



Utvärdering av två olika operationsunderlag för häst

– luftmadrass och operationsbord med
dithörande tunn madrass

*Evaluation of two mattresses for equine surgery - air mattress and a
surgery table with a thin mattress*

Lena Sprimont & Madeleine Kumlin

Examensarbete/Självständigt arbete • 15hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för kliniska vetenskaper
Djursjukskötprogrammet
Uppsala år 2020



Utvärdering av två olika operationsunderlag för häst – luftmadrass och operationsbord med dithörande tunn madrass

Evaluation of two mattresses for equine surgery – air mattress and surgery table with a thin mattress

Lena Sprimont & Madeleine Kumlin

Handledare: Anna Bergh, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper (KV)

Examinator: Lena Olsén, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper (KV)

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i djuromvårdnad

Kurskod: EX0863

Program/utbildning: Djursjukskötprogrammet

Kursansvarig inst.: Kliniska vetenskaper, avdelningen för djuromvårdnad

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2020

Omslagsbild: SLU

Nyckelord: operationsmadrass, luftmadrass, operationsbord, anestesi, intramuskulärt tryck, postoperativ myopati, postoperativ neuropati

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för kliniska vetenskaper

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. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Mer information om publicering och arkivering går att hitta här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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

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

Sammanfattning

Komplikationer efter anestesi är ett vanligt förekommande problem hos hästar. Postoperativ myopati och neuropati är exempel på komplikationer som kan uppkomma. Tillstånden som nämnts uppstår bland annat till följd av ett för högt tryck på hästens muskulatur under generell anestesi. För att undvika postoperativa tryckskador, som myo- och neuropati, kan användning av en operationsmadrass bidra till ett lägre tryck på hästens muskulatur. Positionering av hästen under anestesi är också en viktig faktor. Genom korrekt positionering minskas trycket på den underliggande muskulaturen.

Syftet med kandidatarbetet var att undersöka vilken av två operationsmadrasser som gav det lägsta trycket på hästens muskulatur samt att bidra med ny kunskap om ämnet. En jämförelse av de två olika operationsmadrasserna; en luftmadrass och ett operationsbord med en tunn madrass, har genomförts. Data samlades in från en icke publicerad experimentell studie gjord år 2009. I kandidatarbetet genomfördes även en litteraturstudie inom ämnet och denna jämfördes mot den experimentella studien. Hypotesen var att det fanns en skillnad i tryck mellan häst och madrass beroende på vilket material madrassen var tillverkad av.

Resultatet från den experimentella studien visade en signifikant skillnad i tryck på hästarnas muskulatur, i jämförelsen mellan operationsmadrasserna. Luftmadrassen gav ett lägre tryck på hästens lår- och tricepsmuskulatur jämfört med operationsbordet med den tunna madrassen, som orsakade nästan ett dubbelt så högt tryck. Tidigare studier som genomförts inom ämnet har kommit fram till att användning av en operationsmadrass, jämfört med att enbart lägga hästen på ett operationsbord, gav ett lägre tryck på hästens muskulatur. En operationsmadrass tillåter en bättre genomblödning till musklerna och det blir en signifikant minskning i risken för utvecklandet av tryckskador.

Vidare studier krävs för att undersöka sambandet mellan hästar, operationsmadrasser, intramuskulärt tryck och postoperativa komplikationer. Vidare studier krävs även för att undersöka skillnaden i vilken eller vilka operationsmadrasser som är mest fördelaktiga och som ger bäst resultat för hästars återhämtning efter anestesi.

Resultaten från detta kandidatarbete är en indikation på att användning av en operationsmadrass är fördelaktigt vid anestesi av hästar. Det är även en indikation på att användandet av en operationsmadrass minskar risken för utvecklandet av postoperativ myo- och neuropati.

Nyckelord: operationsmadrass, luftmadrass, operationsbord, anestesi, intramuskulärt tryck, postoperativ myopati, postoperativ neuropati

Abstract

Complications after anesthesia are a common problem in equine veterinary care. Postoperative myopathy and neuropathy are examples of complications that may arise. The conditions mentioned can among other things arise as a result of excessive pressure on the musculature of the horse under general anesthesia. To avoid post-operative pressure injuries, such as myo- and neuropathy, the use of a surgery mattress can contribute to a lower pressure on the musculature of the horse. The positioning of the horse, under anesthesia, is also an important factor. By proper positioning, the pressure on the underlying muscles is reduced.

The aim of this study was to examine which type of surgical mattress that gave the lowest pressure on the musculature of the horse. A comparison of two operating mattresses; an air mattress and an operating table with a thin foam mattress, have been implemented. Data were collected from an unpublished experimental study done in 2009. In this bachelor thesis, a literature study was also conducted within the subject and this was compared against the experimental study. The hypothesis was that there is a difference in pressure between the horse and the mattress depending on the material of the mattress.

The results of the experimental study showed a significant difference in pressure on the horse's musculature, in the comparison between the two surgery mattresses. The air mattress gave a lower pressure on the horse's thigh and triceps muscles compared to the operating table which gave almost twice the pressure. Previous studies have concluded that the use of a surgery mattress, compared to putting the horse on a surgery table, gave a lower pressure on the musculature of the horse. A surgery mattress allows a better blood flow to the muscles and there is a significant reduction in the risk of developing pressure injuries.

Further studies are needed to examine the connection between horses, surgery mattresses, intramuscular pressure and postoperative complications. Further studies are also needed to examine the difference in which mattresses are most advantageous and which gives the best results for the recovery of the horse after anesthesia.

The results of this bachelor thesis indicate that the use of a surgical mattress is advantageous in the anesthesia of horses. It is also an indication that the use of a surgery mattress reduces the risk of developing postoperative myo- and neuropathy.

Keywords: surgery mattress, air mattress, surgery table, anesthesia, intramuscular pressure, postoperative myopathy, postoperative neuropathy

Förord

När författarna erbjöds och åtog sig detta ämne mottogs det med stort intresse och nyfikenhet. Genom skapandet och bearbetningen av kandidatarbetet har författarna erhållit ny kunskap inom ämnet. Arbetet har också bidragit som en nyttig förberedelse inför vår kommande yrkesroll. Författarnas förhoppning är att arbetet även ska ge ny och användbar kunskap till våra framtida kollegor.

Vi vill rikta ett stort tack till de personer som bidragit med stöd och synpunkter under arbetets gång, de nya perspektiv och den konstruktiva återkoppling ni lämnat har varit mycket högt värderade.

Vi önskar er en trevlig läsning,

Lena och Madeleine

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	11
Figurförteckning.....	12
1. Inledning.....	13
2. Syfte & Frågeställning.....	15
2.1. Frågeställningar	15
3. Material & Metod	16
3.1. Litteraturoversikt	16
3.2. Experimentell studie	16
3.2.1. Hästar	17
3.2.2. Madrasser	17
3.2.3. Mätmetod: Tryckmätningmatta	18
3.2.4. Studiedesign	19
3.2.5. Statistisk databearbetning	19
4. Resultat.....	21
4.1. Litteraturstudie	21
4.1.1. Postoperativ myo- och neuropati	21
4.1.2. Madrasser	22
4.1.3. Positionering	22
4.1.4. Mätmetoder	23
4.1.5. Skadligt intramuskulärt tryck.....	24
4.1.6. Riskzoner	24
4.1.7. Återhämtning.....	24
4.1.8. Förebyggande arbete	25
4.2. Experimentell studie	26
4.2.1. Statistik över tryckmätningar.....	26
5. Diskussion.....	31
Metoddiskussion	31
5.1.	31
5.2. Artikeldiskussion	32

5.3.	Resultatdiskussion.....	33
5.3.1.	Madrasser	34
5.3.2.	Mätmetoder	35
5.3.3.	Riskzoner	35
5.3.4.	Förebyggande arbete	36
5.3.5.	Sociala och etiska aspekter	37
6.	Konklusion	39
	Referenser.....	40
	Tack	43

Tabellförteckning

Tabell 1. Information om hästarna som deltog i den experimentella studien	17
---	----

Figurförteckning

Figur 1. Tryckmätningssmatta; Tecscan™	18
Figur 2. Exempel av resultat från tryckmätning över hästens lår.	19
Figur 3. Tryckmätning från 8 hästar av hela tricepsmuskulaturens medeltryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan.....	26
Figur 4. Tryckmätning från 8 hästar av hela tricepsmuskulaturens maxtryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan.....	27
Figur 5. Tryckmätning från 8 hästar av en tredjedel av tricepsmuskulaturens medeltryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan.....	27
Figur 6. Tryckmätning från 8 hästar av en tredjedel av tricepsmuskulaturens maxtryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan.....	28
Figur 7. Tryckmätning från 8 av hela lårmuskulaturens medeltryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan	28
Figur 8. Tryckmätning från 8 hästar av hela lårmuskulaturens maxtryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan.....	29
Figur 9. Tryckmätning från 8 hästar av en tredjedel av lårmuskulaturens medeltryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan.....	29
Figur 10. Tryckmätning från 8 hästar av en tredjedel av lårmuskulaturens maxtryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan.....	30

1. Inledning

Anestesikomplikationer hos hästar är ett vanligt förekommande problem (Norman et al. 1988). I en studie av Lindsay et al. (1989) beskrivs det att ett för högt tryck på muskulatur under generell anestesi kan orsaka muskel- och nervskador. Norman et al. (1988) rapporterar dessutom om en frekvens av postoperativ myo- och neuropati på 1,0 % till 3,4 %. Det kan ta upp till tre dagar för hästen att tillfriskna om den drabbas av postoperativa komplikationer i form av muskel- eller nervskador (Lindsay et al. 1980).

Den mest förekommande komplikationen under anestesi av hästar är hypotension, vilket har ett samband med uppkomsten av postoperativ myopati (Wagner 2008). Postoperativ myo- och neuropati en vanlig orsak till sjukdom vilket senare kan leda till avlivning (Lindsay et al. 1980; Lindsay et al. 1989) efter att hästar har genomgått anestesi (Rijkenhuizen & Dijk 1998; Tanczos 2010). Dugdale och Taylor (2016) menar att postoperativ myo- och neuropati korrelerar med perioperativa faktorer; positionering av patienten, blodtryck och anestesi-längd. Vidare menar de att postoperativ myopati ökar risken för frakturer under uppvaket.

