



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper

Påverkas hästens hudtemperatur av magnettäcken?

Gustaf Elsing

Uppsala

2009

Examensarbete inom veterinärprogrammet

*ISSN 1652-8697
Examensarbete 2009:38*

Påverkas hästens hudtemperatur av magnettäcken?

Gustaf Elsing

Handledare: Anna Edner, Institutionen för kliniska vetenskaper

Biträdande handledare: Hans Broström, Institutionen för kliniska vetenskaper

Examinator: Camilla Björkman, Institutionen för kliniska vetenskaper

*Examensarbete inom veterinärprogrammet, Uppsala 2009
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper
Kurskod: EX0239, Nivå X, 20,5 hp*

Nyckelord: Häst, Termografi, Magnettäcke, Statiska magnetism, Hudtemperatur

*Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>
ISSN 1652-8697
Examensarbete 2009:38*

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	3
Summary	3
Inledning	4
<i>Termografi</i>	<i>4</i>
<i>Anatomi och Fysiologi.....</i>	<i>8</i>
<i>Magnetism</i>	<i>12</i>
Material och Metoder.....	15
<i>Hästgruppen</i>	<i>15</i>
<i>Utförandet.....</i>	<i>16</i>
<i>Registreringar.....</i>	<i>16</i>
<i>Utrustning.....</i>	<i>17</i>
<i>Lokaler</i>	<i>19</i>
<i>Statistiska metoder</i>	<i>19</i>
Resultat	20
<i>Genomsnittlig hudtemperatur mätt med termografi</i>	<i>20</i>
<i>Termistorregistrering.....</i>	<i>23</i>
<i>Bedömning av termogram.....</i>	<i>25</i>
Diskussion	31
<i>Konklusion</i>	<i>33</i>
Litteraturförteckning	34
<i>Figurförteckning.....</i>	<i>36</i>
Tack	36
Bilagor	37
<i>Bilaga nr. 1 – Klinisk undersökning.....</i>	<i>37</i>
<i>Bilaga nr. 2 – Resultat från termografiundersökning</i>	<i>43</i>
<i>Bilaga nr. 3 – Resultat från termistorundersökning.....</i>	<i>44</i>

SAMMANFATTNING

Bakgrunden till denna studie är att marknaden erbjuder allt fler produkter som påstås ha medicinska effekter (t.ex. ökat blodflöde) på grund av sina magnetiska egenskaper. För att undersöka om hästtäckan med insydda permanenta (statiska) magneter har större effekt på blodcirkulationen i huden än motsvarande täcke utan magneter utfördes detta försök. Materialet utgjordes av åtta varmbloodhästar på SLU och utfördes som en blindad cross-overstudie. För att uppskatta omfattningen av den kutana blodcirkulationen mättes temperaturen på huden. Mätningarna gjordes med termografi och en lokal termistor som placerades på hästens rygg. Registreringarna av hudtemperaturen utfördes innan behandlingen med täcke, under behandlingen och därefter att täcket tagits av. Resultaten jämfördes mellan grupperna för att se om det förelåg någon statistisk signifikans mellan de båda behandlingarna. Både behandling med aktivt täcke och med placebotäcke ledde till ökning av hudtemperaturen, men ingen skillnad mellan behandlingarna kunde påvisas. Då antalet hästar var mycket begränsat är det svårt att med säkerhet dra slutsatsen att statiska magneter inte har någon påverkan på blodcirkulationen i huden.

SUMMARY

The market offers more and more products that are claimed to have medically positive effects (like increased blood perfusion etc.) due to their magnetic properties. The objective of this study was to investigate if blankets containing permanent (static) magnets have a greater impact on cutaneous blood circulation than ordinary blankets without magnets. Eight standard bred horses were used in a cross-over study. The cutaneous temperature was presumed to reflect blood flow in the skin and therefore thermography and local thermistors were used to indicate changes in circulation. Baseline values were registered before the blanket was applied. Additional measurements were made during and after removal of the blankets. The results were compared between the groups in order to see if there were statistically significant differences. The study did not reveal any significant differences in local and general skin temperatures between the two study groups. Thus, this study of a small number of horses could not support the idea that static magnets have any effect on cutaneous blood flow.

INLEDNING

Bakgrunden till denna studie är att marknaden erbjuder allt fler produkter som påstås lindra och förebygga muskelbesvär hos människor såväl som hos djur. Inom hästbranschen säljs bl.a. täcken och benskydd med insydda magneter och man menar att dessa magneter påverkar (ökar) blodflödet i muskler och ligament och därför skulle ha positiv effekt vid ömma och stela muskler. Tyvärr är den vetenskapliga dokumentationen som stödjer eller förkastar dessa påståenden bristfällig och olika studier har kommit fram till varierande resultat. Skillnaderna i resultat kan bero på de olika mät- och analysmetoderna, typ av magnet, magneternas styrka och vilken vävnad som studerats. Det finns inga publicerade studier på häst som fokuserat på ryggmuskelblodflödet efter applikation av statiska magneter.

Studien utgör en del i ett större projekt på häst som undersöker ryggbloedflöde, hudtemperatur, muskelspänning och hästens beteende före, under och efter behandling av ett täcke med magneter och ett täcke med avmagnetiserade magneter. Syftet med detta arbete är att se om hudtemperaturen som en funktion av ryggmuskelblodflödet, mätt med termografi och lokal hudtermistor, påverkas olika vid applikation av ett täcke med magneter jämfört med ett täcke med avmagnetiserade magneter.

Termografi

Termografi är en icke-invasiv teknik som indirekt mäter kroppens ytliga temperatur baserad på mängden emitterad infraröd strålning. Värmen som kontinuerligt bildas i den metaboliskt aktiva kroppen avskiljs genom ledning, konvektion, avdunstning och strålning. Den infraröda strålningen kan därvid detekteras av en strålningskänslig mottagare. Informationen skickas till en dator med installerad mjukvara som projicerar en bild (termogram) i en färgskala baserad på den uppmätta hudtemperaturen (Green, 1999). Tidigare termografer baserade sin projektion på fotofilm (Barnes, 1963).

Termografins fysik

Alla föremål som har en temperatur över den absoluta nollpunkten ($T = 0 \text{ K}^{\circ}$) emitterar osynlig infraröd strålning och mätning av emission kan göras oavsett om det är tänt eller släckt i rummet. Mängden strålning är en funktion av kroppens yttemperatur och en konstant, dess strålningsbenägenhet, vilket gör det möjligt att bestämma temperaturen genom att mäta mängden emitterad strålning. Noteras bör att all materia strävar efter termisk jämvikt, d.v.s. att temperaturen i olika föremål är lika, och därför utbyter energi för att temperaturutjämna. Mängden strålning kan därför påverkas om föremål med annan temperatur befinner sig i närheten av patienten (Barnes, 1963).

Trots att en pigmenterad hud respektive en opigmenterad hud reflekterar synligt ljus (kortvågig strålning) ytterst olika påverkas inte den infraröda (långvågiga) utstrålningen nämnvärt. Huden ter sig i det närmaste som en perfekt emitter oavsett färg. I analogi med detta störs inte heller ett termogram av att individen har områden som är olika pigmenterade. Däremot absorberar ett mörkare parti synligt ljus bättre och utgör en risk för artefakter om djuret exponerats av direkt

solljus (Barnes, 1963). Hårremen påverkar också termogrammet, t.ex. hårlösa partier efter skav eller rakning (Broström *et al.*, 2005).

Klinisk termografi

Termografin erbjuder klinikern ett instrument som kompletterar en allmän klinisk undersökning i det att den på ett objektivt sätt, med mycket hög känslighet kan mäta temperatur och temperaturförändringar (Purohit & McCoy, 1980). Man kan även mer tillförlitligt än vid enbart traditionell klinisk undersökning följa resultaten över tid (Barnes, 1963). S. E. Palmer (1981) menade att en veterinärs fysiska förmåga att bedöma hudtemperaturen är beroende av två faktorer: Dels temperaturgradienten och dels ledningsförhållandet mellan handen och det undersökta området. Bedömning om ytan är kall eller varm är en följd av om värme leds till eller från djuret. Uppskattningen blir därför subjektiv och behäftad med stor osäkerhet. Instrumentet möjliggör även att projektioner kan tas över större områden för att sedan med mer specifika metoder t.ex. röntgen eller ultraljud fortsätta klinisk utredning (Green, 1999). Instrumentet är dock kostsamt att införskaffa men genererar därefter termogram utan större ytterligare kostnad (Turner *et al.*, 1983).

Vid genomförande av termografi är det viktigt att beakta känsligheten i apparaturen. Omgivningstemperaturen har en mycket stor inverkan på ett termograms utseende (Purohit & McCoy, 1980) varför det har rekommenderats att utrymmets temperatur hålls konstant vid 20 C^o och att djuret inte utsätts för drag (Green, 1999). En studie på 52 hästar utförd av Tunley och Henson (2004) har testat vilken tid en häst behöver för att akklimatisera sig till omgivningstemperaturen lämpligt för termografi. Man kom fram till att 40 minuter är minimum. Inom humanmedicinen rekommenderas att patienten tar av sig kläderna på det område som skall undersökas omkring 10-15 minuter före undersökningen för att kroppen skall hinna akklimatisera sig till temperaturen i rummet. Observera att ämnen på pälsen t.ex. tusch eller smink kan påverka projektionen (Barnes, 1963).

Djuret skall inte komma i kontakt med solljus i samband med termografering eftersom ljusenergi då absorberas och följaktligen höjer yttemperaturen (Barnes, 1963). Belysningen i rummet skall släckas alternativt utgöras av typen lågenergilampor (Green, 1999). Päls isolerar djuret och påverkar utstrålningen, varför det eftersträvas att pälsen är kort eller åtminstone har jämn hårlängd (Turner *et al.*, 1983). Även noggrann ryktning bör föregå undersökning för att pälsen skall vara ren från smuts (Hall, *et al.*, 1987) och jämn (Turner *et al.*, 1983). Det är viktigt att hästen är torr så att inte den våta pälsen leder till värmeförluster (Barnes, 1963). Enligt Turner *et al.* 1983 ger ett rakat område en ökad värme, men om djuret är orakad påverkar pälsen normalt inte termogrammets symmetri. Det innebär alltså att det inte är nödvändigt att hästen rakas för att kunna erhålla ett tillförlitligt termogram. En aktiverad, nervös eller sederad individ har en kardiovaskulär påverkan som inte är önskvärd och bör undvikas vid termografering (Green, 1999).

Att läsa termogram

Ett termogram avläses på en datorskärm varpå en bild projicerats av den värmestrålning som emitterats från hästen. Bildens utseende är kopplat till hudvärmens och hästens kontur. Grunden för termografisk tolkning är att värmedistributionen under normala förhållanden är jämnt fördelad vilket ger en uttalad höger-vänstersymmetri (Turner, 2001; Green, 1999; Purohit & McCoy, 1980).

Temperaturen styrs till mycket stor del av vävnadens metabolism och lokal blodperfusion (Green, 1999). Vener dränerar metaboliskt aktiv vävnad vilket förklarar varför temperaturen är högre hos dessa än i artärerna. Detta påverkar även överliggande hud som i områden för kärl värms upp och ses på termogrammet (Turner, 2001). På människor beskrivs även att en ökad mängd isolerande underhudsfett ger lägre strålning (Barnes, 1963). Vid en patologisk process kan temperaturen så väl minska som öka om förändringen ger upphov till minskad eller ökad cirkulation lokalt. Akut inflammation, hematom, infektion och fraktur är exempel på tillstånd som ger ökad utstrålning i motsats till kronisk inflammation och utbredd ärrvävnad (Barnes, 1963).

Normala termogram

Huvudets termogram: Dorsalt är ögon och näsborrarna normalt de varmaste områdena på huvudet. Två cirkulära områden vars temperatur sjunker med tilltagande avstånd från ögoncentrum ses termografiskt. Det yttre partiet följer i distal riktning crista facialis. Vid näsborrarna ses på samma sätt som ovan två cirkulära ytor med avtagande temperatur. Näsans och ögats yttre områden kan normalt konfluera och således ha samma temperatur (2 grader lägre än varmaste stället). Huvudets kallaste plats, tre grader lägre än vid ögat, är mellan ögonen och crista facialis. Ofta finns även en liten fläck med ytterligare en grad lägre temperatur. I lateralprojektion föreligger samma mönster omkring näsa och ögon som i dorsalprojektion. Ganascherna och främre delen av underkäken har en temperatur som är tre-fyra grader lägre än ögonens (Purohit *et al.* 1980).

Extremiteter distalt om carpus respektive tarsus: Hög grad av symmetri föreligger både för fram- och bakben. Kronranden är varmest och utgör referens i bedömningen av övriga ytor. Området omges av två koncentriska cirkulära band som minskar en grad ju längre bort från randen man kommer. Hovens värme minskar successivt i distal riktning. I allmänhet är kron- och kotleden tre-fem respektive tre till fyra grader lägre i temperatur än kronranden. Medialt över carpus och tarsus är det en till två grader kallare och lateralt två till tre graders kallare än i kronranden. Kärl under hud påverkar yttemperaturen och kan skönjas på termogrammet (Purohit *et al.* 1980).

Ryggens termogram (thoracolumbosacral projektion): Den vetenskapliga dokumentationen av ett normalt rygg-termogram är ytterst begränsad. Att läsa termogram bör därför göras efter allmänna förhållningsregler t.ex. att lägga tyngd vid asymmetrier (Green, 1999). Dock menade von Schweinitz i sin studie (1999) att utförande av termografi hos prestationssvaga hästar är en användbar diagnostisk metod. Alla (53 av 53) i denna patientgrupp visade sig ha neuromuskulär sjukdom vid rutinutförande av termografi. Uppföljning av en patient med ett nytt termogram korrelerade tillförlitligt till klinisk respons och

användes då med fördel som prognosgrundade i bedömningen (von Schweinitz, 1999).

Termografi som diagnostiskt hjälpmedel

Man har sedan länge använt sig av termografi som diagnostiskt hjälpmedel för en rad olika sjukdomstillstånd. Redan 1956 finns det beskrivet att en objektiv värmedetektor (dåtidens termograf) kunde registrera malign bröstcancer innan patienten hade utvecklat kliniska symptom. Undersökande läkare kunde förvisso känna en nodulär förtätning och misstänka neoplasi. Maligna processer karaktäriseras av ökad tillväxt och delningshastighet följt av lokalt ökad metabolism. I ett patientmaterial på 26 personer med cancer kunde man påvisa att temperaturen i det maligna området var 1,26 C° (2,27 F°) högre jämfört med samma bröstsvårtgård (Lawson, 1956).

Apendicit, malign och metastaserad bröstcancer samt blodkärlsockklusion av A. femoralis superficialis är andra diagnoser på människa som styrkts eller konfirmerats genom termografi (Barnes, 1956).

Inom veterinärmedicinen har termografin blivit relativt frekvent använt under årens lopp och många artiklar beskriver så väl studier som enskilda fall.

- 1989 skrev Turner om en studie utförd på 29 hästar med bakbenshälta orsakad av muskelbristning. Han menade visserligen att termografin som hjälpmedel är sensitivt för sjukdomen men inte specifik med avseende på affekterad vävnad. En annan nackdel är att termogrammet inte heller svarar på vad som orsakat skadan.
- Waldsmith (1992) skildrade flera fall av hästar med inflammatoriska eller neuromuskulära problem där man såg en tydlig termografisk förändring. Fallen rörde radikulopati, intramuskulär injektion (vaccination), desmit/tendinit, (radiologiskt transparent) främmande kropp, lymfangit, strålbenshälta, myosit m fl.
- Hall *et al.* (1987) undersökte sex hästar med iatrogen orsakad tendinit. Inflammationen åstadkoms genom att injicera collagenase i ytliga böjsenan. Termogrammens utseende förändrades avsevärt, men omfattningen av denna var inte kopplad till grad av vävnadsdestruktion.
- Paralys av den cervikala delen av sympatikus (Horner's syndrom) leder till ökad infraröd emittering på hästens sjuka sida. Tillståndet diagnostiseras sällan eftersom kliniska symptom ofta är så vaga att de är svåra att upptäcka på annat sätt än genom termografi (Purohit *et al.* 1980).
- Vaden *et al.* påvisade (1980) i en studie med fyra tävlingshästar som var för långsamma för att starta, att samtliga hade termografiskt förändrade haser. Ingen hade klinisk hälta eller radiologiska förändringar. Författarna menade att känsligheten i undersökningen påvisar individer där en patologisk process upptäcks så tidigt att andra metoder ännu inte kan konstatera förändringen.

- Tingbö (2005) kunde påvisa med hjälp av termografi på nio hästar, varav fyra friska och fem med skador i ytliga böjsenan, att samtliga fick en signifikant temperaturreduktion i hovarna efter behandling av VitaFloor™, en vibrationsbox. Den kliniska betydelsen kunde inte avgöras men hänvisning gjordes till humana studier där positiva effekter påvisats.
- Broström et al (2005) studerade 45 hästar med rörelseproblem och fann att termografi kunde vara diagnostisk eller ge diagnostiskt stöd för 32 av fallen.
- I ett försök utfört av Jonasson (2008) studerades bremsningens effekt på häst. Med termografi kunde det konstateras att sex av åtta hästar fick ökad hudtemperatur under och efter bremsning. Den troligaste orsaken till ökningen förklarades genom ett minskat sympatikustonus.

Anatomi och Fysiologi

Hudtemperaturen påverkas av många olika faktorer som är viktiga att förstå för att kunna tolka resultaten av sin undersökning på bästa sätt. Fysiologiskt är det blodperfusionen och vävnadsmetabolismen som avgör temperaturen. Hos en lugn häst som slappnar av är metabolismen konstant och blodgenomströmningen utgör den varierande faktorn (Green, 1999). Den del av nervsystemet som benämns sympatikus utgör den enskilt viktigaste regleringsmekanismen av blodflödet i huden (von Schweinitz, 1999).

Temperaturreglering

Det biologiska livet är beroende av att kemiska reaktioner kontinuerligt sker under kontrollerade former. Hastigheten på olika reaktioner är temperaturberoende och genererar eller absorberar värmeenergi. Samspelet mellan olika substanser och dess reaktioner är mycket komplicerade och riskerar att kraftigt skena iväg eller snabb avta om det inte fanns ett värmeregleringssystem. Hästen tillhör varmblodiga djur, homeoterma, vilket innebär att kroppen endast fungerar inom ett snävt temperaturintervall (Andersson & Jónasson, 1993).

Normalt finns en viss individuell variation av kroppstemperaturen. Ålder, kön, säsong, klockslag, omgivningstemperatur, fysisk aktivitet och utfodring är alla faktorer som inverkar på denna variation. Även inom kroppens olika vävnader föreligger temperaturskillnader. Exempelvis kan levern vara två grader varmare än uppmätt rektaltemperatur, hjärnan vara varmare än det inkommande arteriella blodet och distala områden på extremiteter vara mer än tio grader kallare än den inre kroppstemperaturen (Andersson & Jónasson, 1993).

Kroppstemperaturen följer dygnsrytmen och man har sett att det förmodligen finns en koppling mellan kroppstemperatur och den biologiska klockan. Högst temperatur har hästen generellt vid middagstid och lägst på morgonen (Andersson & Jónasson, 1993).

Värmebalans föreligger då upptag och avgivning av värme är lika stora. Värme erhåller kroppen på fyra sätt: produktion, d.v.s. metabolism, strålning, ledning och konvektion. Metabolismen varierar avsevärt mellan olika vävnader. Även inom

samma vävnad kan ämnesomsättningen vara mer konstant eller mer variabel. Till exempel varierar produktionen mer i skelettmuskulaturen än i levern (Andersson & Jónasson, 1993). Solljus, golvvärme och element är alla exempel på strålning, ledning respektive konvektion som ofta påverkar människors upptag av värmeenergi. Förlust av energi kan ske på samma sätt som de senast nämnda sätten men också genom avdunstning (evaporation). Värmebalansen påverkas i mycket hög grad av omgivningstemperaturen och därför finns det en lägre kritisk temperatur då kroppen självt aktivt måste reglera balansen (Sjaastad *et al.* 2003).

Kroppslig respons på kyla (temperatur under lägre kritisk gräns):

- Muskeltremor: Denna faktor är framför allt påtaglig vid snabba väderomslag. Skakningar upp till 10 Hz kan observeras.
- Sympatikustonus: Adrenalin/Noradrenalin frisätts i ökad mängd.
- Thyroideahormon (Thyroxin): Insöndras i ökad mängd.
- Kortisol: Insöndras i ökad mängd.

Ökat sympatikustonus leder till piloerektion som ökar pälsens isolerande egenskap i och med att mängden stillastående luft intill huden ökar. Perifer vasokonstriktion leder till att temperaturgradienten mellan hud och omgivning blir lägre samt att den kutana cirkulationen reduceras. Värmeförlusterna via kroppsytan minskar således. En anatomisk strategi för minskad värmeförlust är att hudens arterioler och venuler ligger parallellt och deras blodflöde går i motsatt riktning. Följden blir en passiv värmeöverföring från det arteriella till det venösa blodet (Andersson & Jónasson, 1993). De ökade nivåerna av thyroideahormon och kortisol ökar metabolismen i kroppen (Sjaastad *et al.* 2003). Sammantaget leder åtgärderna till minskad värmeförlust och ökad värmeproduktion (Andersson & Jónasson, 1993).

Kroppslig respons på hetta:

- Svette (evaporation): Utsöndras i ökad mängd.
- Sympatikus: I huden minskar sympatikustonus vilket leder till vasodilatation.

När vatten övergår från vätskeform till ångfas åtgår det 600 gånger mer energi jämfört med en grads höjning av samma mängd vätska. Den energikrävande vattenavdunstningen förklarar varför det är så effektivt för ett djur att använda svettning som termoregulator. Hos häst är det i synnerhet de eccrina svettkörtlarna under styrning av sympatikus och adrenalin som står för svettproduktionen. Perifer kärltonus styrs i huvudsak av sympatikus. För att åstadkomma en kutan kärldilatation inhiberas därför sympatikus konstriktiva inverkan. Inhibitionen kan ske efter central eller perifer styrning. Värms ett område lokalt frisätts även bradykinin, en mycket potent vasodilator (Andersson & Jónasson, 1993).

Temperatur och temperaturskillnader uppfattas av kroppen via receptorer i hud, ryggmärg och hypothalamus. Om kyla föreligger rekryteras strategierna för kyla och de för värme avregleras och om det istället är fråga om värme blir åtgärderna de motsatta (Andersson & Jónasson, 1993). Beteendeförändringar hör också till

strategierna för termoreglering t.ex. att djuret vid kyla söker skydd och ställer sig i grupp (Sjaastad *et al.*, 2003).

Termoregulatorisk svikt

Om kroppen inte kompenserar för kyla, vanligen beroende på utmattning av den metaboliska förmågan, utvecklas tillståndet hypotermi. Det är allvarligt och det första tecknet som ses är mental påverkan. När rektaltemperaturen sjunkit så kraftigt att den närmar sig 25 C° dör både människor och djur (hundar) (Andersson & Jónasson, 1993).

Om kroppen får en högre temperatur än normalt beror detta antingen på feber eller på hypertermi. Feber beror på att det termoregulatoriska centrat i hypothalamus tolkar en i normalfallet korrekt temperatur som för låg. Kroppen svarar då som om djuret är utsatt för kyla vilket resulterar i att kroppstemperaturen ökar. Substanserna som påverkar hypothalamus på detta sätt kallas pyrogener. Om kroppens ökade temperatur istället beror på att alstrad mängd värme överstiger avgiven värme trots att kroppen gör allt för att kyla sig kallas detta tillstånd för hypertermi. Eftersom metabolismen ökar vid stigande temperatur befinner sig kroppen i en ond spiral. Då kroppstemperaturen närmar sig 42-43 grader utvecklas konvulsioner, okoordinerade rörelse och till sist medvetslöshet och död (värmeslag) (Sjaastad *et al.*, 2003).

Det autonoma sympatiska nervsystemet

Hudtemperaturen styrs i huvudsak av det sympatiska nervsystemet genom sin reglering av sfinktrar i huden kapillärer och därmed blodflödet (von Schweinitz, 1999 citerar Guyton & Hall, 1996) och påverkar i stor utsträckning termogrammens utseende (von Schweinitz, 1999).

Nervsystemet (NS) delas anatomiskt in i två stora delar: Centrala respektive perifera nervsystemet. Det centrala utgörs av hjärnan och ryggmärgen. Perifera nervsystemet utgörs av övrig nervvävnad i kroppen och delas vidare in i en somatisk och en autonom del (Dyce *et al.*, 2002). Stimulering av somatiska nervsystemets inåtgående (efferenta) banor ger upphov till förnimmelse och härrör från hud och sinnesorgan. De somatiska utåtgående (afferenta) banorna innerverar skelettmuskulatur och ger upphov till muskelkontraktion (Sjaastad *et al.*, 2002).

Indelningen av autonoma nervsystemet:

- Enteriska nervsystemet – tarmens nervsystem har kapaciteten att fungera utan inverkan av centrala nervsystemet (CNS) men är starkt kopplad till både sympatikus och parasympatikus.
- Sympatiska nervsystemet/Sympatikus
- Parasympatiska nervsystemet/Parasympatikus

Autonoma nervsystemets (ANS) funktioner påverkar tonus i glatt muskulatur, hjärtfrekvens (HR) och hjärtats arbetsförmåga, kroppens metabolism och exokrin samt i viss mån endokrin sekretion. Typiskt för ANS är att signaleringen sker över två seriekopplade neuron. Transmissionen mellan dessa sker i ganglier och neuronerna tilldelas därför benämningen pre- respektive postganglionära neuron beroende på lokalisation i förhållande till omkopplingsstationen. Ganglierna innehåller nervändar från preganglionärt neuron och nervcellskropp från postganglionärt neuron (Rang *et al.*, 2003).

Sympatiska preganglionära cellkroppar återfinns i den grå substansen i thoracolumbala ryggmärgen. Cellernas axon utgår härifrån och löper i de ventrala spinalnerverna. Dessa splittras sedan och axonerna fortsätter till ganglier som ligger i anhopningar längs ryggraden bilateralt, den s.k. sympatiska gränssträngen. Postganglionära neuron vidareför transduktionen och fuserar med spinalnerv och når till slut många målorgan runt om i kroppen. Den visceral delen av sympatiska nervsystemet, som påverkar levern, magtarm-kanalen, urinblåsan samt genitalia, har sina ganglier i bukhålan i oparade prevertebrala ganglier. Binjuremärgen betraktas som en modifierad sympatisk ganglie där preganglionära neuron styr sekretionen av endokrina katekolaminer såsom adrenalin (Rang *et al.*, 2003).

Parasympatiska preganglionära neuron utgår till skillnad mot sympatikus från nack-/hals- och korsryggsregionen. Kranialnerv III, VII, IX och X består samtliga av parasympatiska fibrer och svarar då för innervering av ögat, spottkörtlar, nasopharynx och viscera. I korsryggen utgår istället de fibrer som innerverar urinblåsa, rektum och genitalia (Rang *et al.*, 2003).

Gangliernas placering i förhållande till målorganet varierar följaktligen om de tillhör sympatikus eller parasympatikus (Rang *et al.*, 2003). Sympatiska ganglier ligger långt ifrån målorganet medan parasympatiska ganglier oftast finns i målorganets vägg eller på annat sätt i närheten. Dessutom har parasympatikus inga samband mellan sina olika ganglier vilket sympatikus har. En stimulering av sympatikus ger en spridd effekt i hela kroppen (exempelvis vid flykt), medan en stimulering av parasympatikus ofta genererar ett mer specifikt svar i ett enskilt organ (exempelvis magtarm-kanalen vid utfodring) (Sjaastad *et al.*, 2002).

Effekten av sympatikus och parasympatikus är ofta antagonistisk och de två enheterna aktiveras därför vid olika tillfällen. Sympatikus ökar vid stress eller då kroppen behöver optimera fysisk prestation. Sympatikustonus minskar vid bremsning av en häst varvid hudtemperaturen ökar (Jonasson, 2008) Parasympatikus dominerar istället vid vila och stimulerar t.ex. matspjälkning. Fysiologiskt utgör det autonoma nervsystemets nettoeffekt en balans mellan de båda (Sjaastad *et al.*, 2002).

Nervös överföring (transmission) är beroende av både transmittor, som ligand, och receptor, som mottagare. I ANS är acetylcholin, noradrenalin (NA) och adrenalin (A) transmittorer. Acetylcholin binder till cholinerga och NA samt adrenalin binder till adrenerga receptorer. Till de mest betydelsefulla cholinerga receptorerna i parasympatikus hör Muskarin-receptorer (typ 2 och 3) och Nikotin-receptorer (ganglionär och neuromuskulär typ). Adrenerga receptorer delas in i α

och β och vidare i subtyp 1-2 respektive 1-3 (Rang *et al.*, 2003). På vilken nivå receptorerna sitter exemplifieras nedan i Tabell 1.

Tabell 1. Autonoma somatiska nervsystemens receptorer, deras distribution och effekt vid stimulering (Fritt sammanställt efter Rang *et al.*, 2003)

Receptortyp	Plats	Effekt
N ₁ (nikotinreceptor typ 1)	Ganglier	Komplex perifer respons
N ₂ (nikotinreceptor typ 2)	Skelettmuskulatur	Kontraktion
α_1 (α_1 -adrenoceptor)	Kärl	Kontraktion
α_2 (α_2 -adrenoceptor)	CNS	Sedering
β_1 (β_1 - adrenoceptor)	Myocardium	Ökad hjärtfrekvens och slagkraft
β_2 (β_2 - adrenoceptor)	Skelettmuskulatur	Tremor
β_3 (β_3 - adrenoceptor)	Lever	Termogenes
M ₂ (muskarinreceptor typ 2)	Sinus knutan	Reducerad hjärtfrekvens och slagkraft
M ₃ (muskarinreceptor typ 3)	Pupill	Konstriktion

De olika nivåerna av nervsystemet är ofta angreppspunkt för många läkemedel och andra substanser. Individens påverkas på olika sätt och i olika utsträckning av givna substanser (Rang *et al.*, 2003).

Magnetism

Magnetism har varit ett känt fenomen sedan mycket länge. Grekerna upptäckte en viss sorts malm i distriktet Magnesia som då fick namnge storheten. Malmen kunde utöva oförklarliga krafter på föremål och förväxlades ofta empiriskt med elektriska krafter. För omkring 400 år sedan visade dock William Gilbert att många typer av föremål fick elektrisk kraft om de gnidits och att denna kraft karaktäriserades av att det enkelt gick att avskärma den attraherande egenskapen jämfört mot magnetismen, som varken var avskärningsbar eller krävde att föremålet gnidits. Magneterna påverkade dock bara vissa material t.ex. järn (Engström, 2000).

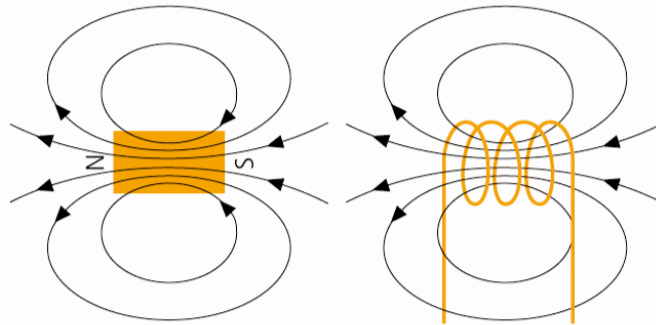
Det kraftfält som finns kring magneter uppkommer på grund av att laddningar är satta i rörelser. I en permanentmagnet är det elektronernas rörelse kring atomkärnan samt deras egen rotation som utgör laddningsrörelserna och därmed uppkomsten av magnetfältet. En elektromagnets egenskaper uppkommer då en ström förs genom ledaren i en spole och bildar det magnetiska kraftfältet (Nationalencyklopedin, 2009).

Det magnetiska kraftfältet kring en magnet kan illustreras med linjer som ordnar sig i ett specifikt mönster. Summan av antalet kraftlinjer på en viss yta definieras som det magnetiska flödet, Φ , med enheten 1 Weber (Wb) eller 1 Voltsekund. Koncentrationen av flödeslinjer är den magnetiska flödestätheten, B , med enheten 1 Weber/m² eller 1 Tesla (T). Den äldre enheten på B är 1 Gauss. Omvandlingsfaktorn för de båda enheterna är $1 \text{ T} = 10^4 \text{ Gauss}$

(Nationalencyklopedin, 2009). Jordens magnetfältstyrka uppgår till cirka 1 Gauss (Polter, 1999). Fältstyrkan avtar med kvadraten på avståndet till magneten.

Till skillnad från elektriska kraftlinjer som har en ände är de magnetiska kraftlinjerna alltid slutna. I Figur 1 ses kraftlinjernas utbredning.

Figur 1. De svarta linjerna symboliserar det magnetfält som permanentmagneten (den vänstra) och spolen (den högra) ger upphov till.



Riktningen på magneten benämns med nord- och sydpol. En magnetisk kropp har båda polerna och det går inte att separera dessa åt vilket benämns som att magneten är en dipol (Nationalencyklopedin, 2009).

Om en ström går genom en ledare som befinner sig i ett magnetiskt fält kommer ledaren att påverkas av en kraft. Detta beskrivs av den magnetiska kraftlagen. Likaså uppstår ett magnetiskt fält kring en ledare när ström löper genom den, Biot-Savarts lag. Det uppstår även en elektrisk ström om ett magnetfält över en tråd ändrar riktning över tiden, den s.k. induktionslagen. Dessa tre lagar visar på det nära sambandet mellan elektrisk ström och magnetism (Nationalencyklopedin, 2009).

På 1700-talet började många läkare använda magneter på sina patienter och hoppades på medicinska effekter. Med tiden utvecklades läkekonsten och färre använde sig av magnetism i sina behandlingar. Idag är magnetism i synnerhet inom alternativmedicinen åter populärt (Singh & Ernst, 2008).

D. Ramey (1999) menar att de som förespråkar användning av statiska magneter i terapeutiskt syfte hävdar att behandlingen ger upphov till ökat blodflöde och vasodilatation. Den bakomliggande teorin är att det uppkommer en kraft då en jonström (i detta fall joner i blodet) passerar genom ett magnetiskt fält. Är magnetfältet placerat vinkelrätt mot den elektriska strömmen kommer fältet att ge upphov till att laddningar i strömmen att separerar från varandra. Detta genererar värme genom den uppkomna elektromotoriska kraften, vilken kan mätas som en spänningsgradient mellan laddningarna. Enligt Ramey (1999) är det emellertid inte troligt att detta i verkligheten skulle vara kliniskt relevant eftersom magnetstyrkan är liten och jonströmmens hastighet mycket låg (jämfört med hastigheten på elektrisk ström). Dessutom behöver magnetismens effekter övervinna de krafter som redan föreligger i blodkärlet (blodtrycket och den rörelse som partiklar normalt har i en suspension p.g.a. termisk energi). En eventuell

effekt av magnetismen skulle även endast ge en mycket liten värmeproduktion. Styrkan på de magnetprodukter som erbjuds för terapeutisk användning varierar från 250 Gauss (Ramey, 1999) till 1000 Gauss (www.magnethealth.se, 2009). Magnetism påstås öka blodcirkulationen, minska stelhet och träningsvärk efter muskelarbete, påverkar immunsystemets lymfocyter samt cellernas ämnesomsättning (www.magnetichealth.se, 2009).

Studier av terapeutisk användning av magneter

Turner *et al.* gjorde en studie på sju hästar 1991 där man med hjälp av termografi undersökte om s.k. biomagneter hade värmehöjande effekt, något som producenterna påstått. Biomagneten utgjordes av en följsam platta med permanentmagneter, tillverkade av bariumstrontiumferrit. Tillverkaren menade att magneterna skulle ge upphov till turbulent blodflöde och därmed uppvärmning och dilatation av blodkärlen. Effekten skulle vara hälsobefrämjande och leda till en kortare återhämningsfas för hästar med distala extremitetsskador t.ex. tendinit. Hästarna ställdes i ett utrymme för att akklimatisera sig innan termogram som referensvärde togs. Biomagneterna applicerades dikt an på det rena och rakade frambenet (slumpvis utvalt). Det andra benet användes som kontroll och en gummibit applicerades med motsvarande storlek och tjocklek som biomagneten. Efter ett dygn togs termografi vid 0, 5, 15, 30, 45 och 60 minuter efter det att förbanden togs bort. Resultaten kunde inte påvisa någon statistisk signifikans mellan magneter och placebo (Turner *et al.*, 1991).

Kobluk *et al.* genomförde en undersökning 1994 på åtta kliniskt friska fullblodshästar. Man ville med hjälp av scintigrafi utröna om magnetism kan ha någon effekt distalt på hästben. En statiskt magnetisk platta bandagerades på slumpmässigt utvalt skenben (fram). Styrkan var på 600 Gauss och tillsågs vara stadigt applicerad. Placebobenet bandagerades likaså men utan magnetplatta. Efter 24 timmar byttes bandaget och ersattes med nytt så att behandlingen kunde fortsätta på samma sätt i ytterligare 24 timmar. Försöket upprepades på det andra benet efter minst 7 dagars vila. Scintigrafering utfördes omedelbart, 20 minuter och 3 timmar efter att förbandet tagits av. Alla tre projektionerna gav upphov till signifikanta resultat för den magnetiskt behandlade extremiteten. Författaren menade att detta var en följd av ökat blodflöde varför det skulle kunna vara fördelaktigt att använda sig av magneter vid behandling av skador belägna distalt (Kobluk *et al.*, 1994).

Steyn *et al.* å andra sidan ställer sig (2000) kritisk till ovan nämnda artikel och menar att ett sådant asymmetriskt upptag för scintigrafi inte är ovanligt att se och att det inte alls behöver indikera någon påvisad effekt. Denna grupp genomförde därför en dubbelblindad studie på sex hästar med syftet att bestämma statiska magneters effekt på metacarpalbenet genom att mäta blodflödet. Även detta experiment skulle använda scintigrafi. Magneterna (270 Gauss) respektive placebo applicerades på var sitt framben med ett förband och fick sitta på under 48 timmar. Ingen signifikans erhöles genom att jämföra relativ perfusion före och efter applikation av bandage med respektive utan magnetism. Författarna anser att magnetstyrkan anmärkningsvärt snabbt avtar med avståndet från magneterna att dessa därför rimligen knappast kan ge upphov till någon kliniskt upptäckbar effekt.

MATERIAL OCH METODER

Arbetet är en del i en större studie som undersökte om magnettäcken påverkar hästar. Syftet med denna del av arbetet var att se om ryggmuskelblodflödet, mätt med termografi och termistorer, påverkas olika vid applikation av ett täcke med magneter jämfört med ett täcke med avmagnetiserade magneter. Övriga delar av studien undersökte magnettäckets effekt på ryggblodflöde (PPG), muskelspänning (algometri) och beteende. Försöket krävde etiskt prövningstillstånd vilket också beviljades av Etiska Nämnden i Uppsala. Studien finansierades av Linnea & Axel Ericssons Stipendiefond, SLU.

Hästgruppen

Underlaget utgjordes av åtta varmblodiga travhästar från avdelningen för reproduktion, Kliniska Vetenskaper, SLU. En av hästarna uteslöts på grund av tekniska problem. Undersökningen utfördes som en blindad cross-overstudie där individuella hästar utgjorde sina egna kontroller. Den person som bedömde termogrammen var blindad för vilket täcke som var placebo eller vilket som innehöll aktiva magneter. Behandlingsordningen aktivt täcke respektive placebotäcke lottades för varje häst. I Figur 2 ses en av hästarna med täcke på.

En klinisk undersökning föregick experimentet se bilaga nr. 1. Därefter ryktades hästarna noggrant. Under 7:e - 8:e magneten på vänster sida rakades ett område av 13x6 cm med plats för PPG:n, minst 24 timmar innan experimentet utfördes. Vid samma tidpunkt rakades, under magnet nummer 9 på hästens vänstra sida, även två små rutor (2-3 cm breda) med 5 cm avstånd mellan centra, där termistorer skulle placeras. Resultaten från termistorn baserades på hudtemperaturen på detta ställe.



Figur 2. Denna häst ingick i studien och har täcket på sig.

Utförandet

En häst i taget fördes till stallgången där studien skulle utföras. Dag 1 var hästen antingen lottad till försöksgrupp A (placebotäcke) eller B (aktivt täcke), vilket bestämde om den skulle få ett täcke med magneter eller placebotäcket (endast Anna Edner visste vilken grupp hästen tillhör och vad den gruppen innebar för typ av täcke). Täcket dubbelkollades vid varje applicering så att förväntad magnetstyrka bekräftades (testet utfördes av Anna Edner).

Hästen bands i gången. Minst 30 minuter innan täcket lades på applicerades PPG:n på det rakade fältet och termistorn sattes på med klibbinda. Baselinevärden registrerades under 30 minuter före täcket lades på. Hästen hade därefter på sig täcket under 60 minuter och fick sedan stå naken ytterligare 30 minuter för registreringar. Täcket placerades kontrollerades vid två tillfällen: Efter applicering och då täcket togs av. Placeringen av täcket fick inte förändras under experimentet.

Efter ett dygn gjordes experimentet om i samma ordning som dagen innan för att försöket skulle utföras på samma klockslag för respektive häst. Detta kunde inte genomföras för Silence. Istället utfördes detta försök med ungefär en månads mellanrum.

Försöken tog mellan två och en halv till tre och en halv timmar att genomföra från det att hästen bands upp i gången tills den var tillbaka i sin box. Under datumen 19:e, 20:e och 25:e maj samt 26:e juni utfördes studien från cirka klockan nio till 18.

Registreringar

Termografi utfördes 30 (BL-30) och 1 minut innan (BL-1) täcket applicerades. Inga projektioner togs under tiden täcket låg på. Både 1 minut (Post+1) och 30 minuter (Post+30) efter det att täcket tagits av togs ytterligare nya termogram.

Temperaturen registrerades även för värdena erhållna av termistorn. Tidpunkterna för denna registrering var 30, 15 och 1 minut innan täcket lades på (BL-30, BL-15 och BL-1), 15, 30, 45 och 60 minuter när täcket låg på (Beh15, Beh30, Beh45 och Beh60) samt 15 och 30 minuter efter att täcket tagits av (Post+15 och Post+30).

Inne- och utetemperaturen mättes vid försökens början och slut.

Utrustning

Magnettäckena som användes var tillverkade av Magnet Health Sweden AB, Halmstad. Täcket var gjort av nylontextil med bomullskanter. Det var insytt 120 magneter med styrkan 900 Gauss/magnet och de sträckte sig i rader bilateralt från bogen vidare längs båda sidor av ryggraden och bak över kruppa och lår. Placebotäcket var gjort på samma sätt men innehöll istället avmagnetiserade magneter d.v.s. styrka 0 Gauss/magnet. Appliceringen av täcket utfördes så att täckets mittlinje låg rakt över tornutskotten. En person kontrollerade att täcket var ordentligt tillbakadraget men utan att vara åtdraget och spänt i halsen.

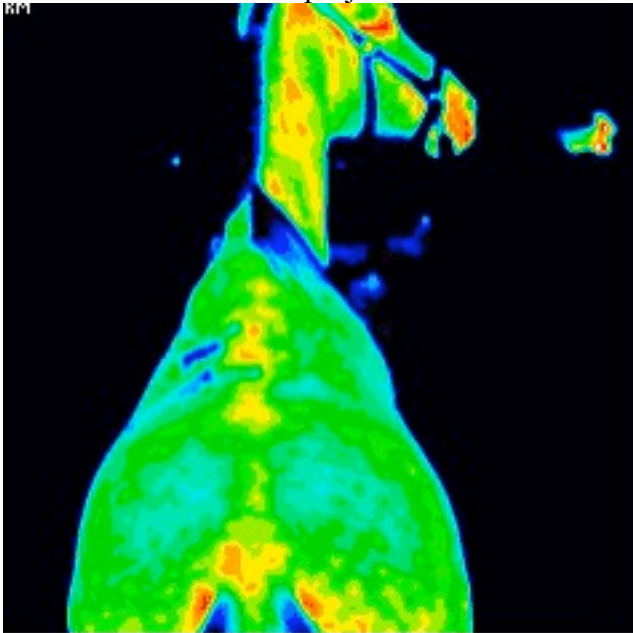
Termogrammen togs med en Meditherm Vet 2000TM-kamera placerad på ett stativ så att vinkeln mot horisontalplanet var 60°, se Figur 4.



Figur 4. Meditherm Vet2000TM ses monterad på ett stativ.

Mjukvaruprogram: WinTES2. Noggrannheten är 0,01 C° och temperaturen illustrerades med pixlar med olika färger. Svart till blått var kallast och rött till vitt var varmast. Bilderna sparades i tif-format. Maxtemperaturen över ryggen noterades.

I Figur 5 visas hur ett termogram varierar i färg beroende på temperatur samt hur en thoracolumbosacral-projektion med en vinkel av 60° ser ut.



Figur 5. Ovanstående termogram visar färgmönstret beroende på temperatur hos hästen. Projektionen är tagen med 60° vinkel.

Termistor: En tvåkanalers DM 852 användes i försöket. Den mätte temperatur från -1 till +50 C° med en noggrannhet på $\pm 0,1$ C°. Den tillhandahålls av Ellab A/S, Trollesmindealle 25, DK-3400 Hilleroed, Danmark. I Figur 6 visas produkten.



Figur 6. Denna termistor är en DM 852 och mäter temperaturer från -1 C° till +50 C° med $\pm 0,1$ C° noggrannhet.

Lokaler

Försöken utfördes i hästarnas hemmiljö på Avdelningen för reproduktion, Kliniska vetenskaper, SLU i Uppsala. Det tillsågs att försöket skedde i dragfri stallgång och att solljus inte kom in i lokalen. Dörrarna ut till korridoren utanför stängdes för att aktivitet där inte skulle störa experimentet. Innetemperaturen i stallgången var samma som i boxarna. Hästarna fanns i boxen och var ryktade minst en timma innan instrumenteringen. De hade tillgång till hö och vatten fram till uppställning och under försöket fanns inget foder eller vatten för dem att tillgå. Vid utförandet fanns sällskap av hästkompis i stallet.

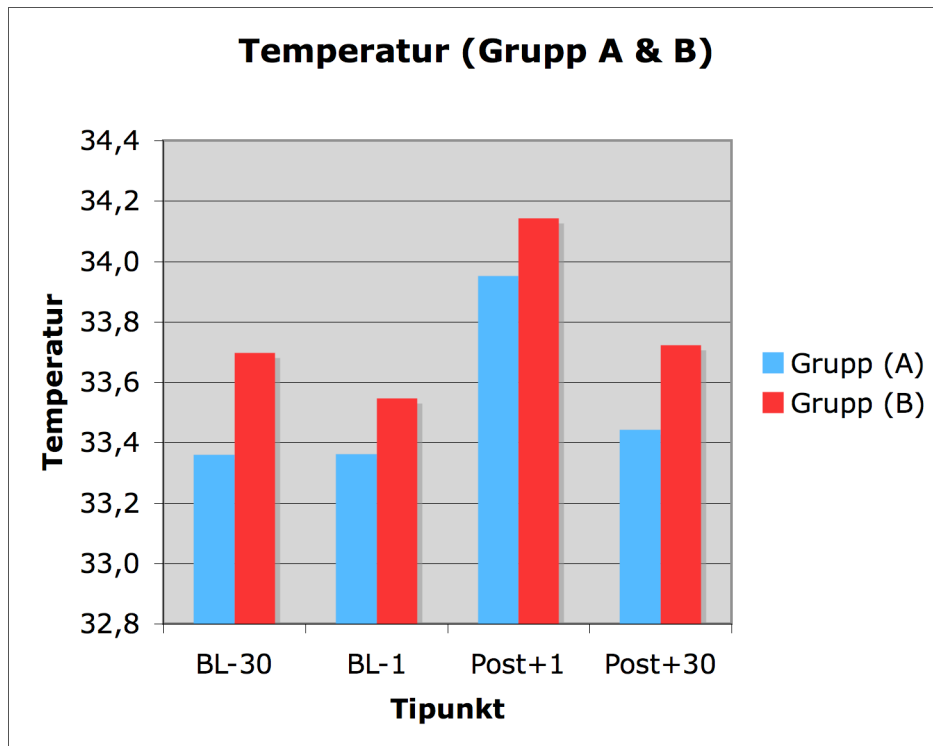
Statistiska metoder

Statistik är utförd med hjälp av parat t-test för temperaturdifferenserna i medelvärde mellan Grupp (A) och Grupp (B) för respektive intervall och undersökningsmetod.

RESULTAT

Genomsnittlig hudtemperatur mätt med termografi

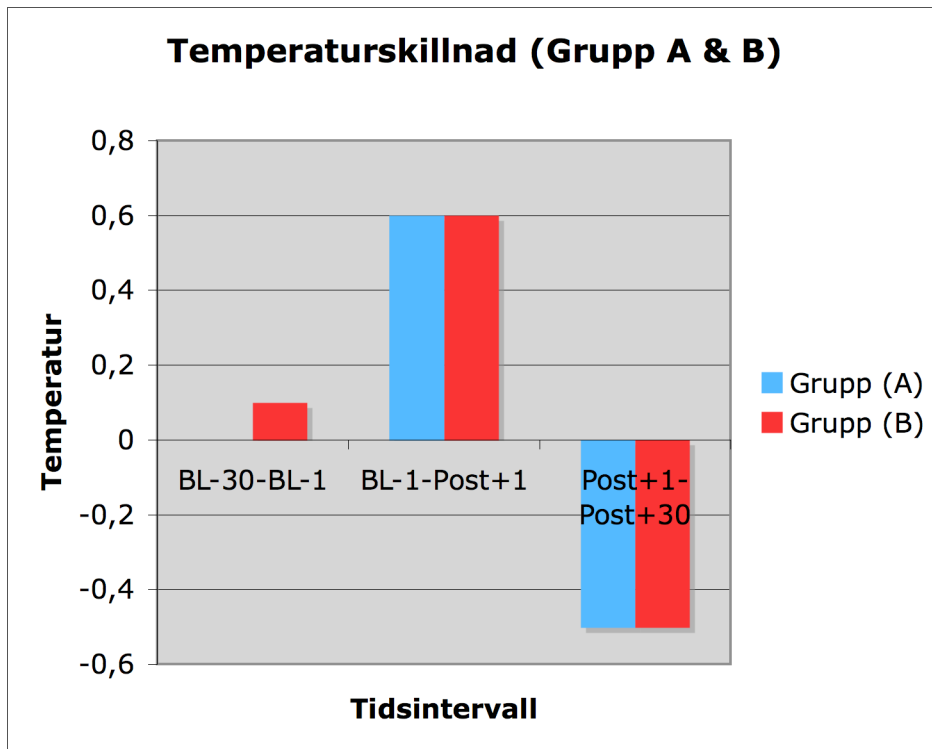
Hästarna i Grupp (A) och Grupp (B) har en genomsnittlig temperaturutveckling illustrerat i följande stapeldiagram, Figur 7. Silence (A) är exkluderad.



Figur 7. Diagrammet visar medelvärdet av de högsta uppmätta temperaturerna hos hästarna i Grupp (A). Medeltemperaturen i figuren exkluderar dock Silences (A) värden.

Vid jämförelse mellan de båda gruppernas medelvärden kan det inte påvisas vara någon signifikant högre temperatur för Grupp (B) än Grupp (A) (parat t-test).

Temperaturförändringen i medelvärde för Grupp (A) och Grupp (B) kan ses i nästa diagram, Figur 8. Detta diagram betonar de skillnader i temperaturer som uppstår mellan registreringarna.



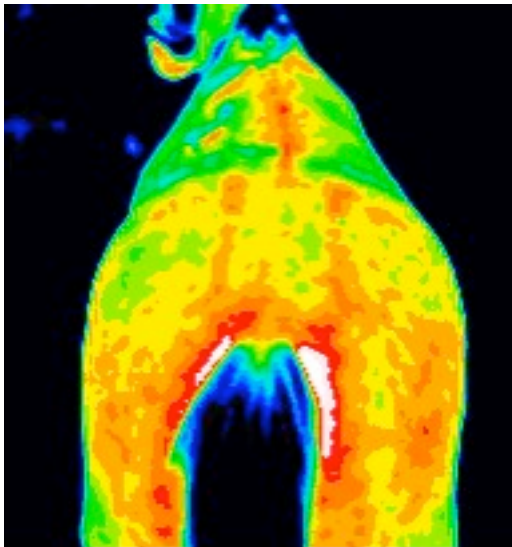
Figur 8. Figuren visar den temperaturförändring som hästarna i Grupp (A) och (B) genomgår under studien.

Slutsats av temperaturskillnaderna: Mellan BL-30 och BL-1 är differensen liten för båda grupperna, vilket är som förväntat eftersom hästarna inte utsätts för någon behandling. Mellan BL-1 och Post+1 ses en värmeökning hos hästarna oavsett grupp som en följd av täckets applikation. Mellan Post+1 och Post+30 är skillnaderna för Grupp (A) och (B) lika stora som föregående intervall men de är negativa. Den extra värme som hästarna erhållit under timman med täcket har alltså reducerats till BL-värden under 30 minuter. Ingen påvisbar skillnad föreligger mellan grupperna med konfidensintervallet 95 % (parat t-test).

Då termogrammen för samtliga hästar lästes och bedömdes noterades även att vissa hästar uppvisade ett termografiskt mönster med ökad värme just där magneterna (aktiva eller inaktiva) suttit. Tabell 2 upprättades för att kunna följa resultaten och se om det fanns en korrelation av mönstret och försöksgrupp (A) eller (B). I Figur 9 ses ett exempel på hur detta mönster kunde se ut.

Tabell 2. Följande hästar bedömdes ha ett termografiskt mönster som avspeglade magneternas lokalisation. Även graden av värmeökning vid magneterna bedömdes

Häst	Tidpunkt Post+1	Post+30
Express (A)	Kraftig	Ingen
Express (B)	Lindrig	Ingen
Santa Girl (A)	Lindrig	Ingen
Santa Girl (B)	Måttlig	Ingen
Mick (A)	Måttlig	Ingen

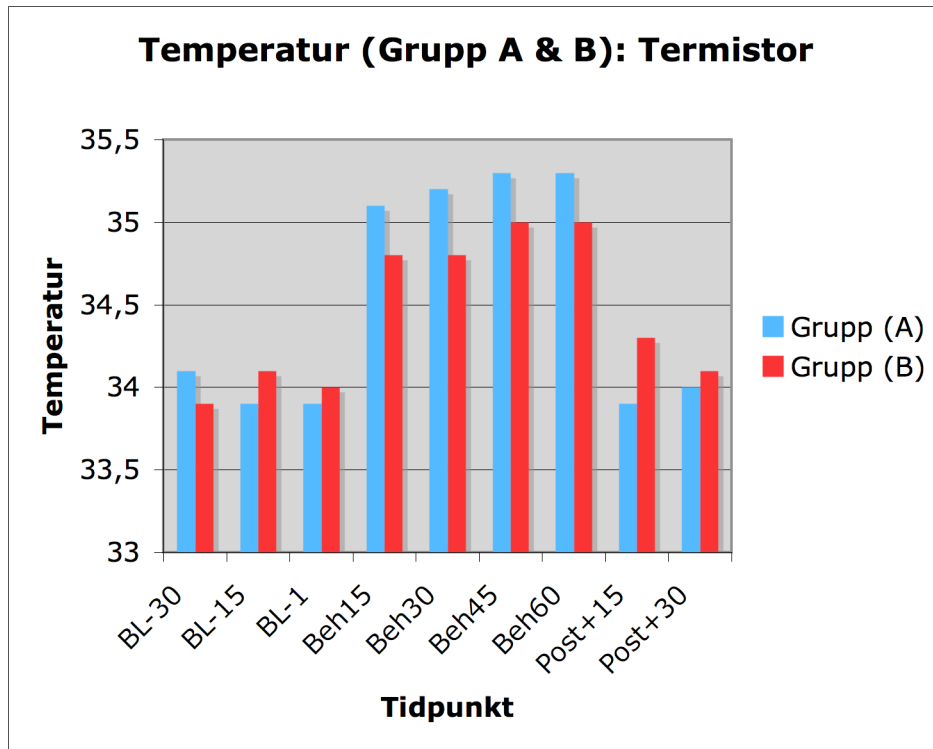


Figur 9. Två strängar av ökad värme bilateralt om rygglinjen sågs på kruppan.

Ett termografiskt mönster efter magneter kunde ses efter applikation av såväl aktiva som inaktiva magneter. Någon statistik är dock ej utförd.

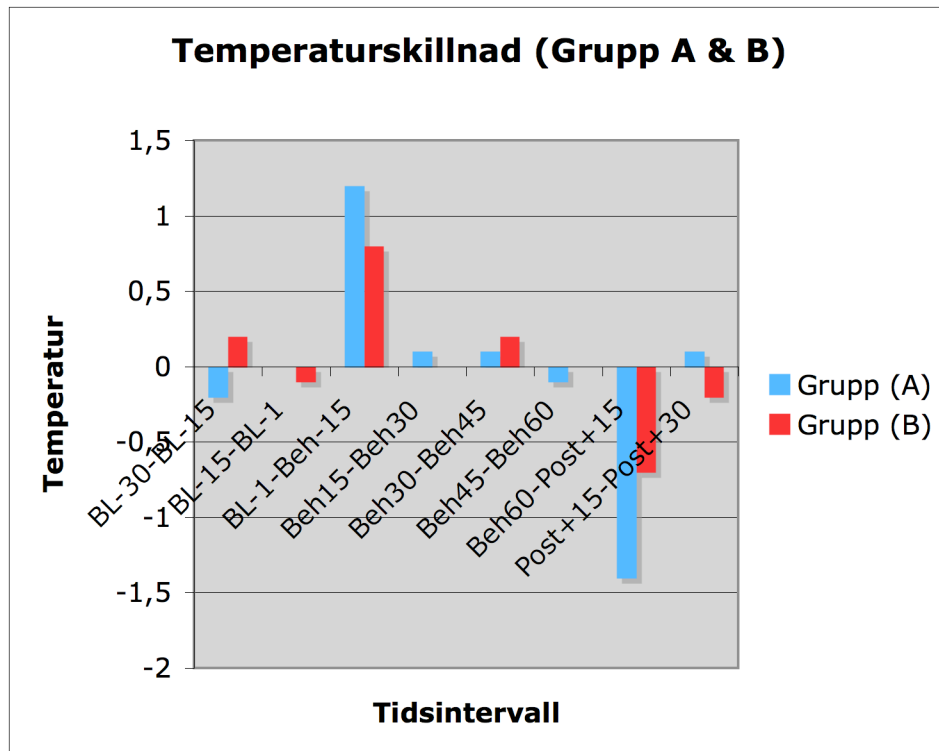
Termistorregistrering

Resultaten från termistor DM 852 finns redovisade i tabellform i Bilaga nr. 2. I Figur 10 är alla resultat från hästarna i Grupp (A) och (B) illustrerade i ett stapeldiagram. Statistiken exkluderar Silence (A) eftersom dessa värden betraktas som "outlier".



Figur 10. Staplarna visar genomsnittliga hudtemperaturen för samtliga hästar i Grupp (A) och (B) under försöket dock exkluderande Silences (A) värden.

Temperaturdifferensen i genomsnitt för Grupp (A) och (B) mellan mätningarna redovisas i Figur 11.



Figur 11. Diagrammet visar temperaturförändringen hos alla hästar (utom Silence (A)) i båda grupperna mellan mätningarna. Intervallen BL-1-Beh15 och Beh60-Post+15 utmärker.

Slutsats: Störst förändringar i hudtemperatur ses från BL-1 till Beh15, sedan är temperaturen relativt konstant tills täcket tas av då temperaturen snabbt sjunker de första 15 minuterna. Mindre förändring ses mellan Post+15 och Post+30.

Bedömning av termogram

Coopelia (A)

BL-30: Det föreligger hög grad av symmetri mellan höger och vänster sida. Maxtemperaturen är 33,44 C° grader och är lokaliserad till området för manken. Två kallare (cold spot) rektangulära områden ses på hästens vänstra sida överensstämmande med lokalisationen för proberna.

BL-1: Fortsatt höggradig symmetri. Maxtemperaturen är 34,10 C° och kvarstår i samma område som i BL-30. Ett av de kallare områdena finns kvar på vänster sida, det andra är borta.

Post+1: Maxtemperaturen återfinns vid manken i medialplanet och uppgår till 34,22 C°. Dock ses en lindrig asymmetri med ökad värme på tuber coxae sin. (33,06 C° sin jfr 32,45 C° dx.).

Post+30: Åter hög grad av symmetri råder. Maxtemperaturen är 33,95 C° och kvarstår i samma område som Post+1.

Coopelia (B):

BL-30: Två cold spots i likhet med förra undersökningen (alltså platsen för proberna) ses på kroppens vänstra sida. Maxtemperatur: 33,99 C°. Högst temperatur råder i medianplanet.

BL-1: Cold spots persisterar men är dock inte lika uttalade. I övrigt är projektionen synnerligen symmetrisk. 33,66 C° är högsta uppmätta temperatur.

Post+1: Hästen är generellt varmare. Det är som varmest vid manken, 34,78 C°. De två kallare områdena består men ytan är nu varmare.

Post+30: De två kalla områdena kvarstår. Vänster tuber coxae är lindrigt varmare än höger sidas. Den högsta temperaturen är 33,67 C°.

Samlad bedömning av de två försöken: Ingen signifikant värmskillnad kan påvisas vid bedömning mellan termogrammen i grupperna.

Express (A)

BL-30: Express har en jämn och symmetrisk värmefördelning över kroppen. Det föreligger två kallare områden på vänster sida. Den främre är cirkulär och den andra är timglasformad och är som längst utbredd i transversalplanet. Den maximala temperaturen uppmäts till 33,42 C° i medialplanet vid sadelområdet.

BL-1: Hästen är generellt lindrigt varmare än föregående termogram, 33,91 C°. Varmast är det längs ryggraden. De två kallare områdena har nu krympt, men kan skönjas som tre mindre cirkulära områden.

Post+1: Hästens rygg är betydligt varmare i denna projektion. Längs medianplanet över thorax men även på vardera sidan om korset sträcker sig två varma strängar (överensstämmande med platsen för placebomagneterna). Maximalt uppmätt temperatur är 34,14 C°.

Post+30: Ryggen har svalnat av och är som varmast i 33,98 C°. De varmare strängarna som syntes på föregående termogram är inte längre upptäckbara. Hästen är dock diffust varm på baksidan och lateralt på låret (i synnerhet på höger sida).

Express (B)

BL-30: Express är jämnt varm över hela ryggen. Den högsta temperaturen mäter 32,31 C°. Inga tecken på varmare eller kallare fläckar.

BL-1: Hästen är fortfarande jämnt varm över kroppen. På vänster sida noteras ett kallare mindre område under proberna. Den högsta temperaturen är 32,42 C°.

Post+1: Tre i det närmaste kalla konfluerande områden ses cranialt på ryggen. Två varma avgränsade fläckar ses på vardera sidan av korset (överensstämmande med platsen under de aktiva magneterna). Maxtemperaturen är 33,62 C° och är i området för sadeln.

Post+30: Termogrammet visar jämn värmefördelning och ger samma intryck som vid BL-30. Maxtemperatur: 33,12 C°.

Samlad bedömning av de två försöken: Enligt bedömning föreligger det en i allra högsta grad markant skillnad av termogram mellan Post+1 (A) och Post+1 (B) där A är varmast. Post+30 (A) är likaså den varmare än Post+30 (B).

Santa Girl (A)

BL-30: Termogrammet visar en symmetrisk värmefördelning. På vänster sida i området för proborna finns två kallare tämligen rektangulära områden. Bilateralt på gluteus är temperaturen också lägre men jämnt fördelad. Medialt i området för sadeln är temperaturen som högst, 33,27 C°.

BL-1: Termogrammet är mycket likt föregående projektion. 33,28 C° är uppmätt maxtemperatur.

Post+1: Hästens hudtemperatur är 34,03 C° och hon är som varmast längs rygglinjen. Det radierar tre linjer transversalt från ryggåsen. De två bakre utgår i området för korset och det främre utgår från sadelområdet och omkring två decimeter ner på hästens vänstra sida. Dessa varma områden bedöms inte överrensstämma med platsen för några magneter (placebo).

Post+30: Hudtemperaturen har normaliserat sig och är symmetrisk. En ”cold spot” ses på vänster sida på bröstväggen. Högsta uppmätta temperatur är 32,97 C°.

Santa Girl (B)

BL-30: Termogrammet visar en ojämn men symmetriskt fördelad hudtemperatur. Varmast är hästen längs rygglinjen och uppmäter 33,54 C°.

BL-1: Även i denna projektion är temperaturen ojämn men tämligen symmetrisk. Varmast är det även nu längs rygglinjen, 33,41 C°.

Post+1: Korset är 34,16 C° och utgör den varmaste punkten på huden. Hästen är som varmast längs ryggkotorna och längs två linjer som radierar transversalt från korset bilateralt alltså i området för magneterna placering.

Post+30: Termogrammet visar att hudtemperaturen fallit, men fortfarande är generellt högre än vid experimentets början. Högsta temperaturen är 33,40 C°.

Samlad bedömning av de två försöken: Post+1 (B) ger en generellt sett högre hudtemperatur än i Post+1(A) men i synnerhet gäller detta för Post+30 (B) jämfört Post+30 (A).

Tanga (A)

BL-30: Tangas termogram visar maxtemperaturen på 33,01 C° i området för sadeln. Hon är symmetriskt tempererad, men har en kall relativt cirkulär fläck på vänster sida nära mittlinjen vid manken.

BL-1: Detta termogram är generellt något kallare än föregående. Maxtemperaturen är medelt i sadelområdet och mäter 32,68 C°. Den kalla fläcken kvarstår.

Post+1: Med en högsta temperatur av 33,34 C° och är även nu i sadelområdet. Termogrammet är nu något varmare än de föregående. Värmeökningen är inte tydligt kopplat till magneternas lokalisation.

Post+30: Hudens temperatur i denna projektion är överensstämmande med BL-30 (A) och BL-1 (A). 32,83 C° (i sadelområdet) är den högsta temperaturen uppmätt i denna projektion.

Tanga (B)

BL-30: Termogrammet visar höggradig symmetri med en relativt jämn värmefördelning över ryggen. 32,82 C° är högsta uppmätt temperatur.

BL-1: Detta termograms utseende liknar föregående, men huden är dock generellt något varmare. Maxtemperatur mäter 32,68 C°.

Post+1: Temperaturen har ökat sedan de två tidigare projektionerna. Den högsta temperaturen, 33,67 C° återfinns i medellinjen strax cranialt om platsen för sadeln alltså i täcktes främre kant. Inga termografiska tecken finns vid magneternas lokalisation. Lindrig höger- vänstersidig asymmetri föreligger över gluteus.

Post+30: Termogrammet liknar i hög grad BL-30 (B) och BL-1 (B). Maxtemperaturen: 32,95 C°.

Samlad bedömning av de två försöken: Ingen signifikant värmskillnad kan påvisas vid bedömning mellan termogrammen i grupperna.

Silence (A)

BL-30: Termogrammet visar en mycket varm, symmetrisk hudtemperatur och projektionen utmärker sig kraftigt i förhållande till alla andra, vilket kan bero på att Silence är magrare än de andra. Med avseende på temperaturen i termogrammet är detta en "outlier". 35,46 C° är det varmaste området (längs ryggraden).

BL-1: Termogrammet liknar föregående. Varmast är det 35,21 C° i hals-bröstryggsregionen.

Post+1: Hudtemperaturen förändras inte anmärkningsvärt. 35,37 C° är det som varmast. Detta område sträcker sig från korset till bröstryggen längs rygglinjen.

Post+30: Huden är fortfarande varm. Temperaturen är relativt ojämn och asymmetriskt fördelad med maximalt värde av 35,62 C° längs rygglinjen.

Silence (B)

BL-30: Termogrammet visar höggradig symmetri mellan höger och vänster sida. Varmaste områden är längs ryggraden och två handstora områden kring tuber coxae. Två tätt transversalt utbredande, små avlånga varma fält finns mitt på ryggen över vänster sida. Maxtemperatur: 34,02 C°.

BL-1: Termogrammet är mycket likt föregående. Maxtemperatur är: 34,83 C°.

Post+1: Projektionen visar en varmare häst, med symmetrisk värmefördelning. Hudtemperaturen bedöms vara lindrigt varmare där magneterna legat. Högsta uppmätta temperatur är 35,18 C°.

Post+30: Termogrammet är generellt något varmare än BL-30 (B) och BL-1, men utbredningen av hudtemperaturen är liknandes dessa. Maxtemperaturen mäter 35,02 C° på tuber coxae sin.

Samlad bedömning av de två försöken: Det är svårt att bedöma täckets inverkan på de två försöken eftersom utgångsprojektionerna avsevärt skiljde sig åt. Silence (B) talar dock för en kvarvarande hudtemperatureffekt efter behandling av täcket på Post+30 (B). I statistiken utesluts Silence (A) då den betraktas som "outlier".

Mick (A)

BL-30: Termogrammet visar en jämn och symmetrisk värmefördelning på hästen. Det varmaste området ses till vänster om medellinjen i höjd med sadelområdet, 33,66 C° är denna temperatur.

BL-1: Termografin liknar föregående projektion, men utan varm fläck. Maxtemperaturen är 32,84 C° (sadelområdet).

Post+1: Hudtemperaturen är generellt högre än BL-30 (A) och BL-1 (A). Temperaturen tenderar att vara högre bilateralt omkring en decimeter från medianplanet, i området där magneterna var placerade. Högsta temperatur är uppmätt till 34,03 C°.

Post+30: Hudtemperaturen är lägre än i Post+1 (A) och det är svårt att skönja linjerna där magneterna suttit. 33,49 C° är maxtemperaturen.

Samlad bedömning: Behandling med detta täcke tyder inte på någon längre märkbar effekt på denna individ med avseende på temperatur men ökad temperatur för Post+1.

Mick (B)

Det andra försöket gick inte att påbörja på grund av tekniska problem.

Armbro kissed (A)

Försöket gick inte att påbörja på grund av tekniska problem.

Armbro kissed (B)

BL-30: Hudtemperaturen är varmast längs rygglinjen och över bröstväggen. Varmaste punkten är i området för sadeln och mäter 34,85 C°. Höggradig symmetri föreligger och inga tecken på fokala områden med ökad eller minskad värmestrålning.

BL-1: Termogrammet visar en lindrigt minskad värmeemission. Dock är temperaturen symmetrisk, med det varmaste området 34,38 C° längs ryggraden.

Post+1: Projektionen visar en generellt ökad värme, men högsta temperaturen är dock lägre än BL-1. Största värmeökningen har skett på vänster sidas glutealmuskulatur lateralt men bedöms inte stämma överens med lokaliseringen för magneterna (aktiva). Högsta uppmätta temperatur är 34,24 C°.

Post+30: Termogrammet visar en bild liknandes BL-30 och BL-1. Maxtemperaturen är 34,54 C°.

Samlad bedömning: Behandling med detta täcke tyder inte på någon längre märkbar effekt på denna individ med avseende på temperatur. Mellan BL-1 och Post+1 stiger hudtemperaturen.

DISKUSSION

Det finns två fundamentalt skilda magnetterapiformer: Pulserande elektromagnetiska fält och statisk magnetism (permanent- eller elektromagneter). I denna studie har undersökningen enbart innefattat statiska magneter med vardera 900 Gauss. Behandling med magnetism inom medicinen är kontroversiell och olika studier har kommit fram till divergerande resultat då vissa menar att terapin kan ha effekt (Kobluk *et al.*, 1994) medan andra menar att det inte går att påvisa någon signifikans (Steyn *et al.*, 2000; Nilsson 2008). Vidare menar vissa forskare att frånvaro av effekt skulle kunna bero på att magnetstyrkan mycket snabbt avtar med avståndet och därmed knappast kan uppnå terapeutiska styrkor även om målvävnaden skulle ligga tämligen nära (Steyn *et al.*, 2000). Det intima sambandet mellan magnetism och elektrisk ström (Nationalencyklopedin, 2009) utgör grunden för detta arbetes frågeställningar om magnetism kan påverka den biologiska organismens vävnader. Kan det statiska magnetfältet påverka processer, ämnesomsättning eller cirkulation hos häst? Fysiologin styrs på många sätt av elektrisk ström och spänning vilket exempelvis är fundamentalt för hjärtats kontraktioner och signaltransduktion i nervfibrer (Sjaastad *et al.*, 2002).

Maxtemperaturen användes som grund för statistikbehandlingen. Detta värde är troligen fullt acceptabelt för att undersöka den genomsnittliga temperaturkurvan av hästen. Detta bekräftas också i de grafer som illustrerats då dessa ter sig som förväntat under experimentet (de ökar när täcket är pålagt och minskar då täcket tas av).

Resultaten från termografin i denna studie visar att hästarna i genomsnitt har mycket liten temperaturvariation under intervallet BL-30-BL-1 d.v.s. då hästarna ej var utsatta för extern manipulation under halvtimmen som föregick applicering av täcket. Dock ses i Tabell 3 (Bilaga nr. 2) att individvariationen kan vara så hög som 0,8 C° (Mick (A)) under samma intervall. Temperaturvariationen bör avspejla att hudtemperaturen normalt sett varierar eftersom de viktigaste faktorerna som annars kan påverka hudtemperaturen hölls konstanta. Att medelvärde för temperaturdifferensen för båda grupperna i perioden i det närmaste är 0 C° indikerar att detta försök skulle kunna utgöra en modell för att undersöka om ett magnettäcke har en annorlunda effekt på häst jämfört med ett täcke utan magneter. Vid tidpunkten Post+1 konstaterades en väsentlig temperaturförhöjning i båda grupperna jämfört med temperaturen innan täcket lades på, vilket förklaras av en direkt verkan av täckets isolerande egenskap. Om en residueffekt är att vänta sig efter behandling med magneter borde den kutana temperaturens höga nivå vid Post+1 persistera under studiens avslutande mätningar. Det kan konstateras att en sådan effekt inte verkar föreligga 30 minuter efter täckets borttagande. Detta fastslår kalkylering av den skillnad som råder mellan intervallen BL-1-Post+1 jämfört mot Post+1-Post+30 då dessa staplar är lika stora fast den sistnämnda med omvänt tecken.

Termistordata ger en mer frekvent informationsregistrering (även under tiden täcket är applicerat) som exempelvis tydligare indikerar när en temperaturdifferens befasts och/eller då hudtemperaturen ligger på en konstant jämn nivå (termisk jämvikt). Redan vid tidpunkten för Beh15 hade termisk jämvikt uppstått i båda grupperna och så tidigt som Post+15 hade erhållen

”mervärme” gått förlorad. Detta innebär att man av termistorregistreringarna inte kan påvisa en kvarvarande effekt av täcket som håller i minst 15 minuter efter behandling av vare sig magnettäcket eller placebotäcket.

Enligt vissa termogram (Tabell 2) kunde konstateras ett värmemönster som reflekterade lokaliseringen av magneterna. Då samma mönstertyp återfanns oavsett vilken grupp hästarna tillhörde, framhålls trolig orsak till detta den lokalt ökade tyngd som magneterna ger täcket och därmed för detta närmare kroppen och ökar isoleringen oavsett magnetism eller ej. Då metallen rimligt antaget har en specifik värmekapacitet som överstiger textilens vore det intressant att utföra termografi innan termisk jämvikt uppstår mellan kropp och magneten d.v.s. innan magneterna har samma temperatur som hästens hud. Det borde då kunna förväntas uppstå ett köldmönster där magneterna suttit som en konsekvens av lokal värmetransport från kroppen till magneterna (förutsatt att täcket appliceras när detta är rumstempererat och magnetism inte har någon värmegenererande effekt).

Flera åtgärder vidtogs för att optimera studien. Samma häst studeras dagarna efter varandra (med undantag för Silence) och på samma tid på dygnet för att minimera förändringar som kan uppkomma över tiden såsom hull, hårrem, skador, träningsstatus, cyklisk aktivitet hos ston utomhustemperatur mm. Vidare användes välryktade hästar med ren och jämn päls. Hästarna fick akklimatisera sig under minst 60 minuter innan instrumenteringen ägde rum vilket är 50 % längre än vad Tunley och Henson (2004) rekommenderade efter sin studie. Vidare befann sig detta försöks hästar i ett dragfritt utrymme där solljus utestängdes. Omgivnings- och utetemperaturen gick dock inte att hålla konstant, men eftersom båda försöken för varje häst (utom Silence) utfördes inom loppet av ett dygn och på samma klockslag bedöms dessa lindriga temperatursvängningar ha liten betydelse i genomsnitt för hela studien.

Hästkompisar fanns i stallet under försöket vilket kan påverka individens sinnestämning och sympatikustonus och i förlängningen hudtemperaturen. Stallgången utanför hade inte spärrats av och den dagliga verksamheten fortskred som vanligt. Hur mycket detta påverkade termogrammen och vidare försöket, bedömdes som minimalt eftersom inga stora eller annorlunda aktiviteter än vad hästarna är vana vid ägde rum vid studien. Armbro kissed (B) och Silence (A) hade båda jämfört med övriga termogram avvikande mönster. Hudtemperaturen för Armbro kissed (B) avvek från övriga genom att inte öka i temperatur mellan BL-30 och Post+1. Det kan ha varit en följd av minskning i sympatikustonus från BL-30 till och med Post+1 eftersom temperaturen sjönk under hela denna period. Silence (A) hade en betydligt högre absolut temperatur jämfört med de andra i gruppen. Troligast är att detta berodde på två faktorer, för det första, utfördes experimentet inte dagarna efter varandra och för det andra gjordes studien under sommaren.

Det är tydligt att termografin är oerhört känslig för olika temperaturer i huden och att detta utgör både värmekamerans styrka och svaghet. Falska positiva resultat där normalvariationen eller externa orsaker såsom infallande ljus, drag, hårrem mm, utgör orsaken till felbedömning och falska negativa resultat där yttemperaturen trots patologi inte skiljer sig från det normalt varierande

termogrammet, är felkällor som skall beaktas vid användning av termografi (Broström *et al*, 2005). Vid termografering påverkas enligt Tingbö (2005) det termiska mönstret av vinkeln mellan kameralins och pälsen. Därför skulle vinkeln vid ett försök behöva hållas konstant. Det har i så stor utsträckning som möjligt gjorts i denna studie men det har inte kontrollerats med objektiv mätmetod.

Den kliniska undersökningen som föregick denna studie minimerar risken för att hästarna skulle vara i ett tillstånd som kunde interferera med sitt normala termografiska mönster. Diagnoser såsom t.ex. feber, dermatit, myosit, cirkulatorisk påverkan eller neurologisk störning skulle kunna störa termogrammen. En klinisk undersökning baserad på visuell och palpatorisk undersökning, auskultation av hjärta och lungor, kontroll av rektaltemperatur samt rörelseprov i skritt/trav på rakt spår lär vara tillfredsställande med avseende på att upptäcka på dessa tillstånd.

Anledningarna till att ingen skillnad i temperaturförändring kunde detekteras mellan grupperna kan förklaras av att termografin av någon anledning inte användes på sådant sätt att en effekt kunde upptäckas. Min bedömning är emellertid att termografi som uppskattning av den kutana cirkulationen utgör en bra mätmetod för ändamålet. En aspekt som skulle kunna tala mot termografi som metod för att detektera någon effekt av magnetism är om påverkan endast berör specifik vävnad exempelvis muskulatur. Det skulle kunna leda till att termogrammet visar ett falskt negativt resultat om värmeökningen endast sker lokalt i den vävnaden. Att statistisk signifikans inte gick att påvisa är trots allt inte troligast beroende på att fel metod användes. Det beror snarare på att statiska magneter med detta studieupplägg inte hade någon effekt på hudblodflödet och i förlängningen hudtemperaturen. Då magneternas styrka samt avståndet från dessa är avgörande för flödestätheten (Nationalencyklopedin, 2009) är det hypotetiskt viktigt att täcket ligger väl applicerat dikt an mot kroppen och att styrkan på magneterna är tillräckligt hög. Den nuvarande styrkan 900 Gauss/enhet är möjligen för svag eftersom Ramey (1999) menar att man inte funnit någon ökad hudcirkulation ens i magnetfält som uppgått till 1 T (10 000 Gauss). Icke-effekten kan vidare bero på att statiska magneter inte är rätt behandlingsmetod att använda sig av om man vill öka blodflödet. Ett pulserande magnetiskt fält där teorin istället grundar sig på induktionslagen och vidare effekten av alstrandet av elektrisk ström (Ramey, 1999) kanske har den effekt som man saluför detta täcke.

Det skall noteras att studien innehöll ett begränsat antal hästar vilket därmed automatiskt försvårar att påvisa statistisk signifikans om skillnaden mellan två behandlingsmetoder är liten.

Konklusion

Studien är utförd för att kunna bedöma huruvida magnettäcken har annan påverkan av en hästs hudtemperatur än täcken utan magneter. Det har inte kunnat påvisas föreligga någon signifikant skillnad på förändringarna i hudtemperaturen på häst om de behandlats med aktivt täcke eller placebo. Inga tendenser eller antydningar till detta kan heller påvisas. Om vidare utredning av statiska magneters effekt på hästens kutana cirkulation skall göras bör antalet hästar utökas för att säkrare kunna fastställa en eventuell effekt.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Andersson, B. E. & Jónasson, H. (1993) Temperature Regulation and Environmental Physiology I: Swenson, M. J & Reece, W. O. I: *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 11:e upplagan, 886-895. New York, USA.
- Barnes, R. B (1963) Thermography of the Human Body. *Science* Vol. 140, 870-877.
- Broström, H., Sandh, G. & Toth, T. (2005) Thermographic Imaging as Diagnostic Aid in Lamé Horses. ACCT Conference, Durham, NC.
- Dyce, K. M., Sack, W. O, Wensing, C. J. G. & Molenaar G. J. (2002) The Nervous System. I: *Veterinary Anatomy*. Tredje upplagan, 259-322. Philadelphia, USA: Saunders.
- Engström, L. A. (2000) Elektromagnetism från bärnsten till fältteori, 1-7. Lund: Studentlitteratur.
- Green, E. M. (1999) Thermography. I: Colahan, P. T. Mayhew, I. G. J. Merritt, A. M. & Moore, J. N. *Equine Medicine and Surgery*. 5:e upplagan, 1333-1340. St. Louis, Missouri, USA.
- Hall, H., Bramlage, L. R., Kantrowitz, B. M., Page, L., & Simpson, B. (1987) Correlation between contact thermography and ultrasonography in the evaluation of experimentally-induced superficial flexor tendinitis. *Proceedings of the thirty-third annual convention of the american association of equine practitioners*. New Orleans, Louisiana, November-December, 429-438.
- Jonasson, M. (2008) *Bremsningens effekter hos häst*. Examensarbete 2008 Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Kobluk, C. N., Johnston, G. R. & Lauper, L. (1994) A Scintigraphic Investigation of Magnetic Field Therapy on the Equine Third Metacarpus. *Veterinary Comparative Orthopaedics and Traumatology* Vol. 7, 9-13.
- Lawson, R. (1956) Implications of Surface Temperatures in the Diagnosis of Breast Cancer. *Canadian Medical Association Journal* Vol. 75, 309-310.
- Magnet Health AB (14 december 2009). Tillgänglig från: <<http://www.magnethelth.se>>
- Nationalencyklopedin (12 november 2009). Tillgänglig från: <<http://www.ne.se/magnetism>>. Senast uppdaterad: den 12 november 2009.
- Nilsson, S (2008) Pulserande elektromagnetiska fält och placebo gav samma effekt. *Läkartidningen* Vol. 105, Nr 32-33, 2167-2170.
- Palmer, S. E. (1981) Use of the Portable Infrared Thermometer as a Means of Measuring Limb Surface Temperature in the Horse. *American Journal of Veterinary Research* Vol. 42 Nr 1, 105-108.
- Polter, M. (1999) Understanding Magnetic Field Therapy. *Horse Sport*. July.
- Purohit, R. C. & McCoy, M. D. (1980) Thermography in the Diagnosis of Inflammatory Processes in the Horse. *American Journal of Veterinary Research* Vol. 41 Nr 8, 1167-1174.
- Purohit, R. C., McCoy, M. D. & Bergfeld, W. A. (1980) Thermographic Diagnosis of Horner's Syndrome in the Horse. *American Journal of Veterinary Research* Vol. 41, Nr 8, 1180-1182.
- Ramey, D. W. (1999) Magnetic and Electromagnetic Therapy in Horses. *The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian* Nr. 21, 553-560.

- Rang, H. P., Dale M. M., Ritter J. M. & Moore P. K. (2003) Chemical mediators and the autonomic nervous system. I: Pharmacology. Femte upplagan, 122-135. Philadelphia, USA: Elsevier.
- Singh, S. & Ernst, E. (2008) Trick or Treatment, London: Transworld Publishers.
- Sjaastad, Ø. V., Hove, K & Sand, O. (2003) Physiology of Domestic Animals. 1:a upplagan. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Steyn, P. F., Ramey, D. W., Kirschvink, J. & Uhrig, J. (2000) Effect of a static magnetic field on blood flow to the metacarpus in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* Vol. 217 Nr 6, 874-876.
- Tingbö, M. (2005) *Termografisk undersökning med samtidig analys av rektaltemperatur, hjärtfrekvens, psykiska reaktioner och specifika blodparametrar av häst som behandlats med vibrationsboxen Vitafloor™*. Examensarbete Uppsala : Sveriges lantbruksuniversitet.
- Turner, T. A., Fessler, J. F., Lamp, M., Pearce, J. A. & Geddes, L. A. (1983) Thermographic evaluation of horses with pododermatitis. *American Journal of Veterinary Research* Vol. 44 Nr 4, 535-539.
- Turner, T. A. (1989) Hindlimb Muscle Strain as a Cause of Lameness in Horses. *35th Annual Convention Proceedings of the American Association of Equine Practitioners*. Boston, Massachusetts 3-6 December 1989, 281-289.
- Turner, T. A., Wolfsdorf, K. & Jourdenais, J. (1991) Effects of Heat, Cold, Biomagnets on Skin Circulation in the Horse. *Proceedings of the Thirty-seventh Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*. San Francisco, Kalifornien 1 - 4 December, 1991, 249-257.
- Turner, T. A. (2001) Diagnostic Thermography. *The Veterinary Clinics of North America Equine Practice* Vol. 17 Nr 1, 95-113.
- Tunley, B. V. & Henson, F. M. D. (2004) Reliability and repeatability of thermographic examination and the normal thermographic image of the thoracolumbar region in the horse. *Equine Veterinary Journal* Vol. 36 Nr 4, 306-312.
- Waldsmith, J. K. (1992) Real-Time Thermography: A Diagnostic Tool for the Equine Practitioner. *1992 38th Annual Convention Proceedings of the American Equine Practitioners*. Orlando, Florida, November 29-December 2, 455-466.
- Vaden, M. F., Purohit, R. C., McCoy, M. D. & Vaughan, J. T. (1980) Thermography: A Technique for Subclinical Diagnosis of Osteoarthritis. *American Journal of Veterinary Research* Vol. 41 Nr 8, 1175-1179.
- von Schwein, D. G., (1999) Thermographic Diagnostics in Equine Back Pain. *The Veterinary Clinics of North America Equine Practice* Vol. 15 Nr 1, 161-177.
- von Schwein, D. G., (1999) Thermographic Diagnostics in Equine Back Pain. *The Veterinary Clinics of North America Equine Practice* Vol. 15 Nr 1, 161-177. Citerar
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (1996) Nervous regulation of the circulation and rapid control of arterial pressure. I: Textbook of Medical Physiology, 9:e upplagan. Philadelphia, WB Saunders, 209-220.

Figurförteckning

Figur 1: <<http://www.ne.se/magnetism>>. Bilden hämtades den 12 november 2009. Hemsidan är senast uppdaterad den 12 november 2009.

Figur 3: <<http://www.magnethealth.se/Default.aspx>> Bilden hämtades den 12 november 2009 under hästprodukter. Företag: Magnetic Health Sweden AB, Bryggaregatan 3, 302 43 HALMSTAD. Tel. 035-10 68 50. E-mail: info@magnethealth.se

Figur 4: <<http://www.meditherm.com/equine/specifications.htm>> Bilden hämtades den 12 november 2009. Företag: Meditherm Ltd, 334 Keates Road, Cambridge CB1 9ES. Tel. +44(0) 1223 242942. E-mail: uk@meditherm.com

Figur 6: <<http://www.ellab.com/>> Bilden hämtades den 12 november 2009 under medicinska produkter. Företag: Ellab A/S Trollesmindealle 25, DK-3400 Hilleroed, Danmark. Tel: +45 4452 0500. E-mail: info@ellab.com

TACK

Ett stort tack till tillverkaren av de använda täckena, Magnet Health Sweden AB, Halmstad för att vi fått låna täcken med aktiva såväl som med placebomagneter samt en Gaussmätare.

Tack även till min handledare Anna Edner och biträdande handledare Hans Broström för stor hjälp och bra vägledning under arbetets gång.

BILAGOR

Bilaga nr. 1 – Klinisk undersökning

Tanga

Datum: 2009-05-18

Kön: Sto

Ålder: Född 2002

Färg: Mellanbrun

Status:

- AT: Utan anmärkning (ua)
- Rektaltemperatur: 37,9 C^o
- Synliga slemhinnor: Ua, Capillary refill time (CRT): 2 sekunder
- Hjärtfrekvens (HR): 40 slag/minut
- Andningsfrekvens (RR): 12 stycken/minut
- Hjärt-lungauskultation: Ua
- Temperament: Lugn
- Hud (rygg, hals och länd): Frysmärke på halsens högra sida i övrigt ua
- Rörelser (trav, rakt spår): Bredbent gång
- Mankhöjd: 154 cm
- Hull: Över medelgott
- Vikt: 515 kg
- Övrigt att notera: Inga tecken på tillstånd som kan störa experimentet med avseende på termografi och termistormätning.

Coopelia

Datum: 2009-05-18

Kön: Sto

Ålder: Född 2000

Färg: Mellanbrun

Status:

- AT: Ua
- Rektaltemperatur: 38,1 C°
- Synliga slemhinnor: Ua, CRT: 2 sekunder
- HR: -
- RR: -
- Hjärt-lungauskultation: Ua
- Temperament: Lugn
- Hud (rygg, hals och länd): Frysmärke på halsens högra sida i övrigt ua
- Rörelser (trav, rakt spår): 0,5° höger bakben
- Mankhöjd: 164 cm
- Hull: Gott
- Vikt: 567 kg
- Övrigt att notera: Brunstig. Inga tecken på tillstånd som kan störa experimentet med avseende på termografi och termistormätning.

Santa Girl

Datum: 2009-05-19

Kön: Sto

Ålder: Född 1991

Färg: Mellanbrun

Status:

- AT: Ua
- Rektaltemperatur: 37,8 C°
- Synliga slemhinnor: Ua
- HR: 40 slag/minut
- RR: 12 stycken/minut
- Hjärt-lungauskultation: Ua
- Temperament: Lugn
- Hud (rygg, hals och länd): Ua
- Rörelser (trav, rakt spår): Vill ej, 1° vänster bakben och 0,5° höger framben
- Mankhöjd: 153 cm
- Hull: Över medelgott
- Vikt: 520 kg
- Övrigt att notera: Inga tecken på tillstånd som kan störa experimentet med avseende på termografi och termistormätning.

Express

Datum: 2009-05-19

Kön: Sto

Ålder: Född 1990

Färg: Mellanbrun

Status:

- AT: Ua
- Rektaltemperatur: 38,0 C°
- Synliga slemhinnor: Ua, CRT: mindre än 2 sekunder
- HR: 40 slag/minut
- RR: 24 stycken/minut
- Hjärt-lungauskultation: Lindrigt ökade andningsljud, annars ua
- Temperament: Lugn
- Hud (rygg, hals och länd): Ua
- Rörelser (trav, rakt spår): Korta stumma steg
- Mankhöjd: 158 cm
- Hull: Fet
- Vikt: 522 kg
- Övrigt att notera: Flyttar runt vikten mellan framhovarna vilket tyder på ömmande hovar. Inga tecken på tillstånd som kan störa experimentet med avseende på termografi och termistormätning.

Mick

Datum: 2009-05-24

Kön: Valack

Ålder: Född 2000

Färg: Svartbrun

Status:

- AT: Ua
- Rektaltemperatur: 37,7 C°
- Synliga slemhinnor: Ua, CRT: 2 sekunder
- HR: 32 slag/minut
- RR: 8 stycken/minut
- Hjärt-lungauskultation: Ua
- Temperament: Lugn
- Hud (rygg, hals och länd): Frysmärke på halsens högra sida i övrigt ua
- Rörelser (trav, rakt spår): Ua
- Mankhöjd: 157 cm
- Hull: Över medelgott
- Vikt: 488 kg
- Övrigt att notera: Inga tecken på tillstånd som kan störa experimentet med avseende på termografi och termistormätning.

Silence

Datum: 2009-05-25

Kön: Valack

Ålder: Född 1994

Färg: Mellanbrun

Status:

- AT: Ua
- Rektaltemperatur: -
- Synliga slemhinnor: Ua, CRT: 2 sekunder
- HR: 40 slag/minut
- RR: 12 stycken/minut
- Hjärt-lungauskultation: Ua
- Temperament: Irriterad och vill ej att man kommer i kontakt med honom där bak
- Hud (rygg, hals och länd): Frysmärke på halsens högra sida i övrigt ua
- Mankhöjd: -
- Hull: Under medelgott och omusklad
- Övrigt att notera: Biopsi tagen *M. gluteus* sin (okänt om även dx) 2009-05-20.

Armbro kissed

Datum: 2009-05-25

Kön: Hingst

Ålder: Född 1989

Färg: Svartbrun

Status:

- AT: Ua
- Rektaltemperatur: 37,9 C°
- Synliga slemhinnor: Ua, CRT: mindre än 2 sekunder
- HR: -
- RR: 16 stycken/minut, använder både buk och bröst vid andning
- Temperament: Lugn (hingstig ibland)
- Hud (Rygg, hals och länd): Ua
- Rörelser (trav, rakt spår): Ua (skritt)
- Mankhöjd: 159 cm
- Hull: Gott
- Vikt: -
- Övrigt att notera: Inga tecken på tillstånd som kan störa experimentet med avseende på termografi och termistormätning.

Bilaga nr. 2 – Resultat från termografiundersökning

Tabell 3. Högsta uppmätta temperatur med termografi för respektive häst under försöket

Tidpunkt Häst	BL-30	BL-1	Post+1	Post+30
Coopelia (A)	33,44 C ^o	34,10 C ^o	34,22 C ^o	33,95 C ^o
Coopelia (B)	33,99 C ^o	33,66 C ^o	34,78 C ^o	33,67 C ^o
Express (A)	33,42 C ^o	33,91 C ^o	34,14 C ^o	33,98 C ^o
Express (B)	32,31 C ^o	32,42 C ^o	33,62 C ^o	33,12 C ^o
Santa Girl (A)	33,27 C ^o	33,28 C ^o	34,03 C ^o	32,97 C ^o
Santa Girl (B)	33,54 C ^o	33,41 C ^o	34,16 C ^o	33,40 C ^o
Tanga (A)	33,01 C ^o	32,68 C ^o	33,34 C ^o	32,83 C ^o
Tanga (B)	32,82 C ^o	33,14 C ^o	33,67 C ^o	32,95 C ^o
Silence (A)	35,46 C ^o	35,21 C ^o	35,37 C ^o	35,62 C ^o
Silence (B)	34,02 C ^o	34,83 C ^o	35,18 C ^o	35,02 C ^o
Mick (A)	33,66 C ^o	32,84 C ^o	34,03 C ^o	33,49 C ^o
Armbro kissed (B)	34,85 C ^o	34,38 C ^o	34,24 C ^o	34,54 C ^o

Bilaga nr. 3 – Resultat från termistorundersökning

Tabell 4. Uppmätt hudtemperatur med termistor DM 852

Tidpunkt	Häst	Santa Girl (A)	Santa Girl (B)	Express (A)	Express (B)
BL-30		33,8 C°	34,9 C°	34,6 C°	32,4 C°
BL-15		33,8 C°	34,5 C°	34,4 C°	32,7 C°
BL-1		33,6 C°	34,5 C°	34,9 C°	32,6 C°
Beh15		34,9 C°	35,4 C°	35,5 C°	33,8 C°
Beh30		35,2 C°	35,4 C°	35,7 C°	33,9 C°
Beh45		35,3 C°	35,5 C°	35,9 C°	34,5 C°
Beh60		35,3 C°	35,5 C°	36,1 C°	34,5 C°
Post+15		33,9 C°	35,4 C°	34,9 C°	33,8 C°
Post+30		33,6 C°	35,1 C°	34,9 C°	33,6 C°
Pre-innetemp		20,0 C°	19,8 C°	19,9 C°	20,6 C°
Post-innetemp		20,6 C°	19,7 C°	20,8 C°	20,3 C°

Tabell 5. Uppmätt hudtemperatur med termistor DM 852

Tidpunkt	Häst	Coopelia (A)	Coopelia (B)	Tanga (A)	Tanga (B)
BL-30		32,9 C°	34,0 C°	34,0 C°	33,0 C°
BL-15		32,9 C°	34,7 C°	32,0 C°	32,8 C°
BL-1		33,4 C°	34,5 C°	32,1 C°	32,8 C°
Beh15		34,8 C°	35,5 C°	34,5 C°	34,0 C°
Beh30		35,0 C°	35,4 C°	34,4 C°	34,3 C°
Beh45		34,8 C°	35,5 C°	34,6 C°	34,4 C°
Beh60		35,1 C°	35,2 C°	34,4 C°	34,3 C°
Post+15		32,8 C°	34,5 C°	32,4 C°	32,9 C°
Post+30		33,2 C°	34,1 C°	32,3 C°	32,8 C°
Pre-innetemp		19,0 C°	20,1 C°	19,0 C°	19,9 C°
Post-innetemp		20,0 C°	21,0 C°	19,2 C°	20,1 C°

Tabell 6. Uppmätt hudtemperatur med termistor DM 852

Tidpunkt	Häst	Silence (A)	Silence (B)	Mick (B)	Armbro (A)	kissed
BL-30		35,1 C°	34,4 C°	34,2 C°	34,5 C°	
BL-15		35,3 C°	34,6 C°	34,9 C°	35,0 C°	
BL-1		35,0 C°	34,6 C°	34,3 C°	35,0 C°	
Beh15		35,4 C°	35,8 C°	35,5 C°	34,5 C°	
Beh30		35,3 C°	35,7 C°	35,5 C°	34,2 C°	
Beh45		35,2 C°	35,7 C°	36,1 C°	34,5 C°	
Beh60		34,9 C°	35,7 C°	35,8 C°	34,7 C°	
Post+15		34,4 C°	34,8 C°	34,9 C°	34,4 C°	
Post+30		35,1 C°	34,7 C°	34,6 C°	34,4 C°	
Pre-innetemp		23,9 C°	21,2 C°	18,8 C°	21,4 C°	
Post-innetemp		24,7 C°	22,4 C°	20,4 C°	22,5 C°	