



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

K39

Examensarbete på kandidatnivå

2014

Mobilapplikation för träning av häst

Elin Zachrisson & Linda Eriksson

Uppsala

HANDLEDARE:

Per Michanek, Flyinge AB

Hanna Carlson, Flyinge AB

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 G2E-nivå och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund.

SLU
Sveriges lantbruksuniversitet

Mobilapplikation för träning av häst

Elin Zachrisson & Linda Eriksson

*Handledare Per Michanek, Flyinge AB, Flyinge.
Examinator Hanna Sassner, Flyinge AB, Flyinge.*

*Examensarbete inom hippologprogrammet, Flyinge 2014
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi
Hippologenheten
Kurskod: EX0497, Nivå G2E, 15 hp*

Nyckelord: Equine, horse, exercise, fitness test, energy consumption, heart rate, training intensity, application.

*Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>
Examensarbete K39 2014*

INNEHÅLL

REFERAT	5
INTRODUKTION	5
BAKGRUND	7
Mobilapplikation och hjärtfrekvensräknare	7
Kondition	8
Konditionsträning	9
Konditionstest	10
Energiförbrukning	12
Syrekonsumtion i förhållande till energiförbrukning vid träning	14
Energiförbrukning i arbete	14
Uträkningar för energiförbrukning i arbete	15
MATERIAL OCH METOD	15
Bakgrund och verktyg	15
Användning av hjärtfrekvensräknare	16
Verktyg för beräkning av tid i intensitetsfaser	19
Verktyg för beräkning av energiförbrukning	21
RESULTAT	21
Konditionstest	22
Konditionsträning	27
Energiförbrukning	30
DISKUSSION	38
Konditionstest	38
Konditionsträning	39
Energiförbrukning	40
Mobilapplikation	41
Fortsatta studier	41
Slutsats	42
SUMMARY	42
FÖRFATTARNAS TACK	43
REFERENSER	43

Litteratur	43
Internet	44

REFERAT

De allra flesta som tränar hästar gör det för att i något syfte öka hästens prestationsförmåga. När hästen är rätt tränad för sin uppgift minskar skaderisken hos både häst och ryttare. Rätt träning främjar hållbarheten på lång sikt. Med en pulsmätare anpassad för användning på häst är det möjligt att utläsa vilken intensitet träningen har och anpassa den för att få den effekt man önskar. Med konditionstest för häst kan man sedan utvärdera om träningen haft avsedd effekt.

En enkel mobilapplikation anpassad för konditionsträning av ridhäst skulle kunna leda till en ökad medvetenhet kring träning och träningsintensitet hos människor som tränar ridhästar. Målgruppen för detta arbete är människor som på olika nivå tränar ridhästar. Materialet i detta arbete skall kunna användas som hjälp vid utvecklande av en mobilapplikation. Den tänkta applikationen skulle kunna ha liknande funktioner som träningsapplikationer för människor men anpassas till träning av ridhäst.

Förutsatt att hästens energiintag och träningsintensitet är kontrollerat kan man med hjälp av ett verktyg för beräkning av energiförbrukning veta om hästen får i sig rätt ungefärlig mängd energi i förhållande till vad den förbrukar. På så sätt får användaren av verktyget information om att hästen till exempel får ett överskott av energi.

Syftet med studien var att beskriva en del av de fysiologiska basdata och de mätvärden som behövs för att utveckla en mobil applikation för konditionsträning, konditionstest och energiförbrukning hos ridhäst. Exempel på konditionstest, verktyg för bedömning av träningsintensitet och beräkningar för hästens ungefärliga energiförbrukning i arbete har tagits fram och exempel på användning av dessa beskrivs.

Studiens frågeställning var: Vilka fysiologiska basdata och mätvärden behövs för att uppskatta en hästs kondition och energiförbrukning i arbete?

Studien har tagit fram fysiologiska basdata som är användbara vid bedömning av ridhästens kondition, träningsintensitet och energiförbrukning i träning. Exempel på konditionstest för häst, förslag på intensitetsfaser vid träning av häst och ett verktyg för kalkylering av ungefärlig energiförbrukning vid träning av häst har arbetats fram.

Nyckelord: *Equine, horse, exercise, fitness test, heart rate, energy consumption, training intensity, application*

INTRODUKTION

Hästen är en fantastisk atlet med stor förmåga att snabbt fly om den behöver. Detta är en egenskap som gjort att den tidigare kunnat leva på stäppen där den transporterade sig långa sträckor för mat och vatten och kunde fly snabbt vid fara. (Barneveld et al. 2006)

De allra flesta som tränar hästar gör det för att i något syfte öka hästens prestationsförmåga. Ökad prestation betyder i regel att hästen kan springa fortare, utföra svårare dressyrörelser med högre precision eller hoppa högre och längre. Detta innebär ökad påfrestning på hästens rörelseapparat. Hästens hållbarhet är viktig i bland annat välfärdssynpunkt men också ur ett ekonomiskt perspektiv. När hästen är rätt tränad för sin uppgift minskar skaderisken hos både häst och ryttare. Rätt träning främjar hållbarheten på lång sikt. För att hållbarheten ska öka behöver träningen balanseras så att hästen inte övertränas. Långvarig högintensiv träning ökar risken för skador. (Marlin & Nankervis 2002)

Hästens hjärtfrekvens ger viss information om dess hälsotillstånd. Hjärtfrekvensen är förhöjd i vila om hästen har feber eller akut smärta. Vid till exempel blodförlust ligger hjärtfrekvensen under det normala. Stora avvikelser i hjärtfrekvens vid träning av häst kan betyda att hästen inte är helt frisk. (Houghton et al. 2003) Om man vid träning noterar att hästen har en högre hjärtfrekvens jämfört med vad den haft tidigare vid samma träningsintensitet så kan det vara ett tecken på att hästen har en infektion, respiratoriska problem eller en skada som ännu inte går att se kliniskt. (Kobayashi et al. 1999)

Att mäta hästens hjärtfrekvens kan även ge en högre kvalitet på olika former av fysisk träning. Genom att analysera hästens hjärtfrekvens vid olika hastigheter och sträckor kan man se vilken ansträngning den utsatts för. Med en pulsmätare anpassad för användning på häst är det möjligt att utläsa vilken intensitet träningen har och anpassa den för att få den effekt man önskar. (Hinchcliff et al. 2007)

Att analysera och lagra den data hjärtfrekvensräknaren registrerar kan göras på olika sätt. För människor finns en mängd olika träningsapplikationer programmerade för till exempel smartphones. De allra flesta har ungefär samma funktioner men det finns skillnader i design och utformning. De innehåller i regel en GPS-funktion, ofta kopplat till ett kartsystem där den tillryggalagda sträckan i kombination med tidtagning även ger information om hastighet. I de fall en hjärtfrekvensräknare kopplas till exempelvis smartphonen lagras hjärtfrekvensdata från träningspassen i applikationen. Det gör att det enkelt går att se historik och jämföra resultat. Många gånger har de även en kaloriräknare, där fysiologiska basdata som kön, ålder, längd och vikt programmeras in. Därefter räknas uppskattad maximal hjärtfrekvens och maximal syreupptagningsförmåga fram. Baserat på dessa data går det att utläsa hur många kalorier som förbrukats baserat på den registrerade hjärtfrekvensen vid träning. Exempel på olika träningsapplikationer för människor är Polar Beat, Runkeeper, Endomondo, Nike+ GPS och Garmin Fit.

En enkel mobilapplikation anpassad för konditionsträning av ridhäst skulle kunna leda till en ökad medvetenhet kring träning och träningsintensitet hos människor som tränar ridhästar. Den tänkta applikationen skulle ha liknande funktioner som träningsapplikationer för människor men anpassas till träning av ridhäst. I applikationen lagras data från träningspassen och resultaten skulle sedan enkelt kunna analyseras. Om applikationen även utformades till att beräkna hästens energiförbrukning under träning skulle det underlätta uppskattningen av energitillägget för träning vid beräkning av hästens foderstat. Förutsatt att hästens energiintag och träningsintensitet är kontrollerat

finns det på så sätt möjlighet att veta om den får i sig tillräckligt med energi i förhållande till vad den förbrukar, eller om den till exempel får ett stort överskott av energi.

Det finns studier som beskriver arbetsprov för travhästar och galoppörer, men för ridhästar finns betydligt färre publicerade. När arbetsprov beskrivs för ridhästar ligger ofta hjärtfrekvens och laktatprov från blodet till grund för bedömning (Sloet et al. 2006).

Den framtida eventuella applikationen skulle gå att anpassa så att alla som tränar ridhästar kunde ha nytta av den. Detta genom att skapa konditionstest för häst, hitta verktyg för bedömning av intensitetsnivå för träning av ridhäst samt skapa ett verktyg för uppskattning av ridhästens energiförbrukning i arbete.

Problemet är att det i dagsläget inte finns någon känd mobilapplikation anpassad för träning av häst.

Syftet med arbetet är att beskriva en del av de fysiologiska basdata som behövs för att utveckla en mobilapplikation för konditionstest, träningsintensitet och energiförbrukning i träning hos häst. Exempel på konditionstest, verktyg för bedömning av träningsintensitet och beräkningar för hästens ungefärliga energiförbrukning i arbete ska tas fram och exempel på användning av dessa beskrivas.

Frågeställning:

Vilka fysiologiska basdata och mätvärden behövs för att uppskatta en hästs kondition och energiförbrukning i arbete?

BAKGRUND

Mobilapplikation och hjärtfrekvensräknare

En applikation är ett tillämpningsprogram avsett för en viss typ av praktiskt arbete som används för mobila enheter såsom mobiltelefoner, smartphones och surfplattor.

Applikationer kan enkelt laddas ner och installeras av användaren själv, de finns tillgängliga för nedladdning på distributionsplattformar och i onlinebutiker.

(Nationalencyklopedin 2014) I dagsläget finns ingen känd träningsapplikation utformad för användning vid träning av häst.

Hjärtfrekvensräknare för häst finns i en mängd olika variationer. En av de enklare modellerna är en sändare som kopplas ihop trådlöst med en mottagare som vanligtvis sitter runt ryttarens handled. Mottagaren registrerar data från sändaren och kan bland annat ha funktioner som notiser när önskad hjärtfrekvens uppnås och antal minuter i olika intensitetsnivåer. De nyare modellerna av sändare har ofta en bluetoothfunktion vilket betyder att man enkelt kan koppla ihop den med en smartphone. Det finns även fler tillbehör som till exempel GPS-sändare som fästs på ekipaget och skickar data till mottagaren. Information om sträcka och hastighet registreras i mottagaren. I de fall sändaren kopplas till en smartphone så har den i regel en egen GPS-funktion.