Ett högt tryck under lång tid på hästens muskulatur orsakar nedsatt cirkulation och ett tillstånd av ischemi i vävnaden, vilket i sin tur kan orsaka postanestetisk myo- och/eller neuropati (Rijkenhuizen & Dijk 1998). Lindsay et al. (1989) menar att blodflödet till musklerna har en signifikant minskning vid intramuskulära tryck över 30 mmHg. I en studie av Norman et al. (1988) beskrivs det att blodflödet minskar redan vid tryck över 20 mmHg.

För att mäta trycket på muskulaturen kan olika metoder användas. Caratyl et al. (2019) har i sin studie använt sig av en tryckmätningsskiva för att mäta trycket mellan djuret och madrassen. Lindsay et al. (1989) och McDonnell (1985) har i sina studier mätt det intramuskulära trycket med en tryckmätningsskateter som fördes in i hästens muskel.

När en häst positioneras på lateralsidan under anestesi ska det undre benet dras framåt, och det övre benet ska placeras parallellt med det undre. Genom denna positionering blir vikten på det undre benet lägre och trycket minskar på den underliggande muskulaturen samt på radialisnerven. Vid positionering i dorsalt läge

ska vikten över hästens rygg vara jämnt fördelad, benen ska hållas i en naturlig position och något flekterade. (Suarez & White 1986)

För att förebygga myo- och neuropati kan en tryckavlastande madrass användas under anestesi av hästar. Olika typer av tryckavlastande kuddar och madrasser finns på marknaden, till exempel vattenmadrasser, skum- och luftkuddar (Daunt 1990). Med en tryckavlastande madrass minskar risken för tryckskador på djurets muskulatur (Caratyl et al. 2019). I tidigare studier har det framkommit att en vattenmadrass orsakar ett lägre tryck på hästens muskulatur jämfört med en skummadrass (Lindsay et al. 1985; Suarez & White 1986). Avsaknad av underlag, bristande positionering, djurets vikt och lång anestestid är associerat med ökade problem vid återhämtning efter anestesi (Suarez & White 1986; Dugdale & Taylor 2016). Genom noggrann positionering och rätt underlag kan alltför höga tryck på hästens muskulatur undvikas, adekvat blodcirkulation uppnås och risken för postoperativa komplikationer minskas (Suarez & White 1986; Daunt 1990).

Detta kandidatarbete i djuromvårdnad består dels av en litteraturstudie och dels en analys av en tidigare genomförd experimentell studie, som avser att undersöka om det med hjälp av en specifik madrass går att förebygga skadligt högt tryck på hästens muskulatur under generell anestesi.

2. Syfte & Frågeställning

Syftet med kandidatarbetet är att inhämta kunskap om olika operationsmadrasser, olika postoperativa besvär som hästar kan drabbas av samt olika tryckmätningmetoder. Intentionen är att undersöka om olika operationsmadrassers tryckavlastande egenskaper kan förebygga myo- och neuropati och därmed minska risken för skador i samband med anestesi av hästar. Sammanfattningsvis är syftet att öka kompetensen hos djurhälsopersonal att välja en operationsmadrass som kan bidra till att minska tryckrelaterade komplikationer under anestesi.

2.1. Frågeställningar

Litteraturstudie

- Vilket tryck på hästens muskulatur anses vara skadligt?
- Hur mäts hästens belastning på en operationsmadrass; intramuskulärt eller mellan häst och madrass?

Experimentell studie

- Finns det en skillnad i tryck på hästens lår- och tricepsmuskulatur mellan en luftmadrass och ett operationsbord med dithörande tunn madrass?

Litteratur- och experimentell studie

- Vilken typ av operationsmadrass rekommenderas samt ger minst tryck på hästens muskulatur?

Hypotesen är att det finns en skillnad i tryck mellan häst och madrass beroende på vilket material madrassen är tillverkad av.

3. Material & Metod

3.1. Litteraturöversikt

Fakta samlades in med hjälp av de databaser som finns att tillgå via Sveriges lantbruksuniversitets bibliotek. Sökningarna gav många träffar som inte betraktades som relevanta för inriktningen på detta kandidatarbete. Relativt lite forskning har genomförts inom ämnet ”operationsmadrasser för hästar”, därför gavs vägledning till relevanta artiklar från handledaren för kandidatarbetet.

Litteratursökningen gjordes via Primo, Web of Science och PubMed. Sökord som användes i olika kombinationer och formulerades till sökfrågor var; *muscle, pressure, anesthesia, equine, sedation, surgery, surgical, mattress, postanesthetic, radialis, paralysis*.

Eftersom relativt lite forskning finns tillgänglig har dessutom studier från smådjur och humansidan bearbetats. Sökord som användes för att få fram dessa artiklar var; *pressure, prevention, ulcer, wheelchair, dog, canine*.

Till grund för litteraturstudien är 16 vetenskapliga artiklar ut och en bok. Fyra av artiklarna söktes upp i biblioteket på Sveriges lantbruksuniversitet ur tidskriften ”American journal of veterinary research” och resterande från databaserna som finns att tillgå, samt genom uppsökning av angivna referenser från tidigare använda artiklar. Fler artiklar påträffades men valdes bort då de saknade relevans för ämnet.

3.2. Experimentell studie

Till grund för detta kandidatarbete ligger en icke publicerad experimentell studie gjord år 2009. Där utfördes tryckmätningar på området för hästarnas lår och *triceps brachii* mellan två olika operationsunderlag; luftmadrass och ett operationsbord med dithörande tunn madrass. Sammanställning av data från studien har genomförts samt testats för statistisk signifikans.

3.2.1. Hästar

Totalt ingick åtta hästar i den experimentella studien. På en av hästarna utfördes tryckmätningarna när den var vid liv samt efter avlivning. På de resterande sju hästarna utfördes mätningarna endast när de var avlivade.

Information angående samtliga hästars födelsedatum, vikt, hull- och muskelansamling samt mankhöjd presenteras nedan (Tabell 1). Hästarnas hull- och muskelansamling har tagits från referat från den kliniska veterinärundersökningen.

Tabell 1. Information om hästarna som deltog i den experimentella studien

	Född (årtal)	Vikt (kg)	Hull/muskelansamling (referat från klinisk veterinärundersökning)	Mankhöjd (cm)
Häst 1	Okänt	664 kg	Normal muskelansamling	167 cm
Häst 2	2001	512 kg	Normalhull	146 cm
Häst 3	1986	441 kg	Normal muskelansamling, något överviktig	137 cm
Häst 4	Okänt	479 kg	Normal muskelansamling, normalhull	156 cm
Häst 5	1990	436 kg	Normal muskelansamling, något bukig	145 cm
Häst 6	Okänt	Okänd	Mager, muskelmager	150 cm
Häst 7	Okänt	408 kg	Normalhull	150 cm
Häst 8	Okänt	570 kg	Normalhull	165 cm

3.2.2. Madrasser

Luftmadrass

Luftmadrassen var av märket DecubitusTM. För att möjliggöra olika lufttryck på hästens fram-, mitt- och bakdel är madrassen delad i tre sektioner. Möjligheten till tryckreglering innebär att madrassen kan anpassas för hästar med olika vikt vilket ger mest optimal viktfördelning för respektive häst. Vid behov av variation i tryck mot muskulaturen kan lufttrycket lätt regleras under operation. Luftmadrassen böjs lätt upp med operationsbordet sidoklaffar om dessa behöver vara uppfällda under

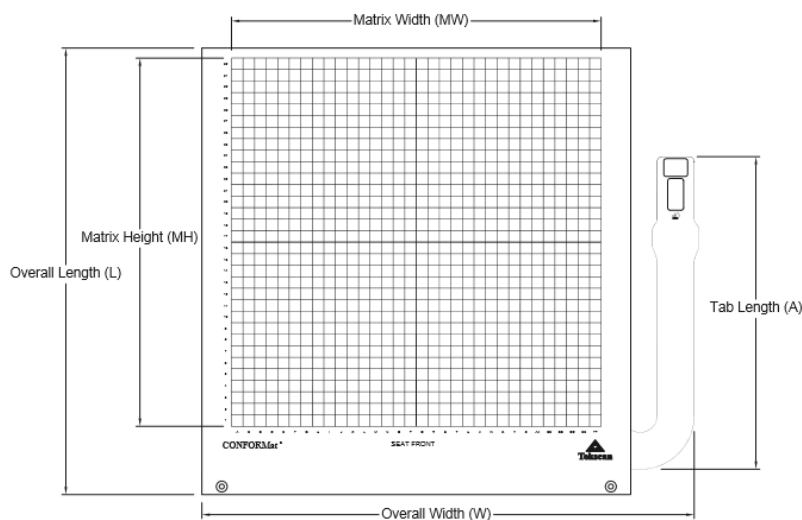
operation. Madrassen är lätt att flytta och rengöra, samt att den har hål som tillåter urin, blod och andra vätskor att rinna bort. (Wetterskogs u.å.)

Operationsbord med dithörande tunn madrass

Operationsbordet var av märket Haico™ som var täckt med en knappt 5 cm tjock skumgummimadrass. Operationsbordet har en avsmalnad mitt för att förhindra påfrestning på ryggmuskulaturen, samt sidoklaffar som kan fällas upp och ned för lättare åtkomst till hästen. Ytan av bordet är lätt rengöra. (Medequus u.å.) I resterande text benämns detta enbart som ett operationsbord.

3.2.3. Mätmetod: Tryckmätningssmatta

Utrustningen som användes för att mäta trycket var en tryckmätningssmatta av typen Conformat™ (Tekscan Inc, Boston US). Tryckmätningssmattan hade den totala arean 42 x 42 cm, och innehöll 32 x 32 kvadratiska sensorer med sidan 1,47 cm.



