



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för kliniska vetenskaper

# Förekomst av perioperativ hypotermi hos häst på två kliniker i Sverige

Occurrence of perioperative hypothermia in horses at two  
clinics in Sweden

Anna Karlsson & Fanny Palmér

Självständigt arbete • 15 hp

Djursjukskötarprogrammet

Uppsala 2019

# Förekomst av perioperativ hypotermi hos häst på två kliniker i Sverige

*Occurrence of perioperative hypothermia in horses at two clinics in Sweden*

Anna Karlsson & Fanny Palmér

**Handledare:** Elin Svonni, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper  
**Examinator:** Ninnie Löfqvist, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i djuromvårdnad  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för kliniska vetenskaper  
**Kurskod:** EX0863  
**Program/utbildning:** Djursjukskötprogrammet

**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2019  
**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Häst, termoreglering, hypotermi, anestesi, djursjukskötare, djuromvårdnad

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för kliniska vetenskaper

## Sammanfattning

Perioperativ hypotermi är ett tillstånd som kan uppstå vid anestesi och som kan orsaka allvarliga komplikationer, framför allt under den postoperativa perioden. Att monitorera patientens temperatur är därför en viktig del av djursjukskötarens arbete. Hypotermi är relativt väl utforskat hos människor och smådjur och forskningen visar att perioperativ hypotermi förekommer ofta. Den generella uppfattningen bland djurhälsopersonalen är att perioperativ hypotermi sällan förekommer hos vuxna hästar, då en stor kroppsmassa antas minska risken för kraftig värmeförlust. När det gäller vuxna hästar finns endast ett fåtal studier gjorda där perioperativ hypotermi undersöks. De studier som utförts tyder dock på att även vuxna hästar tappar i temperatur vid anestesi och därmed, likt övriga djurslag, riskerar perioperativ hypotermi. Något som bland annat kan ha negativ inverkan på uppvakningskvaliteten. Den postoperativa perioden hos häst är sedan tidigare känd för att vara förenad med allvarliga risker, vilka vanligen inte drabbar smådjur i samma utsträckning. Det kan handla om svårigheter att resa sig alternativt allvarliga skelett- och/eller muskelskador, vilka kan leda till kritiska konsekvenser för hästen.

Syftet med det här arbetet var att utforska förekomst av perioperativ hypotermi hos vuxna hästar och undersöka vad som redogörs om ämnet i vetenskaplig litteratur. För att besvara syftet och frågeställningarna utfördes en litteraturstudie samt en praktisk studie på två hästkliniker i Sverige. Litteraturstudien undersökte befintlig forskning inom området hos häst och omfattade även studier från människor och hundar för att få tillräckligt litteraturunderlag. I den praktiska studien inkluderades totalt åtta hästar, vilkas perioperativa temperaturer monitorerades under elektiva och icke-akuta ingrepp. Temperaturmätningarna gjordes med en rektaltermometer och utfördes med regelbundet intervall från före premedicinering, under anestesi och fram till hästen stod upp i uppvakningsboxen.

Såväl den praktiska studien som resultat från litteraturstudien visade att hypotermi ofta förekommer intra- och postoperativt hos vuxna hästar. Hypotermi definierades utifrån en kroppstemperatur under 37,0 °C, vilket uppmättes hos 75 procent av de hästar som inkluderades i studien. Tidigare studier har påvisat en högre förekomst av hypotermi än vad resultaten i den här studien kunde konstatera.

Konklusionen av denna studie var att perioperativ hypotermi förekommer hos vuxna hästar och dessa resultat stöds av utförd litteraturstudie. Dessutom tyder vetenskaplig litteratur på en korrelation mellan intraoperativ hypotermi och en högre komplikationsrisk, framför allt postoperativt. Därmed kan eventuella förebyggande eller behandlande åtgärder för hypotermi vara av betydelse för uppvakningskvaliteten och återhämtningen efter anestesi hos vuxna hästar.

*Nyckelord:* häst, termoreglering, hypotermi, anestesi, djursjukskötare, djuromvårdnad

## Summary

Perioperative hypothermia is a serious complication that may occur due to anesthesia. Monitoring the patient's temperature is therefore an important part of the veterinary nurse's work. Hypothermia is relatively well researched in humans and small animals. The research shows that perioperative hypothermia frequently occurs and may cause several serious complications for the patient, especially during the postoperative period. The general perception amongst animal health personnel is that perioperative hypothermia rarely occurs in adult horses due to their large body mass, which is believed to reduce the risk of severe heat loss. There are few studies on perioperative hypothermia in adult horses. However, existing studies show that horses lose body heat during anesthesia and thus, like other animal species, risk hypothermia.

Research has shown that intraoperative hypothermia has a negative impact on horses' recovery quality. It is well known that there are serious risks associated with the postoperative period for the equine patient, which usually do not affect small animals to the same extent. The risks include difficulties to get to standing position or severe damage to skeletal and/or muscle, which may lead to critical consequences for the horse.

The aim of this study was to explore the occurrence of hypothermia in horses during anesthesia. To do this, a literature study and a practical study were carried out on two horse clinics in Sweden. The literature study reviewed existing research in the field and also included studies of humans and dogs to obtain sufficient amount of literature. The practical study included a total of eight horses, whose perioperative temperature was monitored during elective and non-acute procedures. The temperature measurements were made with a rectal thermometer and were performed regularly from before pre-medication, during anesthesia and up until the horse stood up in the recovery.

The results of both practical study and literature study showed that hypothermia often occurs in adult horses intra- and postoperatively. The study found hypothermia, which was defined as a body temperature below 37,0 °C, in 75 percent of the horses. Previous studies have shown a higher incidence of hypothermia than the findings in the present study.

The conclusion of this study was that perioperative hypothermia occur in adult horses and these results are supported by the literature study. Further more, scientific literature indicates a correlation between intraoperative hypothermia and increased risk of complications, especially postoperative. Thus, any preventative or treating measures can be of importance for the horses recovery quality after anesthesia.

*Keywords:* horse, thermoregulation, hypothermia, anesthesia, veterinary nurse, animal nursing

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning</b>	<b>5</b>
<b>Figurförteckning</b>	<b>6</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>7</b>
1.1 Syfte och frågeställningar	7
<b>2 Material och metod</b>	<b>8</b>
2.1 Litteratursökning	8
2.2 Praktisk studie	8
2.2.1 Temperaturmätning och mätnoggrannhet	9
2.2.2 Protokoll för datainsamling	9
<b>3 Resultat</b>	<b>11</b>
3.1 Litteraturreultat	11
3.1.1 Fysiologi vid termoreglering	11
3.1.2 Perioperativ hypotermi	13
3.1.3 Komplikationer till följd av hypotermi	14
3.1.4 Behandlingsmetoder vid hypotermi	15
3.1.5 Risker och komplikationer vid uppvärmning	16
3.2 Praktiska resultat	17
<b>4 Diskussion</b>	<b>21</b>
4.1 Resultatdiskussion	21
4.1.1 Definition av hypotermi	21
4.1.2 Duration av anestesi	22
4.1.3 Ålder	23
4.1.4 Yttre faktorer	23
4.1.5 Värmeåtgärder	24
4.1.6 Perioperativ temperaturförändring	26
4.1.7 Postoperativa komplikationer	27
4.2 Metoddiskussion	28
<b>5 Slutsatser och kliniska implikationer</b>	<b>31</b>
<b>Referenslista</b>	<b>32</b>
<b>Tack</b>	<b>34</b>



## Tabellförteckning

Tabell 1. Samlad patientinformation.	17
Tabell 2. Samtliga hästars temperaturer (°C) vid varje mätpunkt.	20

## Figurförteckning

<i>Figur 1.</i> Linjär kurva över medeltemperaturen under mätperioden.	18
<i>Figur 2.</i> Kurva över varje patients pre- och intraoperativa temperaturer.	19



# 1 Inledning

En viktig del av djursjukskötarens omvårdnadsarbete är att säkerställa normal kroppstemperatur hos patienten, både vid anestesi och övrig vistelse på klinik. Hos framför allt smådjur är hypotermi under anestesi ett välkänt problem som stöds av relativt mycket forskning. Studier på människor och hundar har visat att perioperativ hypotermi leder till förlängd uppvakningstid (Pottie, Dart, Perkins & Hodgson, 2007), försämrad metabolisering av läkemedel (Kurz, Sessler & Lenhardt, 1996), försämrad sårhäkning (Sessler, 2016) samt kardiovaskulära effekter (Orts, Alcaraz, Delaney, Goldfrank, Turndorf & Puig 1994 se Armstrong, Roberts & Aronsohn 2005, s. 34). I jämförelse med andra djurslag finns det på vuxna hästar få studier inom området hypotermi, men sannolikt är effekterna liknande om dessa drabbas av hypotermi under anestesi.

För att kunna arbeta förebyggande, höja patientsäkerheten samt öka verksam djurhälsopersonals medvetenhet är det av stor vikt att utforska huruvida hästar drabbas av hypotermi under anestesi. Därmed riktades detta arbete mot förekomsten av perioperativ hypotermi hos häst. Arbetet har utförts för ett kandidatarbete inom djur-omvårdnad på Sveriges Lantbruksuniversitet.

## 1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med arbetet är att öka kunskapen om hypotermi hos häst och i vilken grad hypotermi förekommer under anestesi av häst.

- Hur vanligt förekommande är hypotermi hos häst intra- och postoperativt på två stora kliniker i Sverige?
- Hur beskrivs perioperativ hypotermi hos häst i vetenskaplig litteratur?

