



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Hippologenheten

Seminariekurs i hästens biologi 5 hp 2014

Fysiologiska svar på temperaturförändring i omgivningen

Lisa Trillkott

Strömsholm

HANDLEDARE:

Karin Morgan, Ridskolan Strömsholm

Seminariekurs i hästens biologi (HO0084) är en obligatorisk del i hippologutbildningen och syftar till att ge de studerande grundläggande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt kunna analysera och relatera olika värden, samt redogöra för uppgift skriftligt och muntligt. Föreliggande arbete är således ett studentarbete på A-nivå och dess innehåll, resultat och slutsatser bör bedömas mot denna bakgrund.

INNEHÅLL

REFERAT	2
INLEDNING.....	3
Problemställning	4
Syfte	4
Frågeställning.....	4
LITTERATURSTUDIE.....	4
Fri värmeavgivning	4
Bunden värmeavgivning	5
Reaktioner på kortvariga temperaturförändringar	6
Reaktioner på ändrad isolering	6
DISKUSSION.....	7
Material och metod	9
Slutsats	10
REFERENSER	10
Litteratur	10

REFERAT

Hästen är ett jämnvarmt djur och strävar efter balans mellan värmeproduktion och värmeavgivning för att hålla en konstant kroppstemperatur. När hästar hålls på stall utsätts de för temperaturförändringar med en temperatur ute och en inne. För att underlätta skötsel och värmeavgivning klipps många arbetande hästar på vintern men vissa även på sommaren. För att hästskötarens ska kunna ta hand om hästen på ett sätt som inte påverkar deras förmåga att prestera behöver de ha kunskap om vilka faktorer som påverkar hästens förmåga att hålla konstant kroppstemperatur och vilka tecken hästen visar som tyder på att de rör sig utanför sin termiska komfortzon. Olika ryttare och hästskötare har olika uppfattningar om hur hästen påverkas av förändringar i omgivningens temperatur och vilka åtgärder som behöver tas för att hästen ska kunna prestera på topp. Syftet med arbetet är att undersöka vilka fysiologiska svar hästen visar på temperaturförändringar, som indikerar att de rör sig utanför sin termiska komfortzon. Studiens frågeställningar var: Kan skötaren med enkla hjälpmedel mäta när hästen börjar röra sig utanför sin termiska komfortzon? Vilka reaktioner hos hästen ska skötaren leta efter?

Resultatet visade att den fria värmeavgivningen ökade när temperaturskillnaderna mellan hästens yta och omgivningen blev större. I en studie ökade värmeavgivningen ner till temperaturer vid $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Genom andning kunde hästen göra sig av med värme genom bunden värmeavgivning. Andningsfrekvensen visades vara signifikant lägre vid temperaturen 6°C för en klippt häst jämfört med en oklippt häst. I en annan studie sågs att andningsfrekvensen var signifikant högre vid 38°C än vid temperaturer under 20°C samt signifikant högre vid 30°C än vid temperaturer under 6°C . Vid studie på arbetande hästar visades att den klippta hästen hade kortare återhämtningstid till normal andningsfrekvens än den oklippta hästen vid arbetsprov. I samma studie visades att den klippta hästen hade signifikant lägre ökning av kroppstemperaturen än den oklippta hästen vilket tyder på att den klippta hästen hade lättare att göra sig av med värme. En studie visade att värmeavgivningen hos hästarna blir högre vid temperaturer lägre än $9\text{ }^{\circ}\text{C}$. I en annan studie visades att den bundna värmeavgivningen hos hästarna ökade över $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ medan den fria värmeavgivningen sjönk med att temperaturen blev högre. En klippt häst hade signifikant högre värmeavgivning än en oklippt häst då skillnaden mellan den klippta hästens yttemperatur och omgivningen var större än skillnaden för den oklippta hästen. En studie där det undersöktes hur hästarna reagerar på ändrad isolering sågs att en av de sex hästarna använda i studien skakade vid $6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Genom att observera hästen går det att se tecken på att hästarna är utanför sin termiska komfortzon i att de svettas eller skakar. Det går även att mäta andningsfrekvens och rektaltemperatur. Dock är förändring av rektaltemperaturen en senare reaktion hos hästen då förändrad kroppstemperatur kommer som ett resultat av att hästarna inte har kunnat balansera sin värmeproduktion och sin värmeavgivning.