Figur 1. Tryckmätningssmatta; Tecscan™

Källa: Tecscan Ink, https://www.tekscan.com/products-solutions/medical-sensors/5330?utm_source=external&utm_medium=pdf&utm_campaign=MDL-Medical-Sensor-5330-Datasheet

Trycket registrerades av drygt tusen punkter på tryckmätningssmattan, som placerades mellan operationsmadrassen och hästen. Varje sensor registrerade horisontellt tryck i kPa, där 1 kPa motsvarar 7,5 mmHg. Inför varje mätning skedde en standardiserad kalibrering av tryckmätningssmattan. Tryck över 20 kPa högre än mediantrycket filtrerades bort på aktuell sensor. Ett tryck över 20 kPa ansågs vara osannolikt över en mätyta på 1,5 cm och sågs som ett mätfel. Trycket för aktuell sensor ersattes då med mediantrycket. Det maximala värdet och medelvärdet presenteras under den period som registrerats det vill säga 10 sekunder. Utifrån tryckmätningssmattans hela yta samt en tredjedel av ytan har medel- och maxvärde

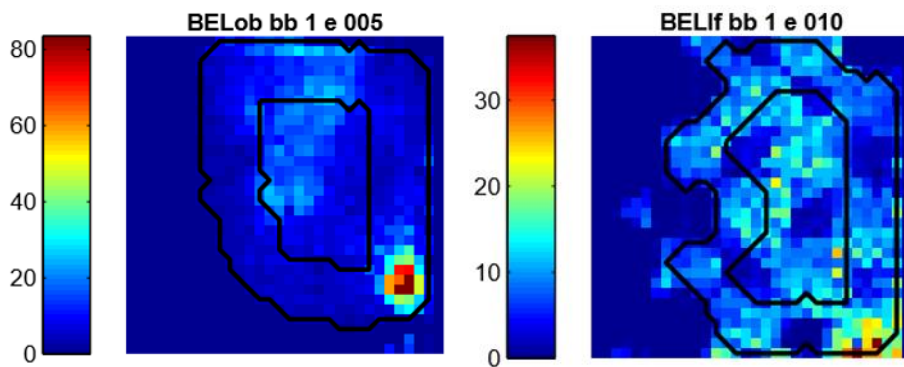
för flera sensorer framkommit. Det utfördes 2 – 3 mätningar för vardera madrassstyp och muskellokalisering och värdena fördes sedan över till mjukvaran MATLAB® för databearbetning.

3.2.4. Studiedesign

De åtta hästar som ingick i studien kom till hästkliniken för avlivning. Innan avlivning fick respektive djurägare godkänna och underteckna ett samtyckesformulär och tillät därmed att hästen användes i forskningsstudien.

Hästarna skulle enligt gängse rutiner sederas och kastas, för att senare avlivas. På den första hästen utfördes tryckmätningar när den var sövd, därefter gjordes ytterligare mätningar när den var avlivad. Detta för att avgöra om resten av studien enbart kunde utföras på avlivade hästar. Mätresultaten bedömdes likvärdiga och det beslutades att tryckmätningarna på resterande hästar skulle ske efter avlivning.

Under studiens gång registrerades tryckmätningar, medel- och maxtryck, med en tryckmätningsskiva mellan respektive muskel och den operationsmadrass hästen låg på. Tryckmätningarna för luftmadrassen utfördes när den var placerad på operationsbordet. Under studien skedde bytet av madrasserna i randomiserad ordning och hästen förflyttades med befintlig upphissningsapparat.



Figur 2. Exempel av resultat från tryckmätning över hästens lår. Till vänster när hästen ligger på operationsbordet, till höger när hästen ligger på luftmadrassen. Den större rutan representerar den aktuella muskelgruppens avtryck mot sensorn. Den mindre rutan representerar den centrala tredjedelen av den stora ytan. Färgerna representerar olika tryck i kPa.

3.2.5. Statistisk databearbetning

Datamaterialet presenterades från en registrering och bestod även av bilder över hästarnas muskelgruppers avtryck mot tryckmätningsskivan. På bilderna kunde hela mät-arean och den centrala tredjedelen av hela ytan utläsas. Valet av registrering gjordes genom att alla data kom från registreringar med samma

registreringsytor, vilket avgjordes dels visuellt, dels genom att jämföra värden för mätyornas areor. Det innebär att maxvärden kan komma från en eller flera sensorer samt medelvärdena från flera sensorer. De tryckmätningar som överensstämde visuellt mest med varandra valdes ut och sammanställdes i ett Microsoft® Excel-dokument, som vidarebefordrades till en statistiker som utförde test för normal distribution (shapiro wilk). Data bestod av tryckmätningar från olika muskellokaliseringer och operationsmadrasser. De mätvärden som sammanställdes och jämfördes var medel- och maxtryck över hästarnas lår och tricepsmuskulatur. Det jämfördes av författarna med ett tvåsidigt, parat students t-test i ett Microsoft® Excel-dokument.

4. Resultat

4.1. Litteraturstudie

4.1.1. Postoperativ myo- och neuropati

Postoperativ hälta, i form av myo- och/eller neuropati, kan drabba hästar som legat under generell anestesi (Norman et al. 1988). Det är associerat med undermålig positionering av hästen, otillräcklig stöttning med madrasser och kuddar samt lång anestestid (Dugdale & Taylor 2016).

Postoperativ myopati är en smärtsam komplikation som kan orsaka allvarlig sjukdom hos hästar där musklerna blir hårda och svullna (Norman et al. 1988; Taylor & Clarke 2007). Symtomen uppmärksammas först postanestetiskt fastän skadan inträffat intraoperativt. Muskler som drabbats av ischemi under anestesi kan leda till postoperativ myopati. Det kan orsakas av läkemedel som sänker blodtrycket och genom försämrad genomblödning till musklerna till följd av högt muskeltryck. Extra utsatta muskler är triceps och lår (Wagner 2008). (Taylor & Clarke 2007) Kliniska tecken varierar från mild hälta till att hästen inte kan stå. Ett högt värde av kreatinfosfokinas (CPK) (Lindsay et al. 1980) inom några timmar efter anestesi bekräftar diagnosen, normala eller endast något förhöjda värden utesluter nödvändigtvis inte diagnosen. När hästen står upp eller börjar röra sig sker en kortvarig ökning av blodlaktat från reperfusion i muskelområdena som varit komprimerade. Myoglobin frisätts i blodcirkulationen från en skadad muskel, vilket ger mörkröd eller brun urin. Om ämnet frisätts i stora mängder kan det blockera och skada tubulisystemet i njurarna, vilket orsakar smärta eller njursvikt med dödlig utgång. (Taylor & Clarke 2007)

Neuropati är en mindre vanlig komplikation efter generell anestesi än myopati. Postoperativ neuropati uppkommer till följd av ischemiinducerad hypoxi från direkt tryck på nerven eller dess blodförsörjning (Lindsay et al. 1980; Taylor & Clarke 2007). Kliniska tecken beror på vilken nerv som är påverkad. Neuropati kan drabba femoral-, peroneal-, facial- och/eller radialisnerverna (Norman et al. 1988; Taylor & Clarke 2007; Wagner 2008). Det kan vara svårt att skilja mellan myo- och

neuropati eftersom både nerver och muskler kan vara drabbade samtidigt (Taylor & Clarke 2007; Dugdale & Taylor 2016). Radialis- och femoralnerverna är svåra att skilja från myopati i triceps och gluteus, eftersom smärta kan förhindra hästen att använda de drabbade musklerna och därmed verka förlamade. Den mest uppenbara skillnaden mellan myo- och neuropati är frånvaro av smärta vid neuropati (Norman et al. 1988; Dugdale & Taylor 2016). (Taylor & Clarke 2007)

4.1.2. Madrasser

En madrass kan inte minska hästens vikt, utan dess uppgift är att fördela belastningen över hela kroppsytan för att minska trycket på enskilt område. Madrassen ska vara tillräckligt djup för att hindra kroppen från att tyngas ner på bordet och orsaka tryck. (Taylor & Clarke 2007) Det råder oenighet mellan studier angående vilken madrass som innehar de mest optimala tryckavlastande egenskaperna. Lindsey et al. (1985) och White & Suarez (1986) har i sina studier visat att hästar som ligger på en hård yta har ett signifikant högre tryck på muskulaturen samt att tricepsmuskulaturen är extra utsatt för höga tryck. En vattenmadrass är mest effektiv, dock är de dyra, svåra att hantera och ger en instabil bas för kirurgi (Taylor & Clarke 2007). Lindsay et al. (1985) menar att en vattenmadrass orsakar lägre tryck medan en skummadrass orsakar högst tryck på muskulaturen. White och Suarez (1986) har kommit fram till att högst tryck uppkommer utan användning av en operationsmadrass, samt att en skummadrass gav en signifikant tryckminskning i varje position. En luftmadrass anses även effektiv, de bör dock inte vara helt uppblåsta vilket leder till att de blir hårda och den tryckavlastande egenskapen går förlorad (Taylor & Clarke 2007). White och Suarez (1986) förklarar vidare att det är bättre att använda vilken typ av madrass som helst än att placera hästen direkt på ett hårt operationsbord.

4.1.3. Positionering

En anledning till uppkomst av postoperativ myopati är undermålig positionering av hästen under anestesi (Dugdale och Taylor 2016). Genom användning av en tryckavlastande madrass samt en korrekt positionering under anestesi (Klein 1990) bibehålls genomblödningen i hästens muskulatur (Rijkenhuizen & Dijk 1998) och riskerna för postoperativ myo- och neuropati minskar (Daunt 1990).

White och Suarez (1986) förklarar vikten av att minska trycket på hästars muskulatur på grund av innehav, eller drabbning av, ett lågt systemiskt blodtryck till följd av anestesi. Blodtryck (MAP) <70 mmHg innebär ökad risk för uppkomst av postoperativ myopati (Wagner 2009; Dugdale och Taylor 2016). Ett lågt systemiskt blodtryck minskar kapillärstängningstrycket, <30 mmHg, vilket orsakar ischemi vid lägre vävnadstryck (White & Suarez 1986). Minskad genomblödning i muskulaturen orsakar ischemi och cellskador, hos sövda hästar är

skelettmuskulaturen speciellt utsatt (Lindsay et al. 1989). Norman et al. (1988) visar att duration och grad av ischemi påverkar hur stor skada hästen får på de inre strukturerna. De har även i sin studie visat att människor och hundar får funktionella skador på muskulaturen efter två till fyra timmar vid ischemiska tillstånd. Nerver skadas redan efter 30 minuter och får irreversibla skador efter två till fyra timmar. I en studie av Johnston et al. (2004) visar resultat ökad risk för postoperativ myopati vid lateral positionering samt om anestestiden överstiger 90 minuter. White och Suarez (1986), Daunt (1990) och Klein (1990) beskriver att det undre benet ska dras i kranial riktning vid lateral positionering av hästen. Anledningen är att triceps får mer utrymme och vikten från thorax distribueras över tricepsmuskulaturen istället för på skapulas spets. Det övre frambenet samt bakbenen ska hållas i horisontellt plan och vara parallellt med det undre benet. Det leder till minskad vikt och tryck på det undre benets muskulatur samt att ocklusion av det venösa blodflödet undviks.