Mottagaren behöver i regel vara inom en radie av ca 1 meter till sändaren för att inte tappa kontakten. Informationen förs i vissa fall över till en dator och analyseras i ett datorprogram skapat för tillverkarens specifika system. Med smartphone som mottagare

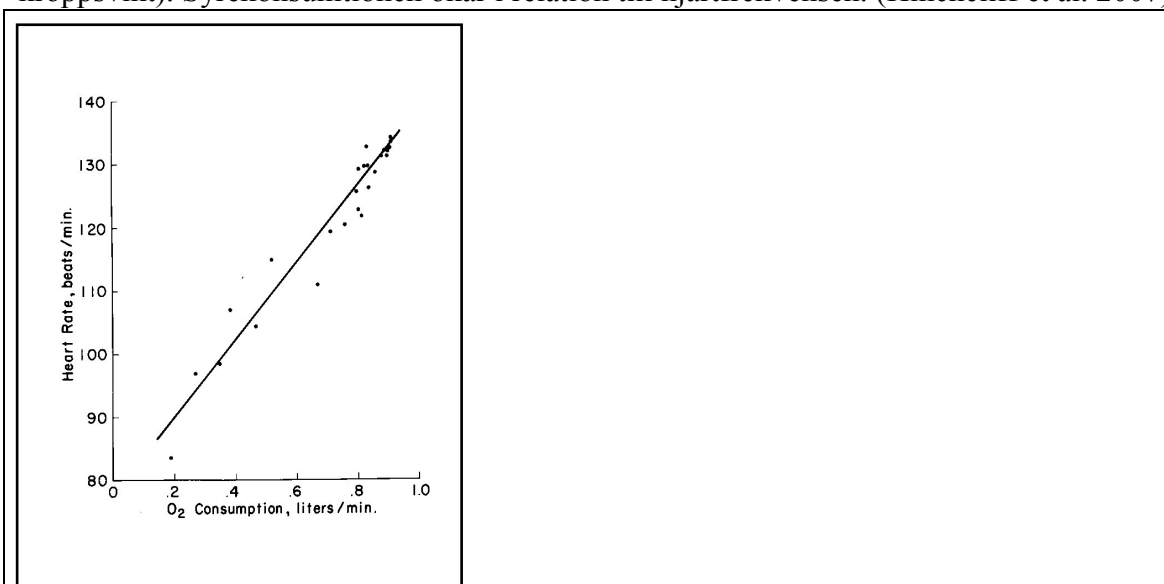
kan informationen via uppkoppling skickas direkt till en personlig sida på internet där information från alla träningspass lagras och enkelt kan analyseras och jämföras. (Polar 2014)

Kondition

Syretransporten från lungorna till muskelcellerna sker med hjälp av röda blodkroppar. Dessa består bland annat av proteinet hemoglobin som binder syremolekyler. De röda blodkropparna kan på så sätt transportera syret till cellerna via kapillärer som finns längs muskelcellerna. Förutom hjärtfrekvensen så begränsas syretransporten alltså av antalet röda blodkroppar. Hästen lagrar en viss andel av sina röda blodkroppar i mjälten och kan med hjälp av mjälttömning öka andelen röda blodkroppar i blodet utan att samtidigt öka andelen blodplasma. Hästen kan på det sättet öka sin syretransportförmåga med upp till 50% under hård träning. (Hinchcliff et al. 2007)

Antalet kapillärer runt muskelcellen är en av de faktorer som avgör hur stor aerob kapacitet den har. En annan viktig faktor är antalet mitokondrier. Mitokondrierna finns i muskelcellerna och utgör cellens kraftverk. De producerar med hjälp av syre den energi som krävs för att muskelcellen ska kunna kontrahera. Antalet kapillärer liksom antalet mitokondrier i muskelcellerna ökar vid konditionsträning. Exempel på andra funktioner som är viktiga för den aeroba kapaciteten och som påverkas av träning är hjärtats pumpförmåga och muskelcellens innehåll av de enzymer som medverkar vid aerob energiproduktion. (Hinchcliff et al. 2007)

Hästens syreupptagningsförmåga innebär mängden syre som hästen utnyttjar per minut och mäts i enheten VO_2 . Maximal syreupptagningsförmåga (VO_{2max}) betyder maximala mängden syre som en viss häst kan ta upp och använda under träning ($mlO_2/min/kg$ kroppsvikt). Syrekonsumtionen ökar i relation till hjärtfrekvensen. (Hinchcliff et al. 2007)

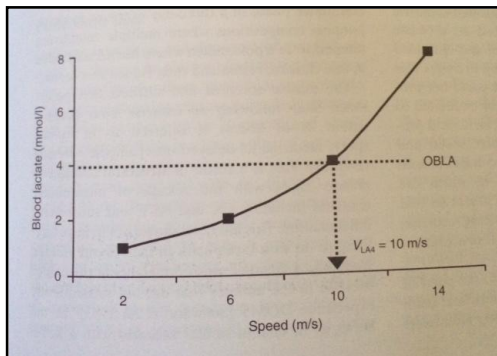


Figur 1. Syrekonsumtion i förhållande till hjärtfrekvens. Wilson (1995)

När muskelcellernas aeroba kapacitet under träning inte räcker till utnyttjas även anaerob energiproduktion. Vid anaerobt arbete producerar muskelcellerna energi utan syre och i den processen bildas laktat som ansamlas i muskelcellerna. Laktatet transporteras bort via blodcirkulationen och metaboliseras huvudsakligen i levern. (Hinchcliff et al. 2007)

När hästens blod har en laktatkonzentration över cirka 4 mmol/l påverkas prestationen. Hästen har då kommit över sin laktattröskel (laktat produceras i snabbare takt än kroppen hinner med att metabolisera) och laktatkonzentrationen i blodet ökar snabbt.

Mjölksyratröskeln varierar beroende på bland annat muskulaturens fibersammansättning, vilken kondition hästen har och i viss mån även näringsintaget. (Hinchcliff et al. 2007)



Figur 2. Laktatkonzentrationen i blodet i relation till hastighet. Marlin & Nankervis (2002)

När en häst med bättre kondition gör samma arbete som en med sämre kondition kommer hästen med sämre kondition fortare att nå upp till laktattröskeln. Det beror huvudsakligen på att den har sämre aerob kapacitet, men också på att en otränad häst inte i samma utsträckning kan ta hand om det laktat som produceras. Laktathalten är alltid högre i muskulaturen än i blodet och vid höga halter medför den en pH-sänkning som gör att muskelcellen inte längre kan arbeta effektivt. Hur stor del av energiproduktionen som sker anaerobt påverkar även mängden energi som förbrukas under den aktuella ansträngningen. (Marlin & Nankervis 2002)

Hjärtfrekvensen har länge använts för att uppskatta den absoluta och relativa träningsintensiteten för att se kardiovaskulära reaktioner på träning och studera effekterna av åldrande. Även om det är tydligt att det kardiovaskulära systemet i stor utsträckning påverkas av träning så påverkas inte den maximala hjärtfrekvensen (HR_{max}) av träning. (Hinchcliff et al. 2007)

En retrospektiv studie där data från fem olika laboratorier med 328 hästar sammanställts och utvärderats utreddes möjligheten att kunna beräkna en individs HR_{max} utifrån variabler som ålder, kroppsvikt, träningsstatus, hälsostatus, kön, ras-användningsområde och laboratorieresultat. Resultaten visade att HR_{max} minskade med ökad ålder och kroppsvikt. Men variationen av HR_{max} med dessa variabler var relativt liten (r^2 -värden: 13,3% för ålder och 5,7% för kroppsvikt). (Vincent et al. 2006)

Konditionsträning

Genom en långsiktig dokumentation av till exempel hjärtfrekvens vid ansträngning ges en större inblick i tränings och konditionsutvecklingen hos hästen. Detta resultera i

hästatleter som är bättre förberedda för de prestationer de förväntas utföra och i förlängningen minska antalet skador. (Bitschnau et al. 2013)

Svar på träning påverkas bland annat av kost, ålder, gener, utgångsläge, varaktighet, intensitet, frekvens och tidigare erfarenhet. (Bitschnau et al. 2013)

Ett sätt att bedöma hur hårt hästen tränas är att dela in arbetet i olika intensitetsnivåer. Ett exempel på detta kommer från Polar. De beskriver arbetets intensitet och hur kroppen påverkas av det. De använder fem olika sportzoner där de täcker pulsvärden från 30-100% av HR_{max} .

Polar sportzoner för hästar

Sportzon 1: Mycket lätt arbete, 30-60% av HR_{max} , ca 70-140 slag/min, rehabiliteringsträning eller uppvärmning.

Sportzon 2: Lätt arbete 60-70% av HR_{max} , ca 140-170 slag/min, används för att utveckla den aeroba kapaciteten. Tränas hästen 40-80 min i denna zon påverkas metabolismen och styrkan i hästens kropp så att den kan klara högre träningsintensitet.

Sportzon 3: Medel arbete 70-80% av HR_{max} , ca 170-190 slag/min. Utvecklar den aeroba kapaciteten ytterligare. När hästen tränas i denna zon kan man använda sig av intervaller följt med återhämtning. Ökad kapacitet i det kardiovaskulära systemet.

Sportzon 4: Hårt arbete, 80-90% HR_{max} , ca 190-215 slag/min, denna zon används för att skapa uthållighet under hög hastighet i intervaller på 2-3 min med återhämtning i mellan.

Sportzon 5: Mycket hårt arbete 90-100% HR_{max} , ca 215-240 slag/min, används vid maximal träningsintensitet. (Bitschnau et al, 2013)

Konditionstest

Det finns ett flertal sätt att bedöma hästens kondition. Vanligt är att hjärtfrekvens, hjärtfrekvensvariabilitet och/eller laktathalten i blodet ligger till grund för bedömningen vid konditionstest av häst. Hjärtfrekvensen mäts vanligtvis i förhållande till en submaximal hastighet. V200 till exempel, beskriver den hastighet där hästens hjärtfrekvens är 200 slag per minut. (Marlin & Nankervis 2002) Vid denna hjärtfrekvens kommer kroppen använda sig av både aerobt och anaerobt arbete (Hinchcliff et al. 2007). Det finns ett starkt samband mellan hjärtfrekvens och träningsintensitet hos både människor (Astrand 1960) och hästar (Marlin & Nankervis 2002; Evans 1985; Hinchcliff et al. 2007) En häst med bättre fysiologiska förutsättningar kommer att kunna röra sig i en viss hastighet med lägre hjärtfrekvens än en häst med sämre fysiologiska förutsättningar. Hjärtfrekvensen ökar i förhållande till hastigheten. När hjärtfrekvensen når HR_{max} och ställs i relation till hastigheten är värdet VHR_{max} , hastigheten där hjärtfrekvensen är maximal. (Hinchcliff et al. 2007)

Det finns ett tydligt samband mellan VO_{2max} och V200. V200 är till skillnad från VO_{2max} relativt enkelt att mäta i fält. (Marlin & Nankervis 2002) Hjärtfrekvensvärdet varierar beroende på syfte. För Hopp- och dressyrhästar är det vanligt att mäta V140 eller V170 (Hinchcliff et al. 2007).