INLEDNING

Hästen är ett jämnvarmt djur, vilket innebär att de strävar efter att hålla en konstant kroppstemperatur på 37,2-38,2°C. Författaren skriver att hästen för att hålla sin kroppstemperatur konstant behöver balansera värmeproduktion och värmeavgivning. Den producerade värmen kommer från ämnesomsättningen, antingen från foder eller från upplagsnäring. Hästen avger värme genom fri värmeavgivning och bunden värmeavgivningen. Den fria värmeavgivningen utgörs av strömning, strålning och ledning. Strömning beror av luftens rörelse, strålning av värmestrålning mellan hästen och omgivningen och ledning är värmeutjämning mellan häst och underlag i kontakt. Den fria värmeavgivningen är ökar ju större temperaturskillnaden mellan hästens yta och omgivningen är. Den bundna värmeavgivningen utgörs av fukt som avges vid andning eller som svett. (Morgan 1994)

Enligt Cymbaluk & Christison (1990) ökar hästar sin värmeproduktion genom ökning av värmeproduktion, värme från digestion, arbete, muskelspänning och genom att skaka. Hästar begränsar sin värmeförlust genom att de ytliga kapillärerna kontraheras, genom att resa pälsen och över tid öka pälsens isolering genom att pälsen blir tätare och längre. Hästar ökar sin värmeavgivning genom att öka blodflödet till de ytliga kapillärerna, öka andningsfrekvens, lägga pälsen samt svettas.

Hästens kroppstemperatur påverkas av fem variabler i dess direkta omgivning: temperatur, relativ luftfuktighet, nederbörd, vindhastighet och strålning. Det temperaturintervall där hästarna klarar av att hålla sin kroppstemperatur konstant utan att den metaboliska värmeproduktionen förändras kallas för den termoneutrala zonen. Den övre gränsen på detta temperaturspann kallas för den övre kritiska temperaturen och den undre gränsen kallas för den lägsta kritiska temperaturen. Den termoneutrala zonen påverkas av säsong, klimat, hästens ras och ålder. Den lägre kritiska temperaturen beror av foderintag och isolering medan den övre kritiska temperaturen beror av klimat, säsong, anpassning och ras. Under den lägre kritiska temperaturen behöver hästen öka sin metaboliska värmeproduktion för att kompensera för värmeförlusten. (Cymbaluk & Christison 1990)

Hästens isolering utgörs av muskler, skinn, fett och päls. För att förhindra att energin från fodret går till värmeproduktion istället för tillväxt av vävnader menar författarna att hästen behöver ges extra foder. De menar också att hästarna över tid anpassar sig till olika yttre omständigheter genom ändring av metaboliska och fysiologiska reaktioner. Morgan (1994) skriver att hästarna över tid kan sätta mer och tätare päls. Författaren skriver också att fett isolerar tre gånger bättre än annan vävnad. (Cymbaluk & Christison 1990)

Morgan (1994) menar även att hästens storlek påverkar värmeavgivningen. En mindre häst har större yta i förhållande till sin kroppsvikt och förlorar mer värme än en större häst som har mindre yta i förhållande till sin kroppsvikt. Den mindre hästen har därför en högre nedre kritiska temperatur.

I den dagliga skötseln av hästar som står på stall blir de utsatta för temperaturförändringar med en temperatur inne i stallet och en annan ute. I vissa fall då temperaturen ute är låg kan skillnaden i temperatur ute och temperatur inne bli stor för hästarna. Vanlig hantering

av hästar på vintern i Sverige är att klippa dem och ersätta pälsen med ett täcke, vilket påverkar hästarnas isolering. Detta kan i sin tur påverka hästarnas fysiologiska svar. (Morgan 1997a)

Problemställning

Olika ryttare och hästägare har olika uppfattning om hur hästen påverkas av förändringar i omgivningens temperatur och vilka åtgärder som ska tas för att hästen ska må bra och kunna prestera på topp. Att det finns så många olika uppfattningar kan skapa en osäkerhet hos hästskötarna i hur de på bästa sätt ska sköta om hästarna vid temperaturförändringar. För att hästskötarens arbete ska förenklas behöver de ha kunskap om vilka faktorer som påverkar hästens förmåga att hålla konstant kroppstemperatur och vilka tecken hästen visar som tyder på att de rör sig utanför sin termiska komfortzon. Detta för att hästskötaren ska kunna sköta om hästen på ett sätt som inte påverkar dess prestationsförmåga.

Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka vilka fysiologiska svar hästen visar på temperaturförändringar. Vilka tecken visar hästen som ger hästskötaren hjälp i hur han/hon ska hjälpa hästen att hålla värmen eller göra sig av med värme.

Frågeställning

Kan hästskötaren med enkla hjälpmedel mäta när hästen börjar röra sig utanför sin termiska komfortzon?

Vilka reaktioner hos hästen ska hästskötaren leta efter?

LITTERATURSTUDIE

Fri värmeavgivning

Autio, Heiskanen & Mononen (2007) undersökte unghästarnas nedre kritiska temperatur i kalla miljöer. Studien utfördes i Finland under vinterhalvåret, december till februari. Till undersökningen användes tio unghästar varav sex varmlod och fyra kallblod. Unghästarna var cirka ett år gamla. De togs till lösdriften som användes vid undersökningen efter avvänjning. Hästarna i studien fick fri tillgång på hö och kraftfoder. Undersökningen gjordes genom att termografiska bilder togs på hästens manfria sida och registreringar gjordes från hästens hals och bål. Bilderna togs vid 0 °C, -9 °C, -16 °C samt -23 °C, se tabell 1. Undersökningen gjordes i oisolerat utrymme skyddat från nederbörd, vind och sol.

Tabell 1. Temperaturer samt luftfuktighet inne och ute vid testtemperaturer (efter Autio, Heiskanen & Mononen 2007)

Testtemperatur	0 °C	- 9 °C	- 16 °C	- 23 °C
Faktisk temperatur inne	- 0,4 °C	- 8,7 °C	- 15,8 °C	- 23,2 °C
Temperatur ute	- 0,3 °C	- 9,3 °C	- 16,4 °C	- 23,6 °C
Luftfuktighet inne (%)	68,4	73,4	66,0	59,5

Luftfuktighet ute (%)	70,1	75,3	64,3	55,5
-----------------------	------	------	------	------

Autio, Heiskanen & Mononen (2007) kom fram till att den omgivande temperaturen påverkar nivån av värmeavgivning hos åringarna. Den totala värmeavgivningen hos hästarna gav ingen signifikant skillnad mellan 0 °C och -9 °C men den var signifikant högre ($p \leq 0,01$) vid -16 °C än vid 0 °C och -9 °C. Värmeavgivningen från hals och bål var högre vid -23 °C än vid 0 °C ($p \leq 0,05$) men skiljde sig inte från -9 °C.

Värmeavgivningen från bålen var lägre vid -23 °C än vid -16 °C ($p \leq 0,05$) men värmeavgivningen från halsen skiljde sig inte mellan temperaturerna. Värmeavgivningen från halsen vid -9 °C visade signifikant skillnad ($p \leq 0,01$). De menade att detta tyder på att hästarnas lägsta kritiska temperatur ligger mellan -9 och -16 °C. Slutsatsen var att hästarna spenderar stora delar av sitt dygn under sin lägsta kritiska temperatur, vilket behöver tas i beaktande vid utfodring.

