är beroende av ATP (Adenosintrifosfat). Bränslet till ATP-syntesen är glukos, fett och aminosyror. Bränslet kan sedan brytas ner till ATP genom olika processer som antingen är aeroba (med syre) eller anaeroba (utan syre).

Det finns tre olika muskeltyper hos häst, typ I, IIA och IIB. Typ I är långsamma, uthålliga muskler som utvinna ATP aerobt. Typ IIA är både snabba men också uthålliga och kan utvinna ATP både aerobt och anaerobt. Typ IIB är snabba och explosiva muskler som utvinna ATP anaerobt och genererar laktat, också kallat mjölksyra. Laktat är en restprodukt av den anaerobiska nedbrytningen av glykos. Laktat mäts i blod eller plasma och benämns mmol/L. Mjölksyratröskeln sägs uppstå på 4 mmol/L (Rivero & Piercy 2014) och då produceras mer laktat än vad som kan transporteras bort. I vila har hästar ett plasmalaktatvärde på 0,3–1 mmol/L som vid hög träningsintensitet kan ökas till 25–30 mmol/L (Keenan 1979). Vid låg arbetsintensitet är det liten eller ingen förändring av laktatvärdet och musklerna får främst sin energi genom det aeroba systemet (Hodgson 2014c). Vid aktiviteter som kräver högre arbetsintensitet ökar laktaten i muskler och blod. Ju högre arbetsintensitet desto högre nivåer kan ses i blodet (Hodgson 2014c).

Ett sätt att mäta kondition är att undersöka vid vilken hastighet hästen når 4mmol/L (VLA₄). När VLA₄ sker kan variera beroende på hästens ålder och kondition. VLA₄ kan sedan jämföras några veckor senare för att se om träningen gett någon effekt. Ju högre VLA₄ desto bättre kondition anses hästen ha. (Couroucé-Malblanc & Hodgson 2014)

I en studie av Stefánsdóttir, Ragnarsson & Jansson (2012) jämfördes laktatkoncentrationerna angivna av en portabel laktatmätare på helblod med plasmalaktatkoncentrationerna analyserade på laboratorium. Resultatet i den här studien visar att laktatvärdena hade en hög korrelation mellan mätmetoderna under 12mmol/L. Över 12 mmol/L var korrelationerna mellan mätmetodernas laktatvärden inte signifikant. Laktatvärdena från den portabla mätaren underskattade plasmavärdena med ungefär 20%.

Islandshästars fysiologiska svar på arbete

Islandshästars fysiologiska respons på avelsvisningens ridegenskapsbedömning har undersökts i en studie av Stefánsdóttir m.fl. (2014). Resultatet visar ett högt fysiologiskt svar och för vissa individer supramaximal träningsintensitet.

Plasmalaktatkoncentrationen efter visning var medel 18,8mmol/L med en spridning mellan 2,1–34,4 mmol/L. Högre hastighet, ökad ryttarvikt och om hästen visade flygande pass var parametrar som verkade öka laktatnivåerna. Hingstarna visade lägre värden vad gäller både Hf och laktat, trots att deras visningar hade längre distanser och höll högre hastighet.

I en studie av Stefánsdóttir m.fl. (2015) undersöktes och jämfördes islandshästars fysiologiska svar i trav och tölt i tre olika hastigheter. Bland annat mättes Hf och plasmalaktat. Åtta tränade hästar användes i studien, fem valacker och tre ston med en medelålder på 15,3 år. Varje häst reds i en gångart per dag med två olika professionella ryttare under två dagar med en dags vila mellan. Träningstestet utfördes på en 300m ovalbana och innehöll tre faser på 642m var i tre olika tempon, 3m/s, 4m/s och 5m/s. De valda tempona återspeglar vanligt använda tempon i fritidsridning och under rasens avelsvisning. Fysiologiska tester gjordes under vila, uppvärmning, arbetstesten och efter återhämtning. Det fanns inga skillnader i Hf mellan tölt och trav. I det långsamma tempot (3m/s) var laktatnivåerna större i tölt än trav, även om dessa nivåer fortfarande låg under 4mmol/L. Studiens resultat visade endast små fysiologiska skillnader mellan trav och tölt. Plasmalaktat för långsamt- och medeltempo låg under 4mmol/L. Medelvärde under högsta tempot var 4,6 mmol/L. Författarna föreslår att det verkar vara en stor individuell skillnad på förmågan att träna under 4 mmol/L då 11 av 31 tester i det högsta tempot låg under 4 mmol/L.

Liedberg (2013) undersökte islandshästens energiförbrukning i tölt och galopp. Fyra tränade islandshästar reds i fyra olika tempon i tölt och galopp. Varje tempo reds i en minut. I tölt ökade hastigheten gradvis från 10 km/h (2,8 m/s) till 25 km/h (6,9 m/s). I galopp reds hästarna i sitt individuella lägsta tempo under första minuten som sedan ökades med 5 km/h per min. En ryttare på 75 kilo red alla försök. Uppvärmningen var standardiserad i skritt och trav under ca 9 minuter. Hästarnas laktatvärde efter tölten var 5–6 mmol/L (medel 5,7) och Hf efter en minuts vila låg mellan 94–198 spm (medel 100 spm). Laktatvärde efter galopp var mellan 7,6–16,8 mmol/L (medel 11,9) och Hf 106–140 spm (medel 117).