Konditionstest utförs antingen på ett löpband eller i fält. Vid utformning och utförande av konditionstest är det viktigt att standardisera miljön i största möjliga mån. Med standardisering menas att förhållandena i vilka testet utförs har så lite påverkan som möjligt på resultatet. Om till exempel underlaget är extremt djupt så kommer testet visa en större ansträngning vid en lägre hastighet än om underlaget är fast. Standardisering betyder att förhållandena bör vara så lika varandra som möjligt om testet gör om vid olika tillfällen eller med olika hästar. Som ett exempel så blir det ett missvisande resultat om samma häst testas två gånger och ryttaren första gången väger 50 kg och nästa gång rids av en ryttare som väger 100 kg. Att standardisera ett test är svårare i fält än på ett löpband. Det beror på att belastningen på hästen i hög grad påverkas av bland annat underlaget, lutningen, ryttarens och utrustningens vikt, vindstyrka, vindriktning, temperatur och luftfuktighet. Alltså av yttre faktorer. Utan att standardisera dessa parametrar i så hög grad som möjligt går det inte att jämföra resultatet för och mellan individer. (Marlin & Nankervis 2002; Bitschnau et al. 2013)

Konditionstest på löpband har fördelen att det är lättare att standardisera. Utöver det är det en fördel att det är praktiskt möjligt att mäta fler saker enklare än vid fälttest. Fälttest har fördelen att förhållandena som hästen testas i går att välja så de är mer realistiska i relation till det arbete hästen normalt utför. Om syftet är att ta reda på maximal syreupptagningsförmåga hos en galoppör vid lopp är det idealiskt att utföra detta där hästens normala prestation sker, det vill säga till exempel på en galoppbana med en ryttare och utrustning på. (Marlin & Nankervis 2002)

Ett sätt att testa konditionen är med hjälp av hjärtfrekvensräknare, GPS och stoppklocka. Det är relativt enkelt att utföra förutsatt att det finns en sträcka med lämpligt underlag som tillåter ridning i ett visst tempo i en viss tidsintervall. Det är viktigt att hästens hjärtfrekvens har tid att stabilisera sig i de olika tempona. Det är också viktigt att bibehålla tempot hela intervallen. Det är enligt Marlin & Nankervis (2002) lämpligt att rida hästen i det givna tempot i 2-3 minuter men det finns studier som till exempel Bitschnau et al. (2013), som använder 90 sekunder i konditionstest. Sträckan som hästen förflyttar sig blir därför olika beroende på vilket tempo den rids i. Högre hastighet betyder att hästen tar sig längre på två minuter än den gör vid en lägre hastighet. Hjärtfrekvensräknaren tillsammans med GPS-koordinatorn registrerar hästens hjärtfrekvens och hastighet. När konditionstestet utförs under en kort tidsperiod så kommer temperatur och luftfuktighet att ha mindre påverkan på hjärtfrekvensen vid ansträngning än test med längre varaktighet. Underlaget och vindstyrkan kommer alltid att påverka ansträngningen och därigenom även hjärtfrekvensen. (Marlin & Nankervis 2002)

Om ryttaren vet exakt antal meter denne rider, till exempel vid ridning på ovalbana, behövs endast en hjärtfrekvensräknare och en stoppklocka. Från värdena för tid, sträcka och hjärtfrekvens kan V200 med hjälp av ett standardiserat konditionstest utläsas.

Eftersom olika individer har egenskaper som gör dem mer eller mindre atletiska när det kommer till att förflytta sig i hög hastighet så måste man vara medveten om det när man jämför resultat mellan individer. Egenskaper som kan begränsa eller möjliggöra för ett bra resultat är bland annat ras, ålder, kön, kroppsvikt och temperament. Ett standardiserat

konditionstest är ett bra sätt att utvärdera en individs förbättring av kondition i relation till sig själv när det utförs med jämna mellanrum. (Hinchcliff et al. 2007)

När konditionen testas är det viktigt att inte gå från den givna hastigheten direkt till halt. Det är att föredra att låta hästen komma ner i tempo i galoppen, därefter ner till trav och sedan skritt tills pulsen gått ner. Ett abrupt stopp ger förhöjd hjärtfrekvens och hästen återhämtar sig inte lika snabbt. (Marlin & Nankervis 2002)

Ett annat tillvägagångssätt för konditionstest är att mäta återhämtningstiden. En häst med bättre kondition kommer att återhämta sig snabbare efter ansträngning än en med sämre kondition. (Bitschnau et al. 2013) När en individs återhämtningstid förkortats till nästa testtillfälle betyder det i regel att den aeroba kapaciteten ökat och att konditionen därmed förbättrats. (Hinchcliff et al. 2007)

Energiförbrukning

När hästen tillgodogör sig foder spjälkas det i mag-tarmkanalen till enkla sockerarter som tas upp och lagras i form av glykogen i lever och muskulatur. Det är den här energireserven som muskulaturen kan använda för arbete. Glykogenet i muskulaturen är bundet till en fosfatgrupp vilket gör att den kan brytas ner till glukos och användas i muskulaturen, men inte transporteras ut i blodet till andra celler. Reservlagret av glykogen i levern används för att vid behov brytas ned till glukos och hålla en jämn glukoshalt i blodet. Detta för att vid behov kunna tillföra energi till muskulaturen. Glykogenreserven i levern ser till att hästen alltid får energi till de viktigaste organen såsom hjärna och hjärta även när den till exempel utsätts för hård belastning eller svälter. När glykogenreserven är full bygger hästen ett lager av fett som kan användas när reserverna av glykogen i muskulatur och lever samt glukos i blodet är förbrukat. (Marlin & Nankervis 2002; Geor, Harris & Coenen 2013)

Hästen har omkring 95% av sin totala glykogenreserv i muskulaturen och de resterande 5% i levern. Kroppsfettet däremot lagras till 95% i fettvävnad och 5% i musklerna. Det kan ta upp till 2 dagar för en häst som har gått ett hårt arbetspass att helt återställa sin glykogenreserv. (Marlin & Nankervis 2002)

Hästar som förväntas utföra ett fysiskt ansträngande arbete behöver en foderstat med tillräcklig energi för både underhållsbehov men även ett tillägg för arbetet den skall utföra. De yngre hästarna behöver även energi för att kunna växa. (Marlin & Nankervis 2002)

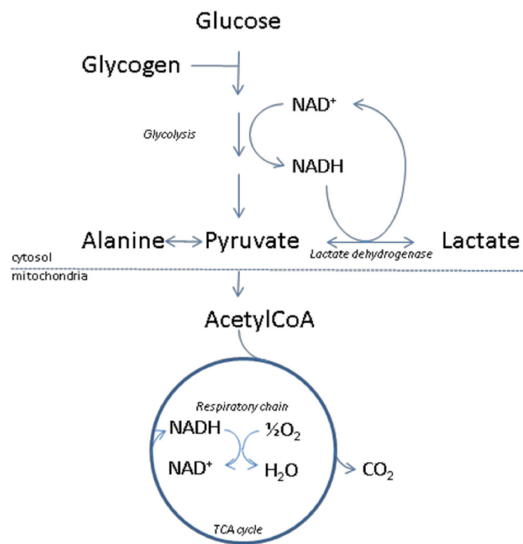
Studier visar att hästar som utfodrades med fettrikt foder minskar sitt glykogenlager vilket resulterar i en lägre laktatproduktion under normalt arbete. Effekten på hur en fettrik kost påverkar hästen testades på 6 stycken travare under submaximalt arbete. Resultaten visade att hästar med en mer fettrik kost kan fördröja laktatproduktionen vilket medför att det kan ta längre tid för hästen att visa trötthet. (Sloet Van Oldruitenborgh-Oosterbaan et al. 2002)

En del av den energi som hästen gör av med går åt att separera det smältbara och det icke smältbara i fodret. Det smältbara bryts ner till så pass små beståndsdelar att energin kan användas av och lagras i celler. Det finns ett antal olika system framtagna för att räkna ut

hur mycket energi hästen behöver. Systemen har olika styrkor och svagheter vilket leder till diskussioner mellan forskare om vilket som är pålitligast. (Geor, Harris & Coenen 2013)

Energien som hästen tillgodogör sig anges i Joule (J) eller Kalori (Kcal). En Kcal är lika med 4,184 joule. För beräkning av energi till häst använder vi i Sverige i regel Mega Joule (MJ). (Sveriges Lantbruksuniversitet 2011) 1 MJ = 1000000 J.

Födan som hästen får i sig via fodret bryts ner till glukos, fettsyror och aminosyror. Dessa omvandlas i sin tur till energi, adenosintrisfosfat (ATP) i cellerna. ATP är energi som krävs för muskulaturen ska kunna röra sig. ATP är en nukleotid och består av adenin, ribos och trifosfat och måste framställas och användas i alla celler. Det är även en byggsten vid syntesen av nukleinsyror som DNA och RNA. Kemiskt består ATP av en adenosinmolekyl och tre fosfatgrupper i en kedja. De sitter ihop med fosfathybridbildning vilken är mycket energirik. Genom att den tredje fosfatgruppen lossnar frigörs energi genom hydrolys. Kvar blir adenosindifosfat (ADP) och en fri fosfatgrupp. (Marlin & Nankervis 2002; Hawthorn Academy Science[video] 2010; Geor, Harris & Coenen 2013)



Figur 3. Beskriver cykeln för pyruvat-laktat omvandling (Outline of lactate metabolism). (Kruse et al. 2011)

Det tar tid för den aeroba energiproduktionen att nå sin maximala kapacitet. I de fall där energi behövs innan dess, till exempel vid snabbt avancemang till högingintensiv belastning, producerar muskulaturen energi anaerobt. Detta trots att belastningen egentligen inte ännu är av sådan intensitet att den kräver anaerob energiproduktion. Det gör att hästen i början av den hög-intensiva träningen kommer att använda både aerob och anaerob energiproduktion. På vilket sätt arbetets intensitet ökar påverkar hur energin förbrukas. Vid anaerobt arbete produceras tre ATPmolekyler per glukosmolekyl utvunnen från glykogenreserven. Vid aerob energiproduktion utvinns 39 ATPmolekyler från en glukosmolekyl ur glykogenreserven. (Marlin & Nankervis 2002) När ATP produceras

med glukosmolekyler från blodet kräver första steget i glykolysprocessen en ATPmolekyl, vilket gör att det i slutändan finns en mindre ATPmolekyl att tillgå. När ATP framställs anaerobt bryts glykogen ner till glukosmolekyler som i en reaktionskedja i tio steg blir till två pyruvatmolekyler (Wilkinson [video] 2012). Utan tillgång till syremolekyler omvandlas pyruvatmolekylerna till laktatmolekyler. Dessa bär fortfarande den energi som inte kunnat utvinnas fullt ut utan syre och omvandlas tillbaka till pyruvat i en NADH-beroende reaktion i levern. Den anaeroba energiframställningen är snabb men oekonomisk. Det gör att glykogenreserven i muskulaturen snabbt minskar vid anaerobt arbete. När glykogenlagret i muskulaturen töms kan ATP inte längre framställas och muskulaturen behöver glukos från blodet för att kunna fortsätta arbeta. En otränad häst kommer att gå över till den anaeroba energiförbrukningen i en lägre hastighet än en häst som är mer vältränad. (Marlin & Nankervis 2002)