Morgan, Ehrlemark & Sällvik (1996) studerade hur den bundna och fria värmeavgivningen påverkas när hästen utsätts för en förändring av temperaturen i omgivande miljö. Till studien användes fem hästar se tabell 2. Hästarna stod på stall och var ute fyra timmar per dag. Hästarna utfodrades för underhåll och lätt arbete, $0,71 \text{ MJ kg}^{-0,75}$ omsättningsbar energi per dag, enligt tabeller då fodret inte var analyserat. Varje häst utfodrades individuellt baserat på deras behov. Hästarna var acklimatiserade minst 15 timmar i ett stall med 18 °C innan undersökningen. Studien utfördes främst under vinterhalvåret. Studien genomfördes i en klimatkammare som rymde ett hygrometriskt tält. Hästarna testades i sex olika temperaturer mellan -3 och 37 °C. Luftfuktigheten vid angivna temperaturer varierade mellan 40 % och 55 %. Ett flertal mätningar gjordes under försöket för att bland annat registrera andningsfrekvens, hjärtfrekvens, omgivningens temperatur samt atmosfäriskt lufttryck. Resultatet visade att den fria värmeavgivningen sjönk när omgivningens temperatur ökade.

Tabell 2. Presentation av hästarna använda i studien enligt kön, ras, ålder och vikt (efter Morgan, Ehrlemark & Sällvik 1996)

Häst	Kön	Ras	Ålder (år)	Vikt (kg)
1	Hingst	Shetlandsponny	3	135
2	Valack	Varmblodig travare	14	540
3	Valack	Varmblodig travare	5	530
4	Valack	Varmblodig travare	13	465
5	Sto	Varmblodig travare	7	475

Bunden värmeavgivning

I studie av Morgan, Ehrlemark & Sällvik (1996) visade resultatet från studien att den bundna värmeavgivningen var nästan konstant under 20 °C. Över 20 °C syntes en tydlig ökning av bunden värmeförlust.

Morgan (1997b) gjorde mätningar för att bestämma de termiska egenskaper och den maximala samt minimala termiska isoleringen av den yttre vävnaden samt pälsens termiska isolering. Till studien användes fem hästar av olika storlek och kön, se tabell 2. Hästarna stod på stall och var ute i hage dagtid förutom på testdagarna. Hästarna var

acklimatiserade för en inomhustemperatur på 15-20 °C. Hästarna utfodrades för underhåll och lätt arbete, 0,71 MJ kg^{-0,75} omsättningsbar energi per dag, enligt tabeller då fodret inte var analyserat. Varje häst utfodrades individuellt baserat på deras behov. Mätningarna genomfördes under två veckor främst under vinterhalvåret. Till studien användes en klimatkammare med ett hygrometriskt tält. I studien mättes central kroppstemperatur, pälsens yttemperatur, temperaturen på den omgivande luften och strålningstemperaturen från kammaren. Resultatet från studien, som gäller pälsens isolerande förmåga, visade att hästen inte reste pälsen och att isoleringsförmågan under 14,5 °C låg på en stadig nivå. Över 14,5 °C minskade pälsens isolerande förmåga, eventuellt beroende av svett. Pälsens isolerande förmåga minskar om den är fuktig. (Morgan 1997b)

Reaktioner på kortvariga temperaturförändringar

Morgan (1997a) studerade de fysiologiska ändringarna på en stående häst som sker när den utsätts för akuta, kortvariga ändringar i omgivningens temperatur. Till studien användes fem hästar av olika ålder, kön och ras, se tabell 2. De stod på stall och gick i hage fyra timmar om dagen. De var acklimatiserade till en temperatur på cirka 18°C. Hästarna utfodrades för underhåll och lätt arbete, 0,71 MJ kg^{-0,75} omsättningsbar energi per dag, enligt tabeller då fodret inte var analyserat. Varje häst utfodrades individuellt baserat på deras behov. Hästarna utsattes för sex temperaturer mellan -3 och 37°C i en klimatkammare under en och en halv timme. Luftfuktigheten vid temperaturerna varierade mellan 40 % och 55 %. Det observerades att hästarna var mer aktiva vid temperaturer under 6 °C och att några skakade vid dessa temperaturer. Hästarnas bundna värmeavgivning ökade när temperaturen var över 20 °C. Det visade sig att andningsfrekvensen ökade vid varmare temperaturer och det var en signifikant skillnad ($p \leq 0,05$) för andningsfrekvensen vid 38 °C jämfört med temperaturer under 20 °C. Andningsfrekvensen var också signifikant högre ($p \leq 0,05$) vid 30 °C än vid temperaturer under 6 °C. Andningsfrekvensen ökade över 20 °C vilket tyder på att andningsfrekvensen skulle vara en viktig faktor för värmeavgivning vid plötslig ändring av temperaturen. Hjärtfrekvensen ökade något under 5 °C samt över 30 °C. Den centrala kroppstemperaturen var stabil.