Hallberg (2013) undersökte hur ryttarens vikt påverkar graden ansträngning i tölt på islandshäst. Fyra tränade skolhästar reds ett arbetstest av två rutinerade ryttare, vilka hade en viktskillnad på 35,5 kg. De värmdes upp standardiserat i skritt (ca 300m) och trav (ca 1200 m) därefter reds hästarna i 90 sekunder i fyra olika tempon 10km/h, 12km/h, 14km/h och 16km/h. Hf mättes före, under och efter arbetet och blodlaktatmätningar gjordes efter arbetstestet med mätaren Lactate Pro. Resultatet visade att en ökad ryttarvikt ger ökad Hf. Direkt efter arbetstestets avslut låg Hf för de fyra hästarna med den lätta ryttaren på ett medelvärde av 150 spm och för den tunga ryttaren 162 spm. Blodlaktatnivåerna efter avslutat arbetstest var ej mätbara med analysmetoden med tre undantag där högsta värdet var 1,7 mmol/L blod.

I en studie av Stefánsdóttir m.fl. (2017) undersöktes effekten av ökad ryttarvikt inklusive sadel hos islandshästar. Bland annat mättes Hf och laktat. Åtta rutinerade skolhästar utförde ett arbetstest på en ovalbana med en och samma ryttare. Arbetstestet gjordes i tölt (5,4 m/s) och innehöll fem faser (å 642 m). Den första fasan reds hästen med 20% av sin vikt sedan 25%, 30%, 35% och avslutande fas 20% igen. Blyvikter användes för att ändra vikt på ryttaren. Hf ökade linjärt med den ökade ryttarvikten och laktat exponentiellt. Vid en ryttarvikt på medel 22,7 % (med individuell spridning på 17%-27,5%) uppkom laktatvärdet över 4mmol/L. Ingen koppling kunde ses mellan hästens storlek och när den började arbeta över mjölksyratröskeln, men däremot verkade hästens Body condition score (BCS) över rygg spela in. Ju högre hullpoäng över rygg desto högre % av hästens kroppsvikt kunde ryttaren ha innan mjölksyratröskeln nåddes.

MATERIAL OCH METODER

Den här studien gjordes som en change-over med två olika finalupplägg, ett med skrittpauser och ett utan. Sex hästar och sex ryttare deltog och samma ekipage red båda finaluppläggen på två olika dagar. Ekipagen lottades i två olika grupper.

Ryttare och hästar

I studien medverkade sex ridhästar i åldern 8–19, tre ston, två valacker och en hingst. BCS gjordes på alla hästar före första arbetstestet av en och samma person som har god erfarenhet av hullbedömningar (Henneke m.fl. 1983). Medelvikt på hästarna var 345 kg (från 298 kg till 385 kg) och medel BCS 5,1 (från 4,1–7,0) Ryttarna hade tävlingserfarenhet och var som lägst utbildade genom SIF ridlärare level 1. Tre ryttare tränade sin häst kontinuerligt inför tävling och de tre andra ekipagen hade ridit sina hästar tidigare men just nu tränades hästarna av andra ryttare. Tre av ekipagen hade startat T1/T3 tillsammans med sin häst tidigare, de andra ryttarna och hästarna hade tävlingserfarenhet men aldrig tävlat tillsammans som ett ekipage. Tre hästar beskrevs som fyrgångare och tre som femgångare av sina respektive ryttare.

Maximal tillåten vikt på boots/benskydd var 250g per ben i enlighet med tävlingsreglementet (FEIF 2020a). Innan varje arbetstest gjordes en veterinärundersökning med två syften; att säkerställa att hästarna var i tävlingskick och för att försäkra att inga skillnader fanns mellan de två försökstillfällena. Veterinärundersökningen innehöll palpation av lymfknutor, okulär benkoll, palpation av rygg och länd samt rörelsekoll på rakt spår i skritt och trav. Fem hästar genomgick utan anmärkningar och en häst visade lindrig ömhet i ländryggen båda tillfällena, men bedömdes av veterinären att vara i tävlingsmässigt skick.

Arbetstest

Två standardiserade arbetstest gjordes med två dagar mellan testerna. Ekipagen lottades in i två olika grupper. Testdag 1 red grupp 1 final utan skrittpauser (Uskritt) och grupp 2 med skrittpauser (Mskritt). Testdag 2 red grupp 1 final Mskritt och grupp 2 final Uskritt. Ryttarna hade samma utrustning båda testdagarna och informerades inte göra några förändringar vad gäller foderstat, rakning och skoning mellan testerna. De tre ekipagen i respektive grupp red arbetstestet tillsammans på banan och på speakerns kommando. Uppvärmningen (UPP) var tidsbestämd till 25 minuter, reds utomhus och lades upp självständigt av ryttarna. Ryttarna ombads att rida likadana uppvärmningar båda tillfällena. Direkt efter uppvärmningen reds arbetstestet på en 250 m ovalbana. Arbetstesternas utformning är beskrivna i tabell 1 och 2. Momentens tider är upplagda enligt sex ekipage i en final (FEIF 2020b). Vädret under arbetstest 1 var soligt, +8°C och 4m/s NV. Banan under arbetstest 1 var blöt och på vissa delar mjuk. Vädret under arbetstest 2 var växlande molnighet, +7°C och 5m/s NV. Banan under arbetstest 2 var torr, men ej dammig.