## 2 Material och metod

### 2.1 Litteratursökning

För att kunna besvara syfte och frågeställningar samt få en grund för den praktiska studien utfördes en litteratursökning efter vetenskapliga artiklar samt sökning i relevant kurslitteratur på djursjukskötarprogrammet.

De databaser som användes för litteratursökningen var Primo genom Sveriges Lantbruksuniversitets bibliotek, Web of Science, Google Scholar, Scopus och PubMed. Sökorden som användes ensamt eller i olika kombinationer var: hypotherm\*, horse\*, equine\*, anaesthes\*, anesthes\*, temperature, cold, therm\*, recover\*, operati\*, perioperative, thermoregulation, thermoregulat\* och animal\*. För att hitta ytterligare relevanta artiklar användes referenslistorna från de artiklar som framkommit via sökorden. Dessutom användes referenslistor till tidigare studentarbeten inom djursjukskötarprogrammet.

Artiklarna som ansågs innehålla användbar information för arbetet inkluderades. Då det finns få publicerade studier inom området på vuxna hästar användes även ett flertal artiklar från human- och smådjursjukvården för att litteraturunderlaget skulle bli tillräckligt. Antalet artiklar som slutligen inkluderades i arbetet var 25 stycken.

### 2.2 Praktisk studie

Studien utfördes på åtta vuxna hästar som genomgick elektiva eller icke-akuta operationer på två kliniker i Sverige under perioden 2019-02-07 till 2019-02-20.

För att hästarna skulle kunna inkluderas i den här studien behövde de uppfylla två inklusionskriterium. Det första var att deras preoperativa status bedömdes vara utan anmärkning av ansvarig veterinär eller legitimerad djursjukskötare. Det andra

var att anestesi underhölls med inhalationsanestetika. Bedömningen av hästarnas preoperativa status utfördes genom en klinisk undersökning med fokus på cirkulation och respiration (Murrell & Ford-Fennah, 2012). Hästar vars anestesi underhölls med annat än inhalationsanestetika eller bedömdes ha nedsatt allmäntillstånd på grund av sjukdom exkluderades.

### 2.2.1 Temperaturmätning och mätnoggrannhet

Definitionen av vad som är normal kroppstemperatur hos häst varierar beroende på litteratur och författare. Enligt en definition är normaltemperaturen  $37,5\text{--}38,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Hörnicker 1987 se Mayerhofer, Scherzer, Gabler & Hoven 2005, s. 53), medan en annan källa anger  $37,5\text{--}38,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  som normaltemperatur (Sjaastad, Sand & Hove, 2010). I den här studien definieras hypotermi som en kroppstemperatur under  $37,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

I denna studie utfördes de första temperaturmätningarna preoperativt, före premedicinering administrerades. De efterföljande mätningarna utfördes en gång direkt efter induktion av anestesi och en gång efter uppkoppling till narkosapparat. Temperaturen mättes därefter intraoperativt med 15 minuters intervall fram till narkosens slut. En efterföljande mätning utfördes vid placering i uppvakningsboxen samt en sista mätning då hästen stod upp och det bedömdes vara säkert att hantera hästen.

Samtliga temperaturmätningar utfördes rektalt då en studie har visat att rektaltemperatur stämmer väl överens med temperatur i buk- och brösthåla hos hästar (Tomasic & Nann, 1999). Termometern placerades cirka fem centimeter in i rektum och vinklades mot tarmslemhinnan.

Den termometer som användes var av märket Telfo (Telfo Meditec AB) och har enligt tillverkaren en mätnoggrannhet på  $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Termometern är avsedd för mätning i ändtarm, munhåla eller armhåla. Den har en mjuk böjlig spets och en mättid på 10 till 30 sekunder vid rektal mätning. Mätningarna utfördes med samma termometer och av samma person för att styrka reliabiliteten och få jämförbara resultat. Personen som utförde mätningarna var en student i årskurs tre på djursjukskötarprogrammet.

### 2.2.2 Protokoll för datainsamling

Datainsamling skedde genom ett protokoll utformat efter faktorer som kunde tänkas påverka kroppstemperaturen perioperativt, se bilaga 1.

I protokollet noterades hästarnas vikt, kön, ras, ålder, preoperativ status, typ av premedicinering, induktion och underhåll, position på operationsbordet, typ av

ingrepp samt den totala narkoslängden. Händelser eller åtgärder som kunde ha betydelse för studieresultatet noterades under rubriken ”övrigt”.

## 3 Resultat

### 3.1 Litteraturresultat

Kroppens temperatur regleras med hjälp av hypotalamus och termoreceptorer som finns på flera lokaliseringar i kroppen (Sessler, 1997). Utifrån termala signaler sker autonoma reflexer i form av vasodilatation och vasokonstriktion med syfte att kyla eller bibehålla värme i kroppen (Sjaastad, Sand & Hove, 2010). Vid administrering av inhalationsanestetika påverkas kroppens normala temperaturreglering, vilket kan orsaka hypotermi (Sessler, 1997). Hos människor sker temperaturfall under anestesi i tre faser (Sessler, 2000; Kurz, 2001) medan forskning på häst tyder på en linjär temperatursänkning (Tomasic, 1999).

Intraoperativ hypotermi kan orsaka flera allvarliga komplikationer, till exempel kardiiovaskulär påverkan, ökad infektionsrisk (Armstrong, Roberts & Aronsohn, 2005) och förlängd uppvakningstid (Mayerhofer *et al.*, 2005). Perioperativ hypotermi är ett välkänt problem med allvarliga komplikationer hos både smådjur och människor. På vuxna hästar har jämförelsevis få studier i ämnet genomförts men befintlig forskning tyder på att hypotermi är vanligt förekommande även hos detta djurslag (Mayerhofer *et al.*, 2005; Tomasic, 1999).

#### 3.1.1 Fysiologi vid termoreglering

Kroppen delas in i centrala och perifera delar. De centrala delarna innefattar huvud, bröst- och bukhåla där temperaturen är konstant. I de perifera delarna, som utgörs av extremiteterna, varierar temperaturen utefter kroppens behov. (Armstrong, Roberts & Aronsohn, 2005) Kroppens centrala delar är varmare än de perifera, vilket skapar en temperaturgradient (Belani *et al.*, 1993). Blodflödet till kroppsytan regleras av det sympatiska nervsystemet genom vasodilatation eller vasokonstriktion. När den centrala kroppstemperaturen stiger minskar stimuleringen av

sympatiska nervfibrer i huden. Det resulterar i perifer vasodilatation och ökad tillförsel av varmt blod som behöver kylas ned. Vid sänkning av den centrala kroppstemperaturen sker vasokonstriktion, vilket leder till minskat blodflöde till huden. (Sjaastad, Sand & Hove, 2010)

Termoreceptorer finns fördelade i hud, i buk- och bröstvävnad, i ryggmärg samt i hjärna och kan vara antingen köld- eller värmereceptorer. De termala signalerna från dessa receptorer tas emot av hypotalamus, vilken fungerar som kroppens termostat. (Sessler, 1997) I hypotalamus kaudala del kontrolleras de reflexer som initieras via det autonoma nervsystemet. Vid stimulering av köldreceptorerna sker vasokonstriktion, piloerektion och ökad cellulär värmeproduktion för att förhindra ytterligare värmeförlust. (Armstrong, Roberts & Aronsohn, 2005) Piloerektion innebär att pälsen reser sig för att öka det isolerande lagret (Sjaastad, Sand & Hove, 2010).

Det finns fyra olika sätt kroppen kan förlora värme på vilket kan ske både under anestesi och i vaket tillstånd. Dessa är konvektion, konduktion, strålning och evaporation vilka här nedan förklaras kortfattat.

#### *Konvektion*

Värmeöverföring från kropp till omgivande luft kallas konvektion. Om kroppsytan är varmare än den omgivande luften sker värmeutbyte och luften närmast kroppen värms upp. Då varm luft är lättare än kall kommer uppvärmd luft att stiga och ersättas med ny kall luft som värms av kroppen. (Sjaastad, Sand & Hove, 2010)

#### *Konduktion*

Värme förloras till ytor och föremål som är i nära kontakt med kroppen. Värmen som förloras är proportionell med den temperaturgradient som finns mellan kroppen och närliggande objekt. (Sessler, 2000)

#### *Strålning*

Värmeförlust till det som inte är i direktkontakt med kroppen sker genom strålning (Clark-Price, 2015). Genom detta förloras värme när omgivningens medeltemperatur är lägre än kroppsytans. Hur snabbt förlusten sker beror på kroppstemperaturen och hur stor del av kroppsytan som är exponerad. (Sjaastad, Sand & Hove, 2010)

#### *Evaporation*

Evaporation innebär att vatten avdunstar från kroppen och orsakar värmeförlust. Perioperativt kan det innefatta evaporation av vätska, exempelvis alkoholbaserade lösningar som appliceras vid steriltvätt. (Sessler, 2000)

Hur snabbt temperaturen sjunker beror på skillnaden mellan djurets temperatur och temperaturen i den omgivande miljön. Denna skillnad skapar en temperaturgradient och ju högre denna är desto snabbare sker temperaturförändringen. (Weihe, 1973) Detta gäller oavsett hur värmeförlusten sker.

