



Postoperativ smärta och dess påverkan på sömn hos häst

En beteendestudie

Lovisa Bonow



Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet
Uppsala 2025

Postoperativ smärta och dess påverkan på sömn hos häst – En beteendestudie

Postoperative pain and its effect on equine sleeping patterns – A behavioural study

Lovisa Bonow

Handledare:	Katrina Ask, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens biovetenskaper
Bitr. handledare:	Ida Sjöberg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper
Examinator:	Marie Rhodin Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för husdjurens biovetenskaper
Omfattning:	30 hp
Nivå och fördjupning:	Avancerad nivå, A2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i veterinärmedicin
Kurskod:	EX1003
Program/utbildning:	Veterinärprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för kliniska vetenskaper
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2025
Omslagsbild:	Lovisa Bonow
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Nyckelord:	sönmönster, liggposition, beteende, tidsbudget, kastration

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Veterinärprogrammet

Sammanfattning

Det är välkänt att postoperativ smärta hos människor ger en nedsatt sömnkvalitet och en ökad perifer och central sensitisering för smärta. Hästar som är utsatta för stress eller smärta minskar sin liggtid, men det är inte känt hur smärta påverkar sömnen hos häst. Syftet med denna studie var att undersöka hur liggande sömnmönster påverkas av smärta efter kastration och vilka beteenden som kan kopplas till smärta som uttrycks i liggande position. Trettio hästar genomgick rutinkastration med slutna hudsårar under allmän narkos. Postoperativ analgesi gavs i form av meloxicam (0,6 mg/kg q24) i 5 dygn. Hästarna filmades i sina boxar från 22:00 till 02:00 under sju dagar. Dag 0, första natten efter kastrationen, och dag 1 i klinikmiljö och de återstående nätterna, dag 3–6 i hemmiljö. Dag 1, 3 och 6 används för beteenderegistrering. Hästens kroppsposition, tid i sömn respektive vaken, samt uppvisade beteenden i liggande position registreras enligt ett etogram. Signifikanta skillnader ($p < 0,05$) sågs mellan D1 och D6 i hur länge hästarna låg ner och sov totalt. Den totala vakna tiden och antalet tillfällen vaken skiljde sig åt mellan D1 och D3 ($p < 0,05$). Både frekvensen och totalantalet uppvisade beteenden för studiepopulationen var högst under D6. Fyra hästar uppvisade dock mycket högre totalsiffror än resterande hästar i studien. Dessa hästar hade även ett lägre förhållande mellan tid i sömn och tid vaken i liggande position, jämfört med de övriga hästarna i studien, vars förhållande i medeltal var 3:1 (sömn:vaken). För dessa hästar indikerar resultaten att det finns ett samband mellan minskad tid i liggande sömn och smärta hos häst, men mer forskning behövs för att kunna stärka sambandet.

Nyckelord: sömnmönster, liggposition, beteende, tidsbudget, kastration

Abstract

Postoperative pain in humans is known to reduce sleep quality and increase pain sensitivity. Horses exposed to stress or pain reduce their time in recumbency, however, there are currently no studies on how pain affects sleeping patterns in equines. The aim of this study was to investigate how postoperative pain affects equine sleeping patterns and which behaviours are associated with pain when recumbent after castration. Thirty horses underwent routine castration with closed skin wounds under general anaesthesia. Meloxicam (0.6mg/kg q24) was administered postoperatively for 5 days. The horses were video recorded in their stalls from 22:00 to 02:00 for seven days, Day 0 and 1 at the clinic and the remaining nights in their home stall. Behaviours when recumbent were registered on days 1, 3 and 6. The horse's body position, the total time asleep and awake, and the behaviours exhibited in the recumbent position were registered according to an ethogram and analysed. Significant differences ($p < 0.05$) were identified between D1 and D6 in total time in recumbent sleep. The total time awake and the number of times awake differed between D1 and D3 ($p < 0.05$). Both the frequency and total number of behaviours exhibited were highest at D6. Four horses, however, showed more behaviours than the other horses in the study. These horses also had a lower ratio of time asleep to time awake in the recumbent position than the other horses in the study, with an average ratio of 3:1 (sleep: awake). For these horses, the results of this study indicate that there is a link between reduced time in recumbent sleep and pain in horses, but more research is required to further evaluate the relationship between pain and sleep in horses.

Keywords: sleeping patterns, recumbency behaviour, time budget, castration

Innehållsförteckning

Förkortningar	9
1. Inledning	11
2. Litteratursammanställning	12
2.1 Dygnsrytm	12
2.1.1 Hästens fördelning av dygnet	12
2.2 Sömn	12
2.2.1 Sömnfysiologi	12
2.2.2 Sömn hos häst	14
2.2.3 Total sömntid, sömnstadier och sömncykler hos häst	15
2.2.4 Tidsbudget för sömn hos hästar i hemmiljö	16
2.2.5 Tidsbudget för sömn hos hästar i främmande miljö	16
2.3 Smärta	17
2.3.1 Smärtfysiologi	17
2.3.2 Postoperativ smärta	18
2.3.3 Smärtmodulering	18
2.3.4 Smärta och dess påverkan på sömn	19
2.4 Konsten att mäta beteende	20
2.4.1 Pålitlighet och bias	20
2.4.2 Bedömning av smärta hos häst	21
2.4.3 Smärtuttryck hos häst	21
3. Metod	23
3.1 Grunddata	23
3.1.1 Avgränsning	24
3.2 Framtagande av etogram	24
3.2.1 Pilotstudie	24
3.2.2 Etogram	25
3.3 Datainsamling	27
3.3.1 Dataanalys	30
4. Resultat	31
4.1 Tid i liggande	31
4.1.1 Tidsbudget	32
4.1.2 Liggposition	33
4.2 Uppvisade beteenden	34
4.2.1 Förhållande mellan tid vaken och sömn	35
4.2.2 Statistisk analys	36
5. Diskussion	37
5.1 Tid spenderad liggande	37

5.1.1	Andelen liggande hästar	37
5.1.2	Tidsbudget	37
5.1.3	Ligposition	39
5.2	Beteenden visade i liggande position	40
5.2.1	Antal och frekvens av registrerade beteenden	40
5.2.2	Beteendekombinationer	42
5.2.3	Relation mellan smärta och sömn	42
5.3	Studieutformning	43
5.3.1	Filmat material	43
5.3.2	Studiegrupp – Ålder, vikt och ras	43
5.3.3	Datainsamling	44
5.3.4	Reabilitet	44
5.3.5	Vidare forskning	45
6.	Konklusion.....	47
	Referenser.....	48
	Populärvetenskaplig sammanfattning	54
	Bilaga 1.....	56
	Bilaga 2.....	57

Förkortningar

Förkortning	Betydelse
REM	Rapid Eye Movement
NREM	Non Rapid Eye Movement
SCN	Suprachiasmatic nucleus
BFB	Basala framhjärnan
NSAID	Nonsteroidal Anti-inflammatory drugs
D1	Dag 1
D3	Dag 3
D6	Dag 6

1. Inledning

Hur starkt en individ upplever smärta beror till lika stor del på den fysiska vävnadsskadan som den emotionella upplevelsen av smärtan. Den emotionella komponenten gör att det är mycket svårt att uppskatta graden av smärtan hos en annan individ, särskilt vid mild till måttlig smärta.

Operativa ingrepp genomförs dagligen på hästar världen över. Operativa ingrepp orsakar vävnadsskador och inflammation vilket ger upphov till postoperativ smärta. Kastration är ett av de vanligare rutiningreppen som utförs på häst, där den postoperativa smärtlindringen normalt görs med icke-steroida anti-inflammatoriska preparat i form av flunixin meglumin eller meloxicam (Gobbi et al. 2020).

Hos människor som genomgått någon form av operativt ingrepp har över 40 % rapporterat att de lider av måttlig smärta i upp till två veckor efter operation, trots att de är under behandling med smärtlindrande preparat (Park et al. 2023). Rutiningrepp som involverar relativt lite vävnadsskada kan ge en kraftig postoperativ smärtintensitet (Gerbershagen et al. 2013). Det är även känt att smärta och inflammation påverkar sömn i en positiv feedbackloop, där smärta ger sömnsvärigheter och en bristande sömnkvalitet, samtidigt som bristande sömnkvalitet kan ge upphov till inflammationsreaktioner i kroppen likväl som en ökad smärtintensitet (Chang et al. 2022; Niklasson et al. 2025). På häst saknas studier som undersöker hur sömn påverkas av smärta. Däremot har flertalet studier på häst sett samband mellan minskad liggtid och dålig miljö, stress eller smärta (Glade 1986; Bertone 2006; Auer et al. 2021). En ökad förståelse för hur sömnen påverkas av smärta hos häst skulle kunna ge en inblick i hur effektiv postoperativ smärtlindrande behandling är och om ändringar av behandlingslängd eller preparat behöver göras för att förbättra djurvälfaerden i eftervården av operativa ingrepp.

Syftet med denna studie är att undersöka hur postoperativ smärta påverkar hästarnas liggposition, sömn och de beteenden hästen utför i liggande position. Arbetet inkluderar följande frågeställningar;

- i. Hur påverkas sömnmönster hos liggande hästar av postoperativ smärta efter kastration.
- ii. Vilka beteenden uppvisar hästen i liggande ställning vid postkirurgisk smärta.
- iii. Hur påverkas hästarnas tidsbudget med avseende på sömnduration och liggposition vid smärtpåverkan veckan efter ett kirurgiskt ingrepp.

2. Litteratursamanställning

2.1 Dygnsrytm

Cirkadiska rytmen, dygnsrytmen, är en endogen klocka som är tätt kopplad till jordens rotation och regleras cykliskt med 24 timmar som bas. Dygnsrytmen styr över allt från vakenhet och sömn till födointag, hormonella cykler och organfunktion och grundas delvis på information av externa stimuli så som solljus, temperatur, födointag, rörelse, samt endogen reglering. Vid total avsaknad av miljöfaktorer kan det '*endogena dygnet*' vara något längre eller kortare än 24h, men kroppens cykliska rytm behålls intakt (Murphy 2019; Fagiani et al. 2022).

2.1.1 Hästens fördelning av dygnet

Vid fri tillgång på grovfoder eller bete tillbringar hästar majoriteten av dygnet, 65–70 %, åt att äta. Av de resterande timmarna på dygnet spenderar hästen mellan 15 % och 20 % åt att vila och sova, men endast 10 % på sociala beteenden, utforskande eller stereotypier (Waring 1983; Dallaire 1986; McGreevy 2012; Greening et al. 2013). Domesticerade hästar som har fri tillgång på foder, en stor yta att röra sig på samt minst en häst till sällskap i samma hage spenderar sitt dygn på liknande sätt som feral och vilda hästar (Waring 1983; Boyd & Bandi 2002; Souris et al. 2007; Auer et al. 2021). Utsätts hästar för en begränsad tillgång på foder, social isolering, överbeläggning, stress eller smärta kommer de att ändra sin tidsbudget (Lesimple 2020).

2.2 Sömn

2.2.1 Sömnfysiologi

Det finns inte en enskild region i hjärnan som styr vakenhet och sömn, i stället är det samarbete mellan flera av hjärnans områden, som ger upphov till sömn.

Det retikulära aktiveringssystemet (RAS) är i huvudsak ansvarigt för reglering av vakenhet och sömn. RAS består av grupper av neuron i hjärnstammen, talamus och ryggmärgens grå substans och behandlar information från sensoriska, somatiska och visuella nervbanor. Via uppåtgående banor i RAS skickas viktig information via talamus till cortex, som ökar känslan av vakenhet. Smärta, höga ljud eller starka mekaniska stimuli ger ökad aktivitet i de uppåtgående banorna och därmed en ökad kortikal aktivitet och medvetenhet, vilket försvårar för individen att somna (Wilkinson 1992; Brinkman et al. 2024).

Även i hypotalamus sker processer som påverkar vakenhet och sömn. Till exempel så regleras det autonoma nervsystemet. I hypotalamus finns även den supra-chiasmatiske kärnan (SCN, dygnsrytms-kärnan) som är dygnsrytmens överordnade pacemaker. SCN producerar även bland annat histamin och orexin i olika koncentrationer över dygnet baserat på information från näthinnan. I höga koncentrationer leder histamin och orexin till vakenhet, medan låga ljusnivåer ger en låg koncentration och signalering vidare till epifysen som ökar produktionen av melatonin. Perifera celler och organ använder dessa signaler från SCN för att synkronisera fysiologiska processer och hormonella cykler.

Talamus verkar som omkopplingsstation och filtrerar uppåtgående nervsignaler på väg mot cortex. Under sömn hindras majoriteten av nervsignalerna från att nå cortex, vilket medför att information från miljön inte kontinuerligt behöver processas och talamus verkar därmed sömnfrämjande med sin filtrering (Kalat 2013; Tubbs et al. 2019; Brinkman et al. 2024)

Sömn delas in i två huvudsakliga faser, Non rapid eye movement (NREM) och Rapid Eye Movement (REM) sömn. NREM delas i sin tur in i 3 faser (Poe et al. 2010; Fogel & Smith 2011; Spielman et al. 2020; Brinkman et al. 2024). Elektroencefalografi (EEG) används för mätning av den elektriska aktiviteten i neuronerna och ger en bild av hur aktiva de är i hjärnan. Olika typer av signalering ger upphov till olika elektriska vågor. Vid vaket tillstånd visar EEG vågor med hög frekvens och låg amplitud – många aktiviteter sker samtidigt på flera områden i hjärnan. Under sömn ses lågfrekventa vågor med hög amplitud på EEG:t, där olika elektrisk aktivitet korrelerats till olika sömnstadier:

- *Fas 1*: Lättsömn, karaktäriseras av elektrisk aktivitet men alfavågor, lågfrekventa (8–13 Hz) med hög amplitud. Individen väcks lätt av yttre stimuli.
- *Fas 2*: Bassömnen, utgör upp till 50 % av sömnen och här spenderas därmed mest tid. Bassömnen karaktäriseras av elektrisk aktivitet med alfavågor, thetavågor (4–7 Hz) och högre amplitud än alfavågor samt sömnspindlar, korta utbrott av kraftig elektrisk aktivitet med hög frekvens. Sömnspindlarna anses viktiga för inläring och minneslagring. Individen kan väckas av starka stimuli.
- *Fas 3*: Djupsömnen, karaktäriseras av deltavågor som är lågfrekventa (>3 Hz) med hög amplitud. Under djupsömnen sänks både andningsfrekvensen och hjärtfrekvensen och individen är mycket svårväckt
- *REM*: Drömsömnen, karaktäriseras av elektrisk aktivitet som är mycket lik den vid vaket tillstånd. Individen är svårväckt under REM sömn, där drömmar som minns i vaket tillstånd förekommer.

Reglering av NREM och REM

NREM regleras av sömnaktiva neuron i mellanjärnan och i preoptiska och basala framjärnan (BFB), som återfinns rostralt och caudalt om synnervskorsningen. Neuronen i dessa områden inhiberar aminergiska, kolinergiska och hypokreatinerga neuron i framjärnan och hjärnstammen. Inhibering av dessa nervsignaler leder till att individen infaller i sömn. Reglering av de olika stadierna av NREM sömn sker via signalering från BFB till talamus, där nervimpulserna från BFB ger hyperpolarisering av retikulära neuron i talamus. REM sömn regleras i av en subgrupp neuron i hjärnstammen, pons och närliggande områden i mellanjärnan som signalerar till talamus och vidare till cortex. Aktiveringen av dessa neuron ger bland annat en fullständig paralytisk av muskeltonus i posturala muskler genom inhibition av motorneuron och upphov till de hjärnvågor relaterade till REM sömn (Siegel 2005; Saper et al. 2010; Peever & Fuller 2017).