Tabell 1. Arbetstestets utformning i finaler med skritt

Moment	Tid i sekunder	Laktatprov
LÅNG	100	
Varvbyte	20	
LÅNG	100	
Paus (för poängläsning)	120	Test 1
STEG varv 1	110	
Varvbyte	20	
Skrittpaus	60	
STEG varv 2	110	
Paus (för poängläsning)	120	Test 2
ÖK varv 1	65	
Varvbyte	20	
Skrittpaus	120	
ÖK varv 2	65	
Skritt		Test 3

Tabell 2. Arbetstestets utformning i finaler utan skritt

Moment	Tid i sekunder	Laktatprov
LÅNG	100	
Varvbyte	20	
LÅNG	100	
Paus (för poängläsning)	120	Test 1
STEG varv 1	110	
Varvbyte	20	
STEG varv 2	110	
Paus (för poängläsning)	120	Test 2
ÖK varv 1	65	
Varvbyte	20	
ÖK varv 2	65	
Skritt		Test 3

Provtagning och analyser

Hästarna var utrustade med pulsklocka Polar M460 (Polar Electro Oy, Finland) för att registrera och lagra Hf och hastighet (H). För att få bättre kontakt med pulsklockorna rakades de hästar med tjock päls och gel påfördes på bandet hos samtliga hästar. Pulsklockorna registrerade data från att hästarna gått igenom veterinärbesiktningen tills

att de kommit tillbaka till stallet efter arbetstesten. Vilopulsens bestämdes till medianen under första minuten från att pulsbanden satts på. Blodprov togs av veterinär efter momenten LÅNG, STEG och ÖK, se tabell 1 och 2 för att mäta laktatkoncentrationerna. Analysen gjordes i helblod med laktatmätaren The Edge (ApexBio, Taiwan) som har en mätkapacitet på 0,7–22,2 mmol/L helblod.

I en jämförelse av laktatkoncentrationerna mellan The Edge i helblod och laboratorieanalyser av plasmalaktatkoncentrationerna var korrelationen mellan mätmetoderna 0,97 ($P < 0,001$). Värden mätta med The Edge på helblod under 4 mmol/L underskattades med 18% jämfört med laboratorieanalyserna på plasma. Laktatvärdena (upp till 14 mmol/L) mätta med The Edge underskattade laktatkoncentrationen med 13% jämfört med värdena från laboratorieanalyserna på plasma. (Connysson opublicerade data)

Pulsklockornas information lagrades på Polars egen programvara, Polar flow (Polar Electro 2020) för att sedan exporteras till Microsoft excel för sortering och analys. Medelhjärtfrekvensen (MHf) och medelhastigheten (MH) av hästarna tillsammans beräknades i excel genom formeln ”medel” och avrundades till heltal för MHf och till två decimaler för MH. Uppvärmningens MHf och MH beräknades från 10 min innan ankomst till collecting ring där alla ekipagen samlades innan start. När momenten i finalerna startade och avslutades uppskattades med hjälp av avläsningar från pulskurva och hastighet. Med denna typ av beräkning kan momentens längd skilja sig några sekunder mellan hästarna eftersom avsaktningar och igångsättningar inte sker exakt samma sekund för alla ekipage. I LÅNG räknades MHf och MH samman från båda varven inklusive varvbytet. MHf och MH i momenten STEG och ÖK delades upp i varv 1 och 2 där varvbyte och eventuella skrittpauser exkluderades. Hela arbetstestet lästes av från att hästens pulskurva och hastighet visade att hästen var igång i LÅNG tills att hästen började sakta av från sista momentet i ÖK, inklusive varvbyte i LÅNG och exklusive varvbyten och eventuella skrittpauser mellan STEG och ÖK.

Variansanalys gjordes på laktat, Hf och H med en statistisk modell innehållande fixa effekter (tillfälle, test, prov). Modellen för en observerad variabel häst i tillfälle j, test k vid prov l var:

$$Y_{ijklm} = \mu + \eta_i + \pi_j + \gamma_k + t_l + (\gamma t)_{kl} + e_{ijkl}$$

Modellkomponenter är det totala medelvärdet μ , effekten av häst η_i , effekten av tillfälle π_j , effekten av test γ_k , effekten av prov t_l , effekten av interaktion mellan test och prov $(\gamma t)_{kl}$ och slumpmässiga fel e_{ijkl} . Variansanalys utfördes med PROC MIXED (SAS 9.4). Värden för laktat och Hf presenteras som kvadratmedelvärden med standardfel för medelvärdet. Skillnader ansågs statistiskt signifikanta vid $P < 0,05$.