### 3.1.2 Perioperativ hypotermi

Administrering av inhalationsanestetika medför en dosberoende hämning av kroppens normala temperaturreglering. På grund av detta dämpas kroppens förmåga till både vasokonstriktion och temperaturhöjande skakningar, vilket kan leda till hypotermi. (Sessler, 1997)

Hos människor utvecklas perioperativ hypotermi i tre faser som vanligtvis följer samma mönster. Den första fasen startar vid induktion av anestesi till följd av de läkemedel som administreras och pågår under cirka en timme. I denna fas påverkas tröskelvärdet för vasokonstriktion, vilket innebär att temperaturen i buk- och bröst- håla behöver sjunka under normal kroppstemperatur för att blodkärlen ska kunna kontrahera. (Kurz, 2001) Dessutom ger majoriteten av anestetika upphov till perifer vasodilatation. Det resulterar i central värmeförlust när blodet omdistribueras till extremiteterna och orsakar en snabb temperatursänkning under anestesins första timme. Efterföljande timmar är hypotermins andra fas där det sker en långsam, linjär värmeförlust till följd av för låg värmeproduktion i relation till förlusterna. På människor sänks kroppens metaboliska hastighet med 15 till 40 procent under allmän anestesi, vilket kan förklara den successiva sänkningen av kroppstemperaturen. (Sessler, 2000) Efter tre till fem timmar inleds hypotermins tredje fas då den centrala kroppstemperaturen stabiliseras och når steady-state. Stabiliseringen beror på att det sänkta tröskelvärdet för vasokonstriktion nås till följd av låg kroppstemperatur. När detta sker minskar värmeförlusten från kroppens centrala till perifera delar vilket leder till att den normala temperaturgradienten återställs. Då finns risk för fortsatt temperatursänkning perifert trots stabil central kroppstemperatur. (Kurz, 2001)

Hos hästar finns det begränsad mängd forskning kring hur värmeförlust sker men det verkar hända på ett annat sätt än hos människor. Tomasic (1999) genomförde en studie där ett syfte var att undersöka hur hästars centrala kroppstemperatur förändrades under 150 minuters anestesi. Detta gjordes genom att regelbundet notera temperaturen via en lungartärskateter. Fem vuxna, kliniskt friska hästar sövdes vid två separata tillfällen och vid ena tillfället användes värmefilt. Hästarnas temperatur mättes perioperativt och avslutades när hästen stod i uppvakningsboxen. Studien visade på en successiv central temperatursänkning under hela anestesin och inte en initial snabb sänkning som i den första av de tre faserna, vilka beskrivs i studier från humanvården. Författaren tror detta kan bero på att hästar verkar ha en lägre

temperaturgradient mellan centrala och perifera kroppsdelar, vilket ger mindre om-distribuering av central kroppsvärme jämfört med hos människor. (Tomasic, 1999)

Det finns flera faktorer som kan påverka uppkomsten av hypotermi. I en studie av Mayerhofer *et al.* (2005), där 75 hästar som var sövda i 20 till 240 minuter inkluderades, sågs att till exempel duration och typ av operation signifikant kan påverka grad av hypotermi. Deras resultat visade att längre operationer kunde öka grad av hypotermi samt att de hästar som genomgick torra operationer utvecklade lägre grad av hypotermi än de hästar som genomgick blöta operationer. Med en blöt operation menas att mer än 25 procent av hästens kroppsytta blev blöt till följd av svett eller annan vätska. (Mayerhofer *et al.*, 2005)

### 3.1.3 Komplikationer till följd av hypotermi

Perioperativ hypotermi innebär ökad risk för ändrad farmakokinetik av anestetika och analgetika, dysfunktion i organsystem (Clark-Price, 2015), kardiovaskulär depression, infektion, försämrad sårhäkning samt förlängt uppvak (Armstrong, Roberts & Aronsohn, 2005).

Inom humanvården finns evidens för flera kardiovaskulära komplikationer på grund av hypotermi. Bland annat kan mild hypotermi leda till ökad hjärtfrekvens och hypotension. (Alcaraz *et al.* 1992 se Armstrong, Roberts & Aronsohn 2005, s. 34) I takt med att hypotermi förvärras påverkas baroreceptorernas funktion. Det leder till försämring av kroppens förmåga att höja blodtryck och hjärtfrekvens som svar på eventuell volymförändring. (Kaul, Beard & Millar, 1973) Dessutom hämmas flera av processerna involverade i koagulationskaskaden, vilket påverkar kroppens koagulationsförmåga (Schmied, Reiter, Kurz, Sessler & Kozek, 1996).

Hos människor kan hypotermi även orsaka förlängd duration av läkemedel genom påverkan på de enzymreaktioner som är involverade i metaboliseringen av läkemedel. Detta kan orsaka ett förlängt uppvak hos hypoterma patienter. (Sessler, 2016) Liknande samband har visats hos häst i en fallstudie gjord av Voulgaris och Hofmeister (2009) då de undersökte vilka faktorer som kunde påverka tiden till hästen stod upp postoperativt. De studerade 381 stycken journaler till hästar som genomgått operationer mellan åren 2000 till 2003. Hästarna som inkluderades i studien var över 12 månader gamla och vägde över 200 kilo. Resultaten tydde på att hypotermi korrelerade med tiden till hästen stod upp efter anestesi. Samma resultat visades i studien av Mayerhofer *et al.* (2005) där de inkluderade 75 stycken hästar, vilka var sövda i 20 till 240 minuter och genomgick olika typer av operationer. Resultaten visade bland annat att det fanns en svag men statistisk signifikant korrelation mellan grad av hypotermi och den tid det tog till hästen stod upp.

Sårinfektioner och försämrad sårhäkning är ytterligare komplikationer som kan uppstå till följd av hypotermi. En humanstudie av Kurz, Sessler och Lenhardt (1996)



visade att patienter med postoperativ hypotermi hade sämre sårhäkning och högre incidens av sårinfektioner. I motsats till detta visade en studie av Beal, Brown och Shofer (2000) med totalt 1 777 stycken hundar och katter inte på något signifikant samband mellan perioperativ hypotermi och postoperativa sårinfektioner.

#### 3.1.4 Behandlingsmetoder vid hypotermi

Behandling av hypotermi sker genom passiva, aktiva eller metaboliska åtgärder. Vid passiv uppvärmning reduceras värmeförlusten via konvektion och konduktion genom isolering med till exempel bomullsduk, tidningspapper, bubbelplast eller värmereflekterande filt (Clark-Price, 2015). I en studie på hundar, gjord av Tünsmeier, Bojarski, Nolte och Kramer (2009), jämfördes effekten av en föruppvärmd geldyna på operationsbordet med effekten av en värmereflekterande filt runt patienten i kombination med geldyna. Studien inkluderade 40 stycken hundar som delades in i två grupper där en av värmeåtgärderna användes till vardera grupp. Resultaten visade på en höjning i medeltemperatur hos de hundar där värmereflekterande filt och geldyna användes jämfört med de som endast låg på geldyna. (Tünsmeier *et al.*, 2009)

Aktiv uppvärmning innefattar flera olika tillvägagångssätt, till exempel olika typer av värmefiltar, droppvärmare och värmelampa (Clark-Price, 2015). Intraoperativt har en elektrisk värmefilt över patienten visat sig vara en effektiv värmeåtgärd, vilket sågs i en studie på hundar av Tan, Govendir, Zaki, Miyake, Packiarajah och Malik (2004). I den studien undersöktes effektiviteten av fyra olika intraoperativa värmeåtgärder för att minska värmeförlust. Studien inkluderade 96 stycken hundar där hälften var kontrollgrupp och inte mottog någon värmeåtgärd. Till resterande hälft användes en av fyra värmeåtgärder eller kombinationer av flera värmeåtgärder. Resultaten visade att vid enskild användning var elektrisk värmefilt mest effektivt men att en kombination av flera aktiva åtgärder gav minst värmeförlust. (Tan *et al.*, 2004) En annan effektiv metod är uppvärmning av kroppens perifera delar med en varmvattenfilt, vilket undersöktes i en studie på 32 hundar gjord av Cabell, Perkowski, Gregor och Smith (1997). De inkluderade hundar som genomgick elektiva tandåtgärder eller ortopediska operationer, vars duration uppskattades bli två timmar och trettio minuter. De delades in i tre grupper där varje grupp mottog olika typer av intraoperativ uppvärmning. Resultaten visade att kroppstemperaturen bibehölls bättre genom uppvärmning av benen jämfört med uppvärmning av bålen. (Cabell *et al.*, 1997)

Ytterligare en aktiv värmeåtgärd är preoperativ uppvärmning av patienten. I en studie på hundar utförd av Aarnes, Bednarski, Lerche och Hubbel (2017) undersöktes effektiviteten av att under 20 minuter preoperativt värma patienter i en kuvös. Resultatet jämfördes sedan med patienter som inte värmts. Den enda

skillnaden mellan grupperna var att de patienter som inte värmdes preoperativt hade en betydligt högre kroppstemperatur i slutet av anestesi. Dock förekom hypotermi hos samtliga patienter. (Aarnes *et al.*, 2017)

I den tidigare beskrivna studien av Tomasic (1999) undersöktes, förutom den perioperativa temperaturförändringen, huruvida värmefilt har effekt på hästens kroppstemperatur under anestesi. Värmefilt användes vid en av två anestesierna och togs av först när hästen låg i bröstläge i uppvärmningsboxen. Vid jämförelse av hästarnas temperaturförändring under båda anestesierna sågs att utan värmefilt tappade hästarna snabbare i temperatur jämfört med då värmefilt användes. Det kunde dock inte helt eliminera värmeförlust under anestesi. Värmefilten hade heller ingen påverkan på tiden det tog för hästarna att lägga sig i bröstläge, ställa sig upp eller återfå normal kroppstemperatur postoperativt. (Tomasic, 1999)