2.2.2 Sömn hos häst

Till skillnad från människor är hästar stäpplevande bytesdjur, vilket gör att deras sömn skiljer sig kraftigt från människor. Hästar har en fragmenterad, polyfasisk, sömn med perioder av vakenhet mellan sömncykler (Waring 1983; Glade 1986; Belling 1990; Greening & McBride 2022). Flertalet källor pekar på att hästar spenderar största delen av sin sömn mellan 02 och 05 på natten samt under tidig eftermiddag (Dallaire 1986; Belling 1990; Souris et al. 2007; McGreevy 2012; Auer et al. 2021). Hästar som ligger ned får ett högt tryck på lungorna, hjärtat och centrala vener på grund av sin stora kroppsmassa, samt tryck från underlaget. Detta är den huvudsakliga begränsningen till långa perioder vilandes på sidan. Ståapparaten ger istället hästen möjlighet att sova stående med minimal bibehållen muskeltonus (Waring 1983).

Domesticerade hästar uppvisar flera typer av dygnsrytm beroende på hur de hålls. Där en del individer endast sover under natten och andra sover i perioder utspritt över dygnet. Varje häst har i regel sin egen variant. Många hästar som är installerade nattetid sover endast i liggande ställning på natten (Waring 1983; Glade 1986; Belling 1990; Wöhr et al. 2016; Chung et al. 2018). Sömnstudier hos häst har beskrivit att hästar generellt vilar eller sover stående en period innan de lägger sig ned i bröstläge där flertalet perioder av kort vakenhet förekommer, varvat med längre perioder av sömn. Hästen spenderar upp till 60 minuter i denna sömn fas innan hästen går in i fas 2, 3 eller REM (Waring 1983). REM sömn sker endast när hästen ligger ned med huvudet vilandes mot underlaget och kan göras i både bröstläge och sidoläge (Dallaire 1986; Glade 1986; Belling 1990). En häst somnar generellt mycket snabbt efter att den har lagt sig ned på lateralsidan och en häst i denna position sover därmed med största sannolikhet (Dallaire 1986).

Sömn hos unga hästar

Hästar under 4 års ålder spenderar större tid av sitt dygn i liggande vila än äldre hästar. Flertalet studier visar på en total vilotid uppemot 25-30 % av dygnet (Duncan 1980; Souris et al. 2007; McGreevy 2012; Chung et al. 2018; Auer et al. 2021). Unga ferala hästar (< 3år) spenderar $33,1 \% \pm 2.2$ av sitt dygn i liggande vila (Boyd & Bandi 2002). Detta kan ställas i jämförelse med vuxna hästar, där drygt 5 % av dygnet spenderas liggande, vilket innebär att 80 % av den totala sömnen spenderas stående (Auer et al. 2021).

2.2.3 Total sömntid, sömnstadier och sömncykler hos häst.

Sömnstadier

Hästar har, precis som andra däggdjur, fyra sömnstadier i sin sömncykel. NREM, fas 1–3, och REM sömn. Hästen kan växla mellan stadie 1-3 utan att gå in i REM, men behöver gå genom de olika stadierna i NREM för att gå in i REM (Wöhr et al. 2016).

Sömncykler

Sömnen delas, precis som hos andra djurslag in i flera cykler. En frisk häst sover i snitt 230 ± 82 minuter per dygn uppdelat på flera cykler som i snitt varar 40 minuter. Varje häst spenderar i snitt 57 sekunder per cykel vaken, vilket är karaktäristiskt för en polyfasisk sömn (Greening & McBride 2022). Hästen kan påbörja sömncykeln ståendes, men lägger sig sedan ned i bröst-, följt av lateralläge för fas 2 och 3 eller REM sömn (Dallaire 1986).

En sammanställning av flera sömnstudier visar att hästar i snitt spenderar 3,7 minuter i sammanhängande REM sömn per sömncykel, med en uppmätt variation mellan 0,9 minuter och 5 minuter. Under dygnet förekommer mellan 7 och 14 episoder av REM. Genomsnittsdurationen för en episod NREM är hos häst kort, cirka 6 minuter. Däremot är antalet episoder av NREM fler, allt mellan 18 och 52 episoder per dygn. Man har även sett att hästar som sover stående cyklar mellan vakenhet och NREM utan att gå in i REM sömn. Här skiljer sig hästarna från människan där NREM alltid efterföljs av en episod av REM om individen inte blir väckt av yttre stimuli (Greening & McBride 2022), däremot föregås en period av REM alltid av NREM även hos häst (Dallaire 1986).

Total sömntid

Totalt sover hästar i snitt i NREM 179 ± 88 minuter (77,5 %) och i REM 40 ± 24 minuter (17,5 %) av den totala sömntiden per dygn. Detta ger en total sömntid på i snitt 230 ± 82 minuter eller mellan 3–5 timmar per dygn. Trots att hästar spenderar en lägre procent av dygnet sovandes, spenderar de sömnen i procent på liknan-

de sätt som människor, där 82 % spenderas i NREM och 17 % i REM (Greening & McBride 2022).

2.2.4 Tidsbudget för sömn hos hästar i hemmiljö

Hästar med daglig utevistelse som spenderar natten installade, har i snitt en total sömntid på 1,6–3,6 timmar, 7–15 %, per dygn och har dessa perioder av sömn i huvudsak under natten. Det beskrivs även att dessa hästar spenderar den största delen av dygnets totala liggtid i boxen. Äldre hästar spenderade generellt hela sin liggtid i boxen under natten samtidigt som några individer inte låg ner alls under sin utevistelse (Chung et al. 2018). De individer som var installade hela dygnet spenderade mellan 10 % och 21 % av dygnet i liggande position, 17 % av tiden sovandes spenderades i NREM och 4 % i REM. De hästar som istället står individuellt uppstallade nattetid med daglig utevistelse tillbringade 10 % av sitt dygn liggande (McGreevy 2012). Hästar som hölls inomhus i ensambox hade längre perioder med sammanhängande liggande vila jämfört med hästar som hölls utomhus, oavsett om de hade sällskap eller ej i hagen. Antalet perioder av sömn hos installade hästar var däremot färre än hos hästar som hölls utomhus i flock (Belling 1990). Generellt spenderar domesticerade hästar som är trygga i miljön mellan 10–20 % av sitt dygn liggande, samt spenderar generellt längre sammanhängande perioder liggandes än hästar som är i en mindre skyddad miljö.

2.2.5 Tidsbudget för sömn hos hästar i främmande miljö

Vilda hästar har en hög Sleep Risk Index, vilket innebär att deras sovplatser i miljön är oskyddade och har en hög risk för rovdjursdetektion (Greening & McBride 2022). Hästar som flyttar till en främmande miljö eller hamnar i en, för hästen, otrygg miljö lägger sig inte ned för att sova. Konsekvensen blir avsaknad av REM sömn och sömnbrist (Belling 1990; Bertone 2006; Oliveira et al. 2022). Däremot kan en häst som är otrygg i miljön lägga sig ned om det finns en annan häst inom synhåll, till exempel en boxgranne, som också lägger sig ned eller om hästen får sällskap i hagen (Belling 1990; Bertone 2006). Detta tyder på att hästar även i okända miljöer kan känna sig trygga nog att lägga sig ned om den får sällskap eller vaktas av en annan häst (Glade 1986).

Ett liknande fenomen kan ses hos hästar som är inskrivna på en vårdavdelning (Oliveira et al. 2022). Hästarna i studien hade alla diagnosticerad osteoartrit i kotleden och hade fri tillgång på grovfoder, andra hästar inom synhåll och videoövervakades dygnet runt i fem dygn. Första dygnet på kliniken sågs en minskning i den totala liggtiden för alla hästar. Dygn 4 och 5 hade de flesta hästarna återgått till en liggtid närmare normalsnittet för hästar i sin hemmiljö.

2.3 Smärta

2.3.1 Smärtfysiologi

Den nuvarande definitionen av smärta är *”en obehaglig sensorisk och emotionell upplevelse som är kopplad till potentiell eller faktisk vävnadsskada”*.

Smärtupplevelsen har både en fysiologisk och emotionell komponent, vilket innebär att det är mycket svårt att uppskatta graden av smärta hos en annan individ då den emotionella upplevelsen av smärtan är lika viktig som uppfattningen den fysiska vävnadsskadan (Raja et al. 2020).

Smärta förmedlas av nociceptorer som aktiveras av termiska, mekaniska eller kemiska signaler och finns placerade perifert och visceralt. Nociceptorer har, till skillnad från sensoriska och tryckreceptorer, fria nervändar av typ A-deltafibrer och C-fibrer. A-deltafibrerna är myeliniserade och skickar snabba nervsignaler. De ger de första smärtsignalerna som förmedlar akut insättande, skarp och väl lokaliserad smärta. C-fibrerna är omyeliniserade och leder nervsignalen långsammare vilket förmedlar en långvarig, diffus smärta (Ringkamp & Meyer 2008; Sneddon 2018). Vid stimuli av nociceptorn förs signalen vidare till ryggmärgen och via ett dorsalrosganglion vidare till hjärnan genom spinothalamiska banorna i ryggmärgen. Signalen förs vidare till medulla oblongata, mesencephalon, talamus som för vidare till Sensoriska cortex, limbiska systemet och frontal cortex (Sneddon 2018). Tolkningen och upplevelsen av smärtupplevelsen sker i frontala cortex där även medvetna beslut om situation och smärthantering görs.

Inflammation och dess påverkan på smärta

Inflammation i vävnaden ökar smärtkänsligheten genom sensitisering av nervändarna, så kallad hyperalgesi (Sneddon 2018). Inflammation och vävnadsskada ger frisättning av flertalet endogena substanser i vävnaden. Bland dessa finns bradykinin, ATP, serotonin, histamin, prostaglandiner och substans-P. Närvaro av dessa ämnen vid nervterminalen minskar tröskelvärdet för aktionspotentialen och orsakar därmed hyperalgesi. Cytokiner, däribland interleukiner och TNF- α kan via direkt påverkan aktivera nociceptorer (Ringkamp & Meyer 2008). Prostaglandiner produceras av enzymet cyclooxygenas (COX) och finns i två varianter. Prostaglandiner som produceras av COX-1 verkar i specialiserad vävnad och har bland annat en skyddande funktion i mag-tarmkanalen. Immunaktiva celler i perifera och centrala vävnader innehåller COX-2 som producerar proinflammatoriska prostaglandiner (Matthews 2009). Vid kraftig inflammation i perifera vävnader ökar uttrycket av COX-2 i ryggmärgsneuron och därmed ökad produktion av proinflammatoriska prostaglandiner. Ökad koncentration av prostaglandiner i området för nervterminalerna underlättar omkoppling från afferenta smärtbanor till dorsalthornet och leder till en snabbare fortledning av smärtsignalen upp till

hjärnan. I perifer vävnad ger proinflammatoriska mediatorer upphov till sensitisering av perifera nerver. Sensitiseringsen ger upphov till en ökad smärtkänslighet och till slut till hyperalgesi. Om inflammationen dämpas perifert minskar smärtkänsligheten, även om hyperalgesi kan kvarstå. En minskning av uttrycket av COX-2 ryggmärgsneuronen sker även vid en minskad perifer inflammationsreaktion (Love 2019).

För att individen ska uppfatta och agera på ett smärtsamt stimuli krävs det att alltså att nervsignalen förs från perifera nerver via ryggmärgen till frontala cortex där smärtsignalen tolkas. En hög aktivitet av COX-2 i immunaktiva celler ger en kraftig inflammationsreaktion i vävnaden, vilket leder till en ökad smärtkänslighet. Detta beror delvis på prostaglandinernas roll i sensitisering av perifera nerver samt hur de underlättar för omkoppling i ryggmärgen till de uppåtgående smärtbanorna.

2.3.2 Postoperativ smärta

Ett operativt ingrepp, vare sig det är ett rutiningrepp eller ett akut ingrepp orsakar vävnadsskador. Kirurgen orsakar vävnadsskador med instrumenten samt mekaniskt vid manipulation av vävnaderna under ingreppets gång för att komma åt nödvändiga strukturer. Den postoperativa smärtan är som starkast under den akuta fasen av läkningen och klingar av allt eftersom inflammationen avtar. Hypersensitisering kring operationsområdet kan dock kvarstå under lång tid efter operationen, då nervcellerna läker långsammare än andra vävnader i sårområdet (Pinho-Ribeiro et al. 2017)

Kastration är ett av de vanligaste operativa ingreppen som görs på häst kan göras på stående eller liggande häst med allt från en enklare sedering till allmän narkos. Hur hästen sederas avgörs ofta av vilken metod som används för kastrationen som kan göras på betäckt eller obetäckt funikel med öppet eller slutet hudsår. Lokalbedövning används normalt som en del av den intraoperativa smärtlindringen och NSAID (non-steroidal anti-inflammatory drug) som pre- och postoperativ smärtlindring. Vanliga postkirurgiska kastrationskomplikationer är svullnad, blödning och infektion. Komplikationsrisken är högre vid stående kastration med öppna hudsår än vid slutna hudsår gjord under allmän narkos (Searle et al. 1999; Sanchez & Robertson 2014). I Sverige görs vanligen öppen kastration på obetäckt funikel stående, medan slutna kastration på betäckt funikel görs under allmän narkos.

2.3.3 Smärtmodulering

NSAID är den vanligaste substansgruppen som används för smärtlindring hos häst. Inom gruppen finns flertalet aktiva substanser och beredningsformer som är

lätta att administrera och hantera även för djurägaren. Meloxicam är bland de vanligaste använda läkemedlen för smärtlindring efter en kastration och verkar både smärtlindrande och antiinflammatoriskt, samt ger minskad svullnad postoperativt i kastrationsområdet (Olson et al. 2015; Gobbi et al. 2020). Meloxicam verkar på COX-1 och -2 med en selektivitet mot COX-2. Vid administration av 0,6 mg/kg Meloxicam Q24h i upp till 6 veckor ackumuleras inte läkemedlet i plasma. Halveringstid i plasma vid upprepad dosering av 0,6 mg/kg Q24 är 7,7–10 timmar. Det innebär i praktiken att efter 24 timmar har meloxicam ingen terapeutisk effekt, och för bibehållen effekt ska upprepad dosering göras. Vid systemisk administrering av Meloxicam minskar aktiviteten i COX-2 vilket ger hämning av prostaglandinproduktionen och därmed minskad inflammatorisk respons i vävnaden. Den smärtlindrande effekten verkar därmed både perifert och i CNS (Toutain et al. 2004; Beretta et al. 2005; Sinclair et al. 2006; Noble et al. 2012; Olson et al. 2015; Love 2019).

2.3.4 Smärta och dess påverkan på sömn

Människa

Människor som upplever stark postoperativ smärta tenderar att drabbas av förkortad och fragmenterad sömn, och därmed minskad total tid i REM och NREM (Chouchou et al. 2014). Det är även beskrivet att en natt utan sömn minskar aktiviteten i nedåtgående smärtbanor, ökar excitabiliteten i uppåtgående smärtbanor samt sensitiserar perifera smärtbanor för tryck och köldsmärta. Detta tyder på att smärta kan påverka sömnen, samtidigt som sömnbrist i sig leder till en ökad smärtskänslighet på grund av ökad perifer och central sensitisering (Staffe et al. 2019; Chang et al. 2022; Niklasson et al. 2025). Detta har även bekräftats i olika studier. Exempelvis så är risken för att utveckla kronisk smärta i operationsområdet efter operation av ljumskbräck kopplad till pre- eller postoperativ sömnbrist hos den enskilda individen (Bjurström et al. 2021). Liknande trender kan ses hos barn som genomgått avancerad kirurgi, där signifikanta störningar i sömnen kan ses två veckor efter operationen. Barnen upplevde en generell minskning i sömnkvalitet i upp till fyra månader efter operationen. En försämrad nattsömn kunde även kopplas till en ökad upplevd smärtintensitet dagen efter, i upp till 4 månader efter operation (Rabbitts et al. 2017). Det har också visats att preoperativ sömnbrist ger 169 % högre odds för att drabbas av måttlig-kraftig smärta dag 1 efter operationen jämfört med patienter utan sömnbrist innan operation, samt att dessa patienter upplever en sämre akut och subakut postoperativ smärtlindring (Niklasson et al. 2025).

Sömnlöshet hos människor är relaterat till flertalet stressfaktorer, dålig sönmiljö eller överdriven mental, fysisk eller kemisk stimulering (Irwin et al. 2023). Akut stress ger en kraftig ökning av kortikal aktivitet, vilket gör att individen ökar sin

medvetenhet för omgivningen och försvårar insomning. Akut stress i samband med insomning ger signifikanta ändringar i tid spenderad i de olika sömnstadierna under nattens första sömnscykel. Framförallt NREM fas 1 blir förlängd, då individen lätt blir väckt av yttre stimuli (Hein et al. 2024). Inflammationsreaktioner i kroppen kan resultera i sömnsvårigheter, samtidigt som sömnbrist via en positiv feedbackloop orsakar inflammation (Irwin et al. 2023). Både stress och sömnbrist, framförallt brist på fas 3 i NREM, ger en ökad frisättning av glukokortikoider och proinflammatoriska cytokiner, bland annat IL-6 och TNF- α . Kraftiga upplevda sömnsvårigheter har visats korrelera med höga nivåer av cirkulerande proinflammatoriska cytokinen IL-6 (Dolsen et al. 2019; Irwin et al. 2023).

Häst

Det finns inga studier där sambandet mellan smärta och tid i sömn studerats hos häst. Däremot finns det flertalet studier som har sett ett samband mellan minskad liggtid och dålig miljö, stress eller smärta (Glade 1986; Bertone 2006; Auer et al. 2021). Ortopedisk smärta kan leda till att hästen inte lägger sig ned, antingen för att det är smärtsamt att lägga sig eller resa sig, samtidigt som hästar som lider av buksmärter ökar sin liggtid (Bertone 2006).

2.4 Konsten att mäta beteende

Alla beteenden som ingår i en etologisk studie måste kategoriseras, var och en med distinkta, lättförståeliga definitioner. Det är viktigt att få med alla beteenden som behövs för att besvara frågeställningen utan att ha onödigt många kategorier. Färre kategorier ger en bättre samstämmighet för varje beteende än om man har många olika beteenden att registrera (Bateson & Martin 2021). Beteendekategorin kan byggas på beteendets struktur, vad beteendet har för konsekvens eller vad beteendet har för spatial relation. Definitionen bestäms därefter och kan byggas på distinkta rörelsemönster eller händelser. Definitionerna bör innehålla tydliga kriterier för beteendet som är lätta att förstå för en utomstående person. Beteendet kategoriseras även som en '*Händelse*' eller ett '*Tillstånd*'. En *händelse* är ett kort beteende som kan upprepas med hög eller låg intensitet. Till exempel gäspa, sparka, titta. *Tillstånd* är händelser som är tidsberoende, där beteendet fortgår under en längre period, tex perioden liggandes på bröst eller perioden hästen står upp (Bateson & Martin 2021).

2.4.1 Pålitlighet och bias

För att undvika observationsbias i beteendestudier är det viktigt att ha väldefinierade beteenden innan datainsamling påbörjas. För att uppnå detta kan det med fördel göras pilotstudier på små datasett för att förfina definitionerna samt lägga till eller ta bort beteenden som uppmärksammas under processens gång och anses

viktiga för frågeställningen. Görs detta innan datainsamlingen påbörjas minskas observatörs-drift och studiens reabilitet ökar (Bateson & Martin 2021).

2.4.2 Bedömning av smärta hos häst

I försök att bedöma smärta hos häst har flera olika smärtskalor arbetats fram där olika metoder och bedömningspunkter används. Däribland numeriska skalor, beskrivande skalor, skalor som bygger på hästarnas ansiktsuttryck och mimik, tidsbudgetanalyser och sammansatta smärtskalor. De sammansatta skalorna sammanställer flertalet bedömningspunkter inom beteende, fysiologiska parametrar eller en kombination av de båda i en total summa som ger en indikation på hästens upplevda smärta (de Grauw & van Loon 2016).

Horse Grimace Scale (HGS) använder sex bedömningspunkter på hästens huvud kopplat till öron, ögon, läppar, näsborrar och kind/sidan av ansiktet för att på ett objektivt sätt bedöma smärta vid kastration hos häst. (Dalla Costa et al. 2014). Efterföljande studier har visat att denna bedömningsskala ger lika resultat hos flera olika observatörer. HGS är reproducerbar, enkel att genomföra, snabb - <2 min per häst vid bedömning av förinspelat material, samt ger en bra indikation på hästens upplevda smärtintensitet (Dalla Costa et al. 2021). Däremot krävs det att hästen spelas in och materialet går igenom i efterhand, vilket är en begränsning om smärtbedömningen ska göras av personal på en klinik. I dessa fall kan Equine Pain Scale (EPS) användas. EPS inkluderar bedömningspunkter i ansiktet såväl som beteenden. Öron position, ögon, näsborrar, läppar och ansiktsmuskulatur används för bedömning av hästens upplevda smärta. EPS är en enkel och snabb metod för smärtbedömning och kan användas för att följa smärta över tid och fungerar bäst vid bedömning mild till måttlig smärta (Gleerup et al. 2015).

Det föreslås att minst fem minuter behöver läggas på smärtbedömningen för att få ett resultat så nära verkligheten som möjligt, samt att observatören bör, om möjligt, inte synas av hästen (Taffarel et al. 2015). På grund av instinkten att dölja smärta kan det vid direkt observation av djuret vara mycket svårt att korrekt bedöma smärtnivå och smärtintensitet. Oerfarna bedömare eller en otillräcklig tid för bedömningen vid exempelvis en stressad arbetsmiljö kan orsaka falskt låga uppskattade smärtpoäng (Lemonnier et al. 2022).

2.4.3 Smärtuttryck hos häst

Hästar tenderar, i egenskap av bytesdjur, att dölja smärta när de är under observation. När de är utsatta för smärtsamma stimuli uppvisar de vanligen generella beteendeförändringar likväl som specifika smärtbeteenden beroende på intensitet och typ av smärta (Ashley et al. 2005; Gleerup & Lindegaard 2016). Specifika smärtbeteenden kan beskrivas som normala beteenden som hästen utför i en

ändrad frekvens eller ett ändrat ändamål. En häst som är frustrerad över något skrapar ofta med hoven i golvet. Även om det fysiska utförandet av beteendet ser lika ut, så är skrapandet efter mat eller uppmärksamhet inte samma beteende som när hästen skrapar i golvet vid koliksmärtor. Vilken motivation hästen har för utförandet av beteendet (mat/godis eller som reaktion på smärta) och i vilket kontext hästen utför beteendet spelar därför stor roll för hur ett beteende kan tolkas. Skrapar hästen i samband med utfodring, eller skrapar den när den är lämnad i boxen och boxen är full med mat? Det ses även en stor variation i hur många typer av smärtbeteenden och frekvensen av dessa utförs bland olika hästar. Hästar som plötsligt börjar uttrycka stereotypier eller självskadebeteende som svar på smärtsamma stimuli, slutar med dessa beteenden när smärtan minskar eller försvinner (Price et al. 2003; McDonnell 2008; Torcivia & McDonnell 2021).

Flera studier har undersökt i vilken utsträckning hästen uttrycker smärta vid en observatör i närheten. Vid realtidsobservation i boxen avbryter hästen i många fall de smärt-relaterade beteendena när observatören kommer inom synhåll för hästen. Det gör att vid användning av smärtskalor vid korta realtidsobservationer riskerar hästen att få falskt låga smärtscore (Torcivia & McDonnell 2021). Hästar med kraftig akut eller lågradig smärta kan öka sitt kontaktsökande, men endast om den är med en människa eller i en miljö den känner sig trygg i (Gleerup et al. 2015).

Övriga beteenden kopplade till smärta inkluderar men är ej begränsade till; luta sig mot eller pressa bakdelen mot en vägg eller staket under stående vila. Steppa, stampa upprepade gånger med ett eller båda bakben, sparkar mot buken, frekventa gäspningar och flemande. Hästen kan även uppmärksamma det smärtsamma området genom att titta, gnugga, nafsas, klia området med läppar och eller tänder. Det kan även ses av ökad frekvens av piskande med svansen mot kroppen eller smärtsamt område, likväl som rastlöshet, avbrutna lägningsförsök och frekvent ändrad liggposition (Torcivia & McDonnell 2021).

3. Metod

3.1 Grunddata

Hästarna i studien har genomgått en normalkastration på Specialisthästsjukhuset Strömsholm. Ingreppet har skett på betäckt funikel där hudsåren sutureras för primär sårsläkning. Alla kastrationer har utgått från ett liknande anestesiprotokoll. Postoperativ analgesi gavs i form av meloxicam i dosen 0,6 mg/kg Q24 i 5 dygn. Hästarna filmades via en kamera monterad i anslutning till boxen mellan klockan 22:00-02:00, fyra timmar per natt, i totalt sju dygn, varav två nätter, dygn 0 och 1 (D0 och D1) är i klinikmiljö och resterande dygn (D2-D6) i hemmiljö.

Teknisk utrustning

På kliniken filmades hästarna med en Ubiquiti Networks UniFi Protect G4 Instant och i hemmiljö med en TP-Link Tapo C310 3MP eller en TP-Link Tapo320WS 4MP. På kliniken var kamerorna uppkopplade trådlöst mot det lokala nätverket. I hemmamiljö kopplades kameran upp trådlöst mot en extern router, TP-Link M7200 4G LTE, med mobilt bredband. Djurägarna fick med sig instruktioner för montering av kameran och routern i stallet.

Urvalsgrupp

Av 30 hästar som kastrerades i tidsperioden oktober 2023 – maj 2024, föll ett par hästar bort på grund av att det fanns filmsekvenser där hästen ej kunde urskiljas alternativt att filmning skedde vid fel tid på dygnet, eller att filmat material ej fanns för en enskild häst för den specifika dagen. Totalt ingick, D1 29 st, D3 28 st och D6 26 st. Inklusionskriterier för filmsekvenserna var följande: i) Hästen ska vara i boxen under hela filmklippet, ii) hästens position i boxen (liggande/stående) ska gå att urskilja under hela filmsekvensens duration, och iii) tidsangivelsen på filmen är rätt enligt tidpunkten för inspelning (22–02). Viktigt att notera att det inte är samma hästar som föll bort samtliga dagar, hästar med icke godkända filmsekvenser D3 kan ha godkända sekvenser D1 och D6.

Bildkvalitet och tekniska problem

För ett fåtal hästar resulterade kameravinkeln eller kamerans placering i eller mot boxen att hästen i sin helhet ej syntes i bild när den låg ned. För en häst kunde inte hästens befinnande i boxen säkerställas, då infraröda ljuset var riktat mot en takbjälke. I de fallen där hästens befinnande i boxen inte kunde bedömas utgick hästen från den dagens registrering. I ett par fall gav kamerans placering god överblick över hästens position i boxen när den stod upp, men när hästen lade sig ned skymdes hela eller delar av hästens kropp av boxinredningen. I dessa fall kunde hästen konstateras ligga ned och kunde annoteras som *ligger ned* och *hästen del-*

vis ur bild. Dessa klipp ingick i den slutgiltiga bedömningen. Kunde hästens befinnande i boxen ej säkerställas utgick den dagen eller den specifika filmsekvensen ur bedömningen, hästens övriga dagar ingick.

För en häst var det uppenbart att kameran dag 3 filmat vid fel tidpunkt på dygnet. Klockslaget i filmklippen var korrekta, mellan klockan 22–02, men det förekom vid flertalet tillfällen personer i stallet, hästen som ingick i studien togs ur boxen samt det noterades misstänkt dagsljus i stallet. Denna dag exkluderades från studien. De andra dagarna tolkas det som att kameran filmat rätt tider på dygnet och dessa inkluderas därför de övriga dagarna.

3.1.1 Avgränsning

På grund av begränsningar i arbetets omfattning valdes dag 1, 3 och 6 ut för beteenderegistrering, då den detaljerade beteendebeskrivningen inte hanns med för alla dygn inom ramen för projektet.

Dag 1, 3 och 6 valdes med motivation: Dag 0 kan ge felkällor i form av biverkningar efter narkos. Under dag 1 har hästen hunnit akklimatisera sig i miljön. Dag 3 är hästens andra natt i sin hemmiljö, så även här har den hunnit akklimatisera sig och dagen är mitt i det undersökta intervallet. Den sista dosen meloxicam ska ha getts dag 5. Därav valdes dag 6 då det har gått >24h sedan sista NSAID givits, för att undersöka eventuella förändringar i beteende med avseende på liggande sömn eller uppvisade beteenden jämfört med dag 3.

3.2 Framtagande av etogram

Etogrammet (Tabell 1) har utvecklats från Descriptive reference ethogram for horses (Pierard et al. 2019) och Equine Discomfort Ethogram (Torcivia & McDonnell 2021). Definitioner som saknats i specifika beteenden som bedömts nödvändiga för detaljerad beteendebeskrivning av sömn eller beteende i liggande har sedan lagts till i etogrammet. Ett par definitioner är tagna från andra källor och dessa anges vid det specifika beteendet och definitionen.

3.2.1 Pilotstudie

Det framtagna etogrammet användes för beteenderegistrering på 48 timmar film från hästar som hamnat utanför urvalsgruppen. Beteenden som hästen utförde men inte förekom i etogrammet definierades och lades till. Alla definitioner i etogrammet förfinades och testkördes ytterligare en gång på 20 timmar film innan studien påbörjades.

3.2.2 Etogram

Tabell 1: Etogram som används under beteenderegistering.

Beteende	Beskrivning
Ligger ned	Hästen ligger ned, går ej att bedöma om den ligger i bröstläge eller sidoläge.
Sover	Ögonen hålls slutna eller halvslutna. Huvudet vilas i marken eller hålls något upphöjt, dock under mankens högsta punkt. Hästen ligger ned. Om hästens huvud inte syns i bild men hästen ligger ned på lateralsidan i mer än 5 sekunder bedöms hästen sova trots att ansiktsuttrycket ej går att bedöma.
Vaken	Hästen håller ögonen öppna och ger intryck av att interagera med omgivningen genom huvudrörelser. Huvudets högsta punkt kan vara över eller under mankens högsta punkt. Hästen ligger ned
Hästen delvis ur bild	Hästen ligger ned. Det går ej att bedöma om hästen sover eller är vaken på grund av att hästens huvud är helt eller delvis ur bild.
Ligger ned på bröst dx resp sin	Hästen ligger antingen på sin högra sida med höger benpar mot närmast marken, eller på sin vänstra sida. Den ventrala delen av bröstbenet ligger i marken. Benen kan hållas mer eller mindre böjda och huvudet hållas upprätt eller vila mot marken eller frambenen.
Ligger ned på lateralsidan dx resp sin	Hästen ligger med sin höger eller vänster sida helt mot marken. Huvudet vilar med höger sida helt mot marken men kan tillfälligt hållas upp från marken genom lateral flexion av nacken. Benen kan vara mer eller mindre böjda.
Växlar sida bröst	Genom viktförskjutning ändrar ställning så att hästen fortsatt i liggande ställning får motstående benpar närmast marken.
Växlar sida lateral	Genom att gå upp i bröstläge (med maximalt 2s i bröstläge) lägga sig så att motstående lateralsida hamnar närmast mot marken. Eller genom en rullning byter sida och fortsätter sedan ligga på sidan - Om hästen efter en rullning inleder en resning inom (10s) annoteras det som rullning och ej sidbyte.
Båda frambenen in	Båda frambenen hålls in mot kroppen genom flexion i carpus. Flexion i kotleder kan också förekomma.
Båda frambenen ut	Båda frambenen hålls ut från kroppen genom extension i carpus. Flexion/extension i kotorna kan förekomma.
Ett framben ut	Höger eller vänster framben hålls utsträckt från kroppen genom extension i carpus. Flexion/extension i kotorna kan förekomma.
Båda bakbenen in	Båda bakbenen hålls in mot kroppen genom flexion i höft, knä, has och kotor.
Båda bakbenen ut	Båda bakbenen hålls ut från kroppen genom extension i höft, knä, has och kotor.
Ett bakben ut	Höger eller vänster bakbenen hålls ut mot kroppen genom extension i höft, knä, has och kotor. I bröstläge tillåts flexion i has så länge benet i övrigt hålls utan kontakt mot buken.
Benställning går ej att bedöma	Hästen är placerad i boxen på ett sådant sätt att positionen för ett eller båda benparen ej går att bedöma. Om ett benpar syns annoteras det i sin kategori samtidigt som denna används.