4.1.4. Mätmetoder

Det finns olika metoder för att mäta tryck på hästens muskulatur. Lindsay et al. (1989) och McDonell (1985) har i sina studier använt en tryckmätningsskateter som förs in i hästens muskel. I studierna mättes trycken i mmHg vilket motsvarar 0,133 kPa.

I studien av Lindsay et al. (1989) använde de sig av en Wickkateter, som var gjord av polyeten och var tio cm lång. Innan insättning av katetern fylldes den med en hepariniserad koksaltlösning. Katetern anlades sedan i musklerna *extensor carpi radialis* och *triceps brachii*. Efter insättning injicerades ungefär 1 ml av lösningen för att verifiera kateterns placering och funktion. Katetern kopplades till utrustning som mätte det intramuskulära trycket. Inför varje mätning testades kateterns funktion genom att ungefär 1 ml koksaltlösning injicerades, vilket gav en omedelbar tryckökning på 5–20 mmHg i muskeln. Om katetern fungerade återgick detta värde till det tidigare uppmätta trycket, om det däremot inte återgick var det en indikation på att katetern inte fungerade och den byttes då ut. (Lindsay et al. 1989)

Caratyl et al. (2019) har i sin studie använt sig av en tryckmätningsskiva som placerades mellan tre hundar och fyra olika underlag som mätte trycket av olika kontaktpunkter. Tryckmätningsskivan som användes var av märket TexiSense™ och var 32 x 32 cm stor. De uppmätta värdena skickades via en USB-kabel till en programvara där informationen presenterades i färgkoder. Färgkoderna användes för att utvärdera risken för tryckskada. Blå färg indikerade att ingen risk för skada förelåg, grön färg indikerade låg risk, gul färg indikerade medelhög risk och röd färg indikerade att det var stor risk för tryckskada.

4.1.5. Skadligt intramuskulärt tryck

När det gäller vilket tryck som är skadligt för hästen finns det olika åsikter. Lindsay et al. (1989) menar att blodflödet till musklerna har en signifikant minskning vid tryck över 30 mmHg (~4,0 kPa). Norman et al. (1988) påstår att blodflödet minskar redan vid tryck över 20 mmHg (~2,7 kPa). Vid tryck över 30 mmHg (~4,0 kPa) är triceps och extensor carpi radialis muskelgrupper som befinner sig i riskzonen för att utveckla ischemi (Lindsay et al. 1985).

4.1.6. Riskzoner

I en studie utförd på hundar av Caratyl et al. (2019) har det konstaterats att olika Body Condition Score (BCS) har påverkat hur allvarliga tryckskador som uppstått efter långvarigt liggande. Underviktiga hundar fick mer trycksår jämfört med överviktiga, på grund av risk för tryckskador generellt uppstår i områden där benstrukturer täcks av tunt lager mjukdelsvävnad. De zoner som ansågs mest utsatta för skadligt tryck var området för bogblad-överarmsbenet, området för trettonde revbenet och området för höftbensknölen. Över dessa zoner tillåts inte jämn fördelning av tryck och cirkulation, vilket ökar risken för ischemi och trycksår. White och Suarez (1986) har i sin studie kommit fram till att muskeltryck inte korrelerar med hästens vikt, utan ett högre muskeltryck kunde uppmätas på hästar med större muskelmassa. Hästens vikt påverkar däremot återhämtningstiden och ökar komplikationerna efter anestesi (Tanczos 2010).

4.1.7. Återhämtning

Hästar är flyktdjur och det är en anledning till att de vill resa sig upp så fort som möjligt (Klein 1990). Lindsay et al. (1989), Klein (1990) och Dugdale och Taylor (2007) beskriver att det är stor risk att hästarna bryter sina ben vid resningsförsök om de lider av postoperativ myo- och/eller neuropati, på grund av att muskler och nerver inte har kvar sin normala funktion. Uppvakningsboxen bör vara utformad på ett sätt för att minimera risken att hästen skadar sig vid resningsförsök (Klein 1990; Wagner 2008).

Lindsay et al. (1989) menar att hästar återhämtar sig relativt fort, inom 24 – 48 h, efter postoperativa komplikationer som myo- och neuropati. Wagner (2008) förklarar att vid tillstånd där återhämtningstiden är längre än förväntat ska hästen undersökas för muskelskador; fraktur eller myopati. Om återhämtningen däremot uteblir behöver hästen avlivas till följd av sina skador (Lindsay et al. 1989).

4.1.8. Förebyggande arbete

Anestesi av hästar innebär en risk för komplikationer både intraoperativt samt postoperativt. Med lämplig monitorering och support kan många intraoperativa komplikationer upptäckas och åtgärdas. (Wagner 2008) Daunt (1990) menar att en viktig del i arbetet mot att förebygga postoperativa komplikationer är att minimera anestestiden genom att organisera och planera innan hästen kastas och läggs på bordet. Lindsay et al. (1980) har kommit fram till att den största risken för postoperativa komplikationer tillstöter när hästar ligger under generell anestesi i mer än två timmar. Om anestestiden förväntas bli lång är det viktigt att ägna särskild uppmärksamhet åt val av underlag och stöd för att minska risken att de underliggande vävnaderna utsätts för högt och långvarigt tryck (Taylor & Clarke 2007).

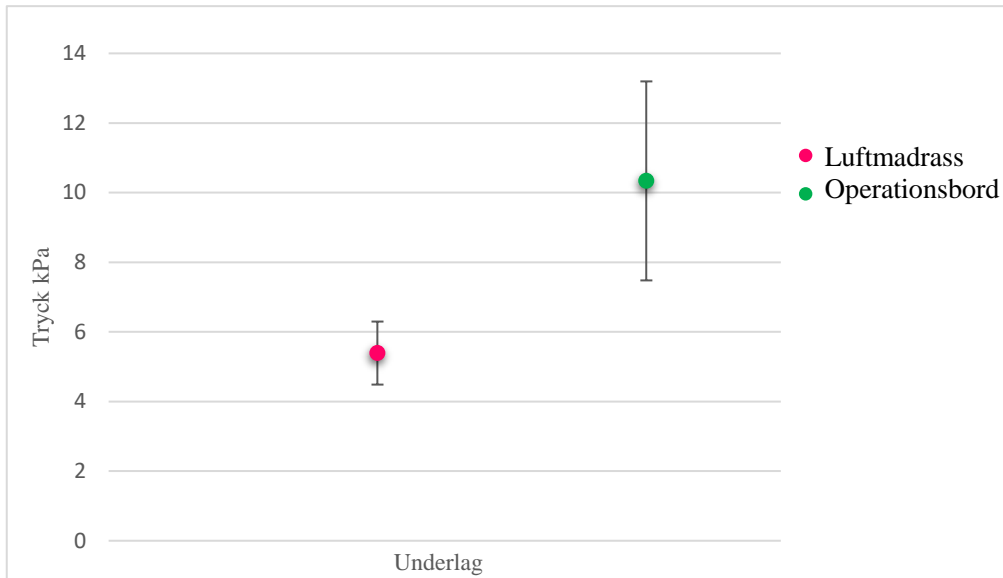
I studien av Lindsay et al. (1989) visades att mer laktat frisätts från en komprimerad muskel jämfört med en icke komprimerad. I flertal studier har olika blodparametrar, som en indikator på utvecklandet av myopati, undersökts (Lindsay et al. 1980; White & Suarez 1986; Lindsay et al. 1989; Taylor & Clarke 2007). Det har visats att ett förhöjt blodlaktat och ett förhöjt CPK är tidiga tecken på utvecklandet av myopati (White & Suarez 1986; Lindsay et al. 1980).

Postoperativ myo- och neuropati kan förebyggas genom motverkande av hypotension och hypoperfusion. Tillstånden kan undvikas genom bland annat noggrann positionering som minimerar trycket på muskulatur och bibehåller ett adekvat venöst blodflöde. (Taylor & Clarke 2007) Dugdale och Taylor (2016) menar att det krävs intraoperativa åtgärder för att upprätthålla MAP (>70 mmHg) och därigenom undvika risken för uppkomsten av postoperativ myo- och neuropati. Wagner (2008) nämner intraoperativa åtgärder för att behandla anestesiinducerad hypotension; minska anestesisgas, behandla med vätsketerapi, administrera läkemedel och vasopressin.

4.2. Experimentell studie

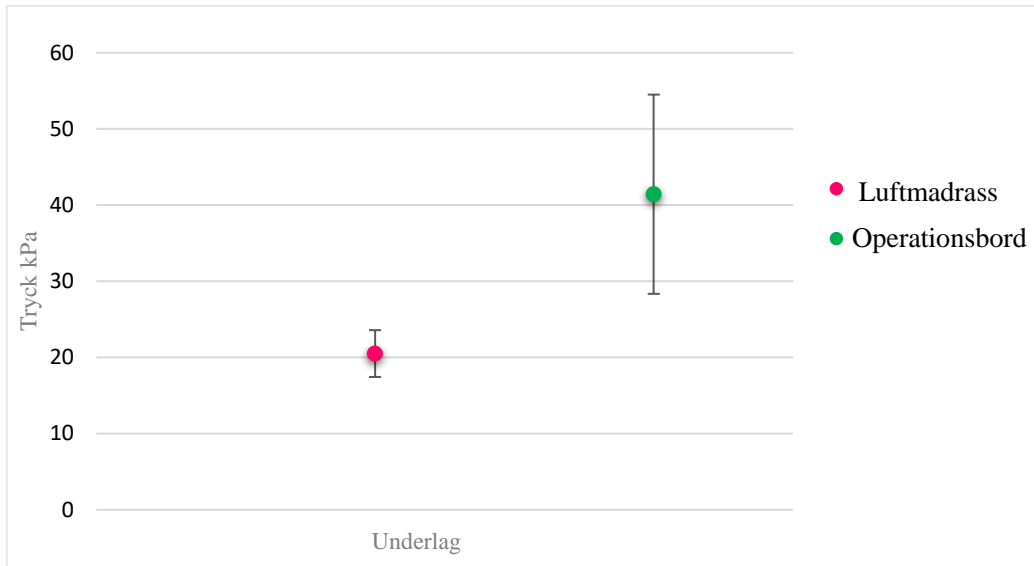
4.2.1. Statistik över tryckmätningar

Nedan redovisas resultatet av tryckmätningarna från den experimentella studien i Figur 3 – 10.