Metabolisk uppvärmning innebär intravenös infusion av aminosyror för att manipulera metabolismen, förhindra värmeförlust och öka värmeproduktionen i kroppen (Clark-Price, 2015). Detta undersöktes i en studie av Clark-Price, Dossin, Ngwenyama, O'Brien, McMichael och Schaeffer (2015) där åtta hundar fick preoperativ infusion av aminosyror. Det sågs en viss temperaturhöjning hos de hundar som fått aminosyror jämfört med kontrollgruppen som fick natriumkloridinfusion. Skillnaden i postoperativ kroppstemperatur var 0,16 °C och statistiskt signifikant. Den kliniska relevansen av resultatet är dock oklar. (Clark-Price *et al.*, 2015)

### 3.1.5 Risker och komplikationer vid uppvärmning

Vid användning av olika värmeåtgärder finns det risk för flera allvarliga komplikationer, varav brännskador från värmekällor är en. I en studie på hundar av Swaim, Lee och Hughes (1989) undersöktes vilken temperatur som kan uppstå på huden och på värmekällans yta vid intraoperativ användning av elektrisk värmefilt och cirkulerande varmvattenfilt. I studien sövdes 14 stycken hundar, vilka delades in i sju grupper där värmeåtgärderna användes på olika sätt och med olika temperaturinställningar. De praktiska resultaten, i kombination med granskning av fall med värmefiltsorsakade brännskador på hundar, indikerade att ett antal faktorer kunde påverka uppkomsten av brännskador. Dessa faktorer inkluderade pälsens tjocklek, djurets kroppsvikt och om det fanns isolerande material mellan patient och värmekälla. En tjock päls, liksom ett isolerande material mellan patient och värmekälla, minskade risken för kritiskt höga hudtemperaturer och brännskador. Djurets vikt kunde påverka genom att en tyngre kropp gav tätare kontakt till värmekällan, vilket i sin tur ökade risken för brännskador. Därmed konstaterades att brännskador kan förvärras eller uppstå med ökad hastighet hos tunga djur. (Swaim, Lee & Hughes, 1989)

En komplikation som kan uppstå vid återuppvärmning av hypoterma patienter är så kallat ”afterdrop”. Det innebär att den centrala kroppstemperaturen fortsätter att sjunka trots insatta värmeåtgärder. Sänkningen i temperatur beror på att återuppvärmningen orsakar vasodilatation, vilket möjliggör att varmt blod tas från centrala till perifera delar. Samtidigt tas kallt blod från de perifera till centrala delarna, vilket orsakar nedkylning och därmed temperatursänkning. Ytterligare en komplikation är uppvärmningschock, vilket innebär cirkulatorisk chock. Det sker eftersom snabb värmning av djuret kan orsaka kraftig vasodilatation, vilket ger ansamling av venöst blod i kroppens perifera delar. (Oncken, Kirby & Rudloff, 2001)

### 3.2 Praktiska resultat

I studien inkluderades totalt åtta hästar på två kliniker. Parametrarna vikt, ålder, ras, kön, typ av ingrepp och position på operationsbordet noterades för varje häst, vilket redovisas i tabell 1. Patienternas position på operationsbordet varierade beroende på vilket ingrepp som utfördes. Förutom uppvärmd intravenös vätska användes inte någon aktiv eller passiv värmeåtgärd under någon av operationerna. Inga noteringar gjordes under rubriken ”övrigt” på protokollet för datainsamling.

Tabell 1. *Samlad patientinformation.*

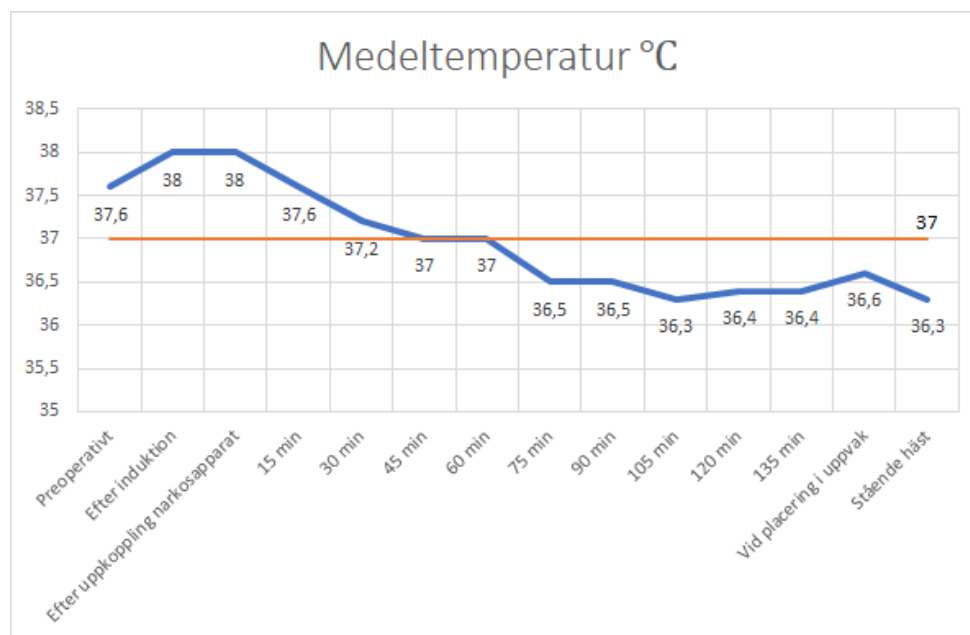
Patient	Vikt (kg)	Ålder (år)	Ras	Kön	Ingrepp	Position
1	620	7	Pura Raza Española	Valack	Halsoperation	Höger lateral
2	538	10	Svenskt halvblod	Sto	Halsoperation	Ryggläge
3	570	10	Svenskt halvblod	Sto	Griffelbensfraktur	Vänster lateral
4	628	13	Svenskt halvblod	Sto	Sårskada	Höger lateral
5	526	14	Korsningsponny	Valack	Artroskopi	Ryggläge
6	549	10	Oldenburgare	Sto	Halsoperation	Ryggläge
7	395	2	Varmblodig travare	Hingst	Kastration	Ryggläge
8	457	2	Varmblodig travare	Hingst	Artroskopi	Ryggläge

Vid den preoperativa undersökningen bedömdes samtliga patienter vara utan anmärkning, förutom patient 4 som uppvisade förmaksflimmer. Denna patient ansågs dock vara vid gott allmäntillstånd och inkluderades i studien för att urvalet inte skulle bli för litet. Bedömningen av patienterna gjordes antingen av ansvarig veterinär eller legitimerad djursjukskötare.

Alla hästar premedicerades med acepromazin, romifidin, opioidpreparat (morfin eller butorfanol), NSAID (Flunixin eller Metacam) och eventuellt antibiotika (gentamicin, bensylpenicillin eller en kombination av dem båda). Vid induktion av anestesi administrerades ketamin och bensodiazepinpreparat (Diazepam

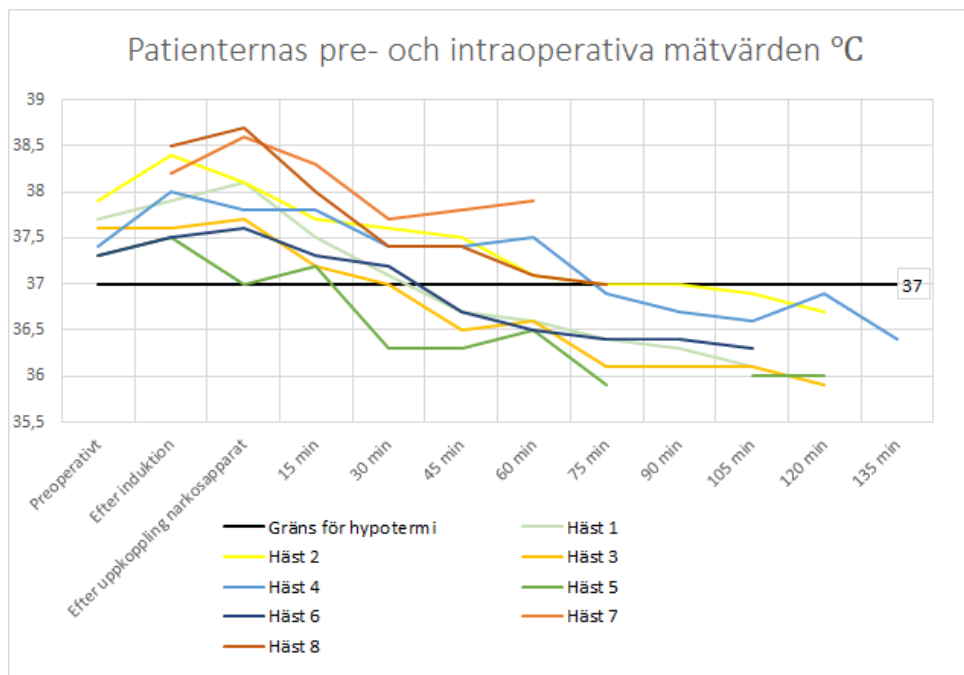
eller Midazolam). För underhåll av anestesi administrerades isofluran symptomatiskt.

Temperaturen mättes i enlighet med datainsamlingsprotokollet, se bilaga 1. Vissa avvikelser förekom till följd av hästarnas temperament eller kirurgens placering. På patient 7 och 8 kunde preoperativ temperatur inte tas på grund av hästarnas temperament. Postoperativ temperaturtagning var inte möjlig på patient 7 av samma skäl. På patient 5 kunde inte temperatur tas vid mätningen efter 90 minuter på grund av kirurgens placering, då det kunde upplevas störande för kirurgens arbete och det fanns risk att bryta steriliteten. Längden på narkoserna varierade mellan 60 och 135 minuter räknat från uppkoppling till narkosapparat fram till operationens slut.