Syrekonsumtion i förhållande till energiförbrukning vid träning

För att veta hur mycket energi hästar i träning behöver måste mängden energi som förbrukas under träning utredas. Hur mycket energi som förbrukas beror på varaktigheten och intensiteten på träningen. Att mäta varaktigheten är relativt enkelt medan intensiteten är betydligt svårare att bedöma. Faktorer som påverkar intensiteten är bland annat hastigheten, underlagets egenskaper, lutningen, höjden på hinder, samlingen och ökningen inom gångarterna eller vikten som bärs eller dras. Syrekonsumtionen används ofta som grund för beräkning av hästens energiförbrukning i träning. Det finns ett visst samband mellan syrekonsumtion och hastighet upp till ca 25km/h. Över denna hastighet övergår arbetet mer till anaerobt. Ett säkrare sätt att beräkna syrekonsumtionen är att använda hjärtfrekvensen i träning. Det ger en bättre bedömning av intensiteten på träningen och möjliggör för säkrare beräkning av mängden konsumerat syre. (NRC 2007)

Energiförbrukning i arbete

Det finns ett antal olika system för att beräkna hästens totala energiförbrukning. Gemensamt för de olika systemen är att de beräknar en individs energibehov, även fast inte alla använder sig av samma energienheter. Detta för att i teorin kunna matcha totalt energiintag till totalt energibehov. De olika systemen skiljer sig från varandra. Till exempel så kan nivåerna lätt, medel eller svårködd från National Research Council (NRC) inte likställas helt med de tre nivåerna som Institut national de la recherche agronomique (INRA) tillhandahåller. Detsamma gäller för Deutsche Landwirtschafts-Gesellschafts (DLG). Siffrorna i samtliga system är i slutändan genomsnittliga och kan variera +/-10% beroende på individuella faktorer såsom kroppstyp, temperament, ras, ålder, social aktivitet, kondition och träningsintensitet. Andra faktorer som påverkar energibehovet är förhållandena vid arbete, som temperatur, luftfuktighet, människans krav på träningsnivå/form och temperament. Det är därför svårt att använda begreppet ”genomsnittlig häst”. Näringsforskare använder olika formler i varje system som alla på olika sätt kalkylerar hästens energiförbrukning i arbete. När systemen används med en uppskattning av intensitet och varaktighet hästen blir resultatet av beräkningarna osäkra. Utan att på något sätt mäta den faktiska ansträngningen hästen gör blir beräkningen av energibehovet inte tillförlitlig. När det totala energibehovet räknas ut och används

praktiskt är det viktigt att ta hänsyn till hästens typ, arbete, hull, välmående och hälsa. (Geor, Harris & Coenen, 2013)

Uträkningar för energiförbrukning i arbete

DLG, 2011

Det tyska systemet från Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft baserar beräkningarna för energiförbrukning på syrekonsumtion relaterat till hjärtfrekvens.

$$(\text{KJ/kg BW/min}) = 0.566e^{-4} \times x^{1.9955} + 0.250e^{-6} \times e^{(0.073043x)}$$

x = antal hjärtslag/min

(Geor, Harris & Coenen, 2013)

INRA, 1984

Det franska systemet från Institut national de la recherche agronomique ger praktiska råd och information om hur användaren kan uppskatta det individuella arbetet.

$$\text{Syreupptagning } \text{VO}_2 \text{ l/ min} = 3.78 + 0.0097 (\text{m/min})$$

(Geor, Harris & Coenen, 2013)

NRC, 2007

Det amerikanska systemet från National Research Council baserar energiförbrukningen på syrekonsumtion (O_2) i relation till hjärtfrekvens (HR) per minut:

$$(\text{mlO}_2/\text{kg BW/min}) = 0.0019 \times (\text{HR})^{2.0653} \quad (R^2=0,9)$$

En liter konsumerat syre (1000mlO_2) = 4,86kcal (20,33424 J) förbrukad energi. (NRC, 2007)

MATERIAL OCH METOD

Bakgrund och verktyg

Informationen till denna studie har samlats genom databaserna Web of Knowledge, Pubmed, Bioone, American Veterinary Medical Association och Physiological genomic.

Sökorden som använts är *equine, muscle, condition, conditioning, training, exercise, heart rate, HR, energy, metabolism, maximum, oxygen, nutrition, predictive*. Dessa har använts var för sig och i kombination med varandra.

Kalkyleringsverktyg har arbetats fram i Microsoft Excel för sammanställning, kalkylering och analys av olika värden för beräkning av kondition, träningsintensitet och energiförbrukning i träning.

För utformning av verktyg i Microsoft Excel har formler för beräkning av värden infogats i celler.

Användning av hjärtfrekvensräknare

Den utrustning som krävs för utförande av test och insamling av data enligt riktlinjerna för denna studie är: En hjärtfrekvensräknare med bluetoothsändare för häst, en smartphone med Bluetoothmottagare, internetuppkoppling, GPS-funktion och applikation som registrerar hjärtfrekvens, tid och hastighet. I stället för smartphone går det även att använda en pulsklocka med samma tillbehör kopplad till hjärtfrekvensräknaren. Data från pulsklockan måste då manuellt läggas in på en dator för analys av informationen.

Den hjärtfrekvensräknare för häst som i denna studie använts vid test av hästens kondition, tid i intensitetsfaser samt beräkning av energiförbrukning i arbete är elektroder från Polar anpassade för ridning tillsammans med en hjärtfrekvensräknare från Polar med bluetoothfunktion (modell H7). Det är två sammankopplade elektroder som i sin tur kopplats via en sladd till en sändare. Sladden och sändaren kan fästas på sadeln och elektroderna placeras på vänster sida, vanligtvis en under sadeln och en vid sadelgorden på sidan av hästen. Ett annat alternativ är att ha en gjord med två elektroder inbyggda som fästs runt hästens bål. För att elektroderna ska kunna läsa av de impulser som uppstår när hjärtat slår måste de ha en nära kontakt till hästens hud. Eftersom hästen har päls som gör det svårare för elektroderna att få kontakt måste pälsen blötas med antingen vatten eller en fuktgörande gelé.



Figur 4. Hjärtfrekvensräknare fäst i hästens sadel. © Linda Eriksson



Figur 5. Elektrodena kopplade till hjärtfrekvensräknaren sitter under sadel och sadeljord som enligt bild.
©Linda Eriksson



Figur 6. Elektroder kopplade till hjärtfrekvensräknaren sitter under hästens sadel. ©Linda Eriksson



Figur 7. Elektrod fäst i hästens sadelgjord. ©Linda Eriksson

För hjälpmedel vid konditionstest samt lagring av data har applikationen Polar Beat för människobruk använts i en Iphone 5. Data från konditionstest och träningspass har lagrats och analyserats i en personlig sida på polarpersonaltrainer.com.











Verktyg för beräkning av tid i intensitetsfaser

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4		FAS 1		
5		HR	>95	
6		Antal min	20	
7				
8		FAS 2		
9		HR	96-120	
10		Antal min	10	
11				
12		FAS 3		
13		HR	121-140	
14		Antal min	10	
15				
16		FAS 4		
17		HR	141-160	
18		Antal min	7	
19				
20		FAS 5		
21		HR	161-180	
22		Antal min	4	
23				
24		FAS 6		
25		HR	181-210	
26		Antal min	3	
27				
28		Summa min	54	
29				
30				

Figur 8. Antal minuter i intensitetsfaserna.











För att illustrera hur en eventuell applikation skulle summera antal minuter i de olika intensitetsfaserna har ytterligare ett räkneverktyg tagits fram. Värdena för antal minuter i kolumn C kan ändras och summeras i cell C28.

För beräkning av träningsintensitet har Polars sportzoner anpassats för att stämma överens med hjärtfrekvensvärden från studiens intensitetsfaser.

#	Time in Sport Zones	Lower Limit	Upper Limit	
Zone 5	 7% 00:02:22	174 bpm	194 bpm	
Zone 4	 6% 00:02:15	155 bpm	174 bpm	
Zone 3	 18% 00:06:19	135 bpm	155 bpm	
Zone 2	 25% 00:08:36	116 bpm	135 bpm	
Zone 1	 30% 00:10:29	97 bpm	116 bpm	

[Read more about using Training Zones efficiently.](#)

Figur 9. Polarpersonaltrainer.com hjärtfrekvensvärden för sportzoner.

#	Time in Sport Zones	Lower Limit	Upper Limit	
Fas 6	 8% 00:02:10	181 bpm	240 bpm	
Fas 5	 7% 00:02:27	161 bpm	180 bpm	
Fas 4	 15% 00:05:20	141 bpm	160 bpm	
Fas 3	 23% 00:08:04	121 bpm	140 bpm	
Fas 2	 34% 00:11:50	96 bpm	120 bpm	

Figur 10. Hjärtfrekvensvärden anpassade till studiens värden för intensitetsfaser. Observera att första fasen inte finns representerad.

Verktyg för beräkning av energiförbrukning

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3		FAS 1		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
4		HR	90	21	12	0,25	5,1	
5		Kroppsvikt	600					
6		Antal min	20					
7		FAS 2		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
8		HR	110	31	19	0,38	3,8	
9		Kroppsvikt	600					
10		Antal min	10					
11		FAS 3		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
12		HR	130	44	28	0,54	5,4	
13		Kroppsvikt	600					
14		Antal min	10					
15		FAS 4		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
16		HR	150	59,3	35,58	0,73	5,08	
17		Kroppsvikt	600					
18		Antal min	7					

Figur 11. Exempel på ekvation i cell innehållande värde från annan cell.

Exempel på metod för uträkning av energiförbrukning i figur 11: I rad fyra från kolumn D till kolumn G är cellerna formaterade med ekvationer som kommer påverka svaret när värdena i kolumn C ändras. På samma sätt kommer värdena att ändras i de resterande raderna 7, 11 och 16 beroende på vilka värden som använts i kolumn C.

Summa	Antal min:		Summa	Förbrukade MJ
	54			26,68

Figur 12. Summering av värden i cell.

En summering av värden har skapats genom att addera samtliga celler innehållande värden för till exempel antal minuter och antal förbrukade MJ.

