



Hur väl överensstämmer blodtrycksmätning mätt på svansen jämfört med arteriell blodtrycksmätning på häst?

En klinisk studie

Elin Roxström och Moa Palmquist

Självständigt arbete i djuromvårdnad • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Djursjukskötarprogrammet
Uppsala 2025



Hur väl överensstämmer blodtrycksmätning mätt på svansen jämfört med arteriell blodtrycksmätning på häst? En klinisk studie

How well does blood pressure measurement on the tail correlate with arterial blood pressure measurement on horse? A clinical trial

Elin Roxström och Moa Palmquist

Handledare:	Johanna Penell, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper
Examinator:	Mia Svensson, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå, G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i djuromvårdnad
Kurskod:	EX0994
Program/utbildning:	Djursjukskötarprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för kliniska vetenskaper
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2025
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Nyckelord:	anestesi, blodtryck, blodtrycksmätning, häst, icke-invasiv, invasiv

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för kliniska vetenskaper

Djuromvårdnad

Sammanfattning

Blodtryck är en viktig parameter att övervaka på hästar under generell anestesi. Hästar påverkas i större utsträckning än andra djurslag av depressiva effekter från läkemedel som ges under anestesi och det finns en stor risk för hypotension. Hypotension är viktigt att undvika för att inte riskera sekundära problem hos hästen som exempelvis myopati. Inom hästanestesi används oftast invasiv blodtrycksmätning vilket anses vara guldstandard. Det är däremot tidskrävande och kan orsaka komplikationer och skulle kunna vara fördelaktigt att i vissa fall använda en icke-invasiv metod för blodtrycksmätning. Detta examensarbete inom djuromvårdnad syftade till att undersöka om blodtryck mätt på svansen överensstämmer med invasiv blodtrycksmätning med användningen av monitorn GE B125M.

Två metoder för blodtrycksmätning jämfördes i denna studie utförd på operationsavdelningen på Universitetsdjursjukhusets hästklinik. Åtta hästar under generell anestesi inkluderades i studien. Blodtrycket mättes invasivt via en artärkateter som placerades i lämplig artär baserat på utförd operation, enligt klinikens normala rutiner. Den icke-invasiva mätningen gjordes via en manschett placerad på svansbasen. Avläsningarna för båda mätmetoder gjordes från monitorn GE B125M. Mätvärden för systoliskt, diastoliskt och medelartärtryck från båda metoder togs var femte minut med målet att få tio mätvärden totalt för varje häst.

Resultatet visade att det fanns en statistisk signifikant skillnad mellan mätmetoderna där den icke-invasiva blodtrycksmätningen underskattade systoliskt, diastoliskt och medelartärtryck. En större skillnad mellan mätmetoderna observerades när hästarna placerades i dorsalt läge. Den minsta spridningen mellan mätmetoderna var för medelartärtrycket.

Studiens resultat tyder på att den icke-invasiva blodtrycksmätningen inte är lika tillförlitlig som invasiv mätning och kan därmed inte med säkerhet användas som substitut för invasiv blodtrycksmätning på hästar under generell anestesi. Fler studier bör utföras med ett större urval och en mer standardiserad metod för att få mer tillförlitliga resultat.

Nyckelord: anestesi, blodtrycksmätning, häst, IBP, manschett, NIBP, övervakning

Abstract

Blood pressure is an important parameter to monitor on horses that undergo general anesthesia. Horses are, to a greater extent than other animals, affected by the cardiorespiratory depression caused by the drugs used in anesthesia and the risk for hypotension is high. It is important to avoid hypotension to prevent further complications in the horse such as myopathy. In equine anesthesia blood pressure measurement is most commonly measured invasively, which is considered gold standard. However, invasive blood pressure measurement is time-consuming and can cause complications and therefore a non-invasive method might be preferable. This bachelor's thesis within animal nursing aimed to investigate how well blood pressure measured on the tail corresponds to invasive blood pressure measurement.