	Exempelvis om bakbenens position kan bedömas men ej frambenen, Annoteras då: Bakben in + Benställning ej att bedöma.
Huvud ovan manke	Huvudets högsta punkt hålls ovan mankens högsta punkt när hästen ligger ned i bröstläge. Avbryts när hästen håller huvudet under manken i mer än 2 sekunder. Om positionsändring så huvudet temporärt hålls under manken (<2s) för att sedan höjas igen fortsätter annoteringen.
Huvud under manke	Huvudets högsta punkt hålls under mankens högsta punkt när hästen ligger ned i bröstläge. Avbryts när hästen håller huvudet över manken i mer än 2 sekunder. Om huvudet temporärt hålls ovan manken (<2s) för att sedan sänkas igen fortsätter annoteringen.
Huvud stöttas i marken	Mulen eller underkäken stöttas i marken samtidigt som huvudets högsta punkt hålls under mankens högsta punkt när hästen ligger i bröstläge
Huvud stöttas snett i marken	Mule och eller ena sidans underkäke stöttas i marken och huvudet hålls med minst 30 graders vinkel från lodplan
Hästens huvud ur bild	Hästens huvud är ur bildramen, täckt av hästens kropp eller boxinredning som gör att ansiktsuttrycket inte kan bedömas.
Äter	Hästen tar hö eller annan mat med läppar och tuggar. Pågår så länge hästen tuggar. Om hästen slutar tugga och börjar igen med kort intervall annoteras det som att den äter under 1 minut efter att hästen först setts ta en tugg hö. Hästen ligger ned i bröstläge eller sidoläge.
Rullar	Från att ligga på sidan, roterar hästen längs sin longitudinala axel. Hästen kan också rotera, och uppvisa dorsoventral flexion/extension, och lateral flexion av ryggraden. Rotationen omkring axeln kan vara upp till 180 grader.
Halv rullning	Från att ligga på sidan, roterar hästen längs sin longitudinala axel. Hästen kan också rotera samt uppvisa dorsoventral flexion/extension, och lateral flexion av ryggraden. Rotationen omkring axeln är maximalt 90 grader.
Snärt	En snabb rörelse med svansen, antingen dorsoventralt eller lateral rörelse. Noteras per snärt. Passiva svansrörelser som uppstår i samband med eller som konsekvens av att hästen rör sig annoteras inte.
Spark	En snabb rörelse med ett eller två (bak ben samtidigt. Rörelsen kan vara i olika riktningar och utföras med olika mycket extension och flexion i benets leder. Rörelsen är riktad någon eller något. Hästen är i liggande ställning
Groom	Hästen gör något av följande ➔ Hästen sträcker ut tungan utanför munnen och gnider tungan mot någon del av kroppen, en eller flera gånger. ➔ Hästen tar fram ett bakben och för hoven mot huden på huvud eller hals, en eller flera gånger. ➔ Hästen rör en av sina kroppsdelar mot en annan kroppsdel (till exempel huvudet mot ett framben). Detta kan vara en rörelse eller en serie av rörelser (upp/ner, vänster/höger). Kan även gnugga sig mot något annat föremål eller marken.

	➔ Hästen biter i sitt eget skinn och rör på huvudet så att huden manipuleras.
Gäspar	Hästen gapar, ofta med läpparna uppdragna och tänderna exponerade, och andas in djupt. Annoteras utan tid (McDonnell 2003; Gleerup & Lindegaard 2016)
Fleamar	Hästen lyfter huvudet och sträcker på halsen, drar upp överläppen så framtänder och tandkött i överkäke exponeras och drar in luft mellan tänderna.
Fidgeting	Hästen är vaken och utför något av följande: ➔ Biter på föremål som inte är foder eller klassas som "Groom" ➔ Utför ryckiga huvudrörelser i höjdlid eller från sida till sida. ➔ Tungan förs ut ur munnen och förs i olika riktningar ➔ Ryckningar eller rörelser i läpparna Om hästen utför dessa rörelser utan tydlig koppling till ett annat beteende i etogrammet (tex halsrörelser till och från 'tittar') noteras det som "Fidgeting". Noteras utan tid utan per påbörjat beteende.
Tittar	Om hästen i liggande ställning vänder nosen mot och ger intryck av att titta på en specifik punkt på kroppen. Även halsrörelsen till och från "tittläget" ingår och annoteras inte separat. Upprepas rörelsen, annoteras det separat. Annoteras per tillfälle (Gleerup & Lindegaard 2016).
Odefinierat beteende	Beteende som inte kan definieras enligt ovan beskrivna beteenden.
Observationstid	Hästen befinner sig i boxen, startas när observationen börjar och avslutas när filen är slut

3.3 Datainsamling

Annotering av filmerna skedde med gratisprogrammet BORIS (Friard & Gamba 2016). Annotering mellan klockan 22–02 skedde för varje häst de ingående dagarna. En lista innehållande filnamnen för filerna för D1, D3 och D6 användes för att selektera ut rätt filmsekvenser. Avkodning av alla filmer och gruppering för häst och dag skedde när datainsamlingen var färdig.

Totalt ingick 290 filmfiler, varje häst har fyra timmar filmat material per dag, men filmernas duration varierade från 2 minuter till 3 h 7 minuter. Majoriteten av filmerna var cirka 60 minuter långa. Nio filer exkluderades på grund av tekniska problem beskrivna ovan.

Filmerna snabbspolades fram tills att hästen hade lagt sig ned. Under perioden hästen låg ned registrerades varje beteende eller positionsändring enligt etogrammet ovan (Tabell 1) med tid eller frekvens för utfört beteende. Alla beteenden som hästarna uppvisade när de ansågs vakna registrerades under tiden i liggande position. Har hästen under sömn exempelvis sparkat till med benen har dessa inte registrerats som beteendet *spark* då detta anses en normal rörelse för hästen att

göra under REM sömn. Alla beteenden som var inkluderade i etogrammet utfördes minst en gång. Beteenden som utfördes och inte gick in under någon av de kategoriserade beteendena, eller utfördes med hästen delvis ur bild så att det ej var tydligt att urskilja vilket beteende eller rörelse som utfördes klassades under *Odefinierat beteende*. En majoritet av dessa rörelser var rörelser av huvud och hals.

Nedan följer exempelbilder för ett par kroppspositioner från en häst som ingick i studien. Bilderna är stillbilder tagna från en filmsekvens inspelad på kliniken. Alla bilder för denna häst används med djurägarens tillstånd.



*Bild 1: A: Hästen ligger på vänster sida bröst, med huvudet över manken, vaken.
B: Hästen ligger på vänster sida bröst, huvudet under manken, vaken.
Bilder används med djurägarens tillstånd.*

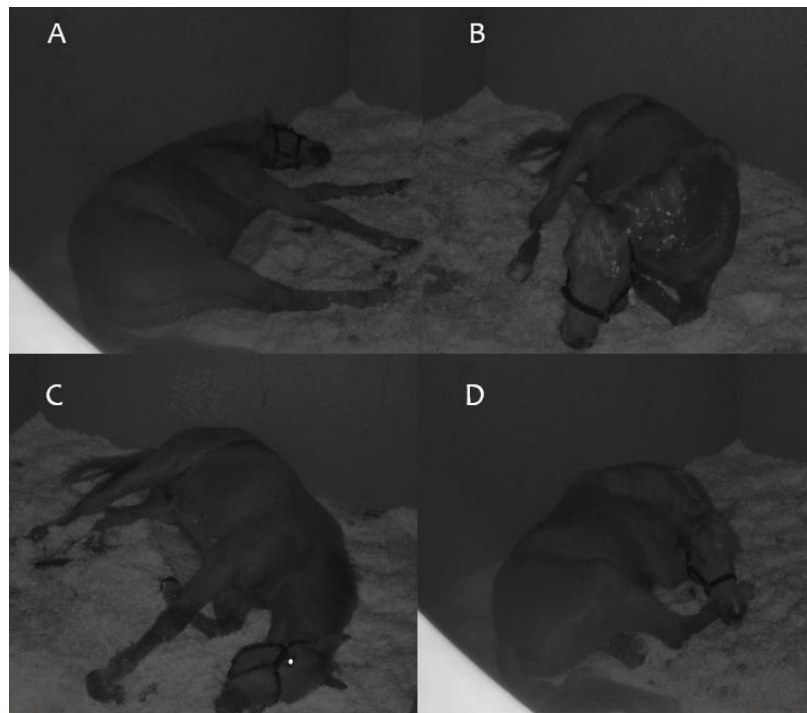


Bild 2: A: Hästen ligger på vänster lateralsida, sover. Både frambenen och bakbenen hålls ut från kroppen. B: Hästen ligger på vänster sida bröst, huvudet stöttas i marken, Sover. Ett bakben hålls ut från kroppen och frambenen hålls in. C: Hästen ligger på vänster lateralsida, båda bakbenen hålls ut från kroppen, ett framben hålls ut, Vaken. D: Hästen ligger på vänster sida bröst, Huvudet stöttas snett i marken, Ett bakben hålls ut från kroppen, båda frambenen hålls in. Bilder används med djurägarens tillstånd.



Bild 3: Hästen utför beteendet 'Tittar', i detta fall ger hästen intryck av att titta mot operationsområdet. Bilden används med djurägarens tillstånd.

3.3.1 Dataanalys

Deskriptiv statistik utfördes med hjälp av Microsoft Excel. Där togs följande parametrar fram; Frekvens för tillfällena i sömn och vaken, medeltid för enskild häst i sömn och vaken, förhållandet mellan tiden i sömn och tiden vaken samt hästarnas gemensamma tidsbudget för perioden i liggande. Det totala antalet uppvisade beteenden samt spridning i uppvisade beteenden per häst sammanställs i figurer.

Outliers för uppvisade beteenden bestämdes utifrån kriteriet; Om en registrerad totalsiffra är dubbelt så stor som näst högsta registrerade totalsiffra, räknas den som en outlier. Om flera siffror är högre görs detta på samma sätt i nedåtgående ordning från högsta siffra tills den lägsta där totalsiffran inte längre är dubbelt så stor som nästkommande tal.

Statistisk analys

En statistik analys görs med Wilcoxon Ranked-Sum Test med 95 % konfidensintervall (CI) och ett $p < 0,05$ anses statistiskt signifikant. Kategorierna; Totala tiden vaken, Totala tiden i sömn, Tillfällen i sömn, Tillfällen vaken samt totala uppvisade beteenden används för den statistiska analysen.

4. Resultat

Medianålder i studien var 2 år (1–19), 26 av 30 var 3 år eller yngre. Hästarnas medianvikt var 437 kg (96–572). En majoritet av hästarna var av rasen svensk varmblodig häst (SWB). Se Bilaga 1 för ålder, vikt och ras för enskilda hästar. På grund av orsaker beskrivna ovan exkluderades flertalet filmsekvenser eller hästar från resultatet. D1 hade en häst inget filmat material. D3 föll en häst bort på grund av tekniska problem och en häst hade inget filmat material. D6 hade två hästar inget filmat material och två hästar föll bort till följd av tekniska problem.

4.1 Tid spenderat liggandes

Antalet hästar som sågs ligga ned under mätperioden varierade mellan dagarna. Den totala tiden som användes för datainsamling presenteras i Tabell 2 nedan. Tabell 2 visar även hur många gånger i medelvärde, för varje häst som lägger sig ned, ligger ned i bröst respektive på lateralsidan per dag samt för tillfällena i sömn respektive vaken hästarna för tiden de ligger ned. En statistisk signifikant skillnad i tillfällena vaken ses mellan D1 och D3 ($p=0,03$).

Tabell 2; Antal hästar i procent som ses ligga ned under den filmade perioden samt i medelvärde och spridning för antal gånger per dag en enskild individ låg i bröst respektive sidoläge. Siffror inom parantes visar spridning.

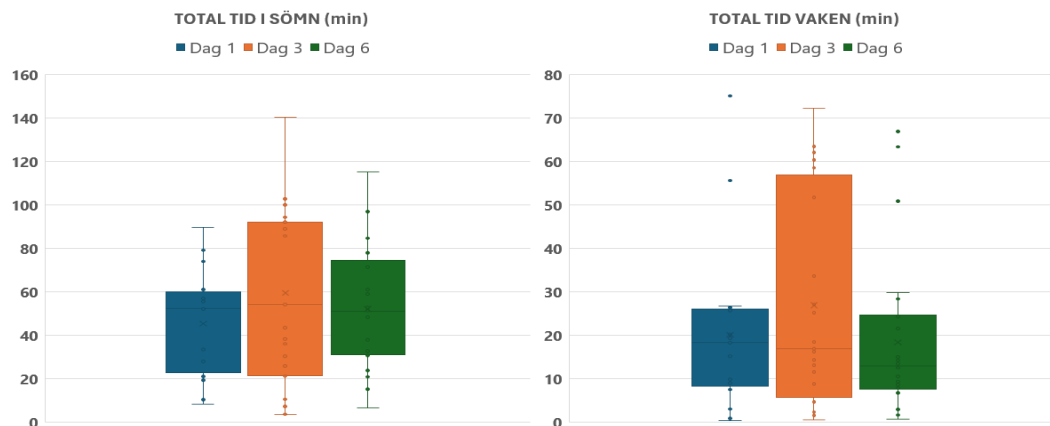
KATEGORI	Dag 1	Dag 3	Dag 6
Inkluderade hästar	29	28	26
Andel liggande hästar	60 %	85 %	96 %
Medelvärde för tillfällena liggandes på bröst	8,4 (1–11)	7,4 (1–26)	6,1 (1–15)
Medelvärde för tillfällena liggandes på lateral sidan	4,9 (1–8)	4,8 (1–22)	3,8 (1–12)
Medeltal tillfällena i sömn	14 (1–28)	17 (3–50)	14 (2–57)
Medeltal tillfällena vaken	14 (2–29)	19 (1–53)	15 (2–59)
Medeltal tillfällena delvis ur bild	0,06 (0–1)	2,2 (1–4)	1,8 (1–5)

Medeltid i sömn och vaken

Medeltiden sovandes per tillfälle sömn var D1: 3,7 (1–8) min, D3: 4,4 (1–10) min och D6 4,4 (1–15) min. Medeltiden vaken per tillfälle vaken var D1: 1,6 (0,5–5) min, D3: 1,7 (0,5–6,2) min och D6: 2,3 (0,2–9,7) min.

Total tid i sömn och vaken skiljde sig mellan dagarna, redovisas i Figur 1, det fanns dock en stor spridning mellan de olika individerna. Det ses en signifikant

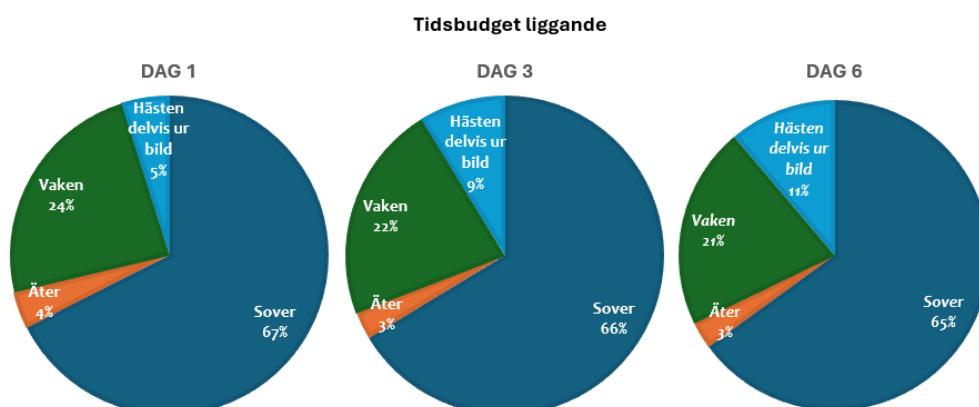
skillnad i totala tiden sömn mellan D1 och D6 ($p=0,014$) samt mellan totala tiden vaken mellan D1 och D3 ($p=0,014$).