RESULTAT

Genom analys av det material som presenterats har vissa mätvärden valts ut för att skapa anvisningar och verktyg för konditionstest, bedömning av träningsintensitet och beräkning av energiförbrukning i arbete. Valen av mätvärden som ligger till grund för beräkning har valts ut för att så många som möjligt ska kunna använda verktygen. Därför har värden som är relativt enkla att mäta använts.

Dessa värden är: Hjärtfrekvens, hastighet, kroppsvikt, tid och sträcka.

Användaren uppmanas även att ta i beaktning vikten av standardisering, osäkerheten i vissa beräkningar samt de individuella skillnader som finns hästar emellan.

Konditionstest

För att anpassa värdet för submaximalt arbete till ridhästar har denna studie använt V180 som värde. Anledningen till detta är att hopp- och dressyrhästar upp till medelsvår nivå sällan kommer över det värdet i träning. Det är därför mer realistiskt att testa kondition med hjälp av ett hjärtfrekvensvärde som inte är lika högt som för trav- och galopphästar.

För alla typer av konditionstest som innebär en högintensiv ansträngning för hästen rekommenderas att hästen värms upp för att undvika skador och förbereda kroppen för ansträngningen. Ett exempel på detta kan vara:

Skritt 10 min, Arbetstrav 5 min, galopp 3 min i 350m/min tempo.

Nedan följer tre exempel på konditionstest:

Test 1:

Rids i givna hastigheter tills hjärtfrekvensen stabiliserat sig i varje steg. Under genomfört test användes applikationen Polar Beat med en voiceguidancefunktion som var hundra meter talar om tid och tillryggalagd sträcka, varvtid och medelpuls. Samma hastighet hölls sedan till hastigheten var stabil i cirka 300 meter.

Varje intervall sker i skritt tills hästen är nere på en hjärtfrekvens under 100 slag/min. Detta för att ha ett utgångsvärde att starta nästa steg från och minska skaderisken som uppstår om hästen fortsätter springa trots att den är utmattad. När hjärtfrekvensen är under 100 slag/min påbörjas nästa steg.

Exempel:

Steg 1:

Håll hastigheten 25km/h (ca 417m/min) i 300m.

När Voice guidancerösten säger "Lap time 14 seconds." är hastigheten ca 25km/h. Samma hastighet ska sedan hållas i ca 300m.

Skritt tills pulsen är under 100 slag/min

Steg 2:

Håll hastigheten 30km/h (ca 500m/min) i 300m. När Voice guidancerösten säger "Lap time 12 seconds." är hastigheten ca 30km/h. Samma hastighet ska sedan hållas i ca 300m.

Skritt tills pulsen är under 100 slag/min

Steg 3:

Håll hastigheten 35km/h (ca 583m/min) i 300m. När Voice guidancerösten säger "Lap time 10 seconds." är hastigheten ca 30km/h. Samma hastighet ska sedan hållas i ca 300m.

Skritt tills pulsen är under 100 slag/min

Steg 4:

Håll hastigheten 40km/h (ca667m/min) i 300m. När Voice guidancerösten säger "Lap time 9 seconds." är hastigheten ca 30km/h. Samma hastighet ska sedan hållas i ca 300m.

Anledningen till att värdet 100slag/minut valts är för att hästen ska få en chans att återhämta sig mellan de olika hastigheterna och för att alltid starta en ny hastighetsnivå från samma värde. Värdet skulle kunna vara lägre eller högre så länge det alltid är detsamma.

Efter genomfört test är det lämpligt att trava hästen i ett lugnt tempo och därefter skritta den tills dess att hjärtfrekvensen sjunkit under 80 slag/min. Detta för att eventuell mjölksyra och restprodukter ska transporteras från muskulaturen.(Marlin & Nankervis 2002)

Testet ger information om högsta puls, lägsta puls och medelpuls i de olika stegen. När medelpulsen överstiger 180 slag/min (det valda värdet för submaximal intensitet) räknas arbetet i denna studie som högintensivt. Genom att jämföra V180 från ena gången till nästa ges information om hästens eventuella förbättring av konditionen. Om hästens resultat plötsligt försämrats utan att det är något fel på de tekniska verktygen kan hästens hälsa eventuellt vara förändrad.

Test 2:

Rids med successiv ökning av hastighet och därmed intensitet. Detta test är lämpligt att använda om man testat konditionen innan.

Exempel:

Hastigheten ökas successivt fram tills dess att hjärtfrekvensen når 180 slag/min. När den intensiteten uppnåtts hålls den aktuella hastigheten i 90 sekunder för att fastställa att man nått V180.

Detta test är enklare att utföra men kräver att man tidigare gjort test 1 för att veta ungefär vid vilken hastighet hjärtfrekvensen är 180 slag/min. Detta för att ha ett riktmärke för hastighet att uppnå. Det kan annars bli svårt att hitta rätt intensitet och man riskerar att testet rids för länge. Detta innebär att hästen blir utmattad och risken för skador ökar.

Den data som lagras kan sedan analyseras med hjälp av en graf som visar hjärtfrekvensen i relation till hastigheten. Den hastighet där hjärtfrekvensen når 180 slag/min kan användas i jämförelse med individens kommande eller tidigare resultat.

Test 3:

För att testa återhämtningstiden tas tiden från att den standardiserade ansträngningen utförts tills dess att hjärtfrekvensen återgått till ett lägre värde, till exempel 100 slag/min. Det är svårt att mäta tiden tills hjärtfrekvensen är nere i värden för vilopuls eftersom det kan ett par timmar innan det sker (Marlin & Nankervis 2002). Tiden mellan den bestämda ansträngningen och det lägre fastställda värdet mäts och kan sedan jämföras med tidigare och senare resultat.

Exempel:

Tiden startas när hästen har en stadig (medelvärde under 90 sekunder) hjärtfrekvens på 180 slag/min och stoppas när den når under 100 slag/min.

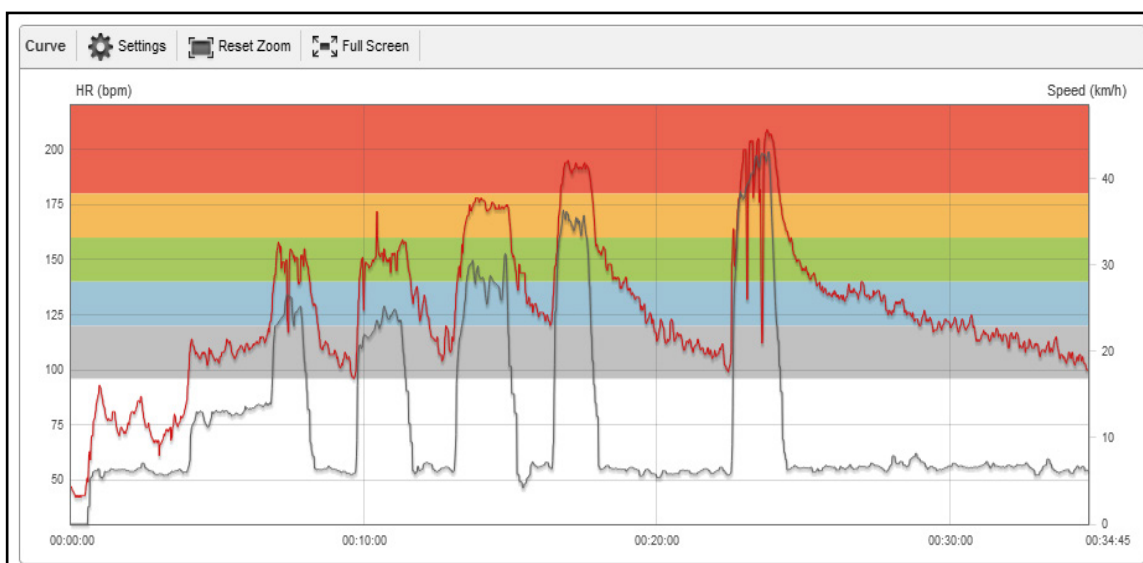
Det är bra att utföra testet en gång till nära inpå första omgången för att kontrollera att man får ungefär samma resultat. Detta för att det är svårt att veta om det första testet visat den verkliga konditionen eller om hästen var uppspelt och hade en förhöjd puls på grund av det. Det kan också vara så att hjärtfrekvensräknaren tappat kontakten under en längre tid och resultatet därför inte blir tillförlitligt.

Konditionstest 1 har utförts på en skolhäst på Hippologprogrammet vid Flyinge. Detta redogörs för nedan:



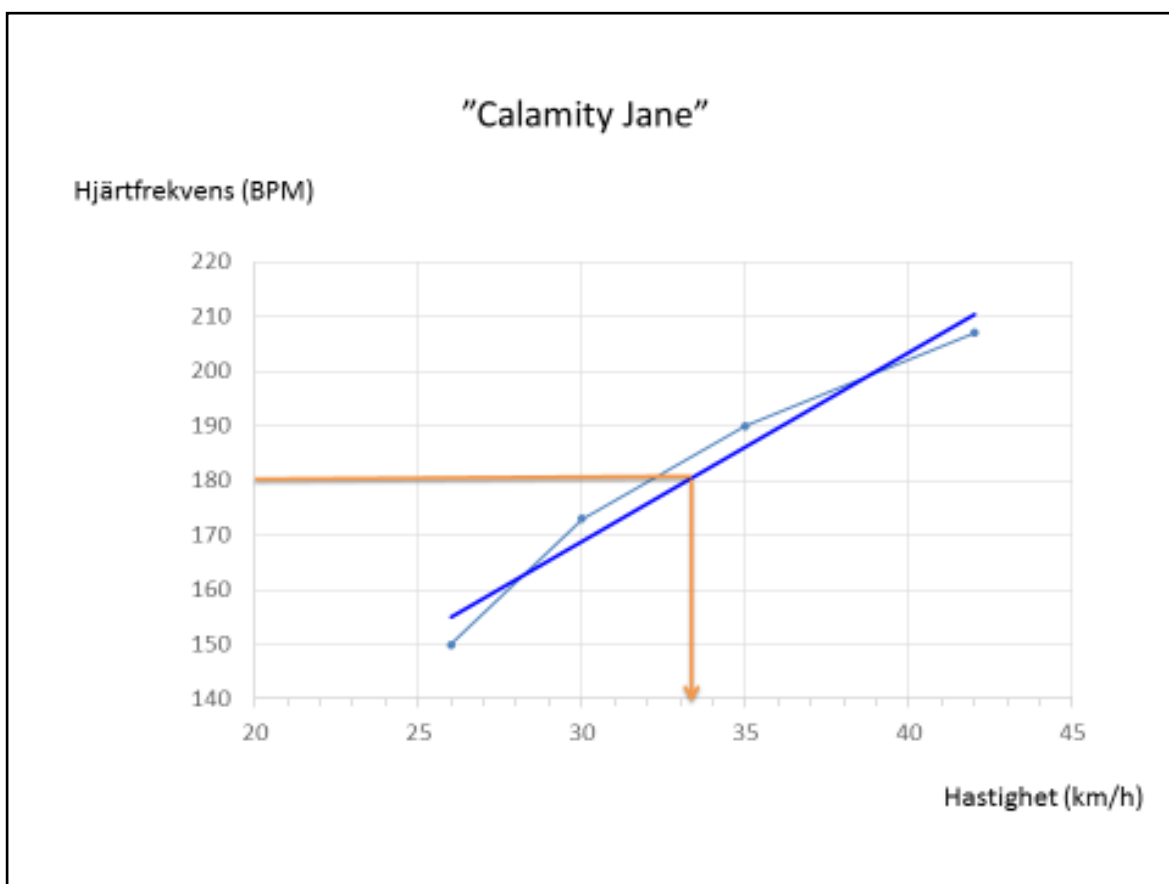
Figur 13. Pilarna visar exempel på när elektroderna inte kunnat registrera hästens hjärtfrekvens.