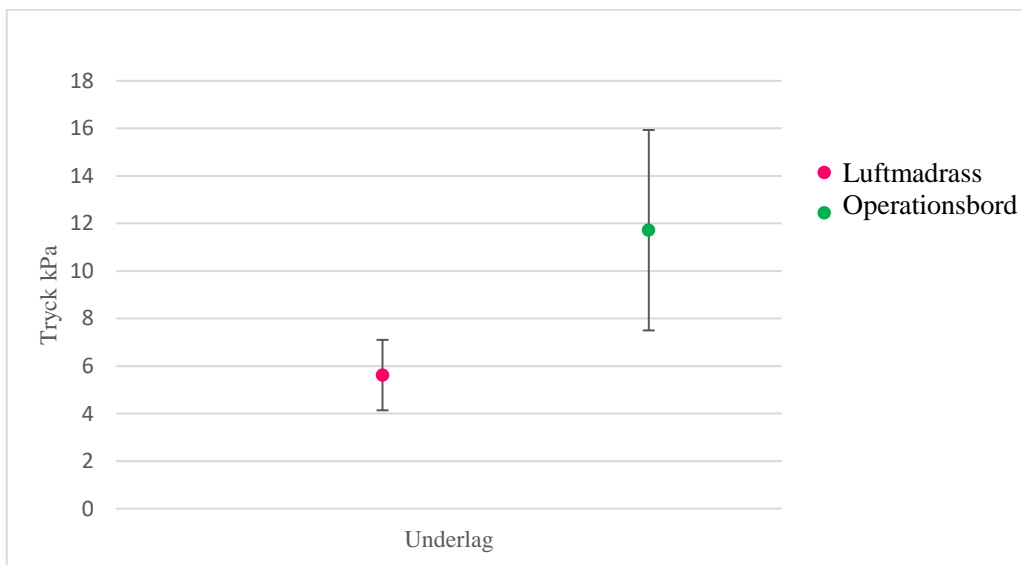
Figur 3. Tryckmätning från 8 hästar av hela tricepsmuskulaturens medeltryck (medel \pm SD) mot tryckmätningssmattan

Det var signifikant lägre medeltryck på hela tricepsmuskulaturen när hästen låg på luftmadrassen (medel $5,39 \pm 0,9$ kPa) jämfört med operationsbordet (medel $10,34 \pm 2,86$ kPa; P-värde 0,001; Figur 3).



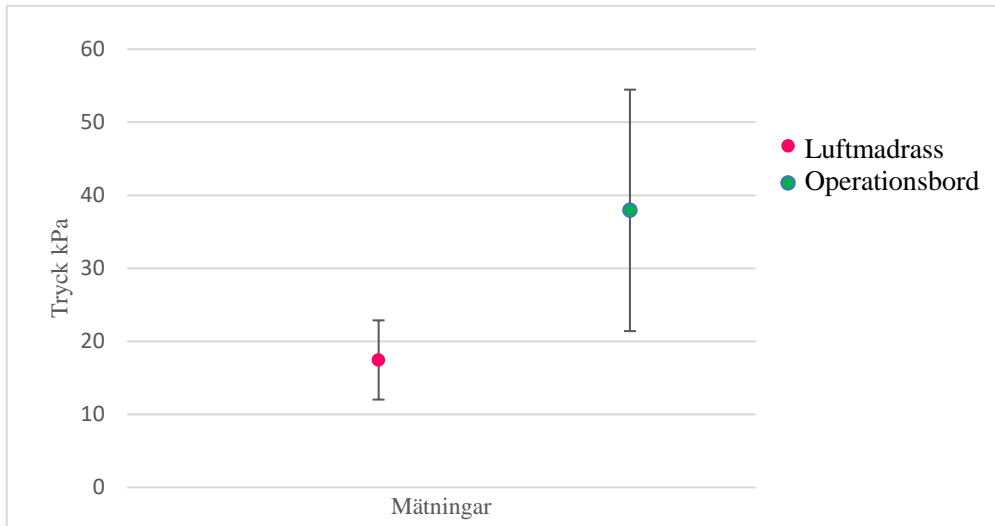
Figur 4. Tryckmätning från 8 hästar av hela tricepsmuskulaturens maxtryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan

Det var signifikant lägre maxtryck på hela tricepsmuskulaturen när hästen låg på luftmadrassen ($20,51 \pm 3,07$ kPa) jämfört med operationsbordet (medel $41,43 \pm 13,08$ kPa P-värde 0,004; Figur 4).



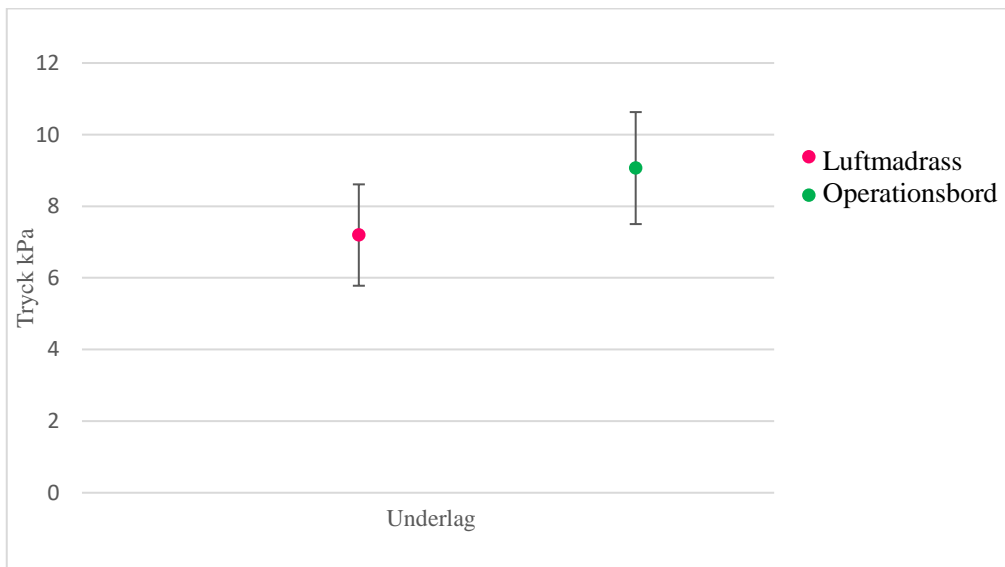
Figur 5. Tryckmätning från 8 hästar av en tredjedel av tricepsmuskulaturens medeltryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan

Det var signifikant lägre medeltryck på en tredjedel av tricepsmuskulaturen när hästen låg på luftmadrassen ($5,62 \pm 1,48$ kPa) jämfört med operationsbordet ($11,72 \pm 4,22$ kPa; P-värde 0,006; Figur 5).



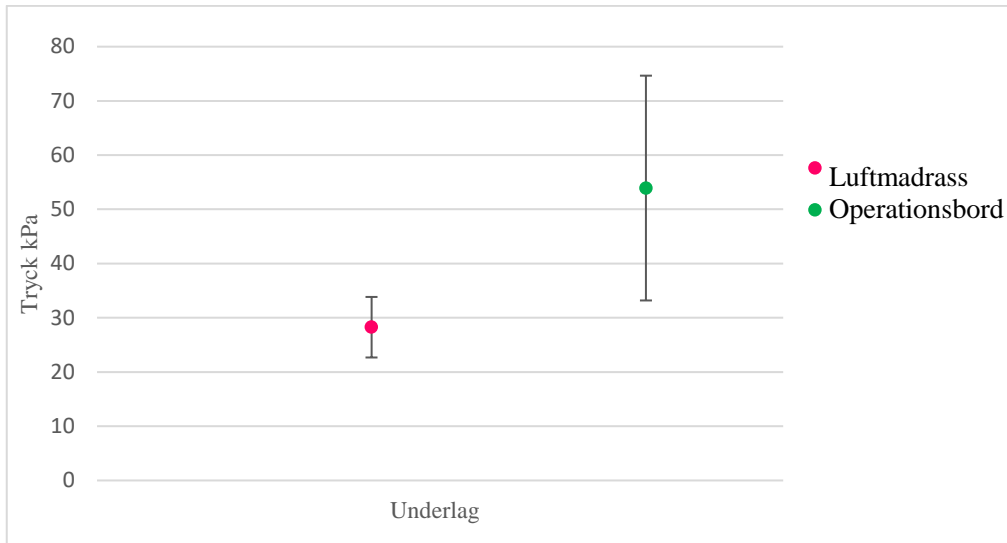
Figur 6. Tryckmätning från 8 hästar av en tredjedel av tricepsmuskulaturens maxtryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan

Det var signifikant lägre maxtryck på en tredjedel av tricepsmuskulaturen när hästen låg på luftmadrassen (medel $17,45 \pm 5,42$ kPa) jämfört med operationsbordet (medel $37,93 \pm 16,53$ kPa; P-värde 0,013; Figur 6).



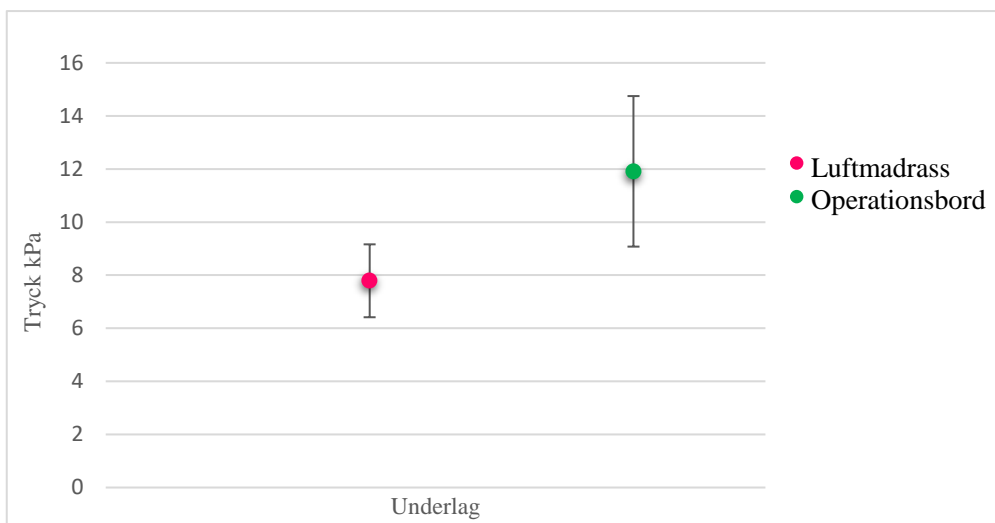
Figur 7. Tryckmätning från 8 av hela lårmuskulaturens medeltryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan

Det var inte signifikant lägre medeltryck på hela lårmuskulaturen när hästen låg på luftmadrassen ($7,20 \pm 1,42$ kPa) jämfört med operationsbordet ($9,06 \pm 1,56$ kPa; P-värde 0,08; Figur 7).