RESULTAT

Alla laktatprover kunde inkluderas i resultatet. En av hjärtfrekvenskurvorna under arbetstest 2 exkluderades eftersom den tappat kontakten från och till under testet. Ingen signifikant skillnad kunde ses i varken Hf eller THf mellan de två olika finaluppläggen (se tabell 3). Ingen signifikant skillnad kunde ses i laktatvärdena mellan de två finaluppläggen (se tabell 4). Ingen signifikant skillnad mellan H kunde ses mellan de två finaluppläggen (se tabell 5). En signifikant skillnad i Hf kunde ses i jämförelsen mellan momenten LÅNG-STEg och LÅNG-ÖK (se tabell 3). En signifikant skillnad i laktat kunde ses i jämförelsen mellan momenten LÅNG-ÖK under båda finaluppläggen och i LÅNG-STEg Mskritt (se tabell 4). I finalen Uskritt kunde ingen signifikant skillnad i laktat ses mellan LÅNG-STEg (se tabell 4).

Hästarnas MHf och MTHf för båda finalerna tillsammans redovisas i tabell 6. Hästarnas blodlaktatkoncentrationer för båda finalerna tillsammans redovisas i tabell 6.

Tabell 3. Medelhjärtfrekvensen i slag/minut för hästarna i finaler med skritt och utan skritt under vila, uppvärmning, respektive moment, för hela arbetstestet samt topphärtfrekvensen. SEM = standard error for the mean

	Uskritt	Mskritt	SEM	<i>P</i> -värde
Vila	40	38	7,6	0,82
UPP	99	106	7,6	0,24
LÅNG	133	138	7,6	0,45
STEG varv 1	158 ^a	159 ^a	7,6	0,86
STEG varv 2	162 ^a	159 ^a	7,6	0,60
STEG total	161 ^a	159 ^a	8,4	0,68
ÖK varv 1	177 ^a	175 ^a	7,6	0,69
ÖK varv 2	179 ^a	174 ^a	7,6	0,34
ÖK total	178 ^a	175 ^a	8,4	0,38
THf	190	189	7,6	0,76
Total arbetstest	166	154	9,3	0,16

^a=statistisk skillnad mellan respektive moment och LÅNG (*P* <0,05).

Tabell 4. Medelvärdet av laktat för samtliga hästar i mmol/L helblod i finaler med skritt och utan skritt i långsam tölt, steglängdsökningar och ökad tölt. SEM = standard error for the mean

	Uskritt	Mskritt	SEM	<i>P</i> -värde
LÅNG	0,4	0,6	0,8	0,82
STEG	1,9 ^a	1,8	0,8	0,90
ÖK	4,2 ^a	3,6 ^a	0,8	0,36

^a=signifikant skillnad mellan respektive moment och LÅNG (*P* <0,05).

Tabell 5. Medelhastigheten i m/s för ekipagen tillsammans i finaler med skritt och utan skritt under uppvärmning, samtliga moment och för hela arbetstestet. SEM = standard error for the mean

	Uskritt	Mskritt	SEM	<i>P</i> -värde
UPP	1,7	1,9	0,6	0,47
LÅNG	3,1	3,0	0,6	0,87
STEG varv 1	4,1 ^a	4,0 ^a	0,6	0,49
STEG varv 2	4,2 ^a	4,1 ^a	0,6	0,62
STEG total	4,1 ^a	4,0 ^a	0,5	0,29
ÖK varv 1	5,4 ^a	5,4 ^a	0,6	0,89
ÖK varv 2	5,5 ^a	5,4 ^a	0,6	0,79
ÖK total	5,4 ^a	5,4 ^a	0,5	0,68
Total arbetstest	4,4	4,4	0,5	0,99

^a= statistisk skillnad mellan respektive moment och LÅNG (*P* <0,05).

Tabell 6. Medelhjärtfrekvensen samt topphärtfrekvensen i slag/min för båda finaluppläggen tillsammans. SEM = standard error for the mean

	Totalt båda finalerna	SEM	<i>P</i> -värde
LÅNG	136	7,9	<.0001
STEG total	160	7,9	<.0001
ÖK total	177	7,9	<.0001
THf	189	6,8	<.0001

Tabell 7. Medelvärdet av laktat i mmol/L helblod för båda finaluppläggen tillsammans. SEM = standard error for the mean

	Totalt båda finalerna	SEM	<i>P</i> -värde
LÅNG	0,5	0,7	0,49

STEG	1,9	0,7	0,01
ÖK	3,9	0,7	<.0001

DISKUSSION

Det här är den första studien i dagsläget som undersökt hästarnas fysiologiska svar under en T1/T3 final. Resultatet i den här studien visar ingen signifikant skillnad på islandshästens fysiologiska svar mellan finaler med eller utan skrittpauser. Under LÅNG och STEG visar resultaten att hästarna arbetar under 4mmol/L vilket tyder på lågintensivt arbete med hjälp av det aeroba systemet. Detta stämmer överens med Stefánsdóttir m.fl. (2015) där hästarna i deras studie inte nådde mjölksyratröskeln i de lägre tempona tölt (3 m/s och 4 m/s). I deras studie låg plasmalaktat på 4,6 mmol/L i det högsta tempot (5 m/s). I den här studien höll hästarna något högre tempo (5,4 m/s) och hade blodlaktatvärdet på 3,9 mmol/L (SEM= 0,7). Som nämnts i litteraturgenomgången är laktatkoncentrationer mätta i helblod med portabla laktatmätare lägre jämfört med laboratorianalyser av plasmalaktatkoncentrationer (Connysson opublicerade data; Stefánsdóttir, Ragnarsson & Jansson 2012). The Edge har visat sig underskatta laktatkoncentrationerna i helblod med 13 % jämfört med plasmalaktatkoncentrationer (Connysson opublicerade data). Med stöd av detta kan det antas att plasmalaktatkoncentrationerna hos hästarna i den här studien hade varit ungefär 13 % högre.