Den röda linjen är hjärtfrekvensen och den blå visar hastigheten. Pilarna visar exempel på att hjärtfrekvensräknaren/elektroderna ibland tillfälligt kan tappa kontakten. Den genomsnittliga hjärtfrekvensen påverkas inte nämnvärt av det (se figur 14).



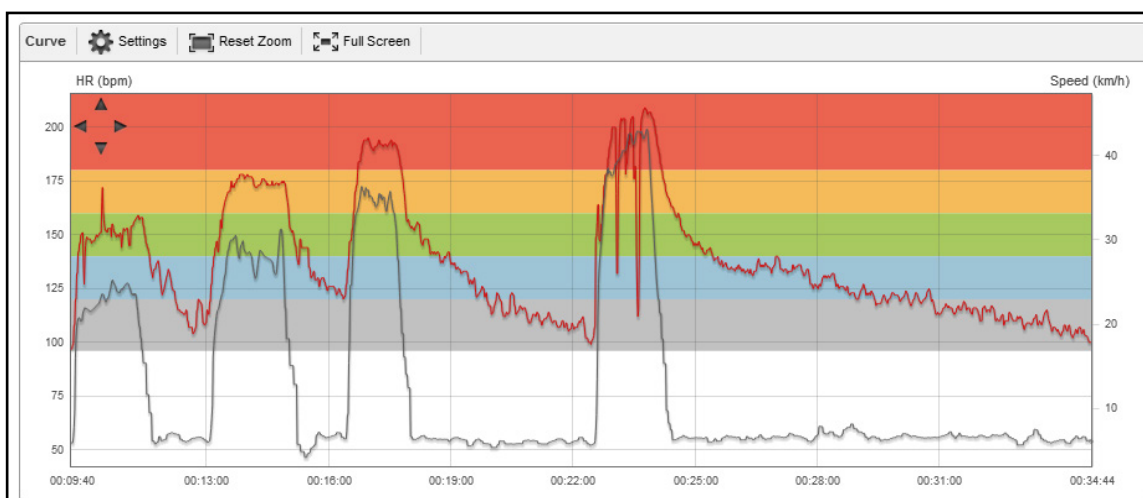
Figur 14. Konditionstest med uppvärmning Calamity Jane

För att visa ett resultat av konditionstest har det utförts på en häst. Resultatet från konditionstestet har lagts in i en graf för att illustrera vid vilken hastighet hästens hjärtfrekvens var 180slag/min i medeltal. Från varje hastighetsnivå har värdet på medelpulsen för 300m inom hastighetsnivån använts (se figur 15).



Figur 15. Röda linjen visar vid vilken hastighet medelhjärtfrekvensen var 180 slag/min.

När konditionstestet upprepas kan de nya graferna jämföras med de gamla och på så vis analyserar man den eventuella utvecklingen av konditionen.



Figur 16. Konditionstestets fyra hastighetsnivåer.

De fyra hastighetsnivåerna i konditionstestet. I den andra skrittintervallen gjordes en felläsning av värdet för hjärtfrekvensen. Därför påbörjas hastighetsnivå tre innan hjärtfrekvensen sjunkit under 100slag/min. Det bedöms ha mindre betydelse för resultatet.

Konditionsträning

För att bedöma med vilken intensitet man tränat har ett verktyg för detta arbetats fram. Polars sportzoner har använts som grund för verktyget. I denna studie motsvaras Polars fem sportzoner av sex intensitetsfaser. De sex faserna grundas på presenterat material och finns till för att lättare få en översikt över vilken intensitet hästen arbetat med under ett träningspass.

Hjärtfrekvensräknare kan användas vid allt arbete hästen utför och de olika faserna gör att man enkelt kan se intensiteten på arbetet. Hjärtfrekvensen kan enkelt även mätas under vanliga träningspass i till exempel hoppning, dressyr eller vid tävling. När information finns från hästens alla typer av arbete ser man om prestationen man kräver av hästen i tävlingssituationer är liknande det som krävs av den i träning.

De olika faserna har delats in som följer:

Fas 1: ≥ 95 slag/min

Fas 2: 96-120 slag/min

Fas 3: 121-140 slag/min

Fas 4: 141-160 slag/min

Fas 5: 161-180 slag/min

Fas 6: 181-200 slag/min

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4		FAS 1		
5		HR	>95	
6		Antal min	20	
7				
8		FAS 2		
9		HR	96-120	
10		Antal min	10	
11				
12		FAS 3		
13		HR	121-140	
14		Antal min	10	
15				
16		FAS 4		
17		HR	141-160	
18		Antal min	7	
19				
20		FAS 5		
21		HR	161-180	
22		Antal min	4	
23				
24		FAS 6		
25		HR	181-210	
26		Antal min	3	
27				
28		Summa min	54	
29				
30				

Figur 17. Räkneverktyg för antal minuter i de olika intensitetsfaserna.

Beräkning av tid i studiens olika intensitetsfaser har gjorts i polarpersonaltrainer.coms verktyg vid två olika tillfällen. Ett med informationen från konditionstestet på Calamity Jane och ett från ett dressyrpass med Windjammer (se figur 18).



Figur 18. Tid i de olika intensitetsfaserna vid konditionstest Calamity Jane.



Figur 19. Tid i de olika intensitetsfaserna för Windjammer vid ett dressyrpass.

Energiförbrukning

För uträkning av ungefärlig energiförbrukning har en formel för beräkning av syrekonsumtion från NRC (2007) använts. Formeln baseras på syreupptagningsförmåga (O_2) i relation till hjärtfrekvens (HR) per minut.

$$O_2 \text{ (ml/kg BW/min)} = 0.0019 \times (HR)^{2.0653}$$

En liter konsumerat syre ($1000\text{ml}O_2$) = 4,86kcal (20,33424 J) förbrukad energi. (NRC, 2007)

Verktöget har skapats för att på ett enkelt sätt kunna räkna ut ungefärlig energiförbrukning i arbete genom att skriva in värden i kolumn C (se figur 20).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3		FAS 1		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
4		HR	90	21	12	0,25	5,1	
5		Kroppsvikt	600					
6		Antal min	20					
7		FAS 2		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
8		HR	110	31	19	0,38	3,8	
9		Kroppsvikt	600					
10		Antal min	10					
11		FAS 3		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
12		HR	130	44	26	0,54	5,4	
13		Kroppsvikt	600					
14		Antal min	10					
15		FAS 4		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
16		HR	150	59	36	0,73	5,08	
17		Kroppsvikt	600					
18		Antal min	7					
19		FAS 5		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
20		HR	170	77	46	0,94	3,76	
21		Kroppsvikt	600					
22		Antal min	4					
23		FAS 6		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
24		HR	190	97	58	1,18	3,55	
25		Kroppsvikt	600					
26		Antal min	3					
27		Summa	Antal min:			Summa	Förbrukade MJ	
28			54				26,68	
29								

Figur 20. Verktyg för uträkning av energiförbrukning.

I räkneverktyget för beräkning av energiförbrukning i arbete har ett riktvärde för hjärtfrekvensen (HR) använts. I Fas 1 räknas hjärtfrekvensen upp till 95 slag/min. Alla minuter av tiden hjärtfrekvensräknaren registrerar data och hjärtfrekvensen är upp till och med 95 slag/minut räknas in i fas 1. Värdena för faserna är desamma som används för beräkning av tid i intensitetsnivåer vid träning.

Fas 1: ≥ 95 slag/min

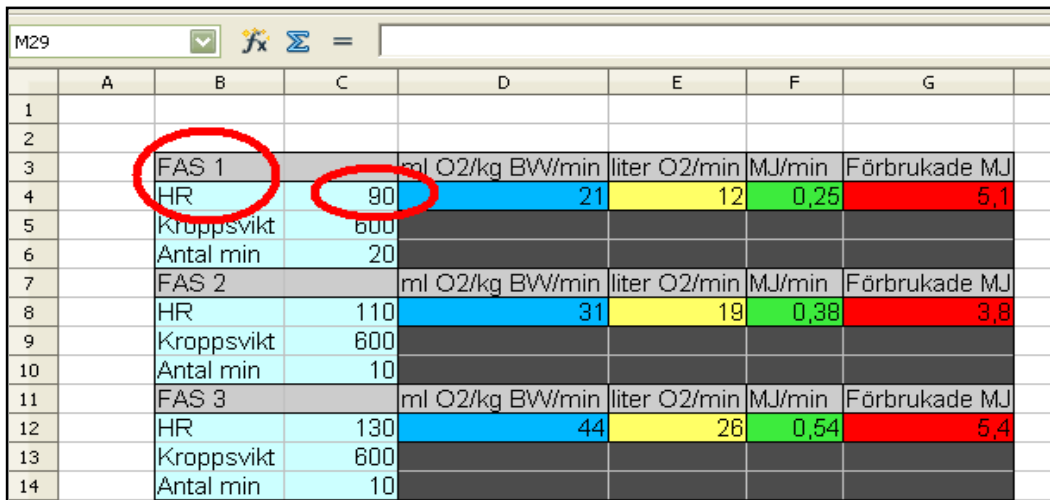
Fas 2: 96-120 slag/min

Fas 3: 121-140 slag/min

Fas 4: 141-160 slag/min

Fas 5: 161-180 slag/min

Fas 6: 181-200 slag/min



	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3		FAS 1		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
4		HR	90	21	12	0,25	5,1	
5		Kroppsvikt	600					
6		Antal min	20					
7		FAS 2		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
8		HR	110	31	19	0,38	3,8	
9		Kroppsvikt	600					
10		Antal min	10					
11		FAS 3		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
12		HR	130	44	26	0,54	5,4	
13		Kroppsvikt	600					
14		Antal min	10					

Figur 21. Riktvärde hjärtfrekvens i fas.