Figur 1. Linjär kurva över medeltemperaturen under mätperioden.

I figur 1 ses en graf över medeltemperaturen för alla mättillfällen. Medelvärdena togs fram genom att sammanställa alla patienters temperatur vid varje mättillfälle. Resultaten visar att patienternas medeltemperatur preoperativt var 37,6 °C och steg till 38,0 °C vid induktion. Medeltemperaturen var stabil fram till uppkoppling på narkosapparat. Därefter sjönk medeltemperaturen med 1,7 °C fram till mätningen efter 105 minuter. Under tidsperioden 105 minuter till placering i uppvak steg medeltemperaturen med 0,3 °C för att sedan sjunka med samma gradantal till sista mättillfället, vilket utfördes på stående häst. Totalt sjönk medeltemperaturen från 37,6 till 36,3 °C under hela mätperioden.



Figur 2. Kurva över varje patients pre- och intraoperativa temperaturer.

Resultaten visar att sex av åtta hästar drabbades av hypotermi i varierande grad perioperativt. Hypotermi definierades som en temperatur under 37,0 °C. Det innebär att hypotermi förekom i 75 procent av fallen intra- och postoperativt i den här studien.

Antal mättillfällen per patient varierade mellan 7 och 14 beroende på hästens temperament, operationens duration och kirurgens placering. I genomsnitt togs temperaturen 11,5 gånger per patient. I figur 2 illustreras varje hästs pre- och intraoperativa temperaturförändring och i tabell 2 redovisas samtliga mätvärden för varje häst.

Tabell 2. *Samtliga hästars temperaturer (°C) vid varje mättpunkt.*

Patient:	1	2	3	4	5	6	7	8
Preoperativ	37,7	37,9	37,6	37,4	37,8	37,3		
Vid induktion	37,9	38,4	37,6	38,0	37,5	37,5	38,2	38,5
Vid uppkoppling till narkosapparat	38,1	38,1	37,7	37,8	37,0	37,6	38,6	38,7
Efter 15 min	37,5	37,7	37,2	37,8	37,2	37,3	38,3	38,0
Efter 30 min	37,1	37,6	37,0	37,4	36,3	37,2	37,7	37,4
Efter 45 min	36,7	37,5	36,5	37,4	36,3	36,7	37,8	37,4
Efter 60 min	36,6	37,1	36,6	37,5	36,5	36,5	37,9	37,1
Efter 75 min	36,4	37,0	36,1	36,9	35,9	36,4		37,0
Efter 90 min	36,3	37,0	36,1	36,7		36,4		
Efter 105 min	36,1	36,9	36,1	36,6	36,0	36,3		
Efter 120 min		36,7	35,9	36,9	36,0			
Efter 135 min				36,4				
Vid placering i uppvak	36,0	37,0	36,2	36,4	35,7	36,2	38,0	37,1
Stående	36,3	36,6	35,8	36,1	36,2	36,1		37,1

## 4 Diskussion

### 4.1 Resultatdiskussion

#### 4.1.1 Definition av hypotermi

Definitionen av vad en hästs normala kroppstemperatur är visade sig variera mellan olika källor och författare och det var svårt att finna studier där detta undersökts. Någon temperaturgräns för hypotermi baserat på hästar kunde inte heller identifieras. Det som hittades var Mayerhofer *et al.* (2005) som definierar normal kroppstemperatur hos häst som 37,5 °C till 38,0 °C och Sjaastad, Sand och Hove (2010), vilken definierar det som 37,5 °C till 38,5 °C. Utöver detta kan det antas finnas variationer mellan olika individers normala temperaturer. För att kunna följa den perioperativa temperaturförändringen hos varje häst mättes kroppstemperaturen en gång preoperativt, vilken antogs vara patientens normala kroppstemperatur. Detta kan dock vara värt att diskutera då det oftast krävs fler än en mätning för att identifiera en individs egentliga kroppstemperatur. Det kan också antas att vissa hästar upplevde den ovana miljön på kliniken som stressande, vilket är något som kan ha påverkat den preoperativa temperaturen. Det fanns dock ingen möjlighet att undersöka huruvida stress hade någon inverkan på resultaten i den här studien. Vid den första mätningen registrerades temperaturer från 37,2 °C till 37,9 °C hos hästarna i studien, vilket belyser den individvariation som kan finnas. Det kan tänkas att en häst med 37,9 °C i grundtemperatur inte blir hypoterm vid samma temperaturgrad som en häst med 37,2 °C. Till följd av detta blev hypotermi svårt att definiera men för att kunna besvara detta arbetes frågeställningar bestämdes utifrån tillgänglig litteratur att en häst räknades som hypoterm vid en kroppstemperatur under 37,0 °C. Utifrån definitionen förekom intraoperativ hypotermi hos sex av åtta hästar, det vill säga 75 procent. Detta resultat är lägre jämfört med resultat från studien av Mayerhofer *et al.* (2005) där hypotermi noterades hos 70 av 72 hästar, vilket innebär

97,2 procent. Ännu högre förekomst av hypotermi visades i studien av Tomasic (1999) där samtliga fem hästar blev hypoterma vid de anestesier där värmefilt inte användes.

#### 4.1.2 Duration av anestesi

Durationen av anestesin tycks vara avgörande för om och i vilken grad hypotermi förekommer hos häst. I den här studien var det två hästar, patient 7 och patient 8, som inte utvecklade hypotermi. Dessa två patienter genomgick kortast anestesi, 60 respektive 75 minuter, medan övriga patienter sövdes i 105 minuter eller längre. Liknande resultat sågs även i studien av Mayerhofer *et al.* (2005) där de två hästar som inte utvecklade hypotermi var sövda i mindre än 45 minuter. Patient 7 genomgick den kortaste anestesin och var även den häst som låg mest stabil i temperatur. Från induktion till placering i uppvak föll temperaturen endast med 0,2 °C, från 38,2 °C till 38,0 °C. Patient 8, som genomgick 75 minuters anestesi, utvecklade inte hypotermi trots att den var en av de patienter som tappade temperatur med högst hastighet. Temperaturen hos den patienten var vid induktion 38,5 °C och fram till operationens slut tappade hästen 1,5 °C. Det är troligt att den korta durationen av anestesin var en avgörande faktor för att patient 7 och 8 inte skulle bli hypoterma. Sannolikt hade hypotermi uppkommit även hos patient 8 om anestesin varit av längre duration.

Högst grad av perioperativ hypotermi utvecklades i den här studien hos patient 3 och patient 5. Deras lägsta uppmätta kroppstemperatur, även kallat nadir, uppmättes postoperativt och var 35,8 °C respektive 35,7 °C. Det innebar en total temperatursänkning med 1,8 °C och 2,1 °C räknat från deras respektive preoperativa kroppstemperatur. En sannolik orsak till dessa två hästars stora temperaturfall tros vara den relativt långa durationen av anestesin. Båda hästarna var sövda i 120 minuter totalt, vilket är de näst längsta anestesitiderna i studien. Mayerhofer *et al.* (2005) kunde i deras studie påvisa att operationens längd har signifikant inverkan på utvecklingen av hypotermi. Mot bakgrund av detta borde patient 4 i denna studie ha utvecklat lika hög eller högre grad av hypotermi än patient 3 och patient 5, då den genomgick den längsta anestesitiden på 135 minuter. Detta var dock inte fallet då patient 4 hade ett temperaturfall på 1,3 °C, vilket var märkbart lägre än vad patient 3 och 5 förlorade i temperatur. Vad som är orsaken till det går inte att avgöra definitivt, men tänkbara faktorer är att patient 4 vägde mer än övriga eller att den genomgick en operation som kan klassificeras som torr.



### 4.1.3 Ålder

I studien noterades viss skillnad mellan de yngsta och den äldsta hästen avseende förekomst av hypotermi. De två yngsta hästarna, patient 7 och 8, var båda två år gamla och ingen av dem blev enligt definitionen hypoterm, medan den äldsta hästen, patient 5, utvecklade högst grad av hypotermi. Dessa resultat kan indikera att äldre hästar löper större risk att drabbas av hypotermi än unga hästar, dock är antalet patienter inkluderade i den här studien för få för att kunna dra en slutsats kring detta. Det bör också tilläggas att de yngsta hästarna var de som sövdes kortast tid och att den äldsta hästen genomgick den näst längsta anestesitiden, något som visats ha signifikant påverkan på grad av hypotermi (Mayerhofer *et al.*, 2005). Dock kunde Mayerhofer *et al.* (2005) inte påvisa något signifikant samband mellan ålder och förekomst av hypotermi, vilket kan indikera att skillnaden i respektive anestesitid hade större betydelse än patienternas olika ålder i den här studien.

### 4.1.4 Yttre faktorer

Enligt Tomasic (1999) minskar kroppstemperaturen under anestesi framför allt till följd av värmeförlust via strålning, konvektion och konduktion. Ingen av hästarna i den här praktiska studien täcktes över med filt eller annat material med syfte att hålla patienten varm. Värmeförlust via konvektion och strålning kan därför antas varit av betydelse hos patienterna, då operationssalarna var kallare än patienternas kroppstemperatur. Den intraoperativa värmeförlusten via konduktion kan anses vara försumbar eftersom samtliga hästar låg på vadderad madrass på operationsbordet. Däremot kunde postoperativ värmeförlust genom konduktion varit av betydelse i uppvakningsboxen där det fanns minimalt med isolerande material mellan hästen och golvet. I studien sågs en sänkning av kroppstemperaturen hos fyra av sju hästar mellan mätningarna vid placering i uppvak och när hästen stod upp, vilket kan tyda på att postoperativ värmeförlust via konduktion var av betydelse. Dock skiljde sig tidsperioden mellan mätningarna något, vilket gör att fler hästar kan ha haft lägre temperaturer i nära anslutning till att de reste sig utan att det noterades. Värmeförlust via evaporation kan också påverka temperaturförändringen eftersom hästar ofta svettas intraoperativt. Dessutom innebär vissa operationer, till exempel artroskopier, en stor mängd vätskor som blöter ned kroppen.