Figur 1: Till vänster: Hästarnas totala tid (när de ligger ned) i sömn under D1, D3 och D6. Till höger: Hästarnas totala tid vaken (när de ligger ned) under D1, D3 och D6. Y-axeln anger tid i minuter. X-axeln ger gruppering för de olika dagarna enligt figurbeskrivning ovan staplarna.

4.1.1 Tidsbudget

Nedan (Figur 2) ses en genomsnittlig tidsbudget för tiden i liggande under dag 1, 3 och 6. Här inkluderas hästarna vars medvetandegrad inte kan bedömas då hästens huvud är delvis eller helt ur bild i kategorin *Hästen delvis ur bild*. Endast hästar som legat ned inkluderas i datasetet. Den totala tiden i liggande tas ej hänsyn till i figuren, endast hur hästarna i genomsnitt spenderar tiden i liggande.



Figur 2: Tidsbudget i liggande position för dag 1, 3 och 6. Sover: Hästen sover. Vaken: Hästen är vaken. Äter: Hästen är vaken samt äter grovfoder eller annat i liggande position. Hästen delvis ur bild: Hästen ligger ned, men det kan ej med säkerhet fastslås om hästen är vaken eller sover då ansiktsuttryck ej kan bedömas.

4.1.2 Liggposition

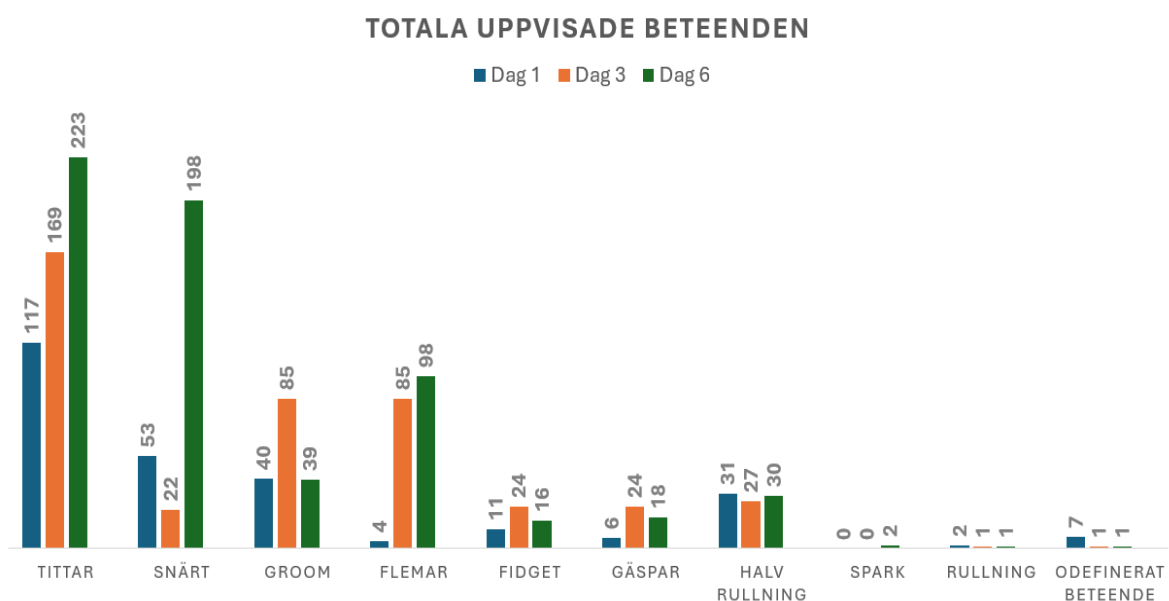
I Tabell 3 nedan beskrivs hur hästarna höll sina kroppsdelar i relation till varandra i liggande position. Om hästarnas position helt eller delvis ej har kunnat bedömas på grund av att hästen helt eller delvis befunnit sig utanför bild har de hamnat i kategorin *ej möjligt att bedöm* för korresponderade kroppsdel. Ingen häst sågs genom viktförskjutning byta ställning från ena sidan till den andra, i de fallen där hästen har vilat på båda sidor under en natt har hästen ställt sig upp för att sedan lägga sig på den nya sidan eller genomfört en fullständig rullning.

Tabell 3: Tidsbudget för liggposition, huvudposition och benposition uttryckt i procent för dag 1, 3 och 6. Siffrorna anger i medelvärde den totala tiden i liggande som hästarna studiegruppen innehar kroppsdelarna i angiven position.

Position	Dag 1	Dag 3	Dag 6
Huvudposition			
Huvudet ovan manke	18,6 %	18,4 %	19,2 %
Huvud under manke	38,5 %	43,3 %	27,2 %
Huvud stöttas i marken	26 %	24,1 %	19,2 %
Huvud stöttas snett i marken	3 %	2,6 %	3 %
Hästens huvud ur bild	13,3 %	11,3 %	16,9 %
Kroppsposition			
Ligger på höger sida bröst	35,3 %	38 %	30 %
Ligger på vänster sida bröst	43,7 %	42,2 %	47,3 %
Ligger på höger lateralsida	8,5 %	9,4 %	8 %
Ligger på vänster lateralsida	10 %	8,6 %	12 %
Total tid i bröstläge	79 %	80,2 %	77,3 %
Total tid i lateralläge	19 %	18 %	20 %
Position går ej att bedöma	2 %	1,7 %	2,6 %
Benposition			
Båda bakbenen hålls mot kroppen	33,7 %	36,4 %	29,3 %
Båda bakbenen hålls från kroppen	15,8 %	15,7 %	15,2 %
Ett bakben hålls ut, det andra in	31,7 %	32,5 %	31,1 %
Benens position kan ej bedömas	18,6 %	15,2 %	24,3 %
Båda frambenen hålls in mot kroppen	66,5 %	70,8 %	59,1 %
Båda frambenen hålls ut från kroppen	6,3 %	4,9 %	6,1 %
Ett framben hålls ut, det andra in	8,2 %	8,8 %	10,3 %
Benens position kan ej bedömas	18,8 %	15,3 %	24,2 %

4.2 Uppvisade beteenden

Alla hästar som låg ned uppvisade minst ett beteende som fanns beskrivet i etogrammet. Ett fåtal individer uppvisade en hög frekvens av ett fåtal beteenden både dag 3 och 6 och står för en stor andel av totalsiffran. Exempelvis stod häst 49 för 57 *Tittar* dag 3, där majoriteten av hästarna låg mellan 4–10 registrerade *Tittar*. Häst 42 stod för 74 av *Tittar* dag 6, där majoriteten av hästarna låg mellan 4–12. Nedan (Figur 3) ses en sammanställning av uppvisade beteenden ordnat per beteendekategori och dag där outliers är inkluderade i dagens totalsiffra. Outliers finns i huvudsak inom kategorierna *Tittar* och *Snärt*.



Figur 3: Totala antalet registrerade beteenden per dag per kategori, outliers inkluderade. Beteendebeskrivningar finns i detalj etogrammet (Tabell 1). X-axeln representerar de olika kategorierna av beteenden som angivits i etogrammet. Varje gruppering med staplar om tre representerar totala registrerade tillfällen av det specifika beteendet för alla hästar den dagen. Y axeln beskriver summan totala registrerade tillfällen.

Alla hästar sågs inte ligga ned varje dag, hästarna som låg ned spenderade dessutom olika mycket tid vaken samt utförde beteenden i olika frekvens. Alla hästar som legat ned så att beteenderegistrering varit möjlig, (hästen har syns i bild när den legat ned), har minst ett uppmätt beteende varje dag under studieperioden. Det ses en stor spridning mellan hästar vilka beteenden som utförs. Vissa hästar utför mer eller mindre samma beteende i hög frekvens, där andra utför flera olika beteenden i lite lägre frekvens. Hästar som är identifierade som outliers har en hög frekvens av ett eller två uppvisade beteenden den dagen, och ett fåtal uppvisade beteenden i de andra kategorierna.

Tabell 4 visar totalsumman registrerade beteenden per dag, samt frekvensen registrerade beteenden per vaken minut i liggande position. Endast hästar som legat ned inkluderas i resultaten. Hästar som har ett beteende som klassats som outlier för dagen exkluderats i de kategorier *exkl. outliers* i tabellen nedan.

Tabell 4: Visar totala registrerade beteenden per dag inklusive och exklusive outliers. Frekvens av registrerade beteenden per minut då hästarna varit vakna samt, medelvärde registrerade beteenden per häst och dag.

Kategori	Dag 1	Dag 3	Dag 6
Registrerade hästar	29	28	26
Registrerade hästar exkl. outliers	27	26	24
Totala registrerade beteenden	271	388	602
Totala registrerade beteenden exkl. outliers	244	242	322
Medelvärde registrerade beteenden per minut vaken ink outliers	0,91/min	0,65/min	1,2/min
Medelvärde registrerade beteenden per minut vaken exkl. outliers	0,82/min	0,41/min	0,67/min
Medelvärde registrerade beteenden per häst ink outliers	16,9	15,5	24,1
Medelvärde registrerade beteenden per häst exkl. outliers	15,2	9,7	15,5

4.2.1 Förhållande mellan tid i vakenhet och i sömn

I medeltal för studiegruppen var förhållandet mellan liggande tid i sömn och tid i vakenhet 3:1, dvs hästarna spenderade i medeltal tre gånger så lång tid sovandes som vaken när de låg ner. De hästar som uppvisade ett högt antal beteenden uppvisade ett annorlunda förhållande mellan tid i vaken och tid i sömn. Hos dessa hästar minskade tiden i sömn i förhållandet till tiden vaken. I Tabell 5 presenteras medeltal för förhållandet mellan sömn och vaken för alla hästar, samt för de individer med ett högt antal registrerade beteenden.

De individnummer som finns presenterade i tabellen är hästar som har ett eller flera beteenden registrerade som en outlier.

Tabell 5: Förhållandet mellan tid i sömn och tid vaken i liggande position för alla hästar, samt för individer med en eller flera outliers i registrerade beteenden. För tal markerade med '*' betyder det att hästen den dagen har minst ett beteende registrerat som outlier. Rutor med '-' innebär att hästen inte har någon data registrerad den dagen. Hästen har då inte legat ned, inte haft något filmat material eller exkluderats på grund av tekniska problem.

Häst	Dag 1	Dag 3	Dag 6
Medeltal för alla hästar	2,8:1	3:1	3:1
Individer med outliers			
17	1:1 *	6:1	-
42	9:1	3:1	1,9:1 *
49	1,8:1*	1,5:1 *	4,8:1
59	-	1,4:1 *	0,3:1 *

4.2.2 Statistisk analys

Wilcoxon Ranked-sum Test görs för tillfällena i sömn och vaken, tid i sömn, tid vaken samt uppvisade beteenden. Jämförelser görs mellan dagarna, D1 och D3, D1 och D6 samt D3 och D6. Majoriteten ger $p > 0,05$ och kan därför ej anses statistiskt relevanta. Ett par statistiskt signifikanta skillnader ses och är markerade med en * i tabellen.

Tabell 6: z och p-värden för ovan angivna kategorier. * anger statistisk signifikans.

Kategori	Dag 1 och 3		Dag 1 och 6		Dag 3 och 6	
Tillfällena sömn	z=-1,883	p=0,06	z = -1,79	p=0,07	z= -0,053	p=0,96
Tillfällena vaken	z=-2,085	p=0,036*	z = -1,91	p=0,054	z = -0,2	p=0,84
Tid sömn	z=-1,917	p=0,054	z=-2,450	p=0,014*	z=-0,291	p=0,77
Tid vaken	z=-2,450	p=0,014*	z=-1,201	p=0,23	z=-0,724	p=0,47
Uppvisade beteenden	z=-0,065	p=0,50	z= -0,808	p=0,41	z=-0,732	p=0,46

5. Diskussion

5.1 Tid spenderad liggande

5.1.1 Andelen liggande hästar

Tidigare studier har visat att hästar spenderar mindre tid i liggande vila om hästen: i) är otrygg i miljön, eller ii) upplever smärtsamma stimuli (Glade 1986; Bertone 2006; Auer et al. 2021; Oliveira et al. 2022). I detta examensarbete ökade andelen av hästarna som sågs ligga ned, dag för dag. Den lägsta andelen (60 %) låg ned under dag 1 när de fortfarande befann sig på kliniken. Att bara 60 % av hästarna sågs ligga ned under dag 1 kan sannolikt helt eller delvis bero på att de inte har känt sig tillräckligt trygga för att lägga sig ned, men det går inte att utesluta att graden av upplevd smärta även påverkar hästarnas val att inte lägga sig ned. Tidigare studier på hästar som står uppstallade på en ny plats visar att det i snitt tar 3-4 dagar innan hästen återgår till en liggtid närmare sin hemmiljö (Oliveira et al. 2022). Att hästarna i detta examensarbete inte ses ligga ned under de undersökta timmarna utesluter däremot inte att hästen har legat ned senare under natten, då hästar spenderar en stor del av sin liggande vila mellan 02-05 (Waring 1983; Dallaire 1986). Andelen liggande hästar skulle kunna användas som ett grovt mått på uppskattad smärta för gruppen i helhet, om man antar att en högre andel liggande hästar innebär avtagande smärta. En potentiell felkälla finns dock i tidpunkten och längden på perioden hästen är filmad. Hästarna kanske visst låg ned D1 i lika stor utsträckning som D3 och D6, men att de gjorde det utanför tidsramen för kamerans inspelning. För att kunna dra slutsatser om dygnets eller nattens totala liggtid skulle hästarna behöva studeras under flera timmar än vad som var möjligt i detta arbete.

5.1.2 Tidsbudget

Utöver miljön hästarna är i, verkar även utevistelse kunna påverka tiden hästarna ligger ned under natten. Tidigare studier har sett att hästar, när installade på box hela dygnet, spenderar mer tid liggande än hästar som har tillgång till daglig utevistelse (McGreevy 2012; Chung et al. 2018). I detta examensarbete spenderade hästarna hela dygnet i boxen på kliniken, medan i hemmiljö var hästarna antingen ute i en mindre hage eller helt installade på box. Detta skulle innebära att hästarna i denna studie antingen skulle öka eller minska sin liggtid beroende på om hästen i hemmiljö har tillgång till utevistelse eller ej. En box kan av en domesticerad häst anses som en trygg miljö, däremot kan en okänd box i en okänd miljö kan av hästen anses som en otrygg plats (Oliveira et al. 2022). Effekten som fås av att hästen spenderar hela dygnet på box, dvs. ökad tid liggandes, skulle potentiell kunna tas ut av effekten från att hästen spenderar natten i en främmande miljö, dvs. minskad

tid liggandes. Under D3 och D6 är det svårt att bedöma om hästarna påverkas av denna effekt, då det i detta examensarbete saknas information om platsen som varje häst befann sig på dagtid (sjukhage eller i box).

Den genomsnittliga tidsbudgeten för hela studiegruppen var lika för alla dagar i studien, även om tiden liggandes och andelen liggande hästar skiljde sig mellan dagarna. Generellt spenderades 66 % (65–67 %) av tiden i liggande, i sömn, 22 % vaken (21–24 %), 3 % (3–4 %) ätandes och resterande 5–11 % av tiden kunde det inte avgöras vad hästen gjorde då den delvis var ur bild. Hästarna spenderade i genomsnitt 20–25 % av tiden de låg ned vakna. Denna tidsbudget är svår att jämföra med litteraturen, eftersom endast tiden hästen har legat ned har undersökts. Då ingen information om tiden stående, i rörelse (inom boxen) eller totala ligg-tiden finns tillgänglig inom ramen för detta arbete går det inte att dra några slutsatser för hästarnas liggande tidsbudget jämfört med friska hästar.