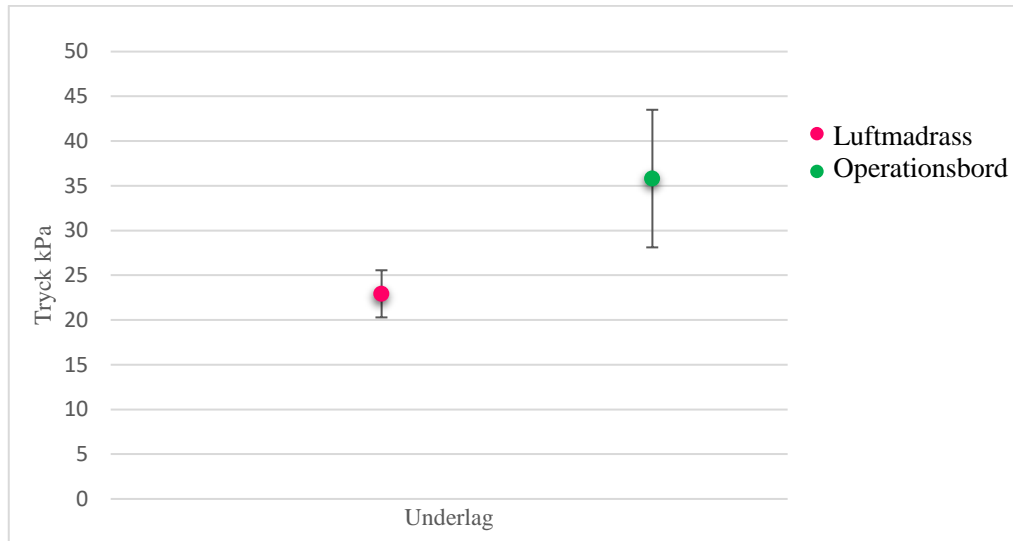
Figur 8. Tryckmätning från 8 hästar av hela lårmuskulaturens maxtryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan

Det var signifikant lägre maxtryck på hela lårmuskulaturen när hästen låg på luftmadrassen ($28,26 \pm 5,58$ kPa) jämfört med operationsbordet ($53,92 \pm 20,73$ kPa; P-värde 0,003; Figur 8).



Figur 9. Tryckmätning från 8 hästar av en tredjedel av lårmuskulaturens medeltryck (medel ± SD) mot tryckmätningssmattan

Det var signifikant lägre medeltryck på en tredjedel av lårmuskulaturen när hästen låg på luftmadrassen ($7,79 \pm 1,37$ kPa) jämfört med operationsbordet ($11,91 \pm 2,83$ kPa; P-värde 0,02; Figur 9).



Figur 10. Tryckmätning från 8 hästar av en tredjedel av lårmuskulaturens maxtryck (medel ± SD) mot tryckmätningsskivan

Det var signifikant lägre maxtryck på en tredjedel av lårmuskulaturen när hästen låg på luftmadrassen ($22,92 \pm 2,63$ kPa) jämfört med operationsbordet ($35,81 \pm 7,69$ kPa; P-värde 0,004; Figur 10).

5. Diskussion

5.1. Metoddiskussion

I den experimentella studien utfördes tryckmätningarna efter avlivning på grund av att mätningarna bedömdes likvärdiga på den första hästen innan och efter avlivning. Under studien mättes både medel- och maxtryck med anledning av att det saknas vetenskap om vilket tillstånd som är mest riskfyllt; ett högt tryck på hästens muskulatur under kort tid eller ett lägre tryck under en längre tid. Utifrån studien finns således ingen vetenskap om hur trycket påverkar hästen i det postoperativa förloppet. Den experimentella studien kan anses liten eftersom endast åtta hästar ingick i den, en utveckling av metoden inför framtida studier är därför önskvärd. För att kunna applicera resultaten i verkligheten krävs studier på levande hästar, där de både studeras intra- och postoperativt. Detta för att undersöka om det bland annat finns någon skillnad i återhämtningstid och i vilken grad postoperativa komplikationer ökar eller minskar beroende på val av operationsmadrass.

För att komplettera den experimentella studien bedömdes en litteraturstudie vara bäst lämpad att genomföra. Det för att sammanfatta och jämföra tidigare vetenskapliga studier som genomförts inom ämnet med den experimentella studien. Litteraturstudien har styrkt det resultat som framkommit från den experimentella studien; att en luftmadrass ger ett lägre tryck på hästens muskulatur jämfört med ett operationsbord. Studien av White & Suarez (1986) syftar på att användning av vilken madrass som helst är bättre än att enbart låta hästen ligga på ett operationsbord. Det har dock genomförts få studier i nutid som inriktar sig på operationsmadrasser för häst. Däremot har litteraturen kunnat styrka det resultat som framkom från den experimentella studien, vilket medför att resultaten anses ha en styrka i det dem redovisat. Fler studier bör ändå utföras med syftet att få bredare och ny kunskap om hur olika sorters madrasser påverkar trycket på hästens muskulatur.

5.2. Artikeldiskussion

Efter litteratursökningen valdes nio studier ut, en svaghet anses vara att majoriteten av dem är skrivna på 1980–1990-talet. Under arbetets gång tillkom därför förslag på studier av nyare karaktär, vilka inkluderades i arbetet. I slutskedet hade 16 artiklar samt en bok inkluderats. En styrka med de artiklar som valdes ut är att de flesta är baserade på hästar, vilket leder till relevans för arbetet. Många av källorna är som nämnt äldre och därmed inte tidsenliga, detta behöver dock inte innebära att resultaten inte är applicerbara i nutid. Information från de äldre källorna styrks av resultat från studier gjorda under 2000-talet. De nya källorna (Johnston et al. 2002; 2004; Taylor & Clarke 2007; Wagner 2008; Dugdale & Taylor 2016) har studerat bland annat mortalitet vid anestesi av hästar och olika anledningar till att komplikationer uppkommer. Det uppmärksammades att det saknas nya studier som jämför olika operationsmadrasser och dess påverkan på muskeltrycket. Tanczos (2010) har jämfört två olika operationsbord för hästar, vilket dock inte är likvärdigt med en jämförelse av olika tryckavlastande madrasser. Därför bör fler studier genomföras inom ämnet operationsmadrasser och dess påverkan postoperativt. Studien gjord av Caratyl et al. (2019) är utförd på smådjur vilket kan motsäga dess relevans för applicering på hästar, dock anses studien bidra med viktig och väsentlig information till detta kandidatarbete.

Det kan argumenteras om resultaten som framkommit är applicerbara på svenska hästkliniker, eftersom de granskade studierna är utförda i andra länder. Som exempel är studien av Rijkenhuizen & Dijk (1998) från Nederländerna, studien av Tanczos (2010) från Österrike samtidigt som studierna av Lindsay et al. (1980; 1989), McDonnell (1985) och Wagner (2008) kommer från USA. Olika länders hästhållning skiljer sig åt och därför kan skillnader förekomma, vilket kan medföra att resultat från andra länder inte går att överföra på svenska hästkliniker utan vissa ändringar. Däremot finns en möjlighet att andra länder har kommit längre i utvecklandet av operationsmadrasser för hästar, vilket i sin tur kan medföra ett uppsving för svensk hästsjukvård om dessa resultat implementeras. Även detta är ett ämne som skulle kunna undersökas mer ingående.

Författarna till kandidatarbetet bedöms vara relativt nya inom ämnesområdet samt på att granska vetenskaplig litteratur. Viss träning i att granska vetenskaplig litteratur har förekommit, dock krävs mer erfarenhet. Under arbetets gång har nya erfarenheter och kunskap inhämtats, vilket har medfört att allvarlighetsgraden av ämnet belysts. Insikten om att det finns stor utvecklingspotential inom anestesi av hästar gällande operationsmadrasser har även framkommit.

5.3. Resultatdiskussion

Det förelåg statistisk signifikans i merparten av resultaten, dock saknades statistisk signifikans vid tryckmätning mellan medeltrycket på lårets hela mät-area mellan luftmadrass och operationsbord (Figur 7). Resultatet från ett parat, tvåsidigt students T-test visade ett P-värde på 0,08, vilket inte visar på en signifikant skillnad i tryck mellan operationsbord och luftmadrass. Eftersom de andra tryckmätningarna visade på statistisk signifikans finns en möjlighet att den mätning som visade ett högre P-värde kan bortses. Om det med säkerhet ska vara möjligt att dra någon slutsats bör fler statistiska tester utföras, något detta kandidatarbete inte genomfört på grund av tidsbegränsning.

I den experimentella studien fanns det några avvikelser i de tryckskillnader som uppmättes. Generellt varierade tryckskillnaderna mellan hästarna mer när de enbart placerades på operationsbordet. När hästarna placerades på luftmadrassen var skillnaden i tryck inte lika stor. Hypotesen om orsaken till det är att hästarnas olika muskelmassa och hull påverkar tryckskillnaderna. Hullbedömningen i studien togs från referat från den kliniska veterinärundersökningen och inte utifrån ett standardiserat hullbedömningsprotokoll. Därmed finns otillräcklig vetskap om hästarnas kroppsbyggnad. På grund av avsaknad av hullbedömningsprotokoll kan det inte dras några generella slutsatser om att hästens kroppsbyggnad är orsaken till tryckskillnaderna. Caratyl et al. (2019) förklarar i sin studie att hundars BCS påverkar hur mycket trycksår de drabbas av. White och Suarez (1986) har i sin studie kommit fram till att muskeltryck inte korrelerar med hästens vikt, utan att hästar med större muskelmassa hade ett högre muskeltryck. Hypotesen är att en häst som har ett tunt fettlager lättare får tryck över utsatta delar på kroppen och en större påverkan på ytligt liggande nerver. En tung häst med ett tjockt fettlager förmodas få ett högre tryck generellt på och i kroppen samt drabbas av sämre perfusion.