Mayerhofer *et al.* (2005) konstaterade ett signifikant samband mellan typ av operation och förekomst av hypotermi. Deras resultat visade att de hästar som genomgick torra operationer utvecklade lägre grad av hypotermi än de hästar som genomgick blöta operationer. Med en blöt operation menas att mer än 25 procent av hästens kroppsyta blev blöt till följd av svett eller annan vätska. De resultat som

visades av Mayerhofer *et al.* (2005) stämmer överens med resultaten i den här studien. Här genomgick patient 5 och patient 8 artroskopier, vilket kan antas vara blöta operationer och båda patienterna sjönk kraftigt i temperatur. Patient 5 utvecklade högst grad av hypotermi och patient 8 sjönk markant i temperatur under kort tid. Det fanns troligen flera faktorer till att patient 5 utvecklade högst grad av hypotermi och att det skedde ett snabbt temperaturfall hos patient 8, varav en blöt operation kan antas vara en av dem. En möjlig slutsats kan därmed vara att evaporation hade stor inverkan på dessa hästars perioperativa förändring i temperatur.

I studien av Tomasic (1999) uppmättes nadir när hästarna placerats i uppvakningsboxen och temperaturen började stiga igen först efter att hästarna låg i bröstläge. En möjlig anledning till den låga temperaturen vid placering i uppvakningsboxen kan vara att mycket värme går förlorad via konduktion när hästarna läggs direkt på golvet. Liknande resultat kan ses i den här praktiska studien där sex av åtta hästar uppmätte nadir postoperativt. Dock var de flesta hästarna i denna studie lägst i temperatur vid mätningen på stående häst, vilket gör att tidpunkten för nadir skiljer sig från resultaten i studien av Tomasic (1999). Detta tyder på att temperaturen inte började stiga när hästarna låg i bröstläge utan först när de stod upp. Skillnaden skulle kunna bero på olikheter i uppvakningsboxarnas temperatur och utformning, då studien av Tomasic (1999) är tjugo år gammal. Det är troligt att moderna uppvakningsboxar har högre temperaturer och mer isolerande material mellan golvet och hästen. Dessa skillnader kan vara en orsak till varför nadir inte nåddes vid samma tidpunkt i denna studie som i studien av Tomasic (1999). De två hästarna som i den här studien inte uppmätte nadir vid de postoperativa mätningarna var patient 7 och 8. Det ska tilläggas att temperaturen på patient 7 inte kunde tas när den stod upp, vilket gör att det inte går att avgöra vid vilken tidpunkt den egentliga lägsta temperaturen uppnåddes. Det kan vara svårt att veta orsaken till varför dessa två patienter inte var kallast postoperativt, men faktorer som möjligen kan inverka är deras unga ålder och den korta durationen av anestesin. Tomasic (1999) såg även ett mönster där den sista intraoperativa temperaturmätningen stämde överens med kroppstemperaturen då hästarna stod upp. Ett liknande mönster kunde ses i denna praktiska studie, då differensen mellan sista mätningen under anestesi och mätningen på stående häst var relativt liten,  $\pm 0,1$  °C till  $0,3$  °C.

#### 4.1.5 Värmeåtgärder

Vid behandling av intraoperativ hypotermi hos häst kan flera värmeåtgärder vara aktuella. I den här studien användes föruppvärmd infusionsvätska som enda värmeåtgärd. Effekten av detta är inte helt klarlagd, det kan dock antas att administrering av föruppvärmd vätska är att föredra framför administrering av kall vätska för att

undvika förvärrande av hypotermi. Att föruppvärmd infusionsvätska valdes framför droppvärmare beror troligen på de höga flöden som krävs för att tillräckligt med vätska ska administreras till hästarna under anestesi. Vätskan hade sannolikt inte hunnit värmas upp om en droppvärmare använts, medan den höga flödeshastigheten gör att den föruppvärmda infusionsvätskan inte hinner kylas ned innan administrering. Genom att förvärma möjliggörs därför administrering av varm infusionsvätska till hästar under anestesi.

Användning av passiva värmeåtgärder, till exempel värmereflekterande filt, har i en studie på hundar visat sig kunna minska intraoperativ värmeförlust (Tünsmeier *et al.*, 2009). Då komplikationer från denna åtgärd är ovanliga kan användning av passiva värmeåtgärder vara ett enkelt och säkert sätt att minska värmeförlust. Dock innebär inte detta att passiva metoder är helt riskfria eftersom patientens temperatur kan öka av andra orsaker. För att undvika att patienten istället blir hyperterm måste temperaturen därför kontrolleras regelbundet och åtgärden avbrytas vid behov. Det bör även tas i beaktning att passiva värmeåtgärder är mindre effektiva än aktiva (Clark-Price, 2015) och att de med fördel kombineras med aktiva värmeåtgärder för bäst effekt (Tünsmeier *et al.*, 2009).

När det gäller aktiva värmeåtgärder på hästar finns det flera metoder som skulle kunna vara av intresse. Resultat från studien av Tomasic (1999) tyder på att användning av värmefilt kan minska hastigheten med vilken temperaturen sjunker intraoperativt. Det kan också antas att korrekt användning av värmefilt över hästen har lägre komplikationsrisk än värmedyna under hästen. Detta eftersom hög kroppsvikt kan öka risken för brännskador (Swaim, Lee & Hughes, 1989). Användning av endast värmedyna har dessutom visat sig vara mindre effektivt än användning i kombination med andra åtgärder (Tünsmeier *et al.*, 2009). Trots detta kan användning av värmedyna under hästen vara att föredra då vissa typer av operationer gör att det inte är möjligt att placera till exempel en värmefilt över hästen. Det kan bero på både hygienaspekter och operationsområdets placering. Ytterligare en aktiv värmeåtgärd som kan vara aktuell är perifer värmning. Resultaten i studien av Mayerhofer *et al.* (2005) har visat att det signifikant kan minska intraoperativ värmeförlust hos häst under så kallade torra operationer. Det har dessutom visat sig vara en effektiv värmeåtgärd på smådjur (Cabell *et al.*, 1997). En slutsats från litteraturresultaten i den här studien tyder dock på en ökad risk för perifer vasodilatation vid värmning av perifera kroppsdelar, vilket bör tas i beaktande vid användning av den värmeåtgärden. Oavsett val av aktiv värmeåtgärd bör försiktighet iakttas och det är viktigt att patientens temperatur kontrolleras regelbundet då komplikationsrisken generellt är högre än vid passiva värmeåtgärder.

#### 4.1.6 Perioperativ temperaturförändring

Resultaten från den praktiska delen av den här studien sammanställdes i en figur med medeltemperaturen, där alla hästars perioperativa temperaturmätningar inkluderades. Detta gjordes för att illustrera hur hästars perioperativa temperaturfall kan ske på ett tydligt sätt. Tillförlitligheten av de resultat som medeltemperaturkurvan visar kan diskuteras. Detta då antal patienter inkluderade vid varje mätning varierade, vilket påverkar medelvärdet. Till exempel inkluderades samtliga åtta hästar i mätningen vid induktion medan endast en patients temperatur mättes vid 135 minuter. Det kan ha orsakat en felaktig bild av hästarnas perioperativa förändring i temperatur. Det hade möjligen varit mer relevant att endast inkludera de mät-tillfällen där alla åtta hästars mätvärden var med. Dock hade detta gett en mycket kort kurva över medeltemperaturen och därför ansågs det av större intresse att inkludera hela det perioperativa förloppet.

Resultaten av medeltemperaturkurvan i den här studien visar, likt resultat av Tomasic (1999) och Mayerhofer *et al.* (2005), ett relativt linjärt temperaturfall intraoperativt. Dessa resultat skiljer sig från liknande studier hos människor och smådjur. Hos människor finns evidens för ett intraoperativt temperaturfall i tre faser (Sessler, 2000). Evidens från en studie av Aarnes *et al.* (2017) påvisar ett liknande mönster hos smådjur. Hos häst tyder skillnaden i den perioperativa temperaturkurvan på en initialt långsammare temperaturförlust, vilket hos människor sker till följd av omdistribuering av värme från centrala till perifera delar (Tomasic, 1999). I studien av Tomasic (1999) beskrivs att en möjlig anledning till det mindre initiala temperaturfallet hos hästar är två till tre gånger högre ratio mellan kroppsvikt och kroppsyta hos häst jämfört med människa. Enligt författaren skulle den högre ration kunna innebära en lägre temperaturgradient mellan kroppens centrala och perifera delar, vilket i sin tur skulle kunna leda till ett mindre värmeutbyte. Det linjära temperaturfallet som sker i den här studien kan till viss del bero på de felkällor som uppstått på grund av det varierande antalet patienter vid varje mätning. Därmed finns det en risk att medeltemperaturkurvan inte ger en korrekt bild över den generella perioperativa temperaturförändringen. Dock tyder resultaten som illustreras i figur 2, där alla hästars individuella förändring i temperatur är inkluderad, på att flertalet av hästarna i den här studien hade en linjär temperatursänkning. Detta stödjer det som illustreras i medeltemperaturkurvan. För att säkerställa hur hästars perioperativa temperaturförändring sker krävs dock ytterligare studier.