Det kunde ses en individuell skillnad på hästarnas förmåga att arbeta över eller under mjölksyratröskeln i ett högre tempo då tre av hästarna arbetade under mjölksyratröskeln (0,5–2,5 mmol/L) och tre hästar över (5,5–7,4 mmol/L) i momentet ÖK. Den individuella skillnaden stöds även från studien av Stefánsdóttir m.fl. (2015) och påvisar därmed att det finns en individuell spridning av hästarnas fysiologiska svar i tölt högre tempon. När hästen når VLA₄ är individuellt och kan bero på ålder och kondition (Couroucé-Malblanc & Hodgson 2014). När hästen når sin mjölksyratröskel verkar även påverkas av ryttarens vikt i förhållande till hästens vikt (Stefánsdóttir m.fl. 2017) samt kön och H (Stefánsdóttir 2014). Vad som påverkat hästarnas mjölksyretröskel i den här studien är ej fastställt och valdes att uteslutas för att begränsa studiens omfattning. Ett konditionstest hade kunnat göras innan arbetstesten för att fastställa hästarnas VLA₄ som sedan sätts i relation till hästarnas prestation under arbetstesten. De hästar som användes i skolverksamheten hade lägre fysiologiska svar än de tre privatägda hästarna, därför vore det intressant att mäta en större del av islandshästpopulationen för att undersöka huruvida användningsområde spelar in hur de tränas och därmed hästens fysiologiska svar under en T1/T3 final.

Ryttarvikten har visat sig kunna påverka hästens fysiologiska svar (Hallberg 2013; Stefánsdóttir m.fl. 2014; Stefánsdóttir m.fl. 2017). I den här studien var ryttarvikten densamma mellan de båda arbetstesten, därför har detta inte påverkat det fysiologiska svaret mellan de två olika finaluppläggen. Vilken ryttarvikt en islandshäst kan bära innan det fysiologiska svaret blir högre varierar mellan individer (Stefánsdóttir m.fl. 2017). Stefánsdóttir m.fl. (2017) föreslår att detta kan bero på att hästarna tränar upp sin förmåga att bära ryttare över 22,7% av sin vikt om de rids av den tyngre ryttaren under en längre tid. Tre av ekipagen i den här studien hade enligt uppgift själv tränat sin häst regelbundet över en längre tid, därför kan det antas att dessa tre hästar har anpassat sig till den ryttarvikten de bar under arbetstesten. De tre som enligt uppgift inte blivit tränade av sin ryttare var alla tre skolhästar som går med på lektioner med olika typer av vikt på ryttare och därför kan det inte uteslutas att deras individuella fysiologiska svar

har påverkats av ryttarvikten i den här studien. Med anledning av att begränsa den här studiens omfattning uteslöts ryttarens vikt.

Hästarnas laktat och Hf ökade i jämförande av momenten LÅNG-ÖK (tabell 3, tabell 4). Även H skiljer sig signifikant mellan de olika momenten (LÅNG 3,1 m/s, STEG 4,1 m/s och ÖK 5,4 m/s). Dessa resultat överensstämmer med resultaten från Stefánsdóttir m.fl. (2015) och påvisar således att ökad H i tölt ger ökat fysiologiskt svar. I studien av Stefánsdóttir m.fl. (2015) visar resultaten att laktatnivån ökar med högre H i tölt då hästarna i den studien arbetade under mjölksyratröskeln i de lägre temporna och i högre tempot (5 m/s) låg arbetet över mjölksyratröskeln.

Ingen statistisk skillnad i hästarnas MTHf kunde ses mellan de olika finaluppläggen. Hästarnas MTHf i båda finaluppläggen tillsammans låg på 189 spm (SEM=6,8). Den individuella spridningen av THf var relativt stor (171–209 spm n=11). Maxpulsen är inte fastställd hos islandshästar men föreslås av Stefánsdóttir (2015) vara liknande andra raser, vilket hos galoppörer är 204 – 241 (Krzywanek m.fl. 1970). Då MTHf är låg jämfört med vad som kan tänkas vara islandshästarnas maxpuls, tyder det på att hästarna i den här studien inte nådde sin maxpuls under en T1/T3 final. En av hästarna uppmätte 209 spm vilket Stefánsdóttir (2015) menar kan vara inom ramen för islandshästarnas maxpuls. Det ska dock tas med i beräkningen att maxpulsen är individuell (Krzywanek m.fl. 1970) och det går det därför inte att säga med säkerhet att den här individen nådde sin maxpuls under finalen.