Tidsbudget för vakenhet och förhållandet mellan tid i sömn och tid vaken i liggande

Det finns beskrivet att hästar generellt somnar mycket fort efter att de har lagt sig ned (Auer et al. 2021), samt att tidsbudgeten för vaken i liggande position är mycket liten. Både stress och smärta ger en ökning av aktivitet i RAS, vilket ger ökad kortikal aktivitet som därmed försvårar insomningen (Irwin et al. 2023; Hein et al. 2024). Det är därför möjligt att den uppmätta tiden vaken i liggande position beror på en otrygghet i miljön (stress) eller smärta. Unga hästar <4 år spenderar i regel en längre tid i liggande än äldre hästar, men om de sover eller är vakna har inte undersökts full ut (Belling 1990; Souris et al. 2007; Auer et al. 2021), vilket gör åldersfaktorn svårtolkad i detta fall då en majoritet av hästarna var under 4 år gamla även om ett fåtal äldre individer förekom.

Förhållandet mellan tid i sömn och tid vaken i liggande position var i medeltal i studien 3:1 under samtliga dagar. Det innebär att i snitt sov hästarna i liggande position 3 gånger så lång tid som de var vakna. De hästar som uppvisar outliers för ett eller flera beteenden hade ett lägre förhållande mellan tiden i sömn och tiden vaken. Då människor med postoperativ smärta upplever flertalet sömnsvårigheter, däribland en försvårad insomning och fragmentering av sömn (Niklasson et al. 2025), skulle det avvikande förhållandet mellan sömn och vakenhet hos vissa av hästarna kunna tolkas som en effekt av smärtpåverkan. Vilket i så fall pekar på att postoperativ smärta påverkar sömnen negativt även hos hästar.

Tid i REM och NREM

Då endast hästarnas beteende och rörelsemönster har studerats och inga EEG eller andra hjälpmedel som kan fastställa hästarnas sömnstadie har använts, går det ej

helt säkert att fastställa vilket sömnstadie hästarna har varit i under perioden som registrerats som sömn. Det har noterats att tecken på REM-sömn (ryckningar i mule, ögon och ben) främst förekom när hästen låg i bröstläge med huvudet stöttandes mot underlaget men noterades även när hästen var liggandes på sidan. Hästen sågs utföra både *Huvud stöttas i marken* och *Huvudet stöttas snett i marken*. Huvudet stöttades endast snett i marken under perioder som tolkades som REM sömn. Dessa noteringar stämmer väl överens med vilka huvud och kroppspositioner som tidigare setts hos hästar i konstaterad REM sömn (Wöhr et al. 2016).

5.1.3 Liggposition

Hästens val av sida och liggpositionen är mycket lika under alla undersökta dagar. Procentuell indelning presenteras i Tabell 3.

Kroppsposition

I denna studie spenderade hästarna en längre tid på liggandes på vänster sida bröst än på höger (60/40) och då även längre tid liggandes på vänster lateralsida. Detta kan bero på en individuell preferens. Det sågs skillnader mellan enskilda hästar, de låg ned mer eller mindre på samma sida under en eller flera dagar, på populationsnivå är fördelningen mellan sidorna sannolikt 50/50. Det noterades även att hästarna spenderade en period liggandes i lateralläge varje gång hästen låg ned. Perioden i lateralläge varierade från mycket kort (några sekunder), upp mot 10–15 minuter i sträck innan hästen igen lade sig på bröst, fortsatte sova eller omgående ställde sig upp. Ingen häst sågs växla sida i liggande, varken i bröstläge eller från lateralläge, i de fall där hästen bytte sida under natten hade hästen först ställt sig upp en period innan den lade sig ned igen. Vid en fullständig rullning ställde sig hästen direkt, och vilade därmed ingen längre period på den nya sidan.

Hästarnas benposition skiljer sig inte heller nämnvärt mellan dagarna. De låg ned ungefär lika mycket med ett bakben ut från kroppen som in. Kastrationssåren finns på båda sidorna av mittlinjen, vilket gör att hästen inte kunnat avlasta operationsområdet fullt ut oavsett hur kroppen eller benens position sett ut. Benpositionen ändrades generellt endast under de korta stunderna hästen var vaken mellan perioder av sömn samt vid lägesändring från bröst till lateralläge.

Huvudposition

Huvudet hölls under majoriteten av sömnen med högsta punkten under manken eller stöttad i marken. Under perioden hästarna stöttade huvudet i marken, med mulen eller käken (snett) som stödjepunkt, eller vid sömn på lateralsidan observerades rörelser karaktäristiska för REM-sömn hos häst. REM sömnen skedde således både liggandes på bröst likväl som på liggandes på sidan. Detta stämmer

överens med tidigare observationer om sömnposition och REM sömn, där huvudet måste vilas mot underlaget för att hästen ska infalla i REM (Dallaire 1986; Glade 1986; Belling 1990). Huvudets högsta punkt hölls generellt alltid över manken när hästen var vaken, men huvudet observerades även hållas under manken. Denna position observerades framför allt under de korta perioder av vakenhet som förekom mellan två sömnperioder.

5.2 Beteenden visade i liggande position

Hästarna i studien uppvisade beteenden associerade med smärta i högre grad när smärtlindringen har gått ur kroppen (D6). Endast ett fåtal beteenden som inte fanns med i etogrammet utfördes av hästarna, 9 utförda beteenden registrerades under kategorin odefinierat beteende. Dessa var i huvudsak rörelser med huvud och hals. De beteenden som valdes för etogrammet är beteenden som normalt förekommer hos hästar, och som tidigare beskrivits uttryckas i en ändrad omfattning när hästar upplever smärta (Torcivia & McDonnell 2021). Totalt registrerades flest utförda beteenden under D6. Dock var D6 den dagen då flest hästar låg ned (96 %) och därmed var ”tillgängliga” för beteenderegistrering, jämfört med D1 (60 %) och dag 3 (84 %). Detta kan ge en snedvridning i resultaten för totala uppvisade beteenden på grund av att beteenden endast registrerats hos de liggande hästarna. Som tidigare diskuterat påverkar smärta (och stress) hästens benägenhet att lägga sig ned. Det är därför möjligt att smärta D1 lett till att hästen ej lagt sig ned och därför missas helt i registreringen. Beteendena som registrerats flest gånger var: *Tittar*, *Snärt* följt av *Groom* och *Fleamar*, se definitioner i etogrammet (Tabell 1) och totalsumman för beteenden (Figur 3).

5.2.1 Antal och frekvens av registrerade beteenden

Generellt uppvisade hästarna flertalet beteenden associerade med smärta under hela studieperioden, även under behandling med NSAID. Genomsnittsfrekvensen av registrerade beteenden per häst per vaken minut, (Tabell 4), är D1 (0,91 /min), D3 (0,65/min) och D6 (1,2/min). Trenden i resultaten visar på att frekvensen av riktade beteenden ökade D6 jämfört med tidigare dygn (D1 och D3). Detta skiljer sig något när outliers exkluderas, då frekvensen är högst D1 (0,82/min), följt av D6 (0,67/min) och D3 (0,41/min). Medelvärdet för registrerade beteenden följer samma trend, både när outliers inkluderas som när de exkluderas. Hästarna upplever potentiellt en måttlig postoperativ smärta D1 sett till frekvens av utförda beteenden och andelen liggande hästar. Som även diskuterat ovan är hästar i främmande miljö benägna att helt dölja smärtuttryck under observation eller i otrygga miljöer, vilket sannolikt påverkar resultatet för uppvisade beteenden och liggtider D1.

Sett till den lägre frekvensen visade beteenden, en högre andel liggande hästar samt en ökad total tid i sömn, verkar det som att smärtupplevelsen minskar hos majoriteten av hästarna till D3. Troligtvis beror detta på att läkning fortgår i kombination med intag av smärtlindrande preparat. Per allmän praxis anses hästarna vara så gott som smärtfria 6 dagar postoperativt, vilket gör att den smärtlindrande behandlingen avslutas efter 5 dagar, och den sista dosen därmed ges D5. Trenden med en ökning i frekvensen av uppvisade beteenden från D3 till D6 kan därför potentiellt bero på en ökad smärtupplevelse. Halveringstiden för meloxicam i plasma är 7-10 h och plasmakoncentrationen understiger terapeutisk nivå efter cirka 24 h (Toutain et al. 2004; Sinclair et al. 2006; Noble et al. 2012), vilket gör att hästarna vid perioden för datainsamling D6 är helt utan smärtlindring då sista dosen gavs under D5.

Hästar med hög frekvens uppvisade beteenden

Resultaten visar att det är ett fåtal hästar som står för en stor del av totalantalet registrerade beteenden. De hästar som sticker ut med en mycket hög frekvens av beteenden har sannolikt inte en fullgod smärtlindring. Varpå de uppvisade beteenden i högre frekvens än normalhästen i studien, se bilaga 2 för uppvisade beteenden per häst. De hästar som uppvisade en hög frekvens av beteenden är individnummer 42, 49 och 59. Även häst 17 uppvisar en högre frekvens än normalhästen D1, även om totalsumman för denna häst denna dag inte var så hög.

Häst 59 har en övervägande del av totalsumman i *Snärt* och *Tittar*. Kastrationsdatum för denna häst är 17/5, mitt i flugsäsongen. En hög förekomst av insekter i boxen kan ha lett till irritation och en ökad mängd snärtar med svansen för att få bort flugorna från kroppen. Hästen tittar också upprepade gånger mot operationsområdet. Huruvida beteendena är relaterade till smärta eller till exempel insekter är därför svårt att avgöra. Häst 42 och 49 har kastrationsdatum i mars, varför det är mindre troligt att uppvisade beteenden för dessa hästar är en reaktion på insekter i boxen. De registrerade beteendena bedöms därför sannolikt vara kopplade till smärtsamma stimuli från operationsområdet. Värt att notera är att häst 46 ses ej ligga ned någon av dagarna, och har därmed ingen registrerad information om vare sig liggtid eller antal uppvisade beteenden. Denna häst var även äldre än 4 år.

Då en hög frekvens av antal registrerade beteenden ses hos ett par hästar, men framför allt hos fyra individer, tyder det på att dessa beteenden, när de utförs i en ökad omfattning kan kopplas till smärta hos häst. Vilket stämmer överens med tidigare studier om smärtebeteenden hos häst (Price et al. 2003; Torcivia & McDonnell 2021). Antalet registrerade beteenden mellan dagarna var inte statistiskt signifikant ($p > 0,05$), vilket sannolikt beror på en förekomst av en stor individvariation samt felkällor. Det framkom däremot tydligt att 4 individer (17, 42, 49, 59) upplever störningar i sömnen, se Tabell 5, och dessa störningar kan kopplas

till en hög frekvens av uppmätta beteenden. Om detta beror på smärta, stress eller andra miljöfaktorer är däremot inte fastställt, och mer forskning behövs för att kunna dra några slutsatser kring smärtpåverkan och sömn hos häst.

5.2.2 Beteendekombinationer

Även om syftet med denna studie var att undersöka vilka beteenden hästarna utförde vid postoperativ smärta i liggande position noterades det att flertalet beteenden generellt inte utfördes enskilt som en isolerad händelse utan utfördes i kombination med andra beteenden. En vanlig kombination av beteenden som noterades var att hästen sov, oftast i bröstläge, vaknade och inom några sekunder tittade mot operationsområdet. Efter att de hade *Tittat mot operationsområdet* följde vanligen ett av följande beteenden, *Snärt*, *Groom*, *Fleamar* eller en positionsändring av bakbenen. Efteråt kunde hästen utföra liknande beteendekombinationer flera gånger innan den somnade igen, ändrade position till att ligga på lateralsidan eller ställde sig upp.

5.3 Relation mellan smärta och sömn

Resultaten i detta examensarbete indikerar att hästar som upplever postoperativ smärta spenderar mer tid vaken i liggande position, ändrar sitt förhållande mellan tid liggandes i sömn och vaken, samt uppvisar en hög frekvens av beteenden associerade med smärta under tiden i liggande ställning.

Hästarna uppvisade under alla dagar flertalet beteenden som i tidigare studier har associerats med smärta (Torcivia & McDonnell 2021). Högst frekvens av uppmätta beteenden ses D1 och D6. Kombinationen av en låg andel hästar som lägger sig och en hög frekvens av visade beteenden per minut kan tolkas som att hästarna upplever postoperativ smärta D1. Teorin kan styrkas av bland annat att över hälften av de människor som genomgått en operation rapporterat en måttlig postoperativ smärta dagen efter operation. Samt att hästar minskar sin totala liggtid vid stress och/eller smärta (Bertone 2006; Auer et al. 2021). Att frekvensen uppvisade beteenden ökar D6 kan indikera att hästarna denna dag inte är så pass smärtfria att den smärtlindrande behandlingen kan sättas ut. De hästarna som uppvisade flest beteenden per dag spenderade på individnivå en kortare tid i sömn än hästarna som uppvisade färre beteenden, oavsett dag i studien, se Tabell 5. Det är välkänt att människor som lider av postoperativ smärta upplever en fragmenterad sömn samt har svårt att somna (Niklasson et al. 2025). Den förlängda perioden vaken i liggande ställning hos dessa hästar skulle därför potentiellt kunna bero på smärtpåverkan. Resultaten skulle därför kunna styrka att postoperativ smärta påverkar sömnen negativt även hos hästar.

En signifikant skillnad i antal tillfällen vaken noterades mellan D1 och D3 ($p < 0,05$), där hästarna var vakna fler tillfällen D1, men inte mellan övriga dagar. Det fanns även en signifikant skillnad mellan totala tiden vaken mellan D1 och D3 ($p < 0,05$), där hästarna sover mer D3. Att hästarna sover mer D3 kan tyda på att hästarna närmar sig sitt normala sömnbeteende, detta skulle kunna förklaras av att en minskad upplevd smärta då frekvensen uppmätta beteenden är som lägst, hästarna är i hemmiljö, under behandling med NSAID och den akuta inflammationen i operationsområdet börjar avta.

Det noterades även en signifikant skillnad i totala tiden för sömn mellan D1 och D6 ($p < 0,05$), detta ger en indikation på att hästen ogärna lägger sig i en miljö den känner otrygg i, speciellt i kombination med smärta.

5.4 Studieutformning

5.4.1 Filmat material

En begränsning i studien som sannolikt påverkat resultatet är att hästarna endast har filmats fyra timmar per natt, mellan 22–02, vilket motsvarar 17 % av dygnet eller 33 % av natten (12 h). Vi vet därför inte om hästarna har legat ned vid andra tillfällen eller om de fortsatt inte har lagt sig ned under tiden hästen spenderat i boxen. Det är sedan tidigare känt att hästar spenderar sin största del av liggande vila mellan klockan 02–05 under natten (Dallaire 1986; Belling 1990; McGreevy 2012; Wöhr et al. 2016). Detta kan göra att flertalet av hästarna i studien inte ligger ned för att det är 'fel tid på dygnet' snarare än att hästen inte ligger ned på grund av otrygghet eller smärta.

I kommande studier bör hästarna filmas större delar av natten, tex mellan 22–05, alternativt endast mellan 02–05 om tiden är en faktor i val av metod. Däremot visar resultaten från denna studie att hästarna till stor del ligger ned och sover även från klockan 22, varpå filmning mellan 22–05 och ännu längre bör göras för att fånga upp så mycket av sömnen under natten som möjligt. Exakt vad det är som gör att hästarna inte ligger ned har diskuterats mer ingående ovan.

5.4.2 Studiegrupp – Ålder, vikt och ras

Hästarnas ålder kan potentiellt ge en skillnad i totala sovtiden, då äldre hästar (>4år) generellt har en kortare liggtid än unga hästar (<4 år) (Boyd & Bandi 2002; Souris et al. 2007; Auer et al. 2021). Även om det är en stor spridning på åldrar i försöket är majoriteten unga (<4 år) vilket gör att studiepopulationen ej är normalfördelad för ålder. Däremot så är studiepopulationen väl anpassad till gruppen hästar som genomgår kastration, vilket generellt brukar vara unga individer mellan 1–3 år.