I denna studie sågs en ökning av medeltemperaturen med 0,4 °C hos patienterna efter induktion. Det är ett resultat som inte stämmer överens med tidigare forskning på häst och som inte heller iakttagits i de studier på människor och smådjur som inkluderats i den här studien. Efter den initiala höjningen var medeltemperaturen stabil fram till uppkoppling till narkosapparat och sjönk därefter relativt linjärt. Den

temporära höjningen i medeltemperaturen skulle kunna vara ett fysiologiskt svar på den stress som kroppen utsätts för vid induktion av anestesi. En annan möjlig orsak kan tänkas vara en skillnad i mätningarnas utförande, vilket berodde på temperamentet hos hästen. Det bör dock diskuteras huruvida den temporära höjningen kan bero på att olika antal hästar inkluderades vid mätningen preoperativt och efter induktion av anestesi. Vid den preoperativa mätningen kunde endast sex hästars temperatur tas, medan alla åtta patienter inkluderades i mätningen efter induktion. Patient 7 och patient 8 kunde inte mätas preoperativt på grund av deras temperament. Då dessa två patienter hade högst temperatur efter induktion kan inkluderingen av deras data ha orsakat den generella ökningen i medeltemperatur. Dock kunde en ökning i kroppstemperaturen även ses hos fyra av de andra hästarna, vilket visar att vissa hästars kroppstemperaturer kan höjas temporärt efter induktion.

Ytterligare ett resultat, presenterat i figur 1, som inte stämmer överens med tidigare forskning är att medeltemperaturen hos patienterna började stiga efter 105 minuter. Det beror sannolikt på att få av hästarna genomgick längre operationer vilket innebär att medelvärdet baserades på färre värden jämfört med tidigare mätningar. En annan anledning skulle kunna vara att hästarnas temperatur stabiliserades, i likhet med vad som sker i den tredje fasen vid intraoperativ hypotermi hos människa. Detta verkar dock inte troligt baserat på den korrelation som andra studier har påvisat mellan längre operationer och högre grad av hypotermi hos häst. Antalet patienter inkluderade i denna studie är också för få för att kunna dra en sådan slutsats.

#### 4.1.7 Postoperativa komplikationer

Anestesi av häst är riskfyllt och framför allt under den postoperativa perioden finns det risk för allvarliga komplikationer. Den ökade risken postoperativt beror delvis på hästars starka flyktinstinkt, vilket kan leda till att de försöker ställa sig upp så snart de fått tillbaka medvetandet trots att muskelstyrkan ännu inte återfåtts. Dock innebär inte det att en lång återhämtningstid är att föredra eftersom risken för flera allvarliga postoperativa komplikationer då kan öka. (Auckburally & Flaherty, 2009) Forskning på häst tyder på ett samband mellan intraoperativ hypotermi och försämrad kvalitet på uppvaket (Voulgaris & Hofmeister, 2009), vilket gör det viktigt att övervaka temperaturen perioperativt och arbeta förebyggande.

För att helt klargöra den påverkan som intraoperativ hypotermi kan ha avseende ökad komplikationsrisk, framför allt postoperativt, behövs dock fler studier inom ämnet. Detta anses särskilt viktigt eftersom flera av de postoperativa komplikationer som kan uppstå leder till avlivning i större utsträckning hos häst än vad det gör hos smådjur.

## 4.2 Metoddiskussion

Inom området perioperativ hypotermi hos vuxna hästar finns det få publicerade studier. För att kunna besvara syfte och frågeställningar inkluderades därför flera artiklar baserade på human- eller smådjursstudier. Anledningen till att studier på människor inkluderades var för att flera av smådjursstudierna baserades på resultat från humanstudier. Det är osäkert om resultaten från human- och smådjursstudier går att applicera på hästar och det är troligt att artskillnader till viss del kan ha påverkat litteraturrevolutionen i den här studien. Det hade varit önskvärt att endast inkludera artiklar baserade på studier på hästar, men de få som hittats i ämnet hade inte gett tillräckligt med underlag för att utföra det här arbetet. Likaså är de inkluderade studierna baserade på häst äldre än önskvärt då hästsjukvården sannolikt har utvecklats sedan de utfördes och därmed kan resultaten blivit missvisande. Utifrån genomförd litteratursökning verkar det dock inte finnas någon nyare forskning inom området. Med fler och nyare studier hade trovärdigheten i den här studien ökat då det hade gett ett bredare litteraturunderlag.

I den här studien inkluderades totalt åtta hästar utifrån två inklusionskriterier. På grund av de fåtal patienter som kunde inkluderas i studien kan inga generella konklusioner dras enbart från de praktiska resultaten. För att kunna ge stöd åt de resultat som ändå framkommit utfördes jämförelser med resultat från tidigare studier på vuxna hästar. Med hjälp av dessa jämförelser kunde vissa slutsatser dras, om än med försiktighet. En större och mer homogen patientgrupp hade behövts för att med styrka kunna svara på frågeställningarna i den här studien. För att utöka patientgruppen och eliminera potentiella felkällor hade perioden för datainsamling kunnat förlängas och endast patienter som genomgick operationer av liknande duration och art inkluderats. Detta var dock inte möjligt på grund av det begränsade antal patienter som genomgick elektiva och icke-akuta operationer under den tidsperiod som var tillgänglig för insamlande av data. En av hästarna, patient 4, inkluderades i studien trots att den diagnostiserats med förmaksflimmer. Anledningen var det begränsade patientantalet och att hästens preoperativa allmäntillstånd bedömdes vara utan anmärkning. Det verkar inte finnas evidens för om förmaksflimmer kan påverka uppkomst eller grad av perioperativ hypotermi på häst. Det krävs vidare studier inom ämnet innan slutsatser kan dras och insamlade data från patient 4 bör därför tolkas med försiktighet.

Data insamlades enligt protokoll för datainsamling, vilket inkluderade temperaturmätningar, patientinformation och faktorer som ansågs kunna ha inverkan på perioperativ kroppstemperatur hos häst. Till dessa faktorer hör placering på operationsbord, typ av ingrepp, operationens längd, patientens ålder och kroppsvikt samt de läkemedel som administrerades vid premedicinering, induktion och underhåll av anestesi. I skrivande stund finns det inte tillräckligt med

evidens för att säkerställa dessa faktorerers inverkan på uppkomst eller grad av hypotermi. I den här studien var det inte möjligt att i någon större utsträckning diskutera samtliga faktorerers relation till hypotermi, dock är det något som kan undersökas vidare i framtida studier. En faktor som inte inkluderades i protokollet för datainsamling men som i en studie av Mayerhofer *et al.* (2005) visats signifikant kunna påverka grad av hypotermi var rumstemperaturen i operationssalen. Då datainsamlingen till den praktiska studien utfördes på två kliniker kunde denna faktor möjligen ha inverkat på resultatet. Det kan därför vara av intresse att inkludera rumstemperaturen i de studier som sker i fortsättningen.

I den här studien mättes patienternas temperaturer med en rektaltermometer. Metoden valdes då den var non-invasiv, vilket innebär att mätningar kunde utföras på vaken häst. Detta möjliggjorde att temperaturförloppet kunde följas perioperativt. Dessutom kunde samma termometer användas till samtliga hästar på båda klinikerna samt utföras av samma person för att minimera antalet felkällor. Risken med rektal temperaturmätning är att central och perifer kroppstemperatur inte alltid överensstämmer, vilket innebär att det kan ha skett en större sänkning i den perifera temperaturen jämfört med den centrala. Dock har en studie av Tomasic och Nann (1999) visat att rektaltemperaturen stämmer väl överens med den centrala kroppstemperaturen på hästar. Där jämfördes rektaltemperaturen med den centrala kroppstemperaturen uppmätt med en prob i lungartären. En nackdel med mätning av rektaltemperaturen var de varierande förutsättningarna för standardiserade mätningar. Detta berodde dels på att vissa hästar inte tolererade temperaturtagning pre- och postoperativt och dels viss svårighet att nå rektum utan att riskera steriliteten intraoperativt. Intraoperativ användning av esofagustermometer hade möjligen gett ett mer objektiva resultat och en mer kontinuerlig mätning utan att riskera den sterila induktionen. Det hade dock exkluderat de preoperativa och postoperativa mätningarna, vilka för den här studien bedömdes vara av intresse. Ytterligare en nackdel med mätning av rektaltemperatur var risken för smittspridning. I studien användes samma termometer till samtliga hästar med motiveringen att få jämnare och mer tillförlitliga mätvärden. Ur en vårdhygienisk synvinkel hade det varit mer säkert att använda en termometer till vardera klinik för att minska risken att föra eventuell smitta mellan platserna. För att minimera risken för smittspridning mellan varje patient tvättades termometern med varmt vatten och tvål samt torkades av med desinfektionsmedel. Utöver detta antogs de patienter som inkluderades i studien inte bära på någon smitta och därmed bedömdes risken för smittspridning mellan kliniker och hästar som liten.

Mätningar av hästarnas kroppstemperaturer togs första gången preoperativt och den sista mätningen utfördes när hästen stod upp i uppvakningsboxen. Det kan diskuteras huruvida den sista mätningen är relevant och om den kan leda till någon slutsats eftersom tiden mellan näst sista och sista mätningen varierade mellan

patienterna. Orsaken till det varierande tidsintervallet var framför allt att det inte var möjligt att gå in till varje häst i uppvakningsboxen efter lika lång tid utifrån säkerhetssynpunkt. Likaså kan den preoperativa mätningen ifrågasättas eftersom temperaturtagningen endast tolererades av sex av de åtta hästarna. Det kan dessutom diskuteras huruvida den preoperativa temperaturen stämmer överens med hästarnas egentliga grundtemperatur, vilket redan berörts i resultatdiskussionen.