Reaktioner på ändrad isolering

I studien av Morgan (1997a) gjordes även en undersökning av ändrad isolering där samma hästar som till övriga del av studien användes, se tabell 2, med undantag av shetlandsponnyn som ersattes av en varmblodig travare, valack som vägde 455 kg. Undersökningen genomfördes i klimatkammare där temperaturen var 6 °C och den relativa luftfuktigheten 55 %. Mätningarna utfördes först med oklippta hästar som en kontroll och sedan med oklippta hästar som hade täcke. Därefter mättes klippta hästar och till sist klippta hästar med täcke. Resultatet visade att den centrala kroppstemperaturen var lägre för den klippta hästen än för den oklippta hästen. Medelvärdet för den centrala kroppstemperaturen hos den oklippta hästen var 37,6 °C medan temperaturen för den klippta hästen var 37,4 °C. Andningsfrekvensen var signifikant lägre ($p \leq 0,05$) för den klippta hästen jämfört med den oklippta hästen samt oklippt häst med täcke.

Morgan, Funkqvist & Nyman (2002) undersökte hur den fysiologiska värmeregleringen svarar på intensiv träning på en klippt häst i jämförelse med på en häst med vinterpäls.

Till studien användes sex hästar mellan tre och åtta år. Hästarna utfodrades 14,8 g hö/kg kroppsvikt samt 7,1 g havre/ kg kroppsvikt. Hästarna var acklimatiserade för en temperatur på cirka 15 °C. De stod på stall och var ute i hage mellan fyra och sex timmar per dag. Testet utfördes i november samt december och bestod av ett arbetsprov med en efterföljande återhämtningsperiod. Arbetsprovet bestod av 5 minuter uppvärmning i skritt samt 2 minuter i trav och därefter stegvis ökning av hastigheten från 7 m/s – 11 m/s i tvåminuters intervaller. Därefter följde en återhämtningsperiod om 120 minuter bestående av 10 minuter skritt, 20 minuter vila på träningsbandet och sedan 90 minuter vila i ett närliggande rum. Omgivningstemperaturen under testet varierade mellan cirka 5 °C och 18 °C. Den relativa luftfuktigheten var cirka 50 %. Resultatet visade att den oklippta hästen hade signifikant högre bunden värmeavgivning än den klippta hästen. Den klippta hästen var snabbare tillbaka till normal andningsfrekvens. Det syntes ingen signifikant skillnad mellan hjärtfrekvensen på den klippta hästen och den oklippta. Däremot hade den klippta hästen signifikant lägre höjning ($p = 0,009$) av den centrala kroppstemperaturen än den oklippta hästen vid arbetsprov. Den klippta hästen hade även signifikant högre yttemperatur ($p = 0,013$) än den oklippta hästen vilket ledde till att det var större skillnad mellan yttemperatur och omgivningens temperatur för den klippta hästen. Den klippta hästen hade signifikant högre fri värmeavgivning under arbetsprovet än den oklippta hästen ($p = 0,023$). Den bundna värmeavgivningen var signifikant lägre ($p = 0,019$) för den klippta hästen jämfört med den oklippta hästen.

DISKUSSION

I studien av Morgan (1997a) samt i studien av Morgan, Ehrlemark & Sällvik (1996) sågs synliga reaktioner på temperaturförändring, i form av svett, vid temperaturer över 20 °C. En trolig ökning av den bundna värmeavgivningen sågs i studien av Morgan (1997b) där pälsens isolerande förmåga minskade över 14,5°C. Slutsatsen drogs då pälsens isolerande förmåga minskar om den är fuktig (Morgan 1997b). I studien av Morgan, Funkqvist & Nyman (2002) visades att den oklippta hästen vid arbetsprovet hade signifikant högre bunden värmeavgivning än den klippta hästen. I bunden värmeavgivning räknas svett och fukten avgiven med utandningsluften in. Att hästen svettas är lätt att se på hästen. I vila, med päls, visades att hästarnas bundna värmeavgivning ökade över 20°C vilket i dessa fall tyder på att hästarna behövde öka sin värmeavgivning för att behålla kroppstemperaturen konstant.