Resultatet från den här studien visar att hästarna arbetar under mjölksyratröskeln i LÅNG och STEG, vilket antyder att de två första momenten i T1/T3 finalen präglas av aeroba systemet och kan därför klassas som lågintensiv träning. Den stora individuella skillnaden hos hästarnas förmåga att arbeta över eller under 4 mmol/L blod under ÖK indikerar på att vissa hästar arbetar anaerobt och andra aerobt. Att konditionsnivån är på samma nivå som förväntad tävling minskar risken för skador (Hinchcliff 2014). Det är därför viktigt ur välfärdssynpunkt att fortsätta undersöka islandshästarnas fysiologiska svar under tävling för att ryttare ska kunna lägga upp adekvat träning inför tävlingar.

Metodval och framtida studier

Studiens primära syfte var att reda på om det fysiologiska svaret skiljde sig mellan finalernas utformning. Det sekundära syftet var att undersöka islandshästarnas fysiologiska svar under T1/T3 final. För att vidare undersöka islandshästarnas fysiologiska svar under T1/T3 finaler behöver fler studier med ett större hästmateriel göras. Exempelvis genom att mäta ett större antal hästar under riktiga tävlingar. På grund av den här studiens primära syfte gjordes den här studien som en fiktiv tävling för att kunna jämföra två olika behandlingar (med skrittpauser och utan skrittpauser). Att jämföra två behandlingar hade inte varit möjligt att utföra på en riktig tävling då alla T1/T3 finaler innehåller skrittpauser.

Den här studien tar inte upp om gångartkvaliteten påverkas av skrittpauser. Tanken var att den här studien också skulle undersöka hur gångartkvaliteten i en T1/T3 påverkades av skrittpauserna. Därför spelades alla ritter in och tanken var att skicka filmerna till domare för bedömning av gångarterna. Då några av filmerna inte höll kvalitet för att bedömas rättvist uteslöts gångartskvaliteten ur studien.

I den här studien hade den hästen med störst rörelser också högst fysiologiskt svar, vilket väcker nyfikenheten om att undersöka huruvida det finns någon koppling mellan bättre gångartskvalitet och ett högre fysiologiskt svar. T1 kan tävlas från klubbnivå till

internationell nivå och därför vore det intressant att undersöka huruvida det fysiologiska svaret skiljer sig beroende på vilken nivå hästen tävlar på.

Det talas om att ryttarens ridförmåga påverkar hästens prestation. Men kan det påverka hästens fysiologiska svar? Huruvida ryttarens ridförmåga påverkar hästens fysiologiska svar skulle kunna undersökas genom att flera olika ryttare red samma häst i en final vid olika tillfällen. För att standardisera en sådan studie behöver alla ryttare hålla samma vikt. Exempelvis genom att blyvikter fästs på hästen.

Det vore intressant att bedöma graden av avslappning hos hästarna i skrittpauserna och jämföra det resultatet med Hf under skrittmomenten för att se om temperamentet påverkar Hf i skrittpauserna under finalerna. Denna tanke väcktes av att en av hästarna i studien visade högre vilopuls än de andra hästarna och högre Mhf under finalen. Hästen visade också beteenden som kan kopplas till upphetsning/svårt att slappna av. Exempelvis genom att hen hade svårt att skritta avslappnat i poängläsningspauserna och skrittpauserna.

Slutsats

Ingen signifikant skillnad kunde ses mellan finaluppläggen. Detta är den första studien som undersökt hästarnas fysiologiska svar i en T1/T3 final och resultatet visar att hästarna arbetar under mjölksytratröskeln i långsam tölt och steglängdsökningar. Det fysiologiska svaret ökade i momentet ökad tölt jämfört med långsam tölt och det sågs en individuell spridning hos hästarnas förmåga att arbeta över eller under mjölksytratröskeln i ökat tempo. Hypotesen att det fysiologiska svaret inte skiljer sig mellan de två finaluppläggen stämmer. Hypotesen att hästarna arbetar över mjölksytratröskeln i steglängdsökningarna förkastas. Hypotesen att hästarna arbetar över mjölksytratröskeln i ökad tölt stämmer delvis.

SAMMANFATTNING

Islandshästarna är kända för sin förmåga att gå i tölt som är en fyrtaktig gångart utan svävfas och flygande pass som är en tvåtaktig gångart med svävfas. En bra tölt beskrivs ha en tydlig fyrtakt, vara välbalanserad med aktiva bakben och överlinje samt ha stora och mjuka rörelser. Islandshästar tävlar i särskilda tävlingar såsom sportgrenar, passlöp och gæðingakeppni. T1/T3 är en sportgren där ekipaget visar tre moment: långsam tölt; långsam tölt på kortsidorna och ökad steglängd på långsidorna; ökad tölt. De sex ryttarna som får högst poäng i uttagningen går till final där de tre momenten visas i båda varv.