Tryck på muskulaturen leder till försämrat blodflöde, vilket i sin tur kan leda till ett tillstånd av ischemi och orsaka postanestetisk myopati (Taylor & Clarke 2007); vilket senare kan leda till dödlig utgång för hästen (Rijkenhuizen & Dijk 1998). Duration och grad av ischemi påverkar hur stor skada patientens inre strukturer drabbas av (Norman et al. 1988). Inom humanvården rekommenderas fasciotomi när det diastoliska blodtrycket ligger mellan 10–30 mmHg, eftersom det då finns stor risk för ischemisk skada på nerver och muskulatur (Norman et al. 1988). Det är av stor vikt att undvika ischemi under generell anestesi av hästar. För att veta om fasciotomi skulle kunna vara ett alternativ även på hästar måste studier utföras. Framkommer det att fasciotomi kan vara ett alternativ för hästar finns det ytterligare ett sätt att undvika postoperativa komplikationer som uppkommer till följd av ischemi.

White och Suarez (1986) förklarar att det är av ännu större vikt att minska tryck på muskulaturen, eftersom hästen har eller drabbas av ett lågt systemiskt blodtryck och då uppkommer ischemi i vävnaden lättare. På grund av att hästars blodtryck påverkas negativt av olika läkemedel (Lindsay et al. 1980; Johnston et al. 2002) under anestesi anses det viktigt att en tryckavlastande operationsmadrass används. Genom detta borde ischemiska tillstånd kunna förebyggas, jämfört med om hästen enbart skulle placeras enbart på ett operationsbord. När det gäller smärta hos hästar som lider av postanestetisk myo- eller neuropati förklaras det att neuropati inte leder till smärta, medan myopati räknas som ett smärtsamt tillstånd för hästen (Norman et al. 1988; Taylor & Clarke 2007). Vare sig hästen får ont eller inte av dessa två postoperativa komplikationer, bör de i största möjliga mån förebyggas. Enligt djurskyddslagen ska djur skyddas mot onödigt lidande (Djurskyddslagen 2018:1192). Om djurhälsopersonal, med hjälp av en tryckavlastande operationsmadrass, kan minska risken för postoperativa komplikationer är det ett stort steg i rätt riktning och hästen skyddas mot onödig smärta.

I flera studier beskrivs det att om hästar drabbas av svåra postoperativa komplikationer, till exempel generell myo- och/eller neuropati, kan enda utvägen vara avlivning (Lindsay et al. 1980; Lindsay et al. 1989; Tanczos 2010). Hästar är som känt flyktdjur och det bidrar till att de vill resa sig så fort som möjligt i uppvakningsboxen. Risken att hästen bryter ett ben under uppvaket är speciellt stor om hästen har drabbats av myo- och/eller neuropati, eftersom musklerna inte fungerar som de ska (Lindsay et al. 1989; Dugdale & Taylor 2016). Postoperativa komplikationer i största möjliga mån bör förebyggas. Om det går att förkorta återhämtningstiden för hästen, genom att använda en tryckavlastande madrass, bör denna aspekt tas i åtanke av djurhälsopersonal vid val av operationsmadrass.

5.3.1. Madrasser

I tidigare studier kan det läsas om flera sorters madrasser, där författarna kommer fram till olika resultat när det gäller vilken madrass som har de mest optimala tryckavlastande egenskaperna (Lindsay et al. 1980; Lindsay et al. 1985; White & Suarez 1986; Lindsay et al. 1989; Rijkenhuizen & Dijk 1998; Taylor & Clarke 2007; Dugdale & Taylor 2016; Caratyl et al. 2019). Genom den experimentella studien framkom att en luftmadrass minskar trycket på hästens muskulatur jämfört med ett operationsbord, vilket styrks av studien av White och Suarez (1986). Inom humanforskningen har det framkommit att en luftmadrass resulterar i en signifikant minskning i tryck och därmed också minskar risken för liggsår (Rijkenhuizen & Dijk 1998). För hästar förklaras det att en vattenmadrass är mycket effektiv i egenskap av tryckavlastning, den kan dock innebära en instabil bas för kirurgi. Även luftmadrassen beskrivs som effektiv, dock måste djurhälsopersonal vara

försiktiga med att inte madrassen överfylls med luft och därmed blir för hård. (Taylor & Clarke 2007)

Fördelarna med att endast använda ett operationsbord som underlag, vid anestesi av hästar, kan vara att den är lätt att rengöra samt utgör ett stabilt underlag för bland annat kirurgi. Det går förhållandevis snabbt att placera hästen på bordet, vilket gör att anestesitiden förkortas. En nackdel är att trycket på hästens muskulatur ökar, vilket i sin tur kan leda till större risk för postoperativa komplikationer. Nackdelarna med en luftmadrass är att den måste fyllas med rätt lufttryck för att inte förlora sin tryckavlastande funktion. En annan nackdel kan vara att madrassen bör fyllas med luft innan hästen sövs, vid mycket akuta operationer kan detta vara svårt att hinna med. Det finns även en risk att luftmadrassen, till följd av hästens vikt, går sönder och läckage uppstår. Därför krävs en luftmadrass av god kvalitet för att den ska hålla för den höga belastningen. De fördelar som finns med en luftmadrass anses dock vara av betydligt större vikt. Luftmadrassen är lätt att förflytta och lätt att hålla ren. Tillverkaren av luftmadrassen anser att den är mycket hållbar och att den framförallt minskar trycket på hästens muskulatur, vilket kan förebygga postoperativa komplikationer som kan leda till smärta och funktionsnedsättning hos hästen.

5.3.2. Mätmetoder

Diskussionen fortsätter kring intramuskulär mätning samt mätning av muskeltryck med en tryckmätningssmatta. En observation är om det finnas någon skillnad i pålitlighet, när det gäller de resultat som framkommer, beroende på vilken typ av tryckmätningssmetod som används. Fördelar med tryckmätningssmattan är att den inte gör hästen illa. Med den intramuskulära tryckmätningsskatetern krävs invasiva stick i hästens muskulatur, vilket kan leda till smärta och obehag. Författarnas hypotes är dock att en tryckmätningsskateter kan ge ett mer exakt och pålitligt resultat, eftersom det är det faktiska trycket inuti muskulaturen som mäts. För att komma fram till vilken av de två tryckmätningssmetoderna som är mest tillförlitlig anser författarna att vidare studier bör genomföras, där både en tryckmätningssmatta och en intramuskulär tryckmätningsskateter jämförs. Hypotesen är att det med invasiv mätning, som med all annan anestesiutrustning, ges en bättre bild av hur verkligheten ser ut.

5.3.3. Riskzoner

Det kan antas att områden som är extra utsatta för höga tryck, och som kräver extra omtanke när det gäller tryckavlastning, är relativt de samma för djurslag som har liknande kroppsbyggnad. Resultatet från den experimentella studien visar att triceps och lår är muskelgrupper som är extra utsatta när hästar ligger i lateral position. Det förekom överlag ett lägre tryck på tricepsmuskulaturen jämfört med

lårmuskulaturen på samma operationsmadrass. I studien av White och Suarez (1986) har det framkommit att när hästar placerades i lateral position på en operationsmadrass förekom ett signifikant lägre tryck jämfört med om hästen placerades på en hård yta. Ett undantag, i den experimentella studien, uppmärksammades för tryckmätningarna av medeltryck av hela tricepsmuskulaturen (Figur 3) och hela lårmuskulaturen (Figur 7) på operationsbordet, där ett högre tryck uppmättes på triceps. Orsaken till det kan bero på att lårmuskulaturen täcks av mer mjukdelsvävnad än triceps. Det förklaras i studien av Caratyl et al. (2019) att över zoner med tunna lager mjukdelsvävnad tillåts inte en jämn fördelning av tryck och cirkulation. Resultatet från den experimentella studien styrks av flertal andra studier (White & Suarez 1986; Taylor & Clarke 2007; Wagner 2008; Caratyl et al. 2019). Av den orsaken bör det tas i beaktning av djurhjälsopersonal vid positionering och val av underlag inför anestesi. Anledningen är att undvika höga tryck på muskulaturen och därmed minska risken för ischemi och postoperativa komplikationer.

5.3.4. Förebyggande arbete

I flertal studier nämns att det inte enbart är ett högt tryck på hästens muskulatur som resulterar i myo- och neuropati, även andra orsaker räknas in som exempelvis hästens vikt, läkemedel och vilken grad syre kan levereras till vävnaderna (Lindsay et al. 1980; Klein 1990; Johnston et al. 2004; Dugdale & Taylor 2016).

En tryckavlastande madrass är en åtgärd som kan göra stor skillnad framförallt genom att undvika hypoperfusion (Daunt 1990; Taylor & Clarke 2007). Även upprätthållande av MAP (>70 mmHg) (Dugdale & Taylor 2016), positionering av hästen samt minimering av anestestiden är viktiga komponenter i det förebyggande arbetet mot postoperativa komplikationer (Daunt 1990). Det beskrivs att den största risken för postoperativa komplikationer tillstöter när hästar ligger under generell anestesi i mer än två timmar (Lindsay et al. 1980). Vilket är en indikation om att det förebyggande arbetet är av stor vikt. Det kan antas att det finns många olika sorters kuddar och underlag idag som kan vara till stor hjälp för att undvika och minska skadligt höga tryck på hästens muskulatur, då Daunt (1990) beskrev att det redan fanns många alternativ på 90-talet.

Det finns så kallade aktiva och passiva förebyggande åtgärder för att förhindra tryckskador. I studien av Caratyl et al. (2019) förklaras det att en tryckavlastande madrass hör till passiva metoder och till aktiva metoder hör vändning av patienten. De rekommenderar vändning av djuret för att undvika skadligt höga tryck på dess muskulatur, som i sin tur kan leda till tryckskador. Det kan anses som en självklarhet med ett litet djur, som av olika anledningar har blivit liggandes. Det förkommer dock stora risker med att vända en häst. Det kan därför anses vara en

åtgärd som kan räknas som nästintill omöjlig att utföra på en häst som ligger under anestesi. En tryckavlastande madrass betraktas därför som ett bättre alternativ mot att förebygga postoperativa komplikationer, exempelvis myo- och neuropati. En madrass kan dock inte lösa alla problem med postoperativa komplikationer. Alla olika beräkningar måste tas med och operationen måste planeras utefter varje individ. En operationsmadrass kan minska risken för skadligt höga tryck på hästens muskulatur, det betyder däremot inte att riskerna för komplikationer helt försvinner. En annan viktig faktor är korrekt positionering av hästen, eftersom de är stora djur som inte är gjorda för att ligga ner längre stunder.