Bunden värmeavgivning kräver vätska, vilket innebär att hästskötaren behöver tillgodose detta behov hos hästen. Ett annat alternativ, vilket ses i studien av Morgan, Funkqvist & Nyman (2002) där den oklippta hästen hade signifikant högre bunden värmeavgivning än den klippta hästen, är att klippa hästen för att underlätta dess värmeavgivning om den utsätts för dessa situationer ofta. I samma studie kunde även ses att den klippta hästen hade kortare återhämtningstid innan den var tillbaka i normal andningsfrekvens samt att den klippta hästen hade signifikant lägre ökning av kroppstemperaturen vid arbetsprov. Ett sätt för hästen att göra sig av med värme genom bunden värmeavgivning är genom fukt i utandningsluften. Att den oklippta hästen hade längre återhämtningstid till normal andningsfrekvens tyder, tillsammans med att de hade en större ökning av kroppstemperaturen under arbetsprov, på att det tog var svårare för den oklippta hästen att göra sig av med värme än den klippta hästen. Ett sätt för hästskötaren är således att

klippa hästen för att underlätta för dess värmeavgivning och på så vis minska påfrestningen på hästen från processen att avge värme. Även att hästen har tillgång på vatten är viktigt om hästen på detta vis gör av med värme genom fuktavgivning.

Andra synliga reaktioner på ändring av omgivningens temperatur var att hästarna skakade, vilket kunde ses i studien av Morgan (1997a) där några av hästarna skakade vid temperaturer under 6°C. I samma studie kunde även observeras att hästarna var mer aktiva vid temperaturer under 6°C. För att hjälpa hästarna vid dessa reaktioner som tyder på att de är nära sin lägsta kritiska temperatur är det lättaste sättet att öka deras tillgång på foder då värme produceras i matsmältningsprocessen. I kalla temperaturer kan det även vara bra att hästen under sin utevistelse har möjlighet att söka skydd från nederbörd och vind då vind ökar den fria värmeavgivningen och regn kyler genom att minska isoleringen samt att väta kyler då den dunstar från hästens kropp. Det går även att hjälpa hästens isolering genom att lägga på den ett täcke.

Genom dessa studier kan ses en synlig reaktion på att hästarna behöver avge mer värme eller begränsa sin värmeavgivning för att hålla konstant kroppstemperatur är att de svettnas, skakar eller är mer aktiva.

I studien av Morgan (1997a) ökade andningsfrekvensen vid varmare temperaturer. Andningsfrekvensen var signifikant högre vid 38°C än vid temperaturer under 20°C samt signifikant högre vid 30°C än vid temperaturer under 6°C. I studien av Morgan, Funkqvist & Nyman (2002) som gjordes på hästar i arbete sågs att det för en klippt häst tar kortare tid att återgå till normal andningsfrekvens än för den oklippta hästen.

Genom att öka andningsfrekvensen ökar hästen mängden bunden värmeavgivningen då hästen andas ut fuktig, varm luft och andas in luft med lägre fuktighet samt med, i de flesta fall, lägre temperatur. På samma vis kan hästen begränsa mängden värme som avges via utandningsluften genom att minska sin andningsfrekvens vilket kan ses i studien av Morgan (1997a) där det är signifikant skillnad mellan andningsfrekvensen vid högre temperaturer jämfört med den vid lägre temperaturer. Detta visar på att hästarna använder sin andningsfrekvens, i vila, för att påverka sin värmeavgivning.

På hästarnas kroppstemperatur sågs endast skillnad på hästar i arbete. I studien av Morgan, Funkqvist & Nyman (2002) visades att den klippta hästen hade lägre ökning av den centrala kroppstemperaturen än den oklippta hästen under arbetsprovet. I studien av Morgan (1997a) kunde ses att den oklippta hästen hade ett medelvärde på den centrala kroppstemperaturen på 37,6 °C medan motsvarigheten för den klippta hästen var 37,4 °C. Detta tyder på att en hästskötare med god kännedom om hästens normala kroppstemperatur bör kunna se skillnader i hästens kroppstemperatur som tecken på om den inte är termiskt komfortabel. Däremot gäller detta den centrala kroppstemperaturen, det lättaste för hästskötaren är att mäta rektaltemperatur vilket inte har kunnat ses någon skillnad på. Ändring av rektaltemperaturen kan också tyda på sjukdom eller att den nyligen ansträngt sig. Mätning av hästens kroppstemperatur genom att mäta rektaltemperaturen är ett osäkert mått då rektaltemperaturen är fördröjd. När hästen blivit så påverkad av yttre förhållanden att kroppstemperaturen sjunker är det högst sannolikt att den redan innan dess visat tecken som ändrad andningsfrekvens, skakningar och svett.

På hästarnas hjärtfrekvens kunde ingen signifikant skillnad ses mellan den klippta och den oklippta hästen (Morgan, Funkqvist & Nyman 2002). En skillnad kunde däremot ses i studien av Morgan (1997a) där hjärtfrekvensen ökade något under 5°C och över 30°C.

Både hjärtfrekvens, kroppstemperatur och andningsfrekvens kan påverkas av andra faktorer än att hästen inte är termiskt komfortabel så som stress, sjukdom och ansträngning vilket gör det osäkert att mäta dessa variabler. På andningsfrekvens kunde signifikant skillnad ses och så länge hästen i övrigt är frisk bör andningsfrekvens kunna vara en indikator på att hästen är utanför sin termiska komfortzon.

Den fria värmeavgivningen ökar då skillnaden mellan omgivningens temperatur och hästens yttemperatur blir större. Detta kan visas genom studien av Morgan, Funkqvist & Nyman (2002) där det syntes en signifikant skillnad mellan yttemperaturen och omgivningens temperatur hos den klippta hästen samt att den klippta hästen hade signifikant högre fri värmeavgivning än den oklippta hästen. I studien av Morgan, Ehrlemark & Sällvik (1997) sågs att den fria värmeavgivningen minskade när omgivningens temperatur ökar. Alltså har skillnaden mellan omgivningens temperatur och hästens yttemperatur betydelse för hur stor hästens fria värmeavgivning är. Den klippta hästen, som enligt Morgan, Funkqvist & Nyman (2002) hade högre yttemperatur än den oklippta hästen gör således av med mer värme genom fri värmeavgivning än den oklippta hästen med lägre yttemperatur. I studien av Autio, Heiskanen & Mononen (2007) ökade hästarnas fria värmeavgivning ner till -16 °C varefter den fria värmeavgivningen sedan sjönk. Det tyder på att hästarnas yttemperatur sjönk mellan -16 °C och -23 °C.

Material och metod

I den här litteraturstudien används samma hästar till tre av de refererade studierna. De utsätts för samma förhållande med stall, utevistelse och foder. I studien av Autio, Heiskanen & Mononen (2007) användes tio unghästar, kallblod och varmblod, som gick på lösdrift och i studien av Morgan, Funkqvist & Nyman (2002) användes varmblodshästar likt i de studierna av Morgan (1997a), Morgan (1997b) samt Morgan, Ehrlemark & Sällvik (1997) vilka alla stod på stall.

I studien av Autio, Heiskanen & Mononen (2007) fick hästarna fri tillgång på foder. I studierna av Morgan (1997a), Morgan (1997b) samt Morgan, Ehrlemark & Sällvik (1997) fodrades hästarna enligt tabeller för underhåll och lätt arbete vid $0,71 \text{ MJ kg}^{-0,75}$ omsättningsbar energi per dag. I studien av Morgan, Funkqvist & Nyman (2002) fodrades hästarna 14,8 g hö/kg kroppsvikt samt 7,1 g havre/kg kroppsvikt. Hur mycket foder hästen får påverkar hur mycket värme hästen kan producera. Det produceras värme vid påverkar vid vilka temperaturer hästarna rör sig utanför sin termoneutrala zon. Ju mer värme producerad, desto lägre nedre kritisk temperatur, tillika lägre övre kritisk temperatur. Hästarnas fysiologiska svar på att de rör sig utanför sin termoneutrala zon påverkas inte av detta utan enbart den övre och nedre kritiska temperaturen.

Enligt Cymbaluk & Christison (1990) är det ett flertal saker som påverkar hästarnas förmåga att balansera värmeproduktion och värmeavgivning. Hur hästarna är i hull, hur de utfodras, deras möjlighet till rörelse och om de hålls i grupp med andra hästar eller själva är exempel på faktorer. Ju fler variabler som skiljer studierna åt desto mindre

jämförbara blir dem. I de studier refererade i denna litteraturstudie är tre av dem jämförbara då samma hästar använts, som utsatts för samma förutsättningar. I studien av Morgan, Funkqvist & Nyman (2002) användes varmblodiga travar som stod på stall med utevistelse och var aklimatiserade för liknande omgivningstemperatur som i studierna av Morgan (1997a), Morgan (1997b) samt Morgan, Ehrlemark & Sällvik (1997). I studien av Autio, Heiskanen & Mononen (2007) stod hästarna på lösdrift. Författarna använde unghästar som har lägre vikt jämfört med kroppsytan än de äldre hästarna använda i de andra studierna vilket gör att de påverkas mer av omgivningens temperatur. Unghästarna fick fri tillgång på grovfoder vilket gör att de producerar och kan producera mer värme. Detta gör studien svår att helt jämföra med de andra.

I denna litteraturstudie var samma författar delaktig i fyra av fem studier. Det kan påverka resultatet då den mänskliga faktorn kan påverka resultatet, fler deltagande minskar individuella skillnader knutna till författarna. Detta på samma sätt som att fler hästar i en studie, eller flera studier med lika förhållanden gör resultatet mer gångbart och generaliserbart då individuella skillnader till större grad kan uteslutas. För framtida studier är det önskvärt att fler hästar deltar för att individuella skillnader ska kunna uteslutas. Hur hästarna svarar på temperaturförändringar bör dock inte påverkas av detta, svaret bör vara detsamma för alla hästar.

Slutsats

Det går att se tecken på att hästarna är utanför sin termiska komfortzon i att de svettas, skakar, har ändrad rektaltemperatur eller har ändrad andningsfrekvens. Användningen av andningsfrekvens och rektaltemperatur kräver att hästkötaren har kunskap om hästens andningsfrekvens/rektaltemperatur i vila eller arbete samt att den kan känna av hästens allmäntillstånd för att utesluta förhöjd andningsfrekvens/rektaltemperatur grundad i sjukdom. Dock är rektaltemperaturen en senare reaktion hos hästen då förändring av kroppstemperaturen kommer som ett resultat av att hästarna inte har kunnat balansera sin värmeproduktion och sin värmeavgivning.

REFERENSER

Litteratur

- Autio, E., Heiskanen, M-L. & Mononen, J. (2007). Thermographic Evaluation of the Lower Critical Temperature in Weanling Horses. *Journal of applied animal welfare science*, vol. 10(3), ss. 207-216
- Cymbaluk, N. F. & Christison, G.I. 1990 Environmental effects on thermoregulation and nutrition of horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, vol. 6(2), ss.355-372.
- Morgan, K. (1994). *Fryser hästen på vintern?* Fakta-teknik. Nr 9. SLU, Uppsala
- Morgan, K. (1997a). Effects of short-term changes in ambient air temperature or altered insulation in horses. *Journal of Thermal Biology* vol. 22(3), ss. 177-186.
- Morgan, K. (1997b). Thermal insulation of peripheral tissue and coat in horses. *Journal of Thermal Biology*, vol. 22(3), ss. 187-194.

Morgan, K., Ehrlemark, A. & Sällvik, K. (1997). Dissipation of heat from standing horses exposed to ambient temperatures between -3°C and 38°C. *Journal of Thermal Biology*, vol. 22(3), ss. 177-186.

Morgan, K., Funkquist, P. & Nyman, G. (2002). The effect of coat clipping on thermoregulation during intense exercise in trotters. *Equine Veterinary Journal*, vol. 34, ss. 564-567.