Mjölksytratröskeln hos hästar uppstår vid 4 mmol/L och då förser de anaeroba systemet musklerna med energi. Under mjölksytratröskeln arbetar det aerobiska systemet till största del. Medel till ökad tempo tölt verkar ha liknande fysiologiska svar som i trav. Det fysiologiska svaret i tölt verkar bli högre om hastigheten ökas eller ryttarens vikt överskrider 22% av hästens vikt. Reglerna om skrittpauserna i finaler tillkom efter att ryttare och domare ansåg att ansträngningsnivån i T1/T3 finalerna var hög. Det finns inga studier på hästens fysiologiska svar under T1/T3 finaler. Studien hade två syften: ta reda på om det fanns några skillnader på det fysiologiska svaret i T1/T3 finaler med och utan skrittpaus samt undersöka hästarnas fysiologiska svar under en T1/T3 final. Det fysiologiska svaret mättes genom hjärtfrekvens i slag/min och laktatprov i mmol/L helblod.

I den här studien ingick sex tränade islandshästar mellan 8–19 år, tre ston, två valacker

och en hingst. Sex erfarna ryttare red två olika finalupplägg på två olika dagar på samma häst under båda tillfällena. Testet reds på ovalbana med tre ekipage på banan samtidigt, grupperna lottades. Uppvärmningen var självständig men tidsbestämd till 25 min. Finalerna med skrittpauser reds på följande vis: långsam tölt 100s, varvbyte 20s, långsam tölt 100s: Steglängdsökningar 110s, varvbyte 20s, skrittpaus 60 min, steglängdsökningar 110s: ökad tölt 60s, varvbyte 20s, skrittpaus 120s, ökad tölt 65s. Finalerna utan skrittpaus reds på samma sätt men utan skrittpauser. Hjärtfrekvens registrerades i vila, 10 mins uppvärmning och under hela arbetstestet. Blodlaktat samlades in efter långsam tölt, steglängdsökningar och ökad tölt. Resultatet visar ingen skillnad på varken hjärtfrekvens eller blodlaktat beroende på de olika finaluppläggen. En signifikant skillnad i hjärtfrekvens och blodlaktat kunde ses mellan momenten långsam tölt och ökad tölt. Resultaten från den här studien indikerar att det aeroba systemet arbetar till största del under långsam tölt (medel 0,5 mmol/L SEM=0,7) och steglängdsökningar (medel 1,9 mmol/L SEM= 0,7). Efter ökat tempo var blodlaktat 3,9 mmol/L med individuell spridning på 0,5–7,4 mmol/L (SEM= 0,7), vilket indikerar att vissa individer arbetade över sin mjölksyratröskel.

FÖRFATTARENS TACK

Ett stort tack till min handledare Malin Connysson för statistikanalys, feedback och framförallt för dina tålmodiga svar på alla mina frågor.

Tack till alla ryttare och hästar som medverkade och gjorde detta arbete möjligt. Jag vill också tacka alla som på något sätt hjälpt till under processen, ni med filmkameror eller glidslem i högsta hugg. Ingen nämnd ingen glömd.

Tack till min pojkvän Emanuel och mina bästa kurskamrater Fanny och Tamara som gett mig förslag på förbättringar, korrekturläst och trott på mig under hela processen.

REFERENSER

Litteratur

- Andersson, L.S., Larhammar, M., Memic, F., Wootz, H., Schwochow, D., Rubin, C.-J., Patra, K., Arnason, T., Wellbring, L., Hjälms, G., Imstrand, F., Petersen, J.L., McCue, M.E., Mickelson, J.R., Cothran, G., Ahituv, N., Roepstorff, L., Mikko, S., Vallstedt, A., Lindgren, G., Andersson, L. & Kullander, K. (2012). Mutations in DMRT3 affect locomotion in horses and spinal circuit function in mice. *Nature* 488, ss. 642–646. <https://doi.org/10.1038/nature11399>
- Connysson, M., Sonidsson, S. & Jansson, A. (2018). Activity affects blood lactate concentration during and after pace-races in Icelandic horses. I: McKenzie, E. (red.) *Comparative exercise physiology* vol. 14. Lorn: Australia, 12-16 november, 2018 Ss.1-114. <https://doi.org/10.3920/cep2018.s1>
- Couroucé-Malblanc, A. & Hodgson, D.R. (2014) Clinical exercise testing. I: Hodgson, D.R., McKeever, K. H. & McGowan, C.M. (red.) *The athletic horse, principles and practice of equine sports medicine*. 2 ed. USA: Elsevier Saunders. ss. 366-378
- Hallberg, C. (2013). *Hur ryttarens vikt påverkar graden av ansträngning i tölt på Islandshäst*. Sverige Lantbruksuniversitet. Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi/hippologprogrammet. Examensarbete 2013: K32