För framtida studier hade det varit intressant att mer ingående gå in på de faktorer som skulle kunna påverka uppkomsten av hypotermi under operation. Det hade även varit av intresse att i större utsträckning studera om och i så fall vilken påverkan hypotermi kan ha på uppvakningskvaliteten och andra postoperativa komplikationer. Förhoppningsvis kan denna studie ligga till grund för fortsatta studier inom ämnet och de förbättringsmöjligheter som redan nämnts kan användas för att få mer tillförlitliga resultat.



## 5 Slutsatser och kliniska implikationer

Den generella uppfattningen är att hästar bibehåller normal kroppstemperatur under anestesi, vilket sannolikt är anledningen till att det kan vara bristande rutiner avseende intraoperativ temperaturtagning hos häst. Då resultaten i den här studien tillsammans med resultaten från studierna av Mayerhofer *et al.* (2005) och Tomasic (1999) påvisar att perioperativ hypotermi ofta förekommer hos vuxna hästar indikerar detta att rutinerna för intraoperativ temperaturtagning behöver förändras. Dessa resultat tyder också på att det kan vara av betydelse att använda någon form av värmeåtgärd hos häst under anestesi, vilket inte gjordes på någon av de två klinikerna under perioden för datainsamling, med undantag från föruppvärmd infusionsvätska.

Anestesi av häst är riskfyllt och framför allt under den postoperativa perioden finns det risk för allvarliga komplikationer. Till exempel tyder forskning hos häst på ett samband mellan intraoperativ hypotermi och försämrad kvalitet på uppvakningen (Voulgaris & Hofmeister, 2009). Det krävs dock fler studier inom ämnet för att klargöra vilka risker intraoperativ hypotermi kan medföra. Detta anses särskilt viktigt då flera av de postoperativa komplikationer som kan uppstå leder till avlivning i större utsträckning hos häst jämfört med hos smådjur.

Förhoppningsvis kan denna studie uppmärksamma förekomsten av perioperativ hypotermi hos vuxna hästar samt belysa den ökade komplikationsrisken som detta kan medföra.

## Referenslista

- Aarnes, T.K., Bednarski, R.M., Lerche, P. & Hubbell, J.A.E. (2017). Effect of pre-warming on perioperative hypothermia and anesthetic recovery in small breed dogs undergoing ovariohysterectomy. *The Canadian Veterinary Journal*, vol. 58 (2), ss. 175–179. Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5234317/>. [2019-02-01].
- Armstrong, S.R., Roberts, B.K. & Aronsohn, M. (2005). Perioperative hypothermia. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, vol. 15 (1), ss. 32–37. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2005.04033.x>.
- Auckburally, A. & Flaherty, D. (2009). Recovery from anaesthesia in horses: 1. What can go wrong? *In Practice*, vol. 31 (7), ss. 340–347. DOI: <https://doi.org/10.1136/inpract.31.7.340>.
- Beal, M.W., Brown, D.C. & Shofer, F.S. (2000). The effects of perioperative hypothermia and the duration of anesthesia on postoperative wound infection rate in clean wounds: a retrospective study. *Veterinary surgery*, vol. 29 (2), ss. 123–127. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2000.00123.x>
- Belani, K., Sessler, D.I., Sessler, A.M., Schroeder, M., McGuire, J., Merrifield, B., Washington, D.E. & Moayeri, A. (1993). Leg Heat Content Continues to Decrease during the Core Temperature Plateau in Humans Anesthetized with Isoflurane. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, vol. 78 (5), ss. 856–863. Tillgänglig: <http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=1950730>. [2019-03-25].
- Cabell, L.W., Perkowski, S.Z., Gregor, T. & Smith, G.K. (1997). The Effects of Active Peripheral Skin Warming on Perioperative Hypothermia in Dogs. *Veterinary Surgery*, vol. 26 (2), ss. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1997.tb01468.x>.
- Clark-Price, S. (2015). Inadvertent Perianesthetic Hypothermia in Small Animal Patients. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, vol. 45 (5), ss. 983–994. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.04.005>.
- Clark-Price, S.C., Dossin, O., Ngwenyama, T.R., O'Brien, M.A., McMichael, M. & Schaeffer, D.J. (2015). The effect of a pre-anesthetic infusion of amino acids on body temperature, venous blood pH, glucose, creatinine, and lactate of healthy dogs during anesthesia. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, vol. 42 (3), ss. 299–303. DOI: <https://doi.org/10.1111/vaa.12193>
- Kaul, S.U., Beard, D.J. & Millar, R.A. (1973). Preganglionic sympathetic activity and baroreceptor responses during hypothermia. *British Journal of Anaesthesia*, vol. 45 (5), ss. 433–439. DOI: <https://doi.org/10.1093/bja/45.5.433>.
- Kurz, A. (2001). Effects of anaesthesia on thermoregulation. *Current Anaesthesia & Critical Care*, vol. 12 (2), ss. 72–78. DOI: <https://doi.org/10.1054/cacc.2001.0328>.

- Kurz, A., Sessler, D.I. & Lenhardt, R. (1996). Perioperative Normothermia to Reduce the Incidence of Surgical-Wound Infection and Shorten Hospitalization. *New England Journal of Medicine*, vol. 334 (19), ss. 1209–1216. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJM199605093341901>.
- Mayerhofer, I., Scherzer, S., Gabler, C. & Hoven, R. van den (2005). Hypothermia in horses induced by general anaesthesia and limiting measures. *Equine Veterinary Education*, vol. 17 (1), ss. 53–56. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2005.tb00336.x>.
- Murrell, J.C. & Ford-Fennah, V. (2012). Anaesthesia. I: Coumbe, K.M. (red.), *Equine Veterinary Nursing*. 2. uppl. Chichester: Wiley-Blackwell, ss. 432-459.
- Oncken, A.K., Kirby, R. & Rudloff, E. (2001). Hypothermia in critically ill dogs and cats. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, vol. 23 (6), ss. 506-520.
- Pottie, R.G., Dart, C.M., Perkins, N.R. & Hodgson, D.R. (2007). Effect of hypothermia on recovery from general anaesthesia in the dog. *Australian Veterinary Journal*, vol. 85 (4), ss. 158–162. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2007.00128.x>.
- Schmied, H., Reiter, A., Kurz, A., Sessler, D.I. & Kozek, S. (1996). Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. *The Lancet*, vol. 347 (8997), ss. 289–292. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(96\)90466-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(96)90466-3).
- Sessler, D.I. (1997). Mild Perioperative Hypothermia. *New England Journal of Medicine*, vol. 336 (24), ss. 1730–1737. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJM199706123362407>.
- Sessler, D.I. (2000). Perioperative heat balance. *Anesthesiology*, vol. 92 (2), ss. 578–596. Tillgänglig: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10691247> [2019-02-05]
- Sessler, D.I. (2016). Perioperative thermoregulation and heat balance. *The Lancet*, vol. 387 (10038), ss. 2655-2664. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00981-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00981-2).
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O. & Hove, K. (2010). *Physiology of Domestic Animals*. 2. uppl. Oslo: Scandinavian Veterinary Press.
- Swaim, S., Lee, A. & Hughes, K. (1989). Heating Pads and Thermal Burns in Small Animals. *Journal of the American Animal Hospital Association*, vol. 25 (2), ss. 156–162.
- Tan, C., Govendir, M., Zaki, S., Miyake, Y., Packiarajah, P. & Malik, R. (2004). Evaluation of four warming procedures to minimise heat loss induced by anaesthesia and surgery in dogs. *Australian Veterinary Journal*, vol. 82 (1–2), ss. 65–68. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2004.tb14646.x>.
- Tomasic, M. (1999). Temporal changes in core body temperature in anesthetized adult horses. *American Journal of Veterinary Research*, vol. 60 (5), ss. 556–562.
- Tomasic, M. & Nann, L.E. (1999). Comparison of peripheral and core temperatures in anesthetized horses. *American Journal of Veterinary Research*, vol. 60 (5), ss. 648–651.
- Tümsmeyer, J., Bojarski, I., Nolte, I. & Kramer, S. (2009). Intraoperative use of a reflective blanket (Sirius® rescue sheet) for temperature management in dogs less than 10 kg. *Journal of Small Animal Practice*, vol. 50 (7), ss. 350–355. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2009.00758.x>.
- Voulgaris, D.A. & Hofmeister, E.H. (2009). Multivariate analysis of factors associated with post-anesthetic times to standing in isoflurane-anesthetized horses: 381 cases. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, vol. 36 (5), ss. 414–420. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2009.00472.x>.
- Weihe, W.H. (1973). The Effect of Temperature on the Action of Drugs. *Annual Review of Pharmacology*, vol. 13 (1), ss. 409–425. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.pa.13.040173.002205>.

## Tack

Ett stort tack till de medverkande klinikerna för att ni varit så tillmötesgående och för att vi fick göra vår studie hos er. Vi vill också tacka vår handledare Elin Svonni för bra feedback och rådgivning. Ytterligare ett stort tack vill vi rikta till våra föräldrar för uppmuntran, råd och det stöd som ni gett oss under arbetets gång. Sist men inte minst vill vi tacka varandra för gott samarbete och goda fikastunder!