I flertal studier har olika blodparametrar som en indikator på utvecklandet av myopati undersökts (Lindsay et al. 1980; White & Suarez 1986; Lindsay et al. 1989). Exakta värden har inte undersökts i kandidatarbetet, det har endast framkommit att höga värden CPK efter anestesi bekräftar myopati (Taylor & Clarke 2007). I studien av Lindsay et al. (1980) framkommer även att tillstånd som till exempel acidosis, hyperkapni, lågt blodtryck, elektrolyttrubbning och minskad cardiac output bidrog till början på neuromuskulära skador. Om djurhälsopersonal med hjälp av ett blodvärde, under anestesi, kan få en indikation om hästen ligger i riskzonen för att utveckla myo- och neuropati är det ytterligare ett sätt mot att förebygga komplikationen. Däremot bör fler studier utföras inom området för att undersöka vilket exakt värde som indikerar på uppkomst av myopati under anestesi.

5.3.5. Sociala och etiska aspekter

Hästar är stora djur som inte är gjorda för att vara sövda och ligga ner under längre perioder. Det kan leda till svårigheter att hitta en metod helt utan risker för hästen. Att välja en madrass som minskar trycket på hästens muskulatur anses som en åtgärd. Troligtvis är det svårt att få djurägare att ge tillstånd att deras hästar medverkar i försök för forskning kring operationsmadrasser, eftersom anestesi i ensamhet innebär risker för hästen. De kan dessutom drabbas av postoperativa komplikationer eller uppvak som leder till skada, vilket i sin tur kan leda till smärta och lidande för hästen.

De samhällliga och etiska aspekterna av att kunna välja en operationsmadrass, som minskar risken för ett skadligt högt tryck under anestesi av hästar, är att djur inte ska utsättas för lidande. Genom att förebygga postoperativa komplikationer handlar djurhälsopersonalen etiskt rätt gentemot hästen och går i enlighet med djurskyddslagen, det vill säga att skydda djuret mot onödigt lidande och sjukdom (Djurskyddslagen 2018:1192). Den sociala aspekten är att djurhälsovårdspersonal vill att djurägare ska vara tillfreds med den vård deras djur har fått. En nöjd kund kan komma att sprida goda rykten och kommer förhoppningsvis välja samma hästklinik vid framtida besök. Det kan medföra en god ekonomisk aspekt för

hästkliniken. För djurägaren kan även valet av en tryckavlastande madrass ses som en ekonomisk aspekt. Djurägaren besparas på oväntade utgifter om hästen undgår att drabbas av postoperativa komplikationer.

Operationsmadrassen som används under anestesi bör vara bra ur hygiensynpunkt. Om madrassen är svår att rengöra kan det leda till större risk för smittspridning mellan olika patienter. Det blir då en samhällslik aspekt eftersom smittor lättare kan spridas. Därtill kan det räknas att infektioner lättare tillstöter, vilket i sin tur kan leda till att antibiotikaanvändningen riskerar att öka. Författarna till kandidatarbetet ser detta som en samhällsaspekt eftersom antibiotikaresistensen ökar i takt med antibiotikaanvändandet.

6. Konklusion

Anestesi av hästar kommer aldrig att bli helt riskfritt eftersom hästar är stora djur som inte är gjorda för att ligga ner under längre perioder. Postoperativa komplikationer kommer troligen fortsätta vara ett vanligt förekommande problem. Genom detta arbete har olika orsaker som ger upphov till postoperativa komplikationer belysts samt vilka förebyggande åtgärder som kan vidtas.

Olika studier som behandlats i detta kandidatarbete kom fram till olika resultat vad gäller vilken madrass som innehar mest optimala tryckavlastande egenskaper. I den experimentella studien framkom att en luftmadrass gav ett signifikant lägre tryck på hästens triceps- och lårmuskulatur, jämfört med att enbart lägga hästen på ett operationsbord. Slutsatsen som kan dras är att genom användandet av en operationsmadrass kommer trycket på hästens muskulatur att minska. Därför borde risken för uppkomst av myo-och/eller neuropati reduceras. Det är inte enbart madrassen som minskar trycket på hästens muskulatur, även positionering samt duration av anestesi är viktiga faktorer.

I den experimentella studien genomfördes tryckmätningar med en tryckmätningmatta på avlivade hästar. Därför finns ingen vetskap om hur trycket på muskulaturen påverkar hästar i det postoperativa förloppet, det vill säga uppvak och återhämtning. Olika studier har kommit fram till olika resultat för vilket muskeltryck som är skadligt för hästen; över 30 mmHg minskar blodflödet till muskulaturen vilket leder till större risk för ischemi. För att undersöka sambandet mellan muskeltryck, postoperativa komplikationer och olika operationsmadrasser bör fler studier utföras. Den fortsatta hypotesen är att det finns skillnad i tryck mellan häst och madrass beroende på vilket material madrassen är tillverkad av. Hypotesen för framtida studier är att det går att förebygga postoperativa komplikationer, i form av myo- och neuropati, om en tryckavlastande madrass används vid anestesi av hästar.

Referenser

Caratyl, J., De Vreught, L., Cachon, T., Moissonnier, P., Bongartz, A., Viguier E. & Carozzo, C. (2019). Comparison of the different supports used in veterinary medicine for pressure sore prevention, *Journal of Small Animal Practice*, vol. 60, ss. 623-630. DOI: 10.1111/jsap.13061

Daunt, A. D., (1990). Supportive Therapy in the Anesthetized Horse, *Veterinary clinics of North America: Equine practice*, vol. 6, no. 3, ss. 557–574. DOI: 10.1016/S0749-0739(17)30531-X

Dugdale, A. HA. & Taylor, P.M. (2016). Equine anaesthesia-associated mortality: where are we now?, *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, vol. 3, ss. 242-255. DOI: 10.1111/vaa.12372

Duke, T., Filzek, U., Read M.R., Read E.K. & Ferguson J.G. (2006) Clinical Observations Surrounding an Increased Incidence of Postanesthetic Myopathy in Halothane-Anesthetized Horses. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, vol. 2, ss. 122–127. DOI: 10.1111/j.1467-2995.2005.00189.x

Johnston, G. M., Eastment J. K., Taylor P. M. & Wood J. L. N. (2004). Is Isoflurane Safer than Halothane in Equine Anaesthesia? Results from a Prospective Multicentre Randomised Controlled Trial. *Equine Veterinary Journal*, vol. 1, ss. 64–71. DOI: 10.2746/0425164044864723

Johnston, G. M., Eastment J. K., Wood J. L. N. & Taylor P. M. (2002). The Confidential Enquiry into Perioperative Equine Fatalities (CEPEF): Mortality Results of Phases 1 and 2. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, vol. 4, ss. 159–170. DOI: 10.1046/j.1467-2995.2002.00106.x

Klein, L. (1990). Anesthetic Complications in the Horse”. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, Principles and Techniques of Equine Anesthesia, vol. 3, ss. 665–692. DOI: 10.1016/S0749-0739(17)30537-0

Lindsay, W.A., McDonell, W., Bignell, W. (1980). Equine postanesthetic forelimb lameness: intracompartmental muscle pressure changes and biochemical patterns, *American Journal of Veterinary Research*, vol.41 (12), ss. 1919–1924

Lindsay, W.A., Pascoe, P.J., McDonell, W.N., Burgess, M.L.F. (1985). Effect of protective padding of forelimb intracompartmental muscle pressures in anesthetized horses, *American Journal of Veterinary Research*, vol 3, ss. 688–691

Lindsay, W.A., Robinson, G.M., Brunson, D.B., Majors, L.J. (1989). Induction of equine postanesthetic myositis after halothane-induced hypotension, *American Journal of Veterinary Research*, vol. 50, ss. 404–410

McDonell, W.N., Pascoe, P.J., Lindsay, W.A., Burgess, M.L.F. (1985). Evaluation of the wick catheter as used to measure intracompartmental muscle pressure in equine muscle, *American Journal of Veterinary Research*, vol. 46, ss. 684–687

Norman, W.M., Dodman, N.H., Court, M.H. (1988). Interstitial pH and Pressure in the Dependent Biceps Femoris Muscle of Laterally Recumbent Anesthetized Horses, *BVSC Veterinary Surgery*, vol. 17, no. 4, ss. 234–239

Rijkenhuizen, B.M. A. & van Dijk, P. (1998). The Incidence of Post-Anaesthetic Myopathy with the Use of a Static Air Mattress. *Pferdeheilkunde 14*, ss. 131–134. DOI: 10.21836/PEM19980204

SFS 2018:1192. *Djurskyddslagen*. Stockholm: Näringdepartementet RSL

Tanczos, C. (2010) Comparison of 2 Equine Surgical Tables, *Department für Großtierchirurgie und Orthopädie Veterinärmedizinische Universität Wien Klinik für Pferde*

Taylor, P.M. & Clarke K.W. (2007). *Handbook of Equine Anaesthesia*. 2. Uppl. Edinburgh: W.B. Saunders elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-7020-2835-9.50011-9

Wagner, A.E. (2008). Complications in Equine Anesthesia. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, vol. 3 ss. 735–752. DOI: 10.1016/j.cveq.2008.10.002

White, N.A., & Suarez, M. (1986). Change in triceps muscle intracompartmental pressure with repositioning and padding of the lowermost thoracic limb of the horse, *American journal veterinary research*, vol. 47, no. 10, ss. 2257–2260

Wetterskogs (u.å). *Hästmadrassen*. Tillgänglig: <https://wetterskogs.se/tillverkning/sjukvard/hastmadrassen/> [2020-05-27]

Medequus (u.å.). *Haico telgte I*. Tillgänglig: https://www.medequus.co.uk/equine-products/haico-tables/haico-family/haico-telgte-i/?fbclid=IwAR1yIhOji752jJhjWZX28HBod0oKPIFD0jq8HINMt_2HycjhPwT6KMRqGa0 [2020-05-28]

Tack

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Anna Bergh som handlett oss med sin expertis genom detta kandidatarbete. Vi vill även tacka Ann Hammarberg och den studiegrupp vi tillhört som har kommit med användbara synpunkter och råd när det gäller skrivandet.

Ett stort tack riktas även till personerna som utfört den experimentella studien, som därmed gjort detta kandidatarbete genomförbart.