- Henneke, D. R., Potter, G.D., Kreider, J.L. & Yeates, B.F. (1983). Relationship between Condition Score, Physical Measurements and Body Fat Percentage in Mares. *Equine Veterinary Journal*, vol. 4 ss. 371–372.
- Hinchcliff, K.W. (2014) The horse as an athlete: a physiological overview. I: Hinchcliff, K. W. Geor R. J. Kaneps, A. J. (red.) *Equine sports medicine and surgery*. Andra upplagan. Edinburgh: Elsevier ss. 3-10
- Hodgson, D.R. (2014a). The cardiovascular system: anatomy, physiology, and adaptations to exercise and training. I: Hodgson, D.R., McKeever, K. H. & McGowan, C.M. (red.) *The athletic horse, principles and practice of equine sports medicine*. 2 ed. USA: Elsevier Saunders. ss. 162-173.
- Hodgson, D.R. (2014b). Training regimens: Physiologic adaptations to training. I: Hodgson, D.R., McKeever, K. H. & McGowan, C.M. (red.) *The athletic horse, principles and practice of equine sports medicine*. 2 ed. USA: Elsevier Saunders. ss. 299-301
- Hodgson D.R. (2014c). Evaluation of performance potential. I: Hodgson, D.R., McKeever, K. H. & McGowan, C.M. (red.) *The athletic horse, principles and practice of equine sports medicine*. 2 ed. USA: Elsevier Saunders. ss. 361-365.
- Keenan, D.M. (1979). Changes of blood metabolites in horses after racing with particular reference to uric acid. *Australian Veterinary Journal*, 55, ss. 54-57
- Krzywanek, H., Wittke, G., Bayer, A. & Borman, P. (1970). The Heart Rates of Thoroughbred Horses during a Race. *Equine Veterinary Journal* 2, nr 3 ss. 115–17. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1970.tb04170.x>.
- Liedberg, C. (2013). *Islandshästens energiförbrukning i tölt i förhållande till galopp*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi/hippologprogrammet. Examensarbete 2013: K33.
- Marlin, D.J., Harris R.C., Harman, J.C. & Snow, D.H. (1987). Influence of post-exercise activity on rates of muscle and blood lactate disappearance in the Thoroughbred horse. In: J.R. Gillespie and N.E. Robinson (red.). *Equine Exercise Physiology 2*. ICEEP Publication, Davis, CA. ss. 686-700
- Rivero, J-L. & Piercy R J. (2014). Muscle physiology. Responses to exercise and training. I: Hinchcliff, K. W. Geor R. J. Kaneps, A. J. *Equine sports medicine and surgery*. Andra upplagan. Edinburgh: Elsevier ss. 69-108
- Stefánsdóttir, G.J. (2015). *Physiological Response to Exercise in the Icelandic Horse*. Diss. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Stefánsdóttir, G. J., Ragnarsson, S., Gunnarsson, V., Roepstorff, L. & Jansson, A. (2015). A Comparison of the Physiological Response to Tölt and Trot in the Icelandic Horse. *Journal of Animal Science* vol. 93, (8) ss. 3862–70. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9141>.

Stefánsdóttir, G. J., Ragnarsson, S., och Jansson, A. (2012). A comparison of a portable blood lactate analyser and laboratory plasma analysis of blood samples from exercised horses. *Comparative Exercise Physiology* 8, nr 3–4 ss. 227–31.
<https://doi.org/10.3920/CEP13002>.

Stefánsdóttir, G. J., S. Ragnarsson, V. Gunnarsson, & A. Jansson. (2014). Physiological Response to a Breed Evaluation Field Test in Icelandic Horses. *Animal* 8, nr 3. Ss. 431–39. <https://doi.org/10.1017/S1751731113002309>.

Stefánsdóttir, G. J., Ragnarsson, S., Gunnarsson, V., Roepstorff, L. & Jansson, A. (2017). The effect of rider weight and additional weight in Icelandic horses in tölt: part 1. *Animal*. Vol 11 (9), ss. 1558-156.

Internet

FEIF. (u.å). *Velcome*. <https://www.feif.org/FEIF.aspx> [2020-02-14]

FEIF. (2020a). *General rules and regulations*.
[https://www.feiffengur.com/documents/FEIF_Rules_Regulations2020_complete\(1\).pdf](https://www.feiffengur.com/documents/FEIF_Rules_Regulations2020_complete(1).pdf)
[2020-04-30]

FEIF. (2020b). *Sport rules and regulations*.
[https://www.feiffengur.com/documents/FEIF_Rules_Regulations2020_complete\(1\).pdf](https://www.feiffengur.com/documents/FEIF_Rules_Regulations2020_complete(1).pdf)
[2020-04-13]

FEIF. (2020c). *Facts and figures*.
<https://www.feif.org/FEIF/Factsandfigures/Registeredhorses.aspx> [2020-05-09]

FEIF. (2020d). *Breeding rules appendices. Rules for Icelandic Horse breeding events*.
https://www.feiffengur.com/documents/FEIF_Rules_Regulations2020%20-%20breeding.pdf [2020-04-26]

FEIF. (2020f). *Sport judges Guidelines*.
https://www.feiffengur.com/documents/2020sj_guidelinesEN.pdf [2020-05-01]

Svenska islandshästförbundet. (2017a). *Tävling*. <https://www.icelandichorse.se/tavling/>
[2020-04-15]

Svenska islandshästförbundet. (2017b). *Rasen islandshästen*.
<https://www.icelandichorse.se/omislandshasten/rasenislandshasten/> [2020-02-14]

Svenska islanshästförbundet. (2018). *Gaedingakeppni*.
<https://www.icelandichorse.se/tavling/Gaedingakeppni/> [2020-04-21]

DISTRIBUTION:

**Sveriges Lantbruksuniversitet
Enheten för hippologutbildning
Box 7046 750 07 UPPSALA
Tel: 018-67 21 43**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Unit for Equine Science
Box 7046 750 07 UPPSALA
Tel: +46-18 67 21 43**