Two methods for measuring blood pressure were compared in a study executed at the large animal hospital at the Swedish University of Agricultural Sciences. Eight horses that underwent general anesthesia were included in the study. The blood pressure was measured invasively through an arterial catheter that was placed in the most appropriate artery based on the surgery. The non-invasive blood pressure measurement was performed with a cuff placed on the base of the tail. The measurements for both methods were taken from the monitor GE B125M. Values for systolic, diastolic and mean arterial blood pressure from both methods were taken every fifth minute with a goal of obtaining ten measurements in total for each horse.

The results showed a statistically significant difference between the two methods. The non-invasive blood pressure measurement underestimated systolic, diastolic and mean arterial blood pressure. The study observed a greater difference between the methods for the horses in dorsal recumbency. Mean arterial pressure showed the least variability between the two measurement methods.

The results of the study suggest that non-invasive blood pressure measurement is not as reliable as invasive measurement and can not be confidently used as a substitute for invasive blood pressure monitoring in horses under general anesthesia. Further studies should be conducted with a larger sample size and a more standardized method to obtain more reliable results.

Keywords: anesthesia, blood pressure measurement, cuff, equine, IBP, monitoring, NIBP

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	7
Figurförteckning.....	8
Förkortningar.....	9
1. Inledning	10
1.1 Syfte.....	11
1.2 Frågeställning	11
2. Bakgrund	12
2.1 Blodtryck	12
2.1.1 Invasiv blodtrycksmätning.....	12
2.1.2 Icke-invasiv blodtrycksmätning	13
2.1.3 Kriterier för användbarheten av icke-invasiv blodtrycksmätning.....	14
2.1.4 Monitorering av blodtryck under anestesi	14
2.2 Hypotension och post-anestetiskt myopati	14
2.3 Tidigare forskning	15
2.3.1 Forskning på människor och andra djurslag.....	15
2.3.2 Forskning på hästar	15
3. Material och metod	17
3.1 Litteratursökning	17
3.2 Klinisk studie	17
3.2.1 Populationsurval.....	17
3.2.2 Utrustning och utförande.....	17
3.2.3 Statistisk analys	18
4. Resultat	20
4.1 Studiepopulation	20
4.2 Deskriptiva resultat.....	21
4.3 Statistisk analys	24
5. Diskussion	26
5.1 Resultatdiskussion	26
5.2 Metoddiskussion	29
6. Konklusion.....	32
Referenser	33
Tack 38	
Bilaga 1. Protokoll blodtrycksvärden.....	39
Bilaga 2. Protokoll allmänt om hästen	40
Bilaga 3. Uppmätt blodtrycksvärden.....	41

Tabellförteckning

Tabell 1. Avstånd från hjärtat i cm och mmHg som tagits bort.....	20
Tabell 2. Svansens omkrets och vald manschettstorlek.	20
Tabell 3. Tabell 2. Medelvärde, standardavvikelse (SD) och konfidensintervall. P-värde för SAP användes parade t-test och P-värde för DAP och MAP användes Wilcoxon signed-rank test. Samtliga 72 mätningar ingick i testet.	24

Figurförteckning

- Figur 1. Samtliga åtta hästarnas uppmätta värden och spridning för systoliskt blodtryck.
Uppmätt blodtryck visas på y-axeln och på x-axeln visas mätmetoderna. Varje box visar 25:e–75:e percentilen, medelvärde (x) och medianvärde (streck) och varje bar visar minimum och maximumvärde. mmHg = millimeter kvicksilver. 22
- Figur 2. Samtliga åtta hästarnas uppmätta värden och spridning för diastoliskt blodtryck.
Uppmätt blodtryck visas på y-axeln och på x-axeln visas mätmetoderna. Varje box visar 25:e–75:e percentilen, medelvärde (x) och medianvärde (streck) och varje bar visar minimum och maximumvärde. mmHg = millimeter kvicksilver. 22
- Figur 3. Samtliga åtta hästarnas uppmätta värden och spridning för medelartärtryck.
Uppmätt blodtryck visas på y-axeln och på x-axeln visas mätmetoderna. Varje box visar 25:e–75:e percentilen, medelvärde (x) och medianvärde (streck). Extremvärdena räknas inte med i minimum och maximumvärdena som varje bar har. Punkterna visar på extremvärden som ligger 1,5 gånger ifrån avståndet mellan de yttre kvartilerna. mmHg = millimeter kvicksilver..... 23
- Figur 4. Figur 4. Från sju hästar jämfördes medelvärden för MSAP, MMAP och MDAP för åtta mätningar för respektive metod. En häst exkluderades eftersom endast fem mätningar kunde tas. 24

Förkortningar

AHCP	American College of Veterinary Internal Medicine Hypertension Consensus Panel
DAP	Diastoliskt blodtryck
IBP	Invasivt blodtryck
IPPV	Intermittent övertrycksventilation
MAP	Medelartärtryck
mmHg	Millimeter kvicksilver
NIBP	Icke-invasivt blodtryck
PAM	Post-anestetisk myopati
SAP	Systoliskt blodtryck
UDS	Universitetsdjursjukhuset
VBPS	Veterinary Blood Pressure Society

1. Inledning

Anestesi på häst är riskfylld och den perioperativa dödligheten är högre hos hästar än andra djurslag (Taylor & Clarke 2007). Hos hästar ligger dödligheten runt 1% (Johnston et al. 2002) medan motsvarande estimat för hund och katt rapporterats ligga runt 0,17% respektive 0,24% (Brodbelt et al. 2008). Det är inte helt klarlagt varför hästar löper en högre risk att undergå anestesi men det har föreslagits bero på den kardiorespiratoriska depression som ofta uppträder under anestesi på hästar (Taylor och Clarke 2007). Hypotension är ett mycket vanligt förekommande problem på sövda hästar (Clarke et al. 2013) och ett tillfredsställande blodtryck bör upprätthållas då hypotension har identifierats som en betydande riskfaktor för utvecklingen av post-anestetisk myopati (Young & Taylor 1993 se Richey et al. 1990). Enligt Taylor & Clarke (2007) ska det genomsnittliga blodtrycket i artärerna, mean arterial blood pressure (MAP), hållas över 70 millimeter kvicksilver (mmHg).

Arteriellt blodtryck är, tillsammans med puls- och andningsfrekvens, det viktigaste hjälpmedlet vid monitoreringen av hästar under generell anestesi (Taylor & Clarke 2007). Idag mäts blodtrycket huvudsakligen arteriellt via invasivt blodtryck vilket räknas som guldstandard (Hubbell 2008). Ur ett omvårdnadsperspektiv är blodtrycksmätning ett viktigt verktyg för djurhälsopersonal för att kunna upptäcka och vidta åtgärder vid exempelvis hypotension. Kunskap om huruvida invasiv (IBP; engelska: invasive blood pressure) och icke-invasiv blodtrycksmätning (NIBP; engelska: non-invasive blood pressure) skiljer sig är därmed av stor relevans för att vara säker på att monitoreringen av blodtrycket är korrekt. Att placera en artärkateter är dock tidskrävande och kan medföra en risk för bland annat infektioner, blödning och trombos (Michard et al. 2018). Att kunna ersätta den invasiva blodtrycksmätningen med en icke-invasiv kan vara fördelaktig både för hästen, genom att minska risken för blödningar och infektioner i kärlet, men också för djursjukskötaren, genom att förenkla arbetsuppgifter som är tidskrävande.

Icke-invasiv blodtrycksmätning kan mätas med olika monitorer, da Chuncha et al. (2015) jämförde två olika monitorer på häst och fann att det fanns skillnader i dess överensstämmelse med invasivt blodtrycksmätningen. Det finns idag ett antal studier som undersökt skillnaden mellan NIBP och IBP på häst med olika typer av monitorer. Vidare saknas det studier med monitorn GE B125M för att mäta dess noggrannhet och precision jämfört med invasiv blodtrycksmätning och det behövs därför mer forskning. Detta kandidatarbete skrivs inom ämnet djuromvårdnad och ska undersöka om det finns någon skillnad i mätningar mellan invasivt blodtryck och icke-invasivt blodtryck med monitorn GE B125M mätt med en svansmanschett.

1.1 Syfte

Syftet med detta kandidatarbete är att undersöka om blodtrycksmätning mätt med en svansmanschett, med användning av monitorn GE B125M kan ge lika tillförlitliga resultat som invasiv arteriell blodtrycksmätning under generell anestesi på häst.

1.2 Frågeställning

Hur väl överensstämmer blodtrycksmätning med en svansmanschett jämfört med invasiv arteriell blodtrycksmätning hos hästar under generell anestesi?

2. Bakgrund

2.1 Blodtryck

Blodtryck definieras som blodets tryck mot kärlväggarna i artärerna och räknas ut genom att multiplicera hjärtminutvolymen med det perifera vaskulära motståndet (Goodman & Kitchen 2023). För att upprätthålla en tillräcklig cirkulerande blodvolym för att säkerställa syretillförsel till vävnader, regleras hjärtminutvolymen och slagvolymen dynamiskt där blodtrycket fungerar som den reglerande variabeln (Bruss & Raja, 2022). Eftersom det arteriella blodtrycket korrelerar med hjärtminutvolym, kan det användas som en indirekt indikator för vävnadsperfusion (Taylor & Clarke, 2007). Däremot är den mest exakta metoden för att utvärdera cirkulationen mätning av hjärtminutvolym, men i praktiken mäts det arteriella blodtrycket (Doherty & Valverde, 2006).

Mair och Green (2005) beskriver att blodtryck mäts i systoliskt, diastoliskt och medelartärtryck. Författarna förklarar att det systoliska trycket (SAP; engelska: systolic arterial pressure) är det maximala blodtrycket som uppstår vid kontraktion av kamrarna, medan det diastoliska trycket (DAP; engelska: diastolic arterial pressure) är minimitrycket och inträffar innan nästa kontraktion, när hjärtmuskeln är maximalt avslappnad. Vidare beskriver författarna att medelartärtrycket (MAP; engelska: mean arterial pressure) är det genomsnittliga trycket under en hjärtcykel, och är ett mått på hur effektivt kroppens organ får blod och syre. Normalvärdet för häst under generell anestesi för MAP bör ligga mellan 60 och 90 mmHg och önskvärt är att MAP är över 70 mmHg för att upprätthålla tillräcklig vävnadsperfusion (Hubbell 2004). Ett MAP-värde under 55 mmHg kan leda till hjärtstopp, och det rekommenderas även att SAP inte understiger 80 mmHg och DAP inte understiger 50 mmHg under anestesi på häst (Mair & Green 2005).

2.1.1 Invasiv blodtrycksmätning

Artärtrycket kan mätas via IBP och NIBP, där den invasiva blodtrycksmätningen anses vara guldstandard (Goodman & Kitchen 2023). Hos hästar placeras vanligen en artärkateter i a. metatarsalis, a. facialis, a. transversus facialis eller a. coccygea (Doherty & Valverde 2006). Ändartärer bör om möjligt undvikas för att förhindra nekros om blodflödet skulle blockeras (Dugdale et al. 2020).

Dugdale et al. (2020) förklarar att artärkatetern kopplas upp på en styv förlängningsslang som är fylld med hepariniserad natriumklorid eller hepariniserad glukos, vilket används för att undvika bildning av blodkoagel eller luftbubblor som kan ge felaktiga blodtrycksvärden. Författarna förklarar vidare att förlängningsslangen är ansluten till en givare i form av en aneroid manometer eller en elektronisk tryckgivare där blodtrycksmätningen sker kontinuerligt. Trycket ska mätas från en referensnivå, vilken är hjärtats nivå och när tryckgivaren är placerad i denna höjd ska den nollställas mot lufttryck (Dugdale et al. (2020).

Doherty och Valverde (2006) beskriver flera potentiella felkällor för den invasiva blodtrycksmätningen så som felaktigt nollställd givare, för lång slang mellan kateter och givare, luftbubblor samt en förlängningsslang som inte är tillräckligt styv. Enligt Dugdale et al. (2020) kan artärkateterisering kan medföra en risk för bland annat infektion, luftemboli, trombos och tromboarterit. Luftemboli kan uppkomma vid exempelvis spolning av en kateter då luftbubblor oