



# Termochip för hästar. Jämförelse med rektal temperatur och beteende vid mätning

---

My Monto Zale

Självständigt arbete i djuromvårdnad • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Djursjukskötarprogrammet  
Uppsala 2022





# Termochip för hästar. Jämförelse med rektal temperatur och beteende vid mätning

*Thermochips for horses. Comparison with rectal temperature and behaviour during measurement*

My Monto Zale

**Handledare:** Ann-Christin Blomkvist, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för kliniska vetenskaper  
**Bitr. handledare:** Lena Olsén, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för kliniska vetenskaper  
**Examinator:** Anneli Rydén, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för kliniska vetenskaper

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i djuromvårdnad  
**Kurskod:** EX0994  
**Program:** Djursjukskötarprogrammet  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för kliniska vetenskaper  
**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2022  
**Omslagsbild:** Lena Olsén 2022  
**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd

**Nyckelord:** beteende, chip, häst, häst-, microchip, sensor, temperatur, termochip

**Sveriges lantbruksuniversitet, SLU**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för kliniska vetenskaper

## Sammanfattning

Temperaturmätning är vanligt förekommande inom djursjukvård för att ge en indikation på djurets hälsostatus. Vanligt är att temperaturen mäts rektalt men detta accepteras inte av alla patienter. Rektal temperaturmätning kan vara ett stressmoment för patienten, det kan även medföra en skaderisk för personal och en risk för smittspridning. Därtill kräver mätningen tid och hantering av patienten.

Således finns ett behov av icke-invasiva metoder som ger ett tillförlitligt värde av kroppstemperaturen. För häst i Sverige gäller sedan 2009 att vid utgivandet av ett nytt hästpass ska hästen märkas med ett microchip som har ett ID-nummer. På marknaden finns idag microchip som utöver identifikation även kan ange chipets temperatur, s. k. termochip, vilket potentiellt kan ersätta rektal temperaturmätning till fördel för patient och personal.

Detta arbete syftade till att undersöka om det finns en korrelation mellan temperaturmätning rektalt och med termochip samt att undersöka hästens beteende vid respektive mätmetod. I studien deltog 17 varmbloodhästar. Inför datainsamlingen chipmärktes samtliga med termochipet Lifechip bio-thermo® tillverkat av Destron Fearing. Ett protokoll över beteenden utvecklades och graderades i en skala från avslappnade till mer aktiva beteenden.

Datainsamling skedde genom att termochipet avlästes följt av rektal temperaturmätning med två olika termometrar, denna ordning alternerades. Samtidigt observerades hästen och beteenden noterades i protokollet. Insamlingen skedde tre dagar efter att termochipen satts in och pågick tre dagar i följd i inomhusmiljö.

Analys av insamlad data skedde med Microsoft Excel där punktdiagram, lådagran, stapeldiagram och t-test användes. De två termometrarna befanns ha en lätt korrelation till varandra medan ringa korrelation fanns då termometrarnas mätvärden jämfördes med de hos termochipet.

Termochipet angav ett temperaturintervall om 37,2 – 38,2 °C vilket motsvarar normalt temperaturintervall för häst mätt rektalt. Temperaturintervallet var något lägre för den ena termometern (37,0 – 38,0 °C). Sammanfattningsvis finns belägg för att fortsätta studera termochip in vitro och utforska dess begränsningar.

Utvärdering av beteenden vid mätningarna inleddes med modifiering av det tidigare protokollet. Därefter poängsattes beteendena och redovisades i stapeldiagram. Ett t-test genomfördes mellan de högsta värdena som erhöles för de två metoderna under var dag av datainsamlingen. Det framkom ingen signifikant skillnad ( $p = 0,059$ ) mellan att mäta temperaturen rektalt och genom avläsning av termochip. Diskussion följde om problematiken med att använda beteende som indikation av en metods lämplighet.

Sammanfattningsvis gav temperaturmätningarna under studien vid hand att ingen korrelation finns mellan rektal temperaturmätning och temperaturmätning med termochip. Då termochipen ändå visade ett intervall identiskt med normalt temperaturintervall så finns ändå en förhoppning om att kunna använda termochip efter vidare forskning och etablering av ett referensintervall för metoden. Beteendestudier visade en större repertoar av beteenden vid rektal temperaturmätning jämfört med avläsning av termochip. Detta kan innebära att det är säkrare för djurhälsopersonalen och mindre obehagligt för patienten att mäta temperaturen med termochip, under förutsättning att metoden optimeras.

*Nyckelord:* beteende, chip, häst, häst-, microchip, sensor, temperatur, termochip

## Abstract

Body temperature is used as an indicator of health status where a temperature above or below normal temperature may indicate compromised health. Traditionally in animal hospital care thermometry is performed rectally which may not always be possible due to uncooperative patients or may pose a risk for animal care workers. This technique is also time consuming and pose a risk for contamination. With these disadvantages in mind, there is a need for alternative techniques. In Sweden, horses are required to have a microchip for secure identification when issuing horse passports. Microchips may also include a temperature sensor device, marketed as thermochips, thus also allowing reading of temperature, which may be an alternative to rectal thermometry.

The aim of this study was to investigate correlation of rectal and thermochip temperature acquisition, in the hopes of improving the usefulness of a non-invasive technique in animal hospital care. Additionally, the behaviour of the horses during acquisition was investigated, in the hopes of further promoting this non-invasive technique in animal hospital care and investigate the techniques in terms of animal welfare.

The study engaged 17 horses. Three days prior to data collection the horses were equipped with thermochips, Lifechip bio-thermo®, produced by Destron Fearing. For behavioural studies, a protocol was developed, comprising of different behaviours with increasing order of discomfort and avoidance. During data collection, temperature was measured by chip reader and rectally by two different thermometers while behaviour during each type of sampling was noted. Data collection was conducted three days in a row. Data analysis was performed using Microsoft Excel and included X Y scatter charts, boxplot, column chart and t-test. A moderate correlation was found between the two thermometers used while no strong correlation was found between thermochip and rectal thermometry.

One of the thermometers demonstrated a temperature range of 37.0 – 38.0 °C, slightly below normal rectal temperature range (37.2 – 38.2 °C), while the thermochip exhibited a temperature range identical to the normal range. This supports the idea of further studying thermochips to establish a reference range and improve utility of the technique.

Behavioural protocol was modified according to exhibited behaviour of the horses. The sum of all behaviours was calculated and displayed in two column charts. A t-test was conducted comparing the highest single score for each horse with the lowest in each type of measurement. The results showed no significant difference ( $p = 0.059$ ) comparing the two methods. Results of the behavioural part of this study could work in favor of using thermochips for temperature acquisition, as horses experiencing discomfort may pose a threat to animal care workers and undeniably is a decrease in animal well-being.

To conclude, temperature measurements in this study does not show a correlation between thermochip and rectal temperature but provides some support for continuing research in developing a suitable reference range for thermochips. Behavioural studies revealed horses exhibited a greater behavioural repertoire during rectal thermometry compared with thermochip reading, indicating a potentially safer environment for animal care workers and improved patient well-being if temperature acquisition by thermochip could be optimized.

*Keywords:* behaviour, chip, horse, equine, microchip, sensor, temperature, thermochip



# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning.....</b>	<b>8</b>
<b>Figurförteckning.....</b>	<b>9</b>
<b>Förkortningar.....</b>	<b>10</b>
<b>1. Introduktion .....</b>	<b>11</b>
1.1 Syfte och frågeställningar .....	12
<b>2. Bakgrund .....</b>	<b>13</b>
2.1 Termoreglering och avvikande tillstånd .....	13
2.2 Tidigare forskning om termochip .....	15
<b>3. Material och metod.....</b>	<b>17</b>
<b>4. Resultat.....</b>	<b>21</b>
4.1 Temperaturmätningar.....	21
4.2 Beteendestudier.....	24
<b>5. Diskussion .....</b>	<b>28</b>
5.1 Temperaturmätningar.....	28
5.1.1 Felkällor i detta arbete.....	29
5.1.2 Referensintervall och termometrar .....	30
5.2 Beteendestudier.....	32
5.2.1 Beteende som måttstock.....	33
5.2.2 Generalisering av resultaten.....	34
<b>6. Konklusion.....</b>	<b>37</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>38</b>
<b>Tack 42</b>	

# Tabellförteckning

Tabell 1. Protokoll över beteenden, anpassat efter Christensen et al. (2005), Kaiser et al. (2006), Munsters et al. (2012) och Yarnell et al. (2013). .....	18
Tabell 2. Sammanfattning av relevanta värden för temperaturer uppmätta av termochip samt med orange och blå termometer (Geratherm© Rapid GT-195-1 och KRUUSE DIGI-TEMP) .....	24
Tabell 3. Determinationskoefficient ( $r^2$ ) och korrelationskoefficient ( $r$ ) för kombinationer av mätningar med termochip samt orange och blå termometer (Geratherm© Rapid GT-195-1 och KRUUSE DIGI-TEMP).....	24
Tabell 4. Utökat protokoll som inkluderar beteenden som observerades vid datainsamlingen (punkt 12 och 15). .....	25
Tabell 5. Reviderat protokoll efter de beteenden som uppvisades vid datainsamlingen. .	25



# Figurförteckning

Figur 1. Spridningsdiagram för blå och orange termometer (KRUUSE DIGI-TEMP och Geratherm© Rapid GT-195-1) efter temperaturmätning av 17 hästar vid ett tillfälle om dagen tre dagar i följd. ....	22
Figur 2. Spridningsdiagram för orange termometer (Geratherm© Rapid GT-195-1) och termochip efter temperaturmätning av 17 hästar vid ett tillfälle om dagen tre dagar i följd. ....	22
Figur 3. Spridningsdiagram för blå termometer (KRUUSE DIGI-TEMP) och termochip efter temperaturmätning av 17 hästar vid ett tillfälle om dagen tre dagar i följd. ....	23
Figur 4. Lådagram över uppmätta temperaturer hos termochip, orange termometer (Geratherm© Rapid GT-195-1) och blå termometer (KRUUSE DIGI-TEMP) efter temperaturmätning av 17 hästar vid ett tillfälle om dagen tre dagar i följd. ....	23
Figur 5. Poäng för varje häst under de tre dagar då datainsamlingen pågick. ....	26
Figur 6. Summan av poäng för beteenden under de tre dagar då datainsamling pågick. ....	27

## Förkortningar

CV	Variationskoefficient
SAA	Serum amyloid A
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet

# 1. Introduktion

Temperaturmätning är viktigt för att bilda sig en uppfattning om ett djurs hälsostatus, där en kroppstemperatur över eller under individens normala värde kan tyda på ett försämrat hälsotillstånd. Inom veterinärmedicin är det vanligt att mäta temperaturen rektalt, vilket kan vara förknippat med problem. Det finns en skaderisk för både djuret och djurhälsopersonalen att mäta temperaturen på ett ovilligt djur, proceduren kan framkalla stress, den kräver tid och personal och det finns för spridning av fekalt material. Dessutom finns det felkällor vid rektal temperaturmätning då exempelvis träck i tarmen (Auclair-Ronzaud et al. 2020a), hur djupt termometern sätts in och typ av termometer (Hine et al. 2015) kan påverka mätvärdet.

Det finns behov att utvärdera en alternativ metod för att mäta temperaturen som både ger ett adekvat värde och är mer accepterad av djuret. Ett sådant alternativ kan vara termochip som utgörs av ett microchip för identifikation med en temperaturkänslig sensor. Temperaturen i termochipet bestäms genom jämförelse av spänningen mellan två kopplingar, vilken är beroende av temperaturen (Chan & Meija 2006). Märkning med microchip för säker identifikation av häst är obligatoriskt för att erhålla hästpass sedan 2009 (Jordbruksverket 2022). Det vore fördelaktigt om microchipet utöver identifikationsmetod även kan ha en funktion i sjukvård genom att kunna registrera hästens kroppstemperatur. Termochip har varit tillgängligt inom veterinärmedicin sedan millennieskiftet (Goodwin 1998). De kan idag vara ett tiotal mm långa och avläses med en handhållen chipavläsare.

Temperaturmätning med termochip har studerats tidigare hos flera djurarter, från lantbruksdjur som får, getter (Goodwin 1998), grisar (Jara et al. 2016), hästar (Robinson et al. 2008) och kor (Vieira et al. 2021) till sällskapsdjur som hundar (Greer et al. 2007), kaniner (Chen & White 2006), katter (Quimby et al. 2009), råttor, möss (Kort et al. 1998) och tamillrar (Maxwell et al. 2016).

Det finns belägg för att använda termochip med hänsyn till djurskydd och djurvälstånd, men av vikt för personer som handskas med hästen är att avläsningen är säker. Tidigare studier har såvitt känt inte behandlat denna aspekt, varför detta arbete kommer att undersöka för det första om det finns en korrelation mellan rektal temperaturmätning och temperaturmätning med termochip och för det andra hur

hästen reagerar på respektive metod. Detta arbete utgör ett examensarbete för kandidatexamen i djurmvårdnad.

## 1.1 Syfte och frågeställningar

Studien syftar till att ta reda på om termochip hos häst kan vara ett alternativ eller ett komplement till att mäta temperaturen rektalt. Detta undersöks med avseende på nedanstående frågor.

- Kan avläsning av termochip ge värden på temperaturen som korrelerar med temperaturen mätt rektalt?
- Vilka beteenden uppvisas vid respektive mätmetod?

## 2. Bakgrund

### 2.1 Termoreglering och avvikande tillstånd

Termoregleringen styrs med hjälp av värmekänsliga celler i främre delen av hypotalamus som känner av blodets temperatur (Dukes et al. 2015:150). Cirkulatorisk respons på överskott av värme eller värmeförlust kan exempelvis vara vasodilatation eller vasokonstriktion, detta detekteras även lokalt av värmereceptorer i vävnaden (ibid.). Andra metoder för att motverka överhettning kan vara svettning och flämtning men det varierar mellan djurslag vilka metoder som nyttjas mest frekvent och vilken metod som är mest effektiv (ibid. s. 151-152). För att motverka värmeförlust är piloerektion och motströmssystemet viktigt, om än det senare kan betraktas mer som ett strukturellt element än en mekanism (ibid. s. 152).

Hypotermi inträffar när kroppens kompensatoriska mekanismer mot värmeförlust inte räcker till då djuret är utsatt för en kall miljö. Det kan även inträffa under anestesi pga. nedsatt funktion i hypotalamus (Dukes et al. 2015:153). Hypertermi kan inträffa när både kroppens värmeproduktion och luftfuktigheten är hög men värmeavgivning genom avdunstning är otillräcklig (ibid. s. 152). Det kan också inträffa när avdunstning försvåras genom vätskebrist eller hypovolemi (ibid. s. 152-153).

Vid feber förändras den normala inställningen för kroppstemperaturen i hypotalamus vilket sätter igång värmekonserverande och värmegenererande mekanismer i syfte att påverka mikroorganismer negativt. Det medför viss risk för djuret självt men kroppstemperaturen tillåts vanligen inte överstiga 41°C (Dukes et al. 2015:152). Vanligen inträder feber vid infektion eller vävnadsskada (Sjaastad et al. 2010:678-679).

Kärntemperatur eller central kroppstemperatur (*core body temperature*) kan vara högre än den mätt i extremiteter eller mätt rektalt men den rektala temperaturen är i regel stabil och justeras långsamt (Dukes et al. 2015:149). Temperaturen i kroppsdelar och muskler kan skilja sig åt pga. blodflöde, antal blodkärl och hur djupt de ligger från kroppsytan.

Då djuret befinner sig i en omgivning med en viss temperatur kan det hända att den centrala kroppstemperaturen kan bibehållas utan korrigering för värmeförlust eller värmeöverskott (Sjaastad et al. 2010:671). Djuret anses då befinna sig i den termoneutrala zonen som begränsas uppåt respektive nedåt av den övre och den undre kritiska temperaturen. Skulle omgivningens temperatur vara lägre än den undre kritiska temperaturen kommer värmegenererande mekanismer att inträda, såsom ökad metabolisk hastighet. Om mekanismerna inte är tillräckliga att kompensera värmeförlusten så riskerar djuret att avlida (ibid.). Experimentellt är det svårare att avgöra den övre kritiska temperaturen än den undre (ibid. s. 672). Ovan den övre kritiska temperaturen kommer den metaboliska hastigheten att öka eftersom aktiviteter för att öka värmeavgivningen, såsom flämtning och svettning, aktiveras (ibid. s. 671).

För häst finns ett förslag om termoneutral zon mellan temperaturerna 5 °C som den undre kritiska temperaturen och 20, 25 eller 30 °C som den övre, beroende på hur den övre gränsen bäst definieras (Morgan 1998). Det skulle innebära att hästar har sin termoneutrala zon mellan temperaturerna 5 – 25 °C och där saknar behov av att kyla ned sig eller värma upp sig. I det dagliga livet är dock lufttemperaturen inte avgörande för hästens kroppstemperatur utan andra omständigheter spelar också in, exempelvis drag, luftfuktighet, fettlager, päls och kondition.

Hos många endoterma djur håller sig kroppstemperaturen inom intervallet 35 – 40 °C (Willmer et al. 2005:220). En motivering till detta intervall är att hög kroppstemperatur underlättar upprätthållandet av en konstant cellmiljö. Detta då högre temperaturer gör att katalys och biokemiska reaktioner sker snabbare vilket tillåter snabb justering vid förändringar. Snabbare katalys tillåter även att muskelverkan sker snabbare och mer kraftfullt. Vidare medför högre temperaturer snabbare endokrin och neurologisk funktion vilket tillåter optimering av beteenden (ibid.).

Det finns olika förslag om varför intervallet sträcker sig över just 35 – 40 °C (Willmer et al. 2005:220). Ett förslag går ut på att egenskaperna viskositet, autoprotolys och specifik värme hos vatten i vävnader hamnar i bästa möjliga balans vid 35 – 37 °C. Ett annat förslag handlar om kompensatoriska mekanismer och tar omgivningens temperatur i beaktande. Värmeavgivning sker från hög till låg eller lägre temperatur. För att ett djur ska kunna utnyttja samtliga mekanismer

för att avge överskottsvärme krävs därför att kroppstemperaturen är högre än temperaturen hos omgivningen. För många habitat innebär detta att kroppstemperaturen behöver vara omkring 40 °C (ibid.).

## 2.2 Tidigare forskning om termochip

En tidigare studie om termochip hos häst har undersökt om termochip kan användas för att upptäcka feber och hur omgivningens temperatur inverkar på termochipets mätvärde (Robinson et al. 2008). För att testa detektion av feber gjordes en jämförelse med rektal temperaturmätning medan inverkan av omgivningens temperatur undersöktes med data från en väderstation. Studiepopulationen utgjordes av tre grupper om 23, 29 och 30 individer som hölls på lösdrift. Studien pågick två månader i taget för respektive grupp så att studien sträckte sig över årstiderna vår, sommar och höst (ibid.).

Studien visade att rektal temperaturmätning ger ett värde inom det normala temperaturintervallet för hästar medan temperaturen avläst med termochip varierade och ibland låg nedanför detta intervall (Robinson et al. 2008). Vidare konstaterades att termochipens temperatur påverkades av både rektal temperatur och temperaturen i omgivningen. Det framkom även att termochip kan användas för att detektera feber men att denna egenskap försämrades då omgivningens temperatur låg under 15,6 °C (ibid.).

En studie av Kang et al. (2020) testade hur väl den venösa temperaturen överensstämde med temperaturen mätt rektalt och med termochip placerade i olika muskler då hästen arbetade på löpband. I en förstudie där två hästar ingick placerades termochipen i korset och nackbandet. Protokollet modifierades efter detta och i studiens huvuddel placerades termochipen i hästarnas halsmuskel, bröstmuskulatur och kors på ett djup av minst 2 cm. Temperaturen mättes venöst med hjälp av ett termoelement i jugularvenen och rektalt med en datalogger för temperatur. I studien ingick åtta trav- och fullblodshästar. Temperaturmätningar gjordes i fyra stadier; en gång innan löpbandet, kontinuerligt under träning på löpbandet, en gång direkt efter löpbandet och kontinuerligt då hästen skrittades av efter träning på löpbandet (ibid.). I stadiet då hästen skrittades av fanns låg korrelation mellan temperaturen mätt venöst och rektalt, medan den generellt var högre mellan venös temperatur och samtliga termochip. Den högre temperatur som uppmättes rektalt efter träningen ansågs bero på värmeavgivning genom huden och tarmslemhinnan. Generellt var korrelationen mellan venös och rektal temperatur måttlig men desto starkare mellan venös temperatur och temperaturen mätt via

termochipen på samtliga placeringar. Korrelationen mellan den venösa temperaturen och temperaturen hos termochipen var dock starkast för de termochip som satts in i bröstmuskulaturen och korset (ibid.).

Författarna konstaterar att omgivningens temperatur kan ha påverkat termochipen och det diskuteras hur rektal temperatur och termochipen kan ha påverkats av träning (Kang et al. 2020). Även termochipens placering i musklerna och musklernas läge hos olika individer kan vara viktiga faktorer. Slutsatsen som drogs var att termochip är ett användbart icke-invasivt sätt att mäta kroppstemperatur hos häst. Författarna framhåller också fördelen med att snabbt kunna mäta hästars kroppstemperatur och vidta åtgärder för att kyla hårt ansträngda hästar i tävlingssammanhang (ibid.).

Redan idag finns förhoppningar om att kunna göra chipavläsningen på längre avstånd. En tillämpning skulle kunna vara att övervaka temperaturen hos en flock hästar kontinuerligt över en längre tid med låg tidsåtgång och utan de risker som finns vid hantering (Auclair-Ronzaud et al. 2020a). Auclair-Ronzaud et al. (2020b) föreslår även användandet av termochip för att lättare identifiera tiden för fölning hos ston, även om detta fenomen har hög individvariation.



### 3. Material och metod

Materialet som användes inför och under datainsamlingen var termochipen Lifechip bio-thermo® och chipavläsaren Global Pocket Reader™ Plus, båda tillverkad av Destron Fearing samt två digitala termometrar, en orangefärgad av märket Geratherm© Rapid GT-195-1 och en blåfärgad av märket KRUUSE DIGI-TEMP för stordjur. Samma chipavläsare och termometrar användes under hela datainsamlingen.

Chipavläsaren avläser i intervallet 33 – 43 °C ned till storheten av en decimal (Destron Fearing u. å.). Geratherm© Rapid GT-195-1 har en noggrannhet på  $\pm 0,1$  °C i intervallet 34 – 42 °C och en noggrannhet på  $\pm 0,2$  °C utanför detta intervall. Därtill kan användandet av termometerskydd ge mätfel om 0,1°C (Geratherm Medical AG u. å.). KRUUSE DIGI-TEMP har en noggrannhet på  $\pm 0,1$  °C och mäter i intervallet 32 – 42 °C (Kruuse Svenska AB u. å.).

Övrigt material som användes var termometerskydd, handskar, ytdesinfektion, handsprit samt adekvat skyddsutrustning såsom skor med stålhätta och munskydd. I studien deltog 17 av SLU:s undervisningshästar varav 4 valacker och 13 ston. En av hästarna var svensk varmblodig häst (SWB), resterande var varmblodiga travare. Hästarnas ålder sträckte sig mellan 4 – 25 där medelåldern var 15 år och de hade stått uppstallade på SLU i medeltal 6 år. Hästarna har en utevistelse om minst 8 h/dag och får måttlig träning i skrittmaskin ca 1 h var eller varannan dag. Inomhus står samtliga på spån. De utfodras med hö, hösilage, betfibermix, havre och mineraler samt har fri tillgång till vatten och saltsten (SLU 2022).

Försöket utfördes i enlighet med SLU:s undervisningstillstånd (Dnr 5.8.18-15533/2018). Inför det praktiska arbetet märktes hästarna med termochip på sidan av halsen, genom injektion i en muskel nedanför nackbandet. Vid insättningen preparerades injektionsstället med EMLA-kräm som tilläts verka i minst 30 minuter. Krämen tvättades bort med klorhexidinsprit och termochipet sattes in med den till termochipen medföljande kanylen som når minst 2 cm ned i vävnaden. Handskar användes och byttes mellan varje häst.

Inför datainsamlingen utarbetades ett protokoll (Tabell 1) för att förenkla registreringen av beteenden. De beteenden som uppvisades vid mätning var inte

exkluderade till de som förberetts i protokollet, utan möjlighet fanns att protokollföra beteenden som inte ställts upp på förhand. Förslag på beteenden hämtades från tidigare studier där hästars beteenden undersökts vid främmande föremål (Munsters et al. 2012), främmande stimuli (Christensen et al. 2005), obehaglig procedur (Yarnell et al. 2013) och terapeutisk ridning (Kaiser et al. 2006). I protokollet gavs utrymme för att visa på att hästarna är alltifrån avspända till mer aktiva och defensiva.

Datainsamling genom temperaturmätningar påbörjades tre dagar efter att termochipen satts in och pågick tre dagar i följd. Mätningarna under dag 1 pågick mellan kl. 15.30 – 18.00, under dag 2 mellan kl. 17.00 – 18.30 och under dag 3 mellan kl. 14.00 – 15.30. Temperaturen i hygienslussen till en av stallarna registrerades varje dag under datainsamlingen och varierade mellan 14,5 – 16 °C med ett medeltal om 15 °C. Inför första dagens mätningar testades och utvärderades protokoll och arbetsordning i samråd med handledare och student. Vid insamlingen ställdes hästen upp i stallgången och sattes fast i kedjor på vardera sida. Om hästen hade grovfoder i munnen så plockades det bort och hästen ställdes upp så att den stod i mitten av stallgången.

Handledaren mätte temperaturen både med chipavläsare och rektalt med Geratherm© Rapid GT-195-1 där termometern sattes in i rektum till avläsningsfönstret (ca 7 cm) och vinklades mot tarmväggen vid varje mätning. Den ordning som mätningarna gjordes i alternerades för varje häst och varje dag under datainsamlingen. Samtidigt med mätningarna registrerade studenten hästens beteenden och deras antal vid varje typ av mätning, men ingen hänsyn togs till hästens reaktionstid. Biträdande handledaren filmade mätningarna för att möjliggöra utvärdering av beteenden i efterhand.

*Tabell 1. Protokoll över beteenden, anpassat efter Christensen et al. (2005), Kaiser et al. (2006), Munsters et al. (2012) och Yarnell et al. (2013).*

Poäng	Beskrivning av beteende
0	Avslappnad, öronen hålls lätt riktade framåt, huvud i vilande position
1	Flemning
2	Står stilla, begränsade rörelser (t. ex. avlasta bakben)
3	Uriner
4	Gäspning
5	Gnäggning/vokalisering
6	Frysning (kort, snabb utandning)
7	Skakar huden (exempelvis vid irritation av insekter)
8	Slag med svansen
9	Defekation

10	Höjd eller vridet hals och huvud (över vilande position eller förbi medianplanet)
11	Skakar på hals och/eller huvud
12	Tuggning eller maler med käkarna
13	Öronen riktade bakåt, pressade nedåt
14	Slår/vevar med framben
15	Rör hela kroppen - går framåt, backar eller kliver åt sidan
16	Drar in svansen mellan bakbenen
17	Sclera synlig, hästen försöker se bakåt
18	Bett eller försöker bita
19	Spark eller försöker sparka och/eller lyfter ett bakben
20	Övrigt (beskrivning)

För att säkerställa att en rättvisande rektal temperatur uppmätts upprepades rektal temperaturmätning med KRUUSE DIGI-TEMP (insättning i rektum ca 10 cm) efter att de första två mätningarna genomförts, vid denna mätning registrerades inte hästens beteende.

Insamlad data sammanställdes i Microsoft Excel. Utifrån data för temperaturen konstruerades punktdiagram för att visa spridning och determinationskoefficienter samt lådagram för att tydliggöra intervallet hos respektive mätmetod. För beteendestudier så poängsattes varje beteende och redovisades i två stapeldiagram där det ena visar poängen för varje häst alla tre dagar under datainsamlingen och det andra visar sammanlagd poäng för varje häst under de tre dagarna. Statistisk bearbetning skedde genom t-test av poängen från beteendestudierna där poängen vid rektal temperaturmätning ställdes mot poängen vid chipavläsning under olika tidsintervall och olika tidpunkter av datainsamlingen. Bearbetningen beskrivs mer i detalj nedan.

Inledningsvis utfördes parat t-test på de högsta poäng som erhöles var dag för varje häst, så tre omgångar av temperaturmätning med de två metoderna jämfördes med varandra. Detta för att se om det fanns en statistiskt signifikant skillnad i beteende mellan att mäta temperaturen rektalt eller med termochip. Därefter utfördes t-test på den högsta poängen för beteendet när en viss mätmetod undersöktes före respektive efter den andra. Exempelvis ställdes den högsta poängen för när termochip avlästes före rektal temperaturmätning mot poängen för när termochip avlästes efter rektal temperaturmätning. Detta gjordes för att utröna ordningens betydelse för hästens beteende. Avslutningsvis utfördes t-test för att urskilja eventuell tillvänjningseffekt. Detta gjordes genom att den högsta poängen för var

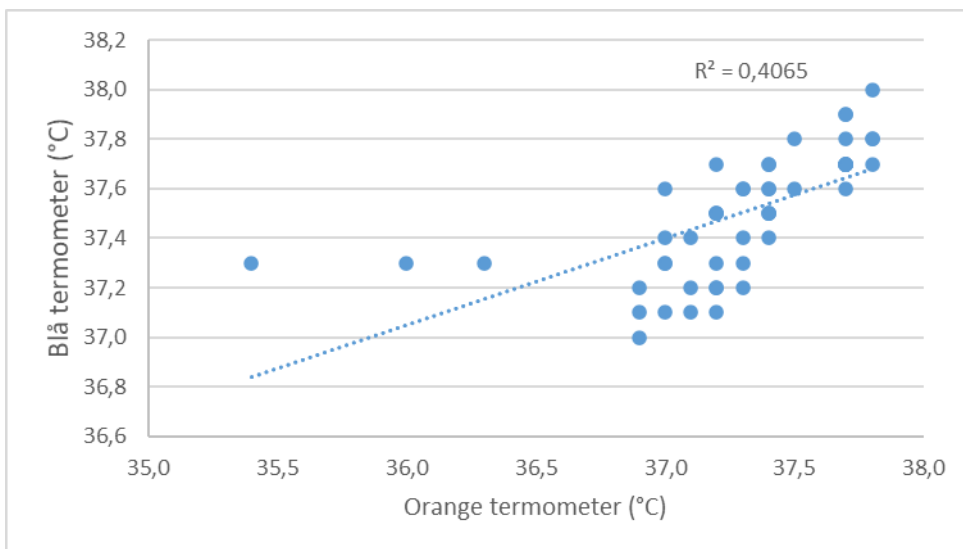
mätmetod under första dagen för datainsamling ställdes mot den högsta poängen under sista dagen för datainsamling. Förhoppningen var att kunna se skillnad i beteende mellan den första och den sista dagen då temperaturmätningarna genomfördes.

## 4. Resultat

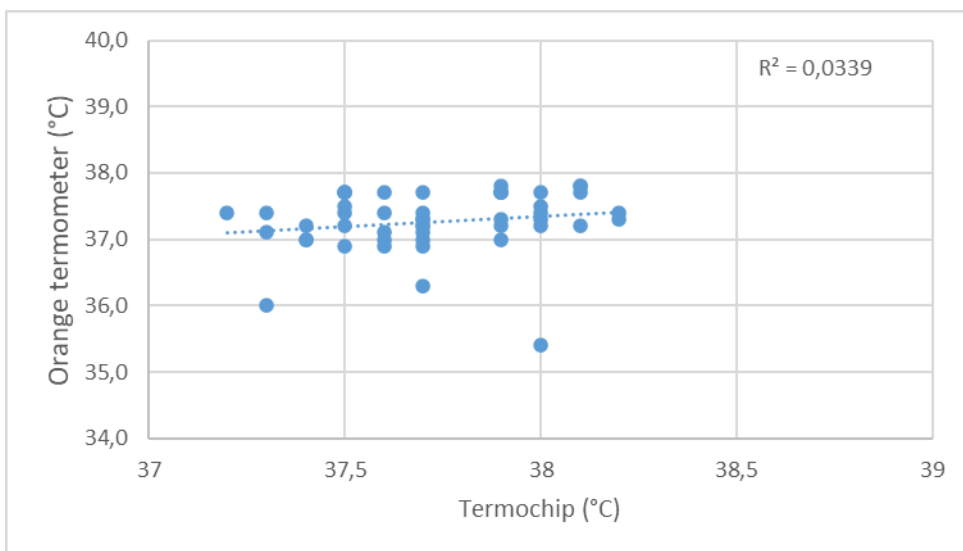
### 4.1 Temperaturmätningar

Samtliga hästar fullföljde studien. Det konstaterades att fyra av hästarna var chipmärkta sedan tidigare varför de märktes på nytt med termochip på motsatt sida av halsen. För en av hästarna fungerade inte termochipets sensor, det vill säga att termochipets ID-nummer gick att läsa av men inte dess temperatur. Hästen inkluderades trots detta i studien då beteende vid mätningar kunde studeras och bortfallet av mätdata för termochipet bedömdes ha marginell inverkan på resultaten.

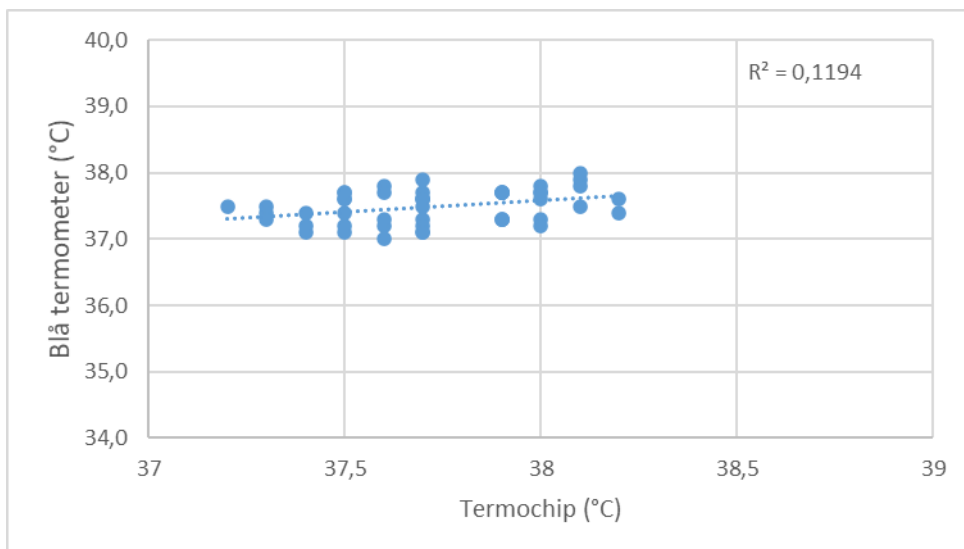
Efter datainsamlingen konstruerades punktdiagram för att visa hur väl de uppmätta temperaturerna överensstämde med varandra. Inledningsvis jämfördes den blå (KRUUSE DIGI-TEMP) och den orange (Geratherm© Rapid GT-195-1) termometern (Figur 1) följt av att den orange termometern jämfördes med temperaturerna uppmätta med termochip (Figur 2). Avslutningsvis jämfördes den blå termometern med temperaturerna uppmätta med termochip (Figur 3). För varje diagram sattes trendlinje med r-kvadratvärde (determinationskoefficient) in för att bättre kunna avgöra korrelationen mellan termometrarna och metoderna. Data åskådliggjordes även i ett lådagram (Figur 4) och de viktigaste värdena redovisas i tabellform (Tabell 2 och 3).



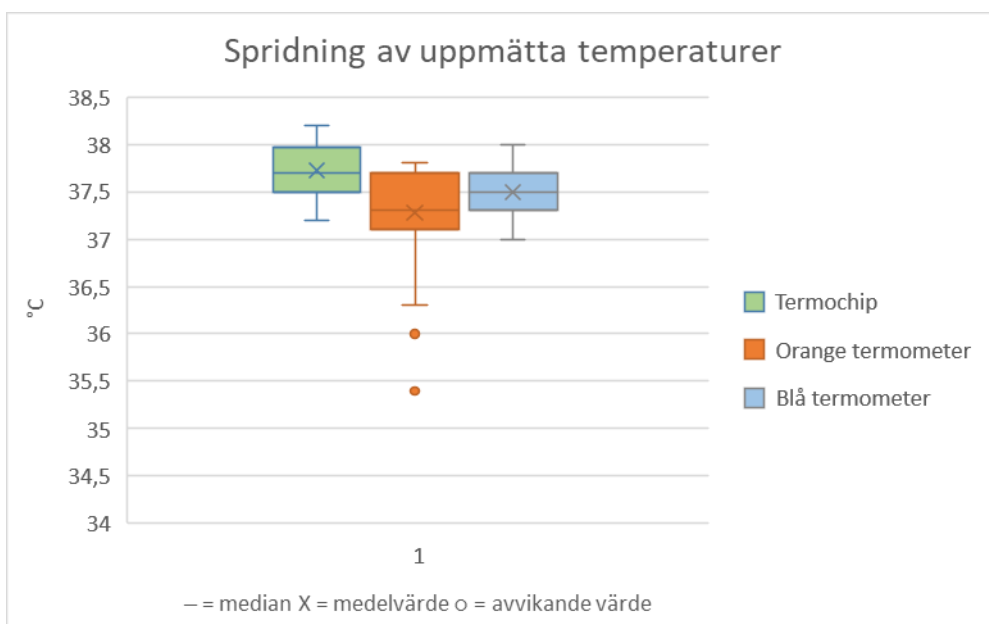
Figur 1. Spridningsdiagram för blå och orange termometer (KRUUSE DIGI-TEMP och Geratherm© Rapid GT-195-1) efter temperaturmätning av 17 hästar vid ett tillfälle om dagen tre dagar i följd.



Figur 2. Spridningsdiagram för orange termometer (Geratherm© Rapid GT-195-1) och termochip efter temperaturmätning av 17 hästar vid ett tillfälle om dagen tre dagar i följd.



Figur 3. Spridningsdiagram för blå termometer (KRUUSE DIGI-TEMP) och termochip efter temperaturmätning av 17 hästar vid ett tillfälle om dagen tre dagar i följd.



Figur 4. Lådagram över uppmätta temperaturer hos termochip, orange termometer (Geratherm© Rapid GT-195-1) och blå termometer (KRUUSE DIGI-TEMP) efter temperaturmätning av 17 hästar vid ett tillfälle om dagen tre dagar i följd.

Sammanställning av uppmätta temperaturer redovisas i ett lådagram (Figur 4). Dataseriernas högsta och lägsta värde markeras av de vertikala stolparna men exkluderar avvikande värden. Avvikande värden markeras med  $\circ$  medan  $\times$

markerar dataseriens medelvärde. Själva lådan representerar värdena i dataseriens mitt då de högsta och de lägsta 25% av dataserien exkluderats. Det framgår av lådagrammet att termochipet och den blå termometern (KRUUSE DIGI-TEMP) angav värden som höll sig inom ett ungefär lika stort intervall och saknade avvikande värden. Den orange termometern (Geratherm© Rapid GT-195-1) angav värden som höll sig inom ett brett intervall och angav två avvikande värden (Figur 4).

Tabell 2. Sammanfattning av relevanta värden för temperaturer uppmätta av termochip samt med orange och blå termometer (Geratherm© Rapid GT-195-1 och KRUUSE DIGI-TEMP)

	Termochip	Orange termometer	Blå termometer
Högsta värdet (°C)	38,2	37,8	38,0
Minsta värdet (°C)	37,2	35,4	37,0
Medel (°C)	37,7	37,3	37,5
Median (°C)	37,7	37,3	37,5
Standardavvikelse, SD	0,26	0,46	0,24
Variationskoefficient, CV (%)	0,69	1,3	0,66

Tabell 3. Determinationskoefficient ( $r^2$ ) och korrelationskoefficient ( $r$ ) för kombinationer av mätningar med termochip samt orange och blå termometer (Geratherm© Rapid GT-195-1 och KRUUSE DIGI-TEMP).

$r^2$	Orange termometer	Blå termometer
Termochip	0,0339	0,1194
Orange termometer	-	0,4065
Blå termometer	0,4065	-
$r$		
Termochip	0,19	0,35
Orange termometer	-	0,64
Blå termometer	0,64	-

## 4.2 Beteendestudier

Protokollet över beteenden (Tabell 1) modifierades två gånger efter de beteenden som uppvisades vid datainsamlingen och för att göra data mer lätthanterligt. Inledningsvis utökades protokollet med punkterna 12 (Rör på läpparna/mulen) och 15 (Lyfter/flyttar framben) samt reviderades punkt 0 där spelande öron inkluderades som tecken på ett avslappnat beteende (Tabell 4).



Tabell 4. Utökad protokoll som inkluderar beteenden som observerades vid datainsamlingen (punkt 12 och 15).

Poäng	Beskrivning av beteende
0	Avslappnad, öronen spelande eller framåtriktade, huvud i vilande position
1	Flemning
2	Står stilla, begränsade rörelser (t. ex. avlasta bakben)
3	Uriner
4	Gäspning
5	Gnäggnings/vokalisering
6	Fnysning (kort, snabb utandning)
7	Skakar huden (exempelvis vid irritation av insekter)
8	Slag med svansen
9	Defekation
10	Höjd eller vridet hals och huvud (över vilande position eller förbi medianplanet)
11	Skakar på hals och/eller huvud
12	Rör på läpparna/mulen
13	Tuggning eller maler med käkarna
14	Öronen riktade bakåt, pressade nedåt
15	Lyfter/flyttar framben
16	Slår/vevar med framben
17	Rör hela kroppen - går framåt, backar eller kliver åt sidan
18	Drar in svansen mellan bakbenen
19	Sclera synlig, hästen försöker se bakåt
20	Bett eller försöker bita
21	Spark eller försöker sparka och/eller lyfter ett bakben

Efter denna första revidering skrevs protokollet om ytterligare en gång, då det är problematiskt att påstå att beskrivningarna av punkt 12 och 13 respektive 15 och 16 är väsensskilda från varandra. Dessa punkter har istället utökats. Punkt 18 har getts ett lägre nummer då det är tvivelaktigt att motivera beteendet som det som visar störst obehag hos hästen. De tecken som beskrivits som avslappnad häst har getts värdet 1 för att särskilja det från andra beteenden och som en följd av detta har samtliga punkter givits en högre poäng (Tabell 5).

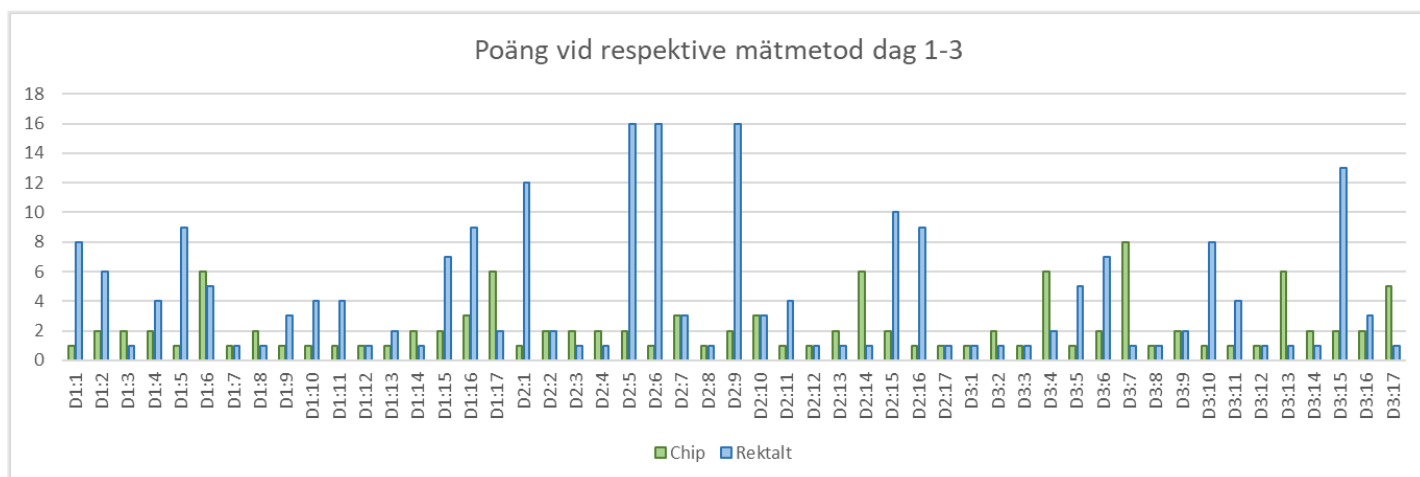
Tabell 5. Reviderat protokoll efter de beteenden som uppvisades vid datainsamlingen.

Poäng	Beskrivning av beteende
1	Avslappnad, öronen spelande eller framåtriktade, huvud i vilande position
2	Höjd eller vridet hals och huvud (över vilande position eller förbi medianplanet)

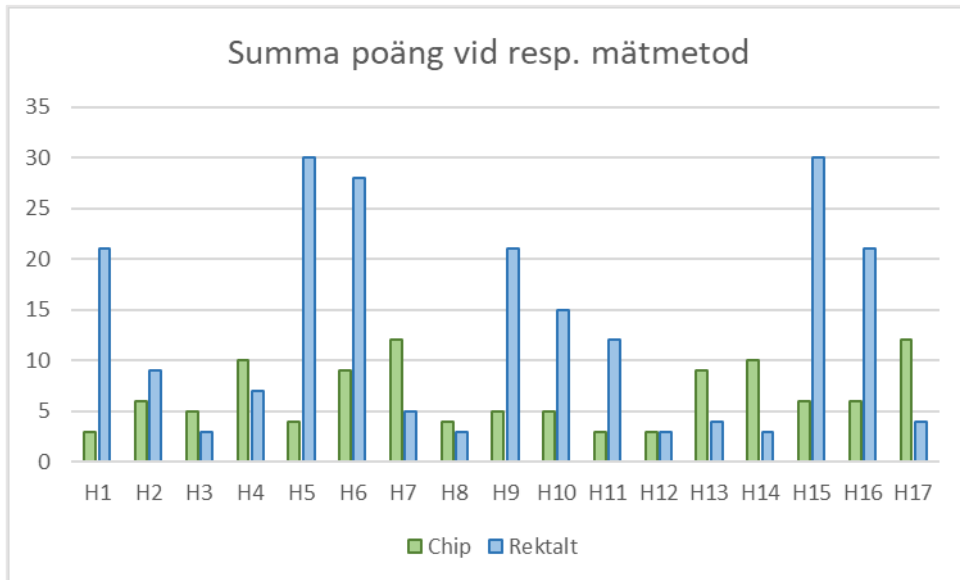
3	Rör på mulen, tuggning eller maler med käkarna
4	Drar in svansen mellan bakbenen
5	Lyfter/flyttar eller slår med framben
6	Rör hela kroppen - går framåt, backar eller kliver åt sidan

Beteenden vid datainsamling antecknades i protokollet var gång de skedde, dvs. upprepade beteenden gavs upprepade noteringar. Efter datainsamlingen sattes poäng på beteendena under de tre dagarna vilket visas i Figur 5 och sammanfattas i Figur 6. Medianen av poängen under datainsamlingen var för chipavläsning 6 mot medianen 9 för rektal temperaturmätning. Sett endast till medianen så uppvisades alltså fler eller förändrade beteenden vid rektal temperaturmätning än vid temperaturmätning med termochip.

Den poäng som varje häst erhöll per dag redovisas i Figur 5, där det framgår att häst nr. 5, 6 och 15 reagerade mer vid rektal temperaturmätning än de andra hästarna, eftersom de tre hästarna erhölet minst 4 poäng vid varje mätning. Vidare tolkning av poäng vid datainsamling tillkommer. Den sammanlagda poängen för beteenden som varje häst visade under de tre dagarna av datainsamling redovisas i Figur 6. Även här framgår att häst 5, 6 och 15 reagerade med flest beteenden vid rektal temperaturmätning medan häst 7 och 17 reagerade som mest kraftigt vid avläsning av termochipet då de jämförs med de andra hästarna.



Figur 5. Poäng för varje häst under de tre dagar då datainsamlingen pågick.



Figur 6. Summan av poäng för beteenden under de tre dagar då datainsamling pågick.

För statistisk analys användes t-test på de högsta värdena som uppmätts under var dag under datainsamlingen. Dessutom utvärderades poängen mellan mätmetoderna med avseende på i vilken ordning de erhöles och eventuell effekt av tillvänjning undersöktes. Detta skedde genom t-test av de högsta värdena för beteende som erhöles då termochipet avlästes först och när det avlästes sist. Samma test användes för att undersöka rektal temperaturmätning. För att se eventuell effekt av tillvänjning då datainsamlingen skedde tre dagar i följd så jämfördes den högsta poängen för var häst och mätmetod under den första dagen med den högsta poängen under den sista dagen. För samtliga test sattes signifikansnivån till  $p < 0,05$ .

Resultaten gav vid hand att ingen statistiskt signifikant skillnad ( $p = 0,059$ ) kunde påvisas i hästens beteende mellan att mäta temperaturen med termochip och rektalt. Däremot hade ordningen på mätningarna betydelse för rektal temperaturmätning där en signifikant ( $p = 0,025$ ) lägre poäng för beteendet erhöles när metoden utfördes efter avläsning av termochip. Svag effekt av tillvänjning kunde även ses vid rektal temperaturmätning men ej för chipavläsning. Detta då skillnaden i poängen för beteenden mellan första och sista dagen inte översteg signifikansnivån ( $p = 0,064$ ) vid ensidigt parat t-test. Felriskens låga värde relativt signifikansnivån kan ge vag indikation om att hästarna accepterade mätningen bättre den sista dagen.

## 5. Diskussion

### 5.1 Temperaturmätningar

Korrelationen visade sig måttlig mellan de två termometrarna (korrelationskoefficient  $r = 0,64$ ) och svag för de båda termometrarna då de jämfördes med termochipet (Tabell 3). Det konstateras att den blå termometern hade en högre korrelation med termochipet ( $r = 0,35$ ) än vad den orange termometern hade med termochipet ( $r = 0,19$ ).

Härnäst jämfördes de uppmätta temperaturintervallen med normal kroppstemperatur mätt rektalt hos häst, som här sätts till  $37,2 - 38,2$  °C (Ennerdal & Dalin 2011). Av de tre mätserierna så höll sig termochipet inom det normala intervallet, den blå termometern höll sig till ett intervall strax under detta och den orange termometers intervall var under det normala (Tabell 2). Både termochipet och den blå termometern har haft samma storlek på intervallet och har till skillnad från den orange termometern inte avläst några avvikande värden (Figur 4).

Robinson et al. (2008) fann att den omgivande temperaturen påverkade termochipens temperatur och deras förmåga att korrekt avläsa feber. Artikelförfattarna spekulerar i om det har varit svårt att mäta temperaturen med termochipet pga. det begränsade blodflödet i nackbandet och om termochipets ytliga placering gjort det känsligt för omgivningens temperatur. I en studie av Goodwin (1998) jämfördes temperaturmätningar med termochip, tympanisk termometer och rektal temperatur hos häst, får och get. Hos samtliga djurslag var termochipet placerat under huden nära armbågsspetsen, vilket kan ha gjort det mer känsligt för omgivningens temperatur. Hos häst var dock termochipets medeltemperatur densamma under de dagar temperaturen mättes (Goodwin 1998). Robinson et al. (2008) framför även tesen att denna placering är mindre känslig för omgivningens temperatur då den kan uppfattas som mer skyddad. Goodwin (1998) spekulerar i om det är möjligt att en annan eller en djupare placering av termochipet

kan ge temperaturmätningar med högre värden. Samtidigt framhålls att de värden som erhållits inte nödvändigtvis är felaktiga utan kan visa på olika kroppsdelars fysiologiska temperaturskillnader (ibid.).

Förklaringar som tidigare angivits till diskrepans mellan rektal temperaturmätning och mätning med termochip har alltså varit att de områden som temperaturen mätts på har varit i högre eller lägre grad exponerade mot omgivningens temperatur och att termochipets placering i nackbandet påverkat mätvärdena pga. begränsat blodflöde. Emellertid har detta arbete kommit fram till att termochipet hade ett högre intervall och uppmätt högre temperaturer än de termometrar som använts vilket går emot vad som observerats i tidigare studier (Robinson et al. 2008, Goodwin 1998).

Goodwin (1998) påtalar även att minst variation visades hos den rektalt mätta temperaturen (variationskoefficient  $CV = 0,45\%$ ) medan temperaturen mätt med termochip visade störst variation ( $CV = 1,51\%$ ). Detta omdöme tycks utgå från den beräknade variationskoefficienten som dock inte anses meningsfull för intervallskalor (Björk 2011:62). I denna studie erhöles  $CV$  om 0,69 och 0,66% för termochip respektive blå termometer, dvs. de visade samma låga spridning, medan  $CV$  för den orange termometern var 1,3% (Tabell 2).

Studien av Kang et al. (2020) inleddes med en förstudie där temperaturen mättes hos två hästar rektalt, venöst och med termochip placerade i korset och nackbandet. Förstudien kom fram till en hög korrelation mellan temperaturen i nackbandet och den som mätts rektalt ( $r = 0,80$ ,  $p < 0,001$ ). Emellertid framkom även låg korrelation mellan den venösa temperaturen då den jämfördes både med termochipet i nackbandet ( $r = 0,01$ ,  $p = 0,93$ ) och med temperaturen mätt rektalt ( $r = 0,13$ ,  $p = 0,35$ ). Detta kan tolkas som något naturligt, då central kroppstemperatur kan vara högre än rektal temperatur, men den låga korrelationen till termochipet ligger i linje med vad som funnits tidigare. Den låga provstorleken i förstudien (Kang et al. 2020) bör dock beaktas. I studien av Goodwin (1998) kunde inte en stark samvariation mellan temperaturen mätt rektalt och med termochip hittas, då korrelationskoefficienten fanns vara 0,24 att jämföra med det i denna studie högsta erhållna värdet av 0,35 (Tabell 3).

### 5.1.1 Felkällor i detta arbete

Termochipen sattes in tre dagar innan datainsamlingen och viss misstanke kan uppstå om vävnadsskadan medfört en inflammatorisk respons. I en studie av Lindegaard et al. (2009) jämfördes reaktioner efter brännmärkning och märkning

med microchip. Dessa reaktioner inkluderade bl. a. ödem, temperaturförändringar och känslighet över behandlat område samt blodets nivåer av kortisol och serum amyloid A (SAA). Reaktioner undersöktes en halvtimme, 1 h, 2 h, 4 h, 6 h, 8 h och med allt längre tidsintervall efter märkningen (ibid.).

Ödem uppstod i båda områdena men uppträdde i chipmärkt område som en lätt reaktion under de första 12 timmarna, som därefter avtog. SAA ökade inte under någon av behandlingarna och blodets koncentration av kortisol följde ett liknande mönster hos båda behandlingarna som var inom referensintervallet. Det kunde inte konstateras någon signifikant temperaturökning i huden över den chipmärkta muskeln efteråt, när den mättes med infraröd termometer (Lindegaard et al. 2009).

I detta arbete bedövades och tvättades injektionsstället med EMLA-kräm och klorhexidinsprit innan chipmärkning, varvid handskar användes och steriliteten bibehölls. Eftersom hygien hållits efter skulle en eventuell temperaturhöjning beroende på chipmärkningen ha skett pga. vävnadsskada snarare än inflammation. Mot bakgrunden av fynden i artikeln av Lindegaard et al. (2009) bedöms det inte sannolikt att den högre temperaturen vid avläsning av termochip beror på vävnadsskada vid märkningen, men möjligheten kan inte helt uteslutas.

Det finns en möjlighet att rörelser av hals och huvud skulle kunna öka blodflödet i muskulaturen nedanför nackbandet där termochipet är placerat, men det har inte kunnat ses ett tydligt mönster hos hästarna med rörelser av hals och huvud (Figur 5). I motsats härav har många av hästarna i detta arbete stått med huvud och hals i avslappnad position vilket talar emot det förslaget, utöver tveksamhet till om huvudrörelser allena skulle kunna påverka temperaturen hos termochipet i högre grad. I motsats till tidigare studier har hästarna i detta arbete hållits inomhus under datainsamlingen som skedde under den begränsade tidsperioden om tre dagar i följd. Det är högst tveksamt ifall omgivningens temperatur påverkat termochipen i den miljön.

Frågan uppstår om hästarna i detta arbete haft ett förändrat blodflöde i halsmuskulaturen som kan ha påverkat termochipet. Observera att ingen av hästarna bar täcke eller hade vinterpäls samt att ingen av dem stod i drag. Temperaturen inomhus var i medeltal 15 °C under hela datainsamlingen vilket faller inom den termoneutrala zon som föreslagits av Morgan (1998). Det bedöms inte troligt att inomhustemperaturen i sig lett till exempelvis vasodilatation som möjligen hade kunnat påverka termochipen.

### 5.1.2 Referensintervall och termometrar

Det finns en risk att den blå termometern varit dåligt kalibrerad eller inte förts in på ett tillräckligt djup för korrekta temperaturvärden. Detta sägs emot av de värden som erhållits av den, där exempelvis temperaturintervallet visserligen är 0,2 °C under referensintervallet för häst men bedöms som acceptabelt och inga avvikande värden har identifierats (Figur 4). Det vill säga att eftersom termometern ifråga inte producerat värden med stor variation eller brett temperaturintervall så är det inte avgjort att det varit brister i den rektala temperaturmätningen.

Även de två termometrarna har mätt olika värden och haft måttlig korrelation. Det kan möjligen bero på deras form och längd, där den större blå termometern kunde sättas in djupare än den orange termometern vilket kan ge ett mer adekvat värde. Samtidigt är detta fynd lätt oroande då det är ett rimligt antagande att liknande korta termometrar förekommer hos hästägare, som löper risk att mäta en felaktig temperatur och missa hypo- eller hypertermi hos sin häst alternativt kalla ut veterinär i onödan.

Givetvis kan hästägare göra en ny temperaturmätning om den första ger ett värde som avviker markant. Det är även möjligt för hästägare att etablera ett normalt intervall för sin häst och att detektera avvikande värden med samma termometer. Argument för att trots detta använda termochip eller åtminstone en längre termometer för att mäta temperaturen är att både termochip och den blå termometern hade en lägre variationskoefficient (CV = 0,69% respektive 0,66%) än den orange termometern (CV = 1,2%) (Tabell 2) vilket kan tolkas som att de är mer tillförlitliga över tid. Termochip har även potential att minska risken för skada vid upprepad temperaturmätning.

De referensintervall som finns för normal kroppstemperatur hos vuxen häst varierar, vilket undersökts i en studie av Hall et al (2019). Studien rapporterar om referensintervall vars minsta värde är 36,0 °C och andra intervall som har högsta värde 38,9 °C. Vidare diskuteras de medeltemperaturer och temperaturintervall som insamlats under studier av friska hästar. Det föreslås att angivna referensintervall kan ha etablerats på klinik, varför höjd temperatur orsakad av stress inte kan uteslutas. Författarna menar att de referensintervall som normalt används kan vara olämpliga att använda för hästar i en annan situation än den där referensintervallet etablerats (Hall et al. 2019).

En studie av Naylor et al. (2012) undersökte faktorer som påverkar rektal temperaturmätning hos kor, där temperaturen mättes och antecknades både före och efter det att studenter fått instruktioner om att sätta in termometern till avläsningsfönstret. Dessa värden jämfördes med en kvicksilvertermometer som sattes in helt i kons rektum och gav ett mer korrekt värde på djurets kroppstemperatur. Även termometerns vinkel testades, där den riktades uppåt eller

nedåt mot slemhinnan eller hölls neutralt. Under studiens gång testades tio termometrar i ett vattenbad för att bedöma deras noggrannhet. Studenter som ej instruerats i insättning av termometern mätte signifikant lägre temperaturer än de som fått sådana instruktioner (ibid.). Jämfört med kvicksilvertermometern ger alltså en insättning till termometerns avläsningsfönster ett mer adekvat värde. Författarna föreslår att ytlig insättning leder till högre påverkan av omgivningens temperatur. Studien fann vidare att termometerns vinkel spelade signifikant roll men inte hade stor effekt på temperaturmätningen. Noggrannheten var acceptabel hos alla termometrar utom en och författarna understryker vikten av att emellanåt testa termometrars noggrannhet, vilket kan göras med vattenbad (Naylor et al. 2012). Vilken typ av termometer som används spelar också roll, då det visats påverka medeltemperaturen och variansen (Hine et al. 2015).

## 5.2 Beteendestudier

Poäng för beteenden jämfördes med ett parat t-test med signifikansnivå  $p < 0,05$ . Vid detta jämfördes högsta erhållna poäng vid användningen av de två mätmetoderna under de tre dagar som datainsamlingen pågick. Det framkom ingen statistiskt signifikant skillnad ( $p = 0,059$ ) mellan att mäta temperaturen rektalt och med termochip med avsikt på hästens beteende. Felrisken är av sådan storlek att måttliga belägg ändå kan hävdas för att använda termochip framför rektal temperaturmätning med avseende på hästens beteende.

Det är möjligt att hästarna under datainsamlingen förbereddes på nästa moment vid den första temperaturmätningen, dvs. att rektal temperaturmätning följt av chipavläsning påverkade hästens beteende vid chipavläsningen, och vice versa vid omvänt ordning av mätningarna. Detta undersöktes genom t-test av de högsta värdena från respektive mätmetod under den första och den sista dagen för datainsamling. Testet visade att ordningen hade statistiskt signifikant skillnad ( $p = 0,025$ ) för poängen vid rektal temperaturmätning men inte vid avläsning av termochipet. Det vill säga att medianen av poängen för beteendet var lägre vid rektal temperaturmätning då denna genomfördes efter (median 2) än då den genomfördes före avläsning av termochipet (median 4).

Alltså uppvisades färre beteenden eller beteenden som har lägre poäng vid rektal temperaturmätning då denna föregåtts av temperaturmätning med termochip. Det mer dämpade eller ändrade beteendet verkar inte avhängig tidsaspekten eftersom ingen signifikant skillnad kunde hittas för ordningens betydelse vid avläsning av termochip ( $p = 0,833$ ). Den signifikanta skillnaden för ordningen vid rektal



temperaturmätning kan eventuellt förklaras med att hästen förbereds på hantering vid initial beröring av hals. Ett område för framtida forskning skulle kunna vara att fortsätta studera reaktionen vid rektal temperaturmätning efter initial hantering och beröring på andra delar av kroppen. Detta i det uttalade syftet att förbereda hästen på nästföljande moment och inte för att distrahera ifrån det.

Vidare undersöktes om det skett en tillvänjning så att hästarna visade minskade reaktioner under sista dagen relativt den första. Ensidigt parat t-test visade ingen signifikant effekt av tillvänjning vid rektal temperaturmätning ( $p = 0,064$ ) men med tillräckligt låg felrisk för att inte helt utesluta tillvänjning över tid.

Det ursprungliga protokollet (Tabell 1) innehöll beteenden som avsågs visa på en avspänd, aktiv, undvikande eller defensiv häst. Efter datainsamlingen framgick det att hästarna visat beteenden som i huvudsak varit avspända, aktiva eller undvikande (Tabell 5) men aldrig defensiva, vilket kan tolkas som att ingen av metoderna upplevdes som alltför hotande av någon häst.

Emellertid reagerade vissa av hästarna mer vid rektal temperaturmätning, dvs. de uppnådde högre poäng med denna mätmetod än vid chipavläsning vilket kan innebära ett större upplevt obehag för hästen och större risk för personen som hanterar den. En del av hästarna visade å andra sidan upp en större beteenderepertoar vid chipavläsning. En hög poängsumma behöver i sig inte vara problematisk då man dels bör jämföra med det beteende som visats vid jämförande temperaturmätning, dels bör poängsumman granskas och det beteende som ligger bakom.

För det första så är det ofta nödvändigt att mäta kroppstemperatur för att få en uppfattning om hästens nuvarande hälsostatus och den metod man väljer bör medföra så låg risk som möjligt både för djurhälsopersonalen och hästen. Är det så att beteendet vid temperaturmätning med den andra metoden också medför en risk så kan denna risk fortfarande vara lägre än risken vid första mätmetoden.

För det andra så bör beteendet beaktas då vissa reaktioner kan ses som fullt naturliga i sitt sammanhang. Exempelvis har många av hästarna höjt eller vridit på hals eller huvud när chipavläsaren lyfts mot halsen vilket bör kunna betraktas som en fullt normal reaktion. En invändning mot detta kan givetvis vara att vad som betraktas som en naturlig reaktion kan skilja sig åt och att även en naturlig och förväntad reaktion fortfarande kan vara farlig. Det blir då en fråga om vilka beteenden som kan tolereras och i vilken utsträckning.

### 5.2.1 Beteende som måttstock

Utgångspunkten för denna studie är att hästarna är mer proaktiva än reaktiva i sitt sätt att hantera stress, där proaktiva individer försöker undvika en stressor medan reaktiva kan svara med avtrubbning (Koolhaas et al. 1999). En konsekvens blir att en individ med reaktiv stresshantering kan förefalla mindre bekymrad eller t. o. m. avslappnad vid kontakt med stressorn. Det belyser även en av studiens brister, att endast beteendet använts för att utvärdera mätmetodernas användbarhet. För all del är hästarnas beteenden viktiga för att bedöma skaderisken för djurhälsopersonal, men det är inte optimalt för att säkerställa hästens välfärd.

Det bedömdes rimligt att studera beteendet med tanke på mätmetodens säkerhet för djurhälsopersonalen. Med avseende på djurvälfärd och individer som kan hantera obehag mer passivt än aktivt skulle det vara fördelaktigt att mäta stress och obehag mer objektivt. I studien av Lindegaard et al. (2009) undersöktes exempelvis nivåerna av kortisol och SAA i blodet efter bränn- och chipmärkning.

Kortisol har viktiga effekter vid svar på stress, där hormonet bl. a. ökar både glukoskoncentrationen i blodet och nedbrytningen av fett och protein (Sjaastad et al. 2010:248). Proteinet SAA används som inflammationsmarkör då den ökar snabbt efter vävnadsskada eller infektion, även om dess fulla funktion ännu ej är helt förstådd (Witkowska-Piłaszewicz et al. 2019). Baserat på substansernas funktion kan de förefalla som lämpliga markörer för objektiv mätning av stress och obehag. Emellertid behöver den stimulans som krävs för substansernas frisättning förstås bättre och det bedöms mot tidigare studie av Lindegaard et al. (2009) tveksamt om märkbar höjning av endera substans skulle kunna påvisas vid temperaturmätning då substansernas koncentration inte ökat eller inte ökat markant efter brännmärkning eller märkning med microchip. Dessutom finns en risk att införa en förväxlingsfaktor om blodprov behöver tas, då hästar kan svara med stressreaktion på den proceduren (Yarnell et al. 2013).

### 5.2.2 Generalisering av resultaten

Det finns flera faktorer som gör att resultaten från denna studie är problematiska att generalisera ifrån. Majoriteten av hästarna som användes i denna studie deltar ofta i undervisningsmoment vilket gör att de med stor sannolikhet är vana vid olika former av hantering och vana vid främmande människor. Därmed finns det en risk att resultaten är missvisande och att reaktionerna på exempelvis chipavläsning skulle vara kraftigare om studien gjorts på hästar som inte har samma erfarenhet. Samtidigt finns det lagstiftning om att hästar ska vara ID-märkta med microchip, varför det kommer vara nödvändigt att läsa av microchipen vid exempelvis klinikvistelse eller tävling. Huruvida avläsning av termochip går att genomföra på hästar med annan bakgrund än de som deltog i denna studie blir därför svår att avgöra.

Andra faktorer som spelar in är att datainsamlingen skedde inomhus, i hästarnas hemmiljö, under en begränsad tidsperiod och inom synhåll från andra hästar. Även om en del av hästarna reagerade vid mätningarna så är det rimligt att anta att deras stressnivå varit låg under de rådande omständigheterna. Detta var nödvändigt för att se hästarnas beteende och reaktion just under mätningarna och minska risken för förväxlingsfaktorer. Ett exempel på en möjlig förväxlingsfaktor hade kunnat vara att ställa upp hästarna ensamma i ett tomt stall och genomföra mätningarna där. I detta scenario är det möjligt att hästens flockinstinkt hade utlöst en stressreaktion vilket hade kunnat påverka både temperaturmätningarna och beteendestudierna. Detta gör det dock svårt att applicera studiens resultat på en häst i klinikmiljö, där hästen både befinner sig i en ny miljö och i en miljö som i sig riskerar framkalla stress. Beroende på klinikens utformning och aktuella behandlingsåtgärder finns det inte alltid andra hästar inom synhåll vilket i sin tur kan orsaka eller öka befintlig stress.

Resultaten i denna studie tyder på att hästar som är vana vid hantering och hantering av främmande människor skulle kunna ha nytta av temperaturmätning med termochip, om ett godtagbart referensintervall finns att tillgå. Vidare studier krävs dock för att även se hur miljö, avskildhet och stress påverkar beteendet vid respektive mätmetod.

Kritik kan riktas mot förfarandet att undersöka temperatur och beteende direkt efter varandra, där den sammanlagda tiden för samtliga tre mätningar tog mindre än fem minuter per häst. Det går inte att utesluta att de beteenden som hästen visat vid den andra mätningen haft sin grund i annat än mätmetoden, exempelvis frustration över att stå uppbunden i stallgången. Dock talar resultatet av t-test med avseende på mätningarnas ordning emot detta, då en effekt kunde ses med avseende på rektal temperaturmätning men inte vid chipavläsning. För att korrekt utvärdera beteenden så hade temperaturmätningarna behövt utföras separat istället för i följd. Det var emellertid nödvändigt att erhålla värdena på temperaturmätningarna direkt efter varandra för att kunna detektera eventuell korrelation. Ett alternativt upplägg hade således varit att genomföra en omgång där mätvärden erhålls i följd för att få så lika mätvärden som möjligt, följt av två separata omgångar där temperaturmätningar görs i syfte att observera beteenden.

Protokollförande i samband med mätning bedöms ha fungerat tillfredsställande då reaktioner från och beteenden hos hästarna haft låg intensitet. Det är likväl möjligt att beteenden inte märkts av under datainsamlingen så att frekvensen av ett beteende blivit felaktig eller att ett beteende förbisett helt. För att undvika detta hade det varit fördelaktigt att en observatör bedömer hästarnas beteende i efterhand med hjälp av de filmer som spelades in. Det hade även varit värdefullt med en blindad

observatör såtillvida att denne inte upplyses om filmen visar den första eller andra mätningen i ordningen.

För att till fullo implementera termochip som alternativ till rektal temperaturmätning inom djursjukvården så skulle framtida studier behöva undersöka användarvänligheten hos respektive metod och förslagsvis utvärdera hur tillförlitlig djurhälsopersonalen upplever att metoden är för att den i praktiken ska komma att användas.

## 6. Konklusion

Av vad som framkommit under detta arbete finns ingen stark korrelation mellan temperaturmätningar gjorda rektalt och med termochip. Erhållna resultat uppmuntrar till vidare forskning och det finns en fortsatt förhoppning om att kunna använda termochip för temperaturmätning om ett adekvat referensintervall kan utformas.

Beteendena som uppvisats vid varje mätmetod ger visst stöd för att använda termochip framför rektal temperaturmätning. Detta då en mindre beteendepertoar visats vid mätning med termochip vilket kan innebära mindre skaderisk för djurhälsopersonalen och betyda mindre olägenhet för hästen.



- in laboratory animal science*. 37(3), 51–55. PMID: 12456161.  
<https://www.ingentaconnect.com/content/aalas/jaalas/1998/00000037/00000003/art00003?crawler=true>
- Greer, R. J., Cohn, L. A., Dodam, J. R., Wagner-Mann, C. C., & Mann, F. A. (2007). Comparison of three methods of temperature measurement in hypothermic, euthermic, and hyperthermic dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 230(12). 1841–1848.  
<https://doi.org/10.2460/javma.230.12.1841>
- Hall, E.J., Carter, A.J., Stevenson, A.G. & Hall, C. (2019). Establishing a Yard-Specific Normal Rectal Temperature Reference Range for Horses. *Journal of equine veterinary science*. 74, 51–55.  
<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2018.12.023>
- Hine, L., Laven, R. & Sahu, S. (2015). An analysis of the effect of thermometer type and make on rectal temperature measurements of cattle, horses and sheep. *New Zealand veterinary journal*. 63 (3), 171–173.  
<https://doi.org/10.1080/00480169.2014.967325>
- Jordbruksverket (2022). *Registrering och märkning av hästar samt hästpass*.  
<https://jordbruksverket.se/djur/lantbruksdjur-och-hastar/hastar/registrering-och-markning-av-hastar-samt-hastpass>  
 [2022-05-02]
- Jara, A.L., Hanson, J.M., Gabbard, J.D., Johnson, S.K., Register, E.T., He, B. & Tompkins, S.M. (2016). Comparison of Microchip Transponder and Noncontact Infrared Thermometry with Rectal Thermometry in Domestic Swine (*Sus scrofa domestica*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 55 (5), 588–593. PMID: 27657715.  
<https://www.ingentaconnect.com/content/aalas/jaalas/2016/00000055/00000005/art00013>
- Kaiser, L., Heleski, C.R., Siegford, J. & Smith, K.A. (2006). Stress-related behaviors among horses used in a therapeutic riding program. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 228 (1), 39–45.  
<https://doi.org/10.2460/javma.228.1.39>
- Kang, H., Zsoldos, R. R., Woldeyohannes, S. M., Gaughan, J. B. & Sole Guitart, A. (2020). The Use of Percutaneous Thermal Sensing Microchips for Body Temperature Measurements in Horses Prior to, during and after Treadmill Exercise. *Animals : an open access journal from MDPI*. 10(12), 2274.  
<https://doi.org/10.3390/ani10122274>
- Koolhaas, J., Korte, S., De Boer, S., Van Der Vegt, B., Van Reenen, C., Hopster, H., De Jong, I., Ruis, M.A. & Blokhuis, H. (1999). Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience and biobehavioral reviews*. 23 (7), 925–935. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(99\)00026-3](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(99)00026-3)
- Kort, W. J., Hekking-Weijma, J. M., TenKate, M. T., Sorm, V., & VanStrik, R. (1998). A microchip implant system as a method to determine body temperature of terminally ill rats and mice. *Laboratory animals*. 32(3), 260–269.  
<https://doi.org/10.1258/002367798780559329>
- Kruuse Svenska AB (u. å.). *KRUUSE Digi-temp, digital termometer till stordjur*.  
<https://kruuse.com/sv-se/products/konsultation/unders%c3%b6kning/termometrar/kruuse-digi-temp-digital-termometer-till-stordjur-1-st?RaptorRecommendation=291114> [2022-04-25]

- Lindegaard, C., Vaabengaard, D., Christophersen, M.T., Ekström, C.T. & Fjeldborg, J. (2009). Evaluation of pain and inflammation associated with hot iron branding and microchip transponder injection in horses. *American Journal of Veterinary Research*. 70 (7), 840-847.  
<https://doi.org/10.2460/ajvr.70.7.840>
- Maxwell, B. M., Brunell, M. K., Olsen, C. H., & Bentzel, D. E. (2016). Comparison of Digital Rectal and Microchip Transponder Thermometry in Ferrets (*Mustela putorius furo*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science : JAALAS*. 55(3), 331–335. PMID: 27657715.  
<https://www.ingentaconnect.com/content/aalas/jaalas/2016/00000055/00000003/art00014>
- Morgan, K. (1998). Thermoneutral zone and critical temperatures of horses. *Journal of thermal biology*. 23 (1), 59–61. [https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(97\)00047-8](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(97)00047-8)
- Munsters, C., Visser, K., van den Broek, J. & Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M.M. (2012). The influence of challenging objects and horse-rider matching on heart rate, heart rate variability and behavioural score in riding horses. *Veterinary journal*. 192 (1), 75-80.  
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.04.011>
- Naylor, J.M., Streeter, R.M. & Torgerson, P. (2012). Factors affecting rectal temperature measurement using commonly available digital thermometers. *Research in veterinary science*. 92 (1), 121–123.  
<https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2010.10.027>
- Quimby, J.M., Olea-Popelka, F. & Lappin, M.R. (2009). Comparison of Digital Rectal and Microchip Transponder Thermometry in Cats. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 48 (4), 402–404. PMID: 19653950.  
<https://www.ingentaconnect.com/content/aalas/jaalas/2009/00000048/00000004/art00011>
- Robinson, T.R., Hussey, S.B., Hill, A.E., Heckendorf, C., Stricklin, J.B. & Traub-Dargatz, J.L. (2008). Comparison of temperature readings from a percutaneous thermal sensing microchip with temperature readings from a digital rectal thermometer in equids. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 233 (4), 613-617.  
<https://doi.org/10.2460/javma.233.4.613>
- Sjaastad, Ø.V., Hove, K. & Sand, O. (2010). *Physiology of domestic animals*. 2 uppl., Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- SLU, Institutionen för kliniska vetenskaper (KV), 2022-04-20, personlig kommunikation.
- Vieira, E.A., Belli, A.L., Campolina, J.P., Pacheco Rodrigues, J.P., Coelho, S.G., Campos, M.M., Tomich, T.R. & Pereira, L.G.R. (2021). Screening microchip sites to predict body temperature in young calves. *Journal of thermal biology*. 100, 103052–103052.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103052>
- Willmer, P., Stone, G. & Johnston, I.A. (2005). *Environmental physiology of animals*. 2 uppl., Malden, Ma: Blackwell.
- Witkowska-Piłaszewicz, O.D., Żmigrodzka, M., Winnicka, A., Miśkiewicz, A., Strzelec, K. & Cywińska, A. (2019). Serum amyloid A in equine health and disease. *Equine veterinary journal*. 51 (3), 293–298.  
<https://doi.org/10.1111/evj.13062>
- Yarnell, K., Hall, C., & Billett, E. (2013). An assessment of the aversive nature of an



animal management procedure (clipping) using behavioral and physiological measures. *Physiology & behavior*. 118, 32–39.  
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.05.013>

# Tack

Tack till Helene, Anna, Daniela och Tom som varit med hela vägen. Tack till skrivgruppen och till handledarna Stina och Lena som varit så engagerade och generösa med sin tid.

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.