De blå rutorna visar antal milliliter syre hästen konsumerar per kilo kroppsvikt och minut. Uträkningen baseras på hjärtfrekvens. Fler antal slag/min ger fler milliliter per kilo och minut (se figur 22).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3		FAS 1		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
4		HR	90	21	12	0,25	5,1	
5		Kroppsvikt	600					
6		Antal min	20					
7		FAS 2		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
8		HR	110	31	19	0,38	3,8	
9		Kroppsvikt	600					
10		Antal min	10					
11		FAS 3		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
12		HR	130	44	26	0,54	5,4	
13		Kroppsvikt	600					
14		Antal min	10					
15		FAS 4		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	

Figur 22. ml/O₂ per kilo kroppsvikt och minut baserat på hjärtfrekvens.

Syrekonsumtionen i den blå rutan visas i ml i figur 22. För att beräkna antal förbrukade MJ/min måste antal mlO₂/kg kroppsvikt räknas om till totalt antal liter konsumerat O₂/min i den gula rutan se exempel figur 23.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3		FAS 1		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
4		HR	90	21	12	0,25	5,1	
5		Kroppsvikt	600					
6		Antal min	20					
7		FAS 2		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
8		HR	110	31	19	0,38	3,8	
9		Kroppsvikt	600					
10		Antal min	10					
11		FAS 3		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
12		HR	130	44	26	0,54	5,4	
13		Kroppsvikt	600					
14		Antal min	10					

Figur 23. Antal kg kroppsvikt multiplicerat med ml O2 omvandlat till liter.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3		FAS 1		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
4		HR	90	21	12	0,25	5,1	
5		Kroppsvikt	600					
6		Antal min	20					
7		FAS 2		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
8		HR	110	31	19	0,38	3,8	
9		Kroppsvikt	600					
10		Antal min	10					
11		FAS 3		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
12		HR	130	44	26	0,54	5,4	
13		Kroppsvikt	600					
14		Antal min	10					

Figur 24. Antal liter O2/min multiplicerat med antal kalorier/liter O2 multiplicerat med antal J per kalori omvandlat till MJ.

En liter konsumerat syre(1000mlO₂) = 4,86kcal (20,33424 J) förbrukad energi. Formel för detta finns i grön ruta i figur 24.

Den röda rutan visar antal förbrukade MJ i de olika faserna i figur 25.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3		FAS 1		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
4		HR	90	21	12	0,25	5,1	
5		Kroppsvikt	600					
6		Antal min	20					
7		FAS 2		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
8		HR	110	31	19	0,38	3,8	
9		Kroppsvikt	600					
10		Antal min	10					
11		FAS 3		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
12		HR	130	44	28	0,54	5,4	
13		Kroppsvikt	600					
14		Antal min	10					

Figur 25. MJ per minut multiplicerat med antalet minuter visar totalt antal förbrukade MJ i FAS 1

Den information som man sedan får ut är totalt antal förbrukade MJ för träningspasset. Detta visas i den orangea rutan i nedre delen av verktyget i figur 26.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3		FAS 1		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
4		HR	90	21	12	0,25	5,1	
5		Kroppsvikt	600					
6		Antal min	20					
7		FAS 2		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
8		HR	110	31	19	0,38	3,8	
9		Kroppsvikt	600					
10		Antal min	10					
11		FAS 3		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
12		HR	130	44	26	0,54	5,4	
13		Kroppsvikt	600					
14		Antal min	10					
15		FAS 4		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
16		HR	150	59	36	0,73	5,08	
17		Kroppsvikt	600					
18		Antal min	7					
19		FAS 5		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
20		HR	170	77	46	0,94	3,76	
21		Kroppsvikt	600					
22		Antal min	4					
23		FAS 6		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ	
24		HR	190	97	58	1,18	3,55	
25		Kroppsvikt	600					
26		Antal min	3					
27		Summa	Antal min:				Summa Förbrukade MJ	
28			54				26,68	
29								

Figur 26. Totalt antal förbrukade MJ.

Exempel på totalt antal förbrukade MJ i arbete visas från konditionstest med Calamity Jane och från dressyrpass med Windjammer nedan i figur 27 samt figur 28.

FAS 1		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ
HR	90	21	12	0,24	1,1
Kroppsvikt	570				
Antal min	4,75				
FAS 2		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ
HR	110	31	18	0,36	3,8
Kroppsvikt	570				
Antal min	10,5				
FAS 3		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ
HR	130	44	25	0,51	4,6
Kroppsvikt	570				
Antal min	9				
FAS 4		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ
HR	150	59	34	0,69	4,48
Kroppsvikt	570				
Antal min	6,5				
FAS 5		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ
HR	170	77	44	0,89	1,97
Kroppsvikt	570				
Antal min	2,2				
FAS 6		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ
HR	190	97	55	1,12	2,59
Kroppsvikt	570				
Antal min	2,3				
Summa	Antal min:			Summa	Förbrukade MJ
	35,25				18,61

Figur 27. Calamity Janes energiförbrukning vid konditionstest.

		ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ
FAS 1					
HR	90	21	14	0,28	5,8
Kroppsvikt	670				
Antal min	20				
FAS 2					
HR	110	31	21	0,43	4,7
Kroppsvikt	670				
Antal min	11				
FAS 3					
HR	130	44	30	0,60	6,7
Kroppsvikt	670				
Antal min	11,1				
FAS 4					
HR	150	59	40	0,81	5,03
Kroppsvikt	670				
Antal min	6,2				
FAS 5					
HR	170	77	51	1,05	2,21
Kroppsvikt	670				
Antal min	2,1				
FAS 6					
HR	190	97	65	1,32	0,26
Kroppsvikt	670				
Antal min	0,2				
Summa	Antal min:			Summa	Förbrukade MJ
	50,6				24,54

Figur 28. Energiförbrukning för Windjammer vid dressyrpass.

Resultatet från exemplen på energiförbrukning vid två olika arbetspass visar att Calamity Jane i teorin förbrukat ungefär 19 MJ medan Windjammer förbrukat ungefär 25MJ. Skillnaden i energiförbrukningen beror på skillnaden i antal minuter arbetade, hur dessa är fördelade över de olika intensitetsfaserna samt skillnaden i hästarnas kroppsvikt.

DISKUSSION

Konditionstest

Det är svårt att få exakta värden på en individs kondition vid ett konditionstest i fält. Många olika faktorer påverkar resultatet. Dessa faktorer är bland annat underlag, temperatur, luftfuktighet, ryttaren och utrustningens vikt, om hästen drar något, vindriktning, vindstyrka och lutning. Även om testet standardiseras i största möjliga mån är vissa av dessa faktorer svåra att påverka. Vi rekommenderar att göra testet vid ett par tillfällen och därefter kontinuerligt göra det ca en gång per månad. Det resultat som visas

vid varje testtillfälle går enkelt att jämföra med föregående och kommande resultat för individen.

Konditionstest i fält är inget bra sätt att jämföra olika individers kondition. Detta på grund av att hjärtfrekvensen påverkas av en mängd olika fysiologiska egenskaper såsom ålder, kön, ras, kroppstyp, temperament och kroppsvikt.

För att jämföra olika individers kondition skulle värdena för dessa egenskaper behöva korrigeras för att ge de olika individerna samma fysiologiska förutsättningar. Detta kräver mer omfattande utredning av de basdata som kan korrigeras för och uträkningar för detta. De konditionstest som utarbetats i resultatet ger en uppfattning om hur en individs kondition utvecklas.

Ett annat sätt att bestämma hästens kondition är att mäta laktattröskeln. Det är omständigt att mäta laktathalten i blodet vid fälttest. Detta på grund av att blodprov tas vis varje given intensitetsnivå, vilket betyder ett antal blodprov per test och häst. Därför har denna metod valts bort.

Det finns idag metoder för att mäta en människas kondition genom att analysera hjärtfrekvensvariabiliteten i vila. Om denna metod skulle gå att applicera på häst skulle det underlätta vid bedömning av hästens kondition. Hästens hjärtfrekvensvariabilitet och de fysiologiska egenskaper som relateras till den behöver undersökas ytterligare för att detta skall vara möjligt. Metoden skulle vara enkel och effektiv då det skulle gå snabbt att utläsa ett svar utan konditionstest vid arbete.

Det är viktigt att ta i beräkning att många yttre faktorer spelar in i bedömningen av en hästs kondition. Om testet första dagen görs i tungt underlag med en ryttare som väger 100 kg och andra dagen på ett hårdare underlag med en ryttare som väger 50 kg kommer hästens kondition i testen visas sämre den första dagen. Detta för att hästen kommer belastas hårdare och därmed ha en högre hjärtfrekvens vid en lägre hastighet första dagen jämfört med andra. Det viktigaste att tänka på när man utför sina konditionstest är att standardisera de yttre faktorerna i största möjliga mån.

Konditionsträning

De sex olika faserna som arbetats fram baseras på Polars sportzoner för träning av häst. Det som skiljer dem åt är främst att våra faser inte går över en intensitet på 200 slag/min. Det beror på att vi bedömer att rindhästar i träning vanligtvis inte tränas med en intensitet över 200 slag/min.

Anledningen till att värdena i Polars sportzoner inte används rakt av är att studien har bestämda faser som används vid både beräkning av tid i intensitetsfaser och för energiförbrukning i arbete. Studiens valda värden är i högre intensitet något lägre satta för att bättre beskriva rindhästens träning, som i regel inte kommer upp i och håller samma hjärtfrekvensvärden som travhästar och galoppörer.

Ett förslag på funktion i den tänkta applikationen skulle vara möjligheten att välja vilken typ av häst som tränas och för vilket ändamål. Olika träningsprogram skulle arbetas fram för olika typer av hästar. Till exempel så behöver en häst som tävlar lätt klass fälttävlan kunna arbeta med en högre intensitet utan att bli fysiskt utmattad än en häst som enbart

tävlar lätt klass dressyr. Den fysiska ansträngningen är högre vid fälttävlan än vid dressyr på samma nivå. Av den anledningen behöver fälttävlanshästen tränas med en högre intensitet än dressyrhästen, förutsatt att inte dressyrhästen är bättre tränad än den behöver för aktuell nivå.

När hästen ombeds prestera efter sin bästa fysiska och psykiska förmåga, som vanligtvis är målet i en tävlingssituation, är det enklare för den att göra detta om den är tränad för sin uppgift. Om arbetet alltid är mer fysiskt krävande vid tävling än vid träning finns risken att hästen upplever tävlingssituationer som det mest ansträngande i livet. Om så var fallet skulle hästen i förlängningen eventuellt uppleva tävlingssituationer som något negativt, vilket kan skapa motstånd hos hästen. Risken för skador ökar om hästen inte är tillräckligt tränad för den uppgift den ställs inför. Denna funktion kan användas för att testa med vilken intensitet hästen arbetar vid träning/tävling.

De olika faserna kan även användas för att se att hästen inte överansträngs. Vid all träning av häst gäller att man börjar lätt för att sedan successivt öka intensitet, frekvens och varaktighet. Att överanstränga hästen ökar skaderisken.

Energiförbrukning

Kalkyleringsverktyget för uträkning av energiförbrukning i arbete som arbetats fram i Microsoft Excel skulle gå att utveckla ytterligare för att ge ett mer korrekt värde för antal förbrukade MJ. Antal minuter vid varje enskild hjärtfrekvens skulle ge ett mer exakt värde istället för att dela in det i zoner. Anledningen till att indelningarna i de olika zonerna valts är att vi vill ge ett ungefärligt värde för energiförbrukning i arbete. I en applikation kan en mer exakt uträkning för energiförbrukning programmeras.

För exakta värden krävs mer omfattande räkneverktyg. Exakta värden skulle betyda att man istället för att dela in alla enskilda hjärtfrekvensvärden från samma fas till ett visst antal minuter skulle lägga in antal minuter per enskild hjärtfrekvens. Ett exempel visas i figur 29.

Kroppsvikt	HR	Antal min	ml O2/kg BW/min	liter O2/min	MJ/min	Förbrukade MJ
600	140	2	51,42	30,85	0,63	1,26
	141	3	52,18	31,31	0,64	1,92
	142	1	52,95	31,77	0,65	0,65
	143	2	53,72	32,23	0,66	1,32
	144	1	54,5	32,7	0,67	0,67
	145	1	55,29	33,17	0,68	0,68
					Summa	Förbrukade MJ
						6,49

Figur 29. Exempel från mer exakt räkneverktyg för energiförbrukning i träning.

I räkneverktyget går det att ändra hästens hjärtfrekvens, vikt och antal minuter i den aktuella fasen. I en eventuell applikation skulle man endast behöva lägga in hästens vikt och sedan skulle det andra ske automatiskt.

Informationen om antal förbrukade MJ i träning kan användas vid uträkning av energitillägg för arbete i hästens foderstat. När räkneverktyget används vid ett för hästen normalt arbete får användaren ett ungefärligt värde för energiförbrukning i träning.

Om det totala energibehovet är större än den totala mängd energi hästen tillgodogör sig kommer ett underskott av energi uppstå och hästen kommer att gå ner i vikt. Om energiförbrukningen är mindre än den mängd energi som hästen får i sig kommer hästen gå upp i vikt. Genom kontinuerlig uppföljning av hästens vikt, träningsintensitet, energibehov och energiintag kan man bedöma om hästen får i sig tillräckligt med energi i förhållande till behov.

Ekvationerna som används i Excel för att beräkna energiförbrukningen kommer från NRC's system. Dessa kan bytas ut mot andra ekvationer som de andra systemen förespråkar. Det kan medföra att resultaten kan variera något.

Mobilapplikation

Applikationen skulle gå att anpassa till användarens behov. Funktionerna skulle gå att använda var för sig eller i kombination med varandra. Om användaren till exempel bara är intresserad av att veta tillryggalagd sträcka skulle detta kunna avläsas. En annan användare kan vara intresserad av att se sträcka, hastighet, träningsintensitet, energiförbrukning, bedöma hästens kondition och se historik från tidigare träningspass.

Dagens teknik har kommit långt i utvecklingen när det gäller tekniska lösningar för mätinstrument och program för registrering av olika fysiologiska basdata. Människor använder dagligen olika former av applikationer vid träning. Vi bedömer att det finns en marknad för applikationer för träning av ridhäst. Människor som tränar hästar har utan tekniska verktyg anpassade för ändamålet svårt att bedöma med vilken intensitet hästarna rids.

Hjälpmiddel för konditionsträning och bedömning av ridhästens kondition skulle eventuellt väcka större intresse för hästens träningsfysiologi. De som tränar ridhästar skulle lättare kunna bedöma till exempel hur hårt träningspass hästen gjort eller hur utvecklingen ser ut. Många som tränar vill se resultat. När information från tidigare träningspass lagras kan träningen följas upp och det går att utläsa om hästens kondition förbättrats. En ökad medvetenhet skulle leda till bättre tränade hästar för de prestationer som krävs av dem och i förlängningen hästar med högre hållbarhet.

Fortsatta studier

Förslag på fortsatta studier i ämnet är att kontrollera om räkneverktyget för uträkning av energiförbrukning i träning fungerar som hjälpmedel för bedömning av energibehov. Detta genom att följa ett antal hästars vikt, träningsintensitet, energibehov och energiintag under en längre period.

Studier kring konditionstest i vila med hjälp av hjärtfrekvensvariabilitet.

Studier på om ridhästar som tränas medvetet, till exempel med hjälp av hjärtfrekvensräknare, träningsprogram, tydlig planering och så vidare presterar bättre än ridhästar som tränas utan dessa hjälpmedel. Även hållbarheten skulle kunna utredas med hjälp av till exempel skadestatistik.

Utreda ryttare på olika nivå, deras medvetenhet och intresse för hästens träningsfysiologi och hur det påverkar hur de tränar hästar.

Slutsats

Arbetet beskriver en del av de fysiologiska basdata som behövs för att utveckla en mobil applikation för konditionstest, träningsintensitet och energiförbrukning hos häst. Exempel på konditionstest, verktyg för bedömning av träningsintensitet och beräkningar för hästens ungefärliga energiförbrukning i arbete har tagits fram och exempel på användning av dessa beskrivits.

SUMMARY

People exercise and educate horses in order to improve their ability to perform. When horses are properly trained in relation to their task at hand the risk of injury is reduced for both horse and rider. Appropriate exercise increases the soundness of the horse in a long term perspective. With a heart rate monitor developed for use on horses it is possible to read the intensity of the exercise and change it in order to get the desired training effects.

With a smartphone application developed for conditioning of the horse it would be easier for riders to keep track of the horses exercise and conditioning. This might lead to a deeper understanding of training physiology of the horse. The application would have functions similar to those developed for human training, but needs to be adapted for conditioning of the horse.

When the amount of energy fed to a horse is known you can assess if energy intake corresponds to energy consumption. This is possible through a tool for calculating the horse's energy consumption when exercising. This enables the rider to know if the horses need for energy is fulfilled.

The main questions in this study was: Which physiological data and measurements are needed to assess fitness and energy consumption in a horse?

The aim of the study was to describe some of the different physiological data needed to develop a smartphone application for fitness testing, assessment of exercise intensity and energy consumption in the exercising horse. Examples of fitness tests, a way to determine the level of intensity in training and a tool for calculating assumed energy consumption in training is described.

FÖRFATTARNAS TACK

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Per Michanek som hjälpt oss under hela processen med sitt engagemang och sin inspiration.

REFERENSER

Litteratur

- Astrand, I. (1960). *Aerobic work capacity in men and women with special referens to age*. *Acfa Physiol, Scand*, vol. 49, ss. 1-92.
- Barneveld, A., van Breda, E. & van der Kolk, J. H. (2006). *Adaptation of signal transduction and muscle proteome in trained horses*. Maastricht: Mireille van Ginneken.
- Bitschnau, C., Jones, J., Haldi, J., Laukkanen, R. & Weishaupt, M. (2013). White paper - *Polar sport zones for horses*. Opublicerat manuskript. Equine Department, Sports Medicine Section, Vetsuisse Faculty University of Zurich, Switzerland. Department of Surgical and Radiological Sciences, University of California Davis, USA. Polar Electro Europe, Fleurier Branch, Switzerland. Polar Electro Oy, Kempele, Finland.
- Evans, D. L. & Rose, R. J. (1988). *Cardiovascular and respiratory responses to submaximal exercise training in the thoroughbred horse*. *European Journal of Physiology Pflügers Arch*, vol. 411, ss. 316-321.
- Geor, J. G., Harris, A. P. & Coenen, M. (2013). *Equine Applied and Clinical Nutrition*. Edinburgh, London, New York, Oxford, Philadelphia, St Louis, Sydney & Toronto: Saunders Elsevier.
- Hinchcliff, K. W., Geor, R. J. & Kaneps, A. J. (2007). *Equine Exercise Physiology*. Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Houghton Brown, J., Pilliner, S. & Davies, Z. (2003). 4 ed. *Horse & Stable Management*, Oxford: Blackwell Publishing.
- Kobayashi, M., Kuribara, K., Amada, A. (1999). *Application of V200 values for evaluation of training effects in the young thoroughbred under field conditions*. *Equine veterinary journal*, vol. 30, ss. 159-162.
- Marlin, D. & Nankervis, K. (2002). *Equine exercise physiology*. Oxford: Blackwell science Ltd.
- National Research Council. (2007). *Nutrient Requirements of horses*. 6 ed. USA: National Academy of Sciences.
- Sloet Van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M.M., Annee, M.P., Verdegaal, E. J. M. M., Lemmens, A.G. & Beynen, A.C. (2002). *Exercise- and metabolism-associated blood variables in Standardbreds fed either a low- or a high-fat diet*. *Equine vet. J.*, vol. 34, ss. 29-32.

Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M.M., Spierenburg A.J., Van der Broek, E.T.W. (2006). *The workload of riding-school horses during jumping*. Equine vet. J., vol. 36, ss. 93-97.

Sveriges Lantbruksuniversitet. (2011). *Utfodringsrekommendationer för häst*. 6 ed. Uppsala: SLU.

Vicent, T.L., Newton, J.R., Deaton, C.M., Franklin, S.H., Biddick, T., McKeever, K.H., McDonough, P., Young, L.E., Hodgson, D.R. & Marlin, D.J. (2006). *Retrospective study of predictive variables for maximal heart rate (HRmax) in horses undergoing strenuous treadmill exercise*. Equine vet. J., vol. 36, ss. 146-152.

Internet

Nationalencyklopedin. (2014). *Applikation*. <http://www.ne.se/applikation/1258417> [2014-04-12]

Polar Electro. (2014). *Polar pulsmätningstrustning för hästsport*. <http://www.polar.com/sv/produkter/equine> [2014-05-28]

How cells obtain energy. (2010). <https://www.youtube.com/watch?v=i8c5JcnFaJ0> [2014-04-16]

Wilson, C. (1995). <http://d.lib.ncsu.edu/collections/catalog/mc00033-002-bx0009-025-000#pages> [2014-05-21]

Anaerobic Glycolysis. (2012). <https://www.youtube.com/watch?v=G8P1mvju5qs> [2014-05-15]

Outline of lactate metabolism. (2011). Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine. <http://www.sjtre.com/content/19/1/74/figure/F1> [2014-05-11]

Hjärtfrekvenskurva. (2014). Polar personal trainer. <https://www.polarpersonaltrainer.com/> [2014-05-26]

Personlig sida. (2014). Polar personal trainer. <https://www.polarpersonaltrainer.com/> [2014-05-25]

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet

Hippologenheten

Box 7046 750 07 UPPSALA

Tel: 018-67 21 43

Swedish University of Agricultural Sciences

Department of Equine Studies

Box 7046 750 07 UPPSALA

Tel: +46-18 67 21 43