Variationen i vikt beror på att studien innehåller en blandning mellan små ponnyraser och tyngre raser. Alla hästar fick behandling med läkemedel enligt samma vikt-dosering, under operationen såväl som den postoperativa smärtlindringen. Hästar som genomgår kastration (och andra kirurgiska ingrepp) är alla av olika vikt och ras så studiepopulationen kan anses relativt representativ för målpopulationen, även om en hög andel var halvblodshästar.

5.4.3 Datainsamling

Den totala inspelningstiden skiljer sig mellan dagarna. Skillnaden i tid mellan D1 och D3 beror på avbortfall av ett par filmklipp D3 där kameran skiftar position eller hästen försvinner helt ur bild som diskuterats ovan under avsnittet om Bildkvalitet. D6 hade flertalet hästar inte en total filmsumma på 4 timmar när filmerna avkodats och sorterats för häst och dag. D6 har även färre hästar inkluderade i bedömningen än tidigare dagar.

5.4.4 Reabilitet

Studien genomfördes med hjälp av registrering av beteendeobservationer, vilket medför flera risker för observatörsdrift och möjligheter till felregistrering eller fel kategorisering av beteenden eller rörelser. De olika typerna av bias som kan ha förekommit i studien och hur de undveks beskrivs nedan.

- *Observationsbias och konfirmationsbias:*
- *Konfirmationsbias* innebär att information, i detta fall observerade beteenden, tolkas på ett sådant sätt som bekräftar observatörens egna hypoteser. Till exempel att hästen rör huvud och hals i riktning mot hästens bakdel, men den tittar inte direkt mot skapet utan mot något utanför boxen i den riktningen – men att detta registreras som beteendet *Tittar*. Ett utförligt etogram med detaljerade beteendebeskrivningar som blivit testad flertalet gånger på liknande material i en pilotstudie minskar konfirmationsbias. Risken för konfirmationsbias minskar ytterligare då observatören var mycket välbekant med etogrammet och de ingående beteenden och beskrivningar som ingick innan datainsamlingen påbörjades.
- *Observationsbias* innebär att observatörens förväntningar om resultatet påverkar hur resultatet tolkas. Det kan ske både medvetet och omedvetet, förväntar man sig att hästen har ont är man mer benägen att tolka resultaten som att hästen har ont. Observationsbias minskas genom att filmfilerna var blindade för häst och dag, samt sågs i en randomiserad ordning. Blindning av individ och dag gör det svårare att 'förvänta sig' en viss typ av beteende från hästen. En möjlig felkälla som kan påverka är att det trots

blindning av dagar syntes vilken dag hästen var på kliniken och vilka dagar hästen var i hemmiljö, då klinikens boxar var enkla att känna igen.

- *Urvalsbias*: Hästarna som ingick i studiegruppen är av naturliga skäl av hankön, då det endast är dessa individer som genomgår kastration med denna teknik. I urvalsgruppen ingår hästar av flertalet raser och åldrar även om en majoritet är unga halvblod. Vilka hästar som är med i studien beror till stor del på vilka djurägare som är villig att låta sin häst vara med i studien och hur väl djurägaren följer eftervårdsråden, framför allt med avseende på mängd och tid för den smärtlindrande behandlingen. Alla hästar som ingick i urvalsgruppen var hästar som enligt djurägaren följt eftervårdsplanen korrekt.

5.4.5 Vidare forskning

Hos människor är det väl studerat att en nedsatt sömnkvalitet eller sömnmängd ger ökad smärtekänslighet (Chouchou et al. 2014; Chang et al. 2022; Niklasson et al. 2025). I denna studie är första 'natten' utan smärtlindring dag 6. I framtida studier bör kanske även "dygn 7" inkluderas. Och jämförelse av uttryckta beteenden, förekomst av smärtuttryck eller en jämförelse mellan dagarna med en poängskala, exempelvis EPS eller HGS, skulle kunna ge ökad förståelse för hur ett dygn med potentiellt sämre sömnkvalitet eller minskad sömnmängd påverkar hästens smärtupplevelse dagen efter.

Hästarna uppvisade ofta flertalet beteenden i följd. Att specifikt undersöka vilka beteendekomplex hästen utför vid smärta, i detta fall smärta från ett väldefinierat område, kan öka förståelsen för hur hästar påverkas av smärta och vilka beteenden eller beteendekombinationer som uttrycks vid smärta. Samt ligga till grund för utveckling av AI modeller som kan användas för kontinuerlig övervakning av smärtpåverkade häst. Det vore även relevant att undersöka hur olika typer av ingrepp påverkar smärtuttryck, upplevd smärta och sömn hos häst. Vid akuta operationer såväl som planerade. Studier på människor har visat att vissa mindre ingrepp med relativt lite vävnadsskada i samband med operation ger en hög rapporterad smärtintensitet, och vissa större ingrepp ger en lägre rapporterad smärtintensitet.

Vidare utvärdering av postoperativ behandlingslängd med smärtlindrande preparat behövs. Detta för att bättre förstå hur länge hästarna upplever postoperativ smärta efter kirurgi och när en behandling ska sättas ut för att undvika att hästen drabbas av negativa effekter av smärta på sömnen. Men även för att ge optimal behandlingslängd för att undvika negativa effekter av NSAID preparat. Att smärta och sömn påverkar varandra i en positiv feedbackloop är välkänt hos människor, och

denna typ av forskning skulle hos häst kunna förbättra analgesiprotokoll och därmed öka djurvälståndet hos hästar som genomgår både elektiv och akut kirurgi (Gerbershagen et al. 2013; Walker et al. 2016; Park et al. 2023).

6. Konklusion

I denna studie uppvisade alla hästar ett flertal potentiella smärt-relaterade beteenden postoperativt efter kastration. De vanligaste uppmätta beteendena var: *Tittar mot operationsområdet*, *Snärtar med svansen* och *Kliar på eller kring operationsområdet*. Dessa beteenden förekom främst i kombination med varandra men dessa beteenden noterades även utföras enskilt. Under veckan efter operationen var tidsbudgeten i liggande position oförändrad, men det fanns stora individvariationer. Andelen hästar som låg ned var lägst Dag 1 och högst Dag 6. Det sågs även en signifikant skillnad mellan Dag 1 och Dag 3 för tiden vaken och för antalet tillfällen vaken. Mellan Dag 1 och Dag 6 sågs signifikant skillnad för totala tiden i sömn. Hästarnas liggposition med avseende på kroppsposition, huvudposition och benposition skiljde sig inte nämnvärt mellan de undersökta dagarna. Hästar med en hög totalsumma visade beteenden, spenderade en kortare tid i sömn och en längre tid vaken i liggande position. Dessa resultat kan tyda på ett samband mellan postoperativ smärta och försämrad sömn hos häst. Vilket skulle stämma överens med kunskap om hur postoperativ smärta påverkar sömn hos människor, men mer forskning behövs för att kunna dra konkreta slutsatser kring hur smärta påverkar sömn hos häst.

Referenser

- Ashley, F.H., Waterman-Pearson, A.E. & Whay, H.R. (2005). Behavioural assessment of pain in horses and donkeys: application to clinical practice and future studies. *Equine Veterinary Journal*, 37 (6), 565–575.
<https://doi.org/10.2746/042516405775314826>
- Auer, U., Kelemen, Z., Engl, V. & Jenner, F. (2021). Activity time budgets—A potential tool to monitor equine welfare? *Animals*, 11 (3), 850.
<https://doi.org/10.3390/ani11030850>
- Bateson, M. & Martin, P. (2021). *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*. Fourth edition. Cambridge University Press.
- Belling, T. (1990). Sleep patterns in the horse. *Equine Practice - Behaviour*, 12 (8), 22–27.
- Beretta, C., Garavaglia, G. & Cavalli, M. (2005). COX-1 and COX-2 inhibition in horse blood by phenylbutazone, flunixin, carprofen and meloxicam: An in vitro analysis. *Pharmacological Research*, 52 (4), 302–306.
<https://doi.org/10.1016/j.phrs.2005.04.004>
- Bertone, J.J. (2006). Excessive drowsiness secondary to recumbent sleep deprivation in two horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 22 (1), 157–162. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2005.12.020>
- Bjurström, M.F., Irwin, M.R., Chen, D.C., Smith, M.T. & Montgomery, A. (2021). Sex differences, sleep disturbance and risk of persistent pain associated with groin hernia surgery: A nationwide register-based cohort study. *The Journal of Pain*, 22 (11), 1360–1370. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2021.04.008>
- Boyd, L. & Bandi, N. (2002). Reintroduction of takhi, *Equus ferus przewalskii*, to Hustai National Park, Mongolia: time budget and synchrony of activity pre- and post-release. *Applied Animal Behaviour Science*, 78 (2), 87–102.
[https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00088-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00088-6)
- Brinkman, J.E., Reddy, V. & Sharma, S. (2024). Physiology of Sleep. I: *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482512/> [2024-09-25]
- Chang, J.R., Fu, S.-N., Li, X., Li, S.X., Wang, X., Zhou, Z., Pinto, S.M., Samartzis, D., Karppinen, J. & Wong, A.Y. (2022). The differential effects of sleep deprivation on pain perception in individuals with or without chronic pain: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 66, 101695.
<https://doi.org/10.1016/j.smr.2022.101695>
- Chouchou, F., Khoury, S., Chauny, J.-M., Denis, R. & Lavigne, G.J. (2014). Postoperative sleep disruptions: a potential catalyst of acute pain? *Sleep Medicine Reviews*, 18 (3), 273–282. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2013.07.002>

- Chung, E.L.T., Khairuddin, N.H., Azizan, T.R.P.T. & Adamu, L. (2018). Sleeping patterns of horses in selected local horse stables in Malaysia. *Journal of Veterinary Behavior*, 26, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2018.03.014>
- Dalla Costa, E., Dai, F., Lecchi, C., Ambrogi, F., Lebelt, D., Stucke, D., Ravasio, G., Ceciliani, F. & Minero, M. (2021). Towards an improved pain assessment in castrated horses using facial expressions (HGS) and circulating miRNAs. *The Veterinary Record*, 188 (9), e82. <https://doi.org/10.1002/vetr.82>
- Dalla Costa, E., Minero, M., Lebelt, D., Stucke, D., Canali, E. & Leach, M.C. (2014). Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a pain assessment tool in horses undergoing routine castration. *PloS One*, 9 (3), e92281. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092281>
- Dallaire, A. (1986). Rest behavior. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 2 (3), 591–607. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30708-3](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30708-3)
- Dolsen, E.A., Crosswell, A.D. & Prather, A.A. (2019). Links between stress, sleep, and inflammation: are there sex differences? *Current psychiatry reports*, 21 (2), 8. <https://doi.org/10.1007/s11920-019-0993-4>
- Duncan, P. (1980). Time-budgets of Camargue horses ii. Time-budgets of adult horses and weaned sub-adult. *Behaviour*, 72 (1–2), 26–48. <https://doi.org/10.1163/156853980X00023>
- Fagiani, F., Di Marino, D., Romagnoli, A., Travelli, C., Voltan, D., Di Cesare Mannelli, L., Racchi, M., Govoni, S. & Lanni, C. (2022). Molecular regulations of circadian rhythm and implications for physiology and diseases. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 7 (1), 1–20. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-00899-y>
- Fogel, S.M. & Smith, C.T. (2011). The function of the sleep spindle: a physiological index of intelligence and a mechanism for sleep-dependent memory consolidation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35 (5), 1154–1165. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2010.12.003>
- Friard, O. & Gamba, M. (2016). BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution*, 7 (11), 1325–1330. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12584>
- Gerbershagen, H.J., Aduckathil, S., van Wijck, A.J.M., Peelen, L.M., Kalkman, C.J. & Meissner, W. (2013). pain intensity on the first day after surgery: A prospective cohort study comparing 179 surgical procedures. *Anesthesiology*, 118 (4), 934–944. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31828866b3>
- Glade, M.J. (1986). “Social sleeping” among confined horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 6 (3), 156–157. [https://doi.org/10.1016/S0737-0806\(86\)80067-3](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(86)80067-3)
- Gleerup, K.B., Forkman, B., Lindegaard, C. & Andersen, P.H. (2015). An equine pain face. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 42 (1), 103–114. <https://doi.org/10.1111/vaa.12212>
- Gleerup, K.B. & Lindegaard, C. (2016). Recognition and quantification of pain in horses: A tutorial review. *Equine Veterinary Education*, 28 (1), 47–57. <https://doi.org/10.1111/eve.12383>

- Gobbi, F.P., Di Filippo, P.A., Mello, L. de M., Lemos, G.B., Martins, C.B., Albernaz, A.P. & Quirino, C.R. (2020). Effects of flunixin meglumine, firocoxib, and meloxicam in equines after castration. *Journal of Equine Veterinary Science*, 94, 103229. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103229>
- de Grauw, J.C. & van Loon, J.P.A.M. (2016). Systematic pain assessment in horses. *The Veterinary Journal*, 209, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2015.07.030>
- Greening, L. & McBride, S. (2022). A review of equine sleep: Implications for equine welfare. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 916737. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.916737>
- Greening, L., Shenton, V., Wilcockson, K. & Swanson, J. (2013). Investigating duration of nocturnal ingestive and sleep behaviors of horses bedded on straw versus shavings. *Journal of Veterinary Behavior*, 8 (2), 82–86. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.05.003>
- Hein, E., Halonen, R., Wolbers, T., Makkonen, T., Kyllönen, M., Kuula, L., Kurki, I., Stepnicka, P. & Pesonen, A.-K. (2024). Does sleep promote adaptation to acute stress: An experimental study. *Neurobiology of Stress*, 29, 100613. <https://doi.org/10.1016/j.ynstr.2024.100613>
- Irwin, M.R., Straub, R.H. & Smith, M.T. (2023). Heat of the night: sleep disturbance activates inflammatory mechanisms and induces pain in rheumatoid arthritis. *Nature Reviews Rheumatology*, 19 (9), 545–559. <https://doi.org/10.1038/s41584-023-00997-3>
- Kalat, J.W. (2013). *Biological Psychology*. Eleventh edition. Cengage Learning India Private Limited.
- Lemonnier, L.C., Thorin, C., Meurice, A., Dubus, A., Touzot-Jourde, G., Courouc , A. & Leroux, A.A. (2022). Comparison of flunixin meglumine, meloxicam and ketoprofen on mild visceral post-operative pain in horses. *Animals: an open access journal from MDPI*, 12 (4), 526. <https://doi.org/10.3390/ani12040526>
- Lesimple, C. (2020). Indicators of horse welfare: State-of-the-Art. *Animals: an open access journal from MDPI*, 10 (2), 294. <https://doi.org/10.3390/ani10020294>
- Love, E. (2019). Chapter 24 - Equine Pain Management. I: *Equine Surgery*. Fifth Edition. W.B Saunders. 356–366. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-48420-6.00024-7>
- Matthews, N. (2009). Equine analgetics: What do we have, what do we need? *AAEP Proceedings*, 2009 (55), 13–17.
- McDonnell, S.M. (2003). *The Equid Ethogram: A Practical Field Guide to Horse Behavior*. Eclipse Press.
- McDonnell, S.M. (2008). Practical review of self-mutilation in horses. *Animal Reproduction Science*, 107 (3–4), 219–228. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.04.012>
- McGreevy, P. (2012). *Equine Behaviour: A Guide to Veterinarians and Equine Professionals*; Second edition. Saunders.

- Murphy, B.A. (2019). Circadian and circannual regulation in the horse: Internal timing in an elite athlete. *Journal of Equine Veterinary Science*, 76, 14–24.
<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2019.02.026>
- Niklasson, A., Finan, P.H., Smith, M.T., Forsberg, A., Dietz, N., Kander, T., Werner, M.U., Irwin, M.R., Kosek, E. & Bjurström, M.F. (2025). The relationship between preoperative sleep disturbance and acute postoperative pain control: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 79, 102014.
<https://doi.org/10.1016/j.smrv.2024.102014>
- Noble, G., Edwards, S., Lievaart, J., Pippia, J., Boston, R. & Raidal, S.L. (2012). Pharmacokinetics and safety of single and multiple oral doses of meloxicam in adult horses. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 26 (5), 1192–1201.
<https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2012.00976.x>
- Oliveira, T., Santos, A., Silva, J., Trindade, P., Yamada, A., Jaramillo, F., Silva, L. & Baccarin, R. (2022). Hospitalisation and disease severity alter the resting pattern of horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 110, 103832.
<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2021.103832>
- Olson, M.E., Fierheller, E., Burwash, L., Ralston, B., Schatz, C. & Matheson-Bird, H. (2015). The efficacy of meloxicam oral suspension for controlling pain and inflammation after castration in horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 35 (9), 724–730. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.07.004>
- Park, R., Mohiuddin, M., Arellano, R., Pogatzki-Zahn, E., Klar, G. & Gilron, I. (2023). Prevalence of postoperative pain after hospital discharge: systematic review and meta-analysis. *PAIN Reports*, 8 (3), e1075.
<https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000001075>
- Peever, J. & Fuller, P.M. (2017). The biology of REM sleep. *Current Biology: CB*, 27 (22), R1237–R1248. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.10.026>
- Pierard, M., McGreevy, P. & Geers, R. (2019). Reliability of a descriptive reference ethogram for equitation science. *Journal of Veterinary Behavior*, 29, 118–127.
<https://doi.org/10.1016/j.jveb.2018.10.001>
- Pinho-Ribeiro, F.A., Verri, W.A. & Chiu, I.M. (2017). Nociceptor sensory neuron-immune interactions in pain and inflammation. *Trends in Immunology*, 38 (1), 5–19. <https://doi.org/10.1016/j.it.2016.10.001>
- Poe, G.R., Walsh, C.M. & Bjorness, T.E. (2010). Cognitive neuroscience of sleep. *Progress in Brain Research*, 185, 1–19. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53702-7.00001-4>
- Price, J., Catriona, S., Welsh, E.M. & Waran, N.K. (2003). Preliminary evaluation of a behaviour-based system for assessment of post-operative pain in horses following arthroscopic surgery. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 30 (3), 124–137.
<https://doi.org/10.1046/j.1467-2995.2003.00139.x>
- Rabbitts, J.A., Zhou, C., Narayanan, A. & Palermo, T.M. (2017). Longitudinal and temporal associations between daily pain and sleep patterns after major pediatric

- surgery. *The Journal of Pain*, 18 (6), 656–663.
<https://doi.org/10.1016/j.jpain.2017.01.004>
- Raja, S.N., Carr, D.B., Cohen, M., Finnerup, N.B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F.J., Mogil, J.S., Ringkamp, M., Sluka, K.A., Song, X.-J., Stevens, B., Sullivan, M.D., Tutelman, P.R., Ushida, T. & Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *PAIN*, 161 (9), 1976.
<https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>
- Ringkamp, M. & Meyer, R.A. (2008). Physiology of Nociceptors. I: *The Senses: A Comprehensive Reference*. Academic Press. 97–114.
<http://www.sciencedirect.com:5070/referencework/9780123708809/the-senses-a-comprehensive-reference> [2024-09-27]
- Sanchez, L.C. & Robertson, S.A. (2014). Pain control in horses: what do we really know? *Equine Veterinary Journal*, 46 (4), 517–523. <https://doi.org/10.1111/evj.12265>
- Saper, C.B., Fuller, P.M., Pedersen, N.P., Lu, J. & Scammell, T.E. (2010). Sleep state switching. *Neuron*, 68 (6), 1023–1042.
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.11.032>
- Searle, D., Dart, A.J., Dart, C.M. & Hodgson, D.R. (1999). Equine castration: review of anatomy, approaches, techniques and complications in normal, cryptorchid and monorchid horses. *Australian Veterinary Journal*, 77 (7), 428–434.
<https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1999.tb12083.x>
- Siegel, J.M. (2005). Clues to the functions of mammalian sleep. *Nature*, 437 (7063), 1264–1271. <https://doi.org/10.1038/nature04285>
- Sinclair, M.D., Mealey, K.L., Matthews, N.S., Peck, K.E., Taylor, T.S. & Bennett, B.S. (2006). Comparative pharmacokinetics of meloxicam in clinically normal horses and donkeys. *American Journal of Veterinary Research*, 67 (6), 1082–1085.
<https://doi.org/10.2460/ajvr.67.6.1082>
- Sneddon, L.U. (2018). Comparative physiology of nociception and pain. *Physiology*, 33 (1), 63–73. <https://doi.org/10.1152/physiol.00022.2017>
- Souris, A.-C., Kaczensky, P., Julliard, R. & Walzer, C. (2007). Time budget-, behavioral synchrony- and body score development of a newly released Przewalski's horse group *Equus ferus przewalskii*, in the Great Gobi B strictly protected area in SW Mongolia. *Applied Animal Behaviour Science*, 107 (3), 307–321.
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.09.023>
- Spielman, R.M., Jenkins, W.J., Lovett, M.D., Spielman, R.M., Jenkins, W.J. & Lovett, M.D. (2020). 4.3 Stages of Sleep. I: *Psychology 2e*. OpenStax.
<https://openstax.org/books/psychology-2e/pages/4-3-stages-of-sleep> [2024-11-07]
- Staffe, A.T., Bech, M.W., Clemmensen, S.L.K., Nielsen, H.T., Larsen, D.B. & Petersen, K.K. (2019). Total sleep deprivation increases pain sensitivity, impairs conditioned pain modulation and facilitates temporal summation of pain in healthy participants. *PloS One*, 14 (12), e0225849. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225849>

- Taffarel, M.O., Luna, S.P.L., de Oliveira, F.A., Cardoso, G.S., Alonso, J. de M., Pantoja, J.C., Brondani, J.T., Love, E., Taylor, P., White, K. & Murrell, J.C. (2015). Refinement and partial validation of the UNESP-Botucatu multidimensional composite pain scale for assessing postoperative pain in horses. *BMC Veterinary Research*, 11, 83. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0395-8>
- Torcivia, C. & McDonnell, S. (2021). Equine discomfort ethogram. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11 (2), 580. <https://doi.org/10.3390/ani11020580>
- Toutain, P.-L., Reymond, N., Laroute, V., Garcia, P., Popot, M.-A., Bonnaire, Y., Hirsch, A. & Narbe, R. (2004). Pharmacokinetics of meloxicam in plasma and urine of horses. *American Journal of Veterinary Research*, 65 (11), 1542–1547. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2004.65.1542>
- Tubbs, A.S., Dollish, H.K., Fernandez, F. & Grandner, M.A. (2019). Chapter 1 - The basics of sleep physiology and behavior. I: Grandner, M.A. (red.) *Sleep and Health*. Academic Press. 3–10. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815373-4.00001-0>
- Walker, E.M.K., Bell, M., Cook, T.M., Grocott, M.P.W. & Moonesinghe, S.R. (2016). Patient reported outcome of adult perioperative anaesthesia in the United Kingdom: a cross-sectional observational study†. *British Journal of Anaesthesia*, 117 (6), 766g. <https://doi.org/10.1093/bja/aew381>
- Waring, G. (1983). *Horse Behaviour: The behavioural traits and adaptations of domestic and wild horses, including ponies*. Noys Publications.
- Wilkinson, J.L. (1992). Chapter 5 - Brainstem. I: Wilkinson, J.L. (red.) *Neuroanatomy for Medical Students*. Second edition. Butterworth-Heinemann. 82–109. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-1447-4.50009-8>
- Wöhr, A.-C., Kalus, M., Reese, S., Fuchs, C. & Erhard, M. (2016). Equine sleep behaviour and physiology based on polysomnographic examinations. *Equine Veterinary Journal*, 2016 (48), 1–30. https://doi.org/10.1111/evj.08_12612

Populärvetenskaplig sammanfattning

Hur påverkas sömnen hos hästar av smärta?

Alla som någon gång slagit sig riktigt illa eller brutit ett ben vet hur svårt det kan vara att somna på kvällen. Smärtan verkar plötsligt vara mycket värre än tidigare under dagen, det tar en lång tid att somna och man vaknar flera gånger under natten.

Hur starkt en person upplever smärta är högst individuellt, det gör att det är mycket svårt att bedöma smärtans intensitet som en annan person upplever. Detta är inte minst svårt hos bytesdjur, så som hästar, som döljer sin smärta i högsta möjliga mån för att inte bli måltavlor för rovdjuren. Sömn och smärta är nära kopplade till varandra, och det finns ett flertal studier på människor som visar att smärta ger en mindre total tid i sömn. Det har också visats att en dålig nattsömn ger en starkare smärtupplevelse efterföljande dag. Om människans sömn påverkas så kraftigt av smärta så väcks tanken om även hästar påverkas av samma fenomen.

Hästar är till skillnad från människor stäpplevande bytesdjur, deras skilda levnadsvanor från människan har gjort att de, till skillnad från människor, sover under flera korta perioder fördelat över dygnet och de har dessutom utvecklat anatomiska strukturer som möjliggör stående sömn. Sömn består av fyra olika faser, dessa fyra faser delas in i två övergripande tillstånd, NREM och REM sömn. NREM sömn utgör den största delen av sömnen, här sker processer som är viktiga minneslagring och reparation av kroppen. I drömsömnen, REM, slappnar alla kroppens muskler av och individen drömmer. För hästen innebär det att den behöver ligga ned om den ska kunna sova i REM sömn.

I denna studie har 30 hästars sömnmönster och beteende i liggande position studerats efter att de genomgått en kastration under allmän narkos. Efter operationen fick hästarna smärtlindring i fem dygn. Hästarna videoövervakades under delar av natten när de var lämnade själva i boxen under totalt 7 dagar, varav två dagar på kliniken och fem dagar hemma. Under tiden som varje häst låg ned registrerades hästens kroppsposition, om hästen sov eller var vaken, samt vilka beteenden hästen utförde.

Hästarna i studien låg ned en kortare tid natten de spenderade på kliniken än nätterna hemma i sin egen box. Majoriteten av hästarna uttryckte fler beteenden under tiden de låg ned samt sov en kortare tid dagen efter att de fått sista dosen smärtlindring. Ett par hästar visade tecken på smärta även under tiden de fick smärtlindring vecken efter operation. Dessa hästar uppvisade, utöver många

beteenden kopplade till smärta även störningar i sömnen. Resultaten indikerar att hästar som är i en miljö där de inte känner sig trygga eller som påverkas av smärta, kan minska tiden de spenderar liggande. Resultaten skulle även kunna tolkas som att behandlingslängden med smärtlindrande preparat efter en operation är för kort. Detta bör därför utvärderas i framtida forskning. Sammanfattningsvis visar studien att hästar som upplever smärta spenderar en kortare tid i sömn, vilket stämmer överens med tidigare studier om hur smärta påverkar sömn hos människor.

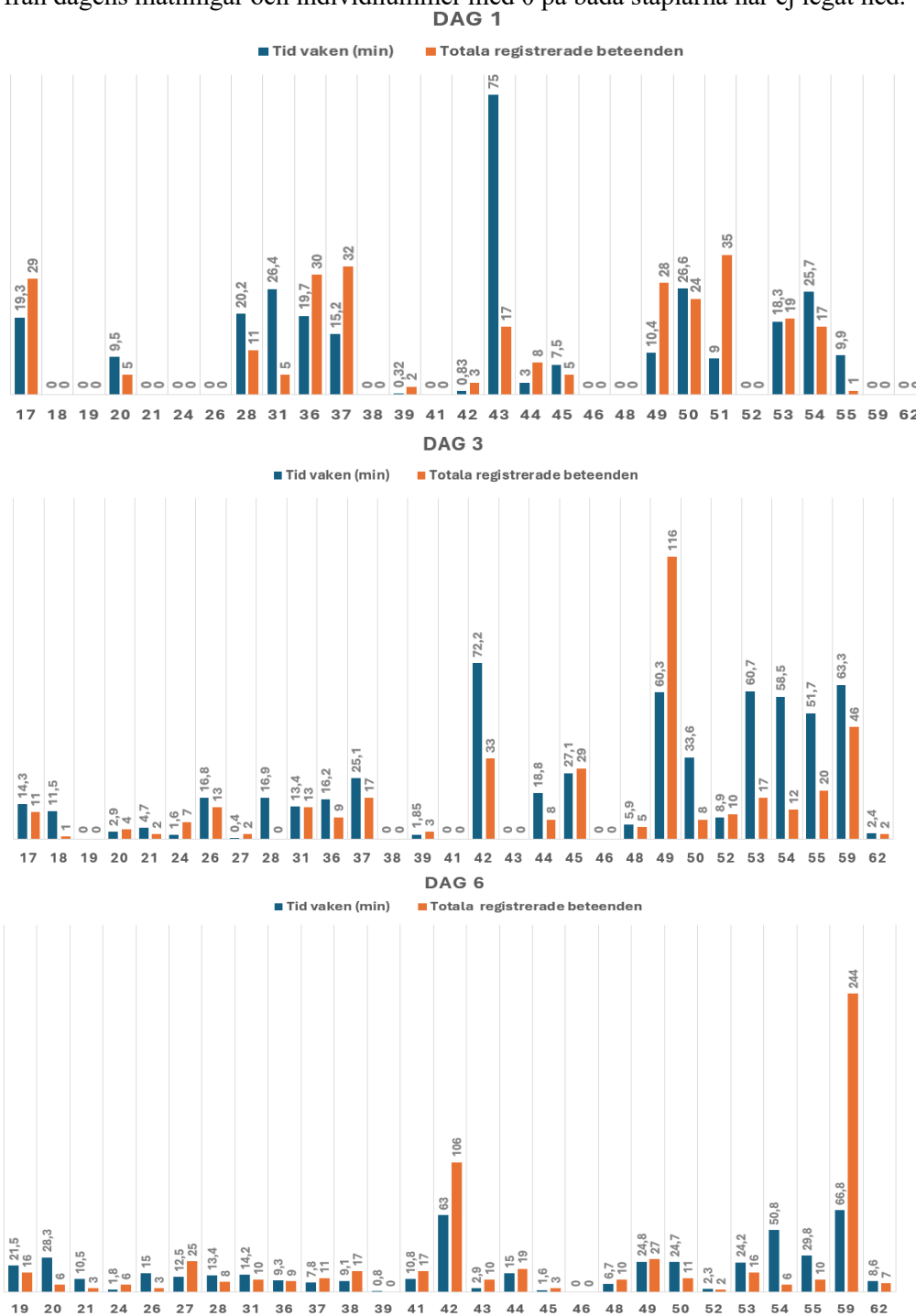
Bilaga 1

Ålder, Ras och vikt för hästarna i studien

Ålder (år)	Ras	Vikt	Ålder	Ras	Vikt
1	SWB	456	3	SWB	487
1	SWB	470	2	SWB	407
1	Varmblodig travare	453	1	SWB	257
2	Varmblodig travare	466	2	SWB	450
2	SWB	431	16	PRE	495
19	Islandshäst	360	4	Islandshäst	340
8	Islandshäst	365	2	SWB	368
2	SWB	544	2	SWB	463
2	Varmblodig travare	418	1	Shetlandsponny	96
1	SWB	285	2	Islandshäst	253
3	Welsh ponny	262	2	SWB	443
3	Varmblod	480	1	Arabiskt fullblod	327
5	Ponny	550	1	SWB	318
3	SWB	507	1	SWB	375
5	Nordsvensk brukshäst	570	2	Nordsvensk brukshäst	572

Bilaga 2

Totala tiden hästen spenderar vaken och antalet registrerade beteenden för individen. Y axeln är totala tiden i minuter (blå stapel) eller totala utförda beteende (orange stapel) X axeln representeras av hästarnas individnummer. Individnummer som saknas har utgått från dagens mätningar och individnummer med 0 på båda staplarna har ej legat ned.



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. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

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

☐ NEJ, jag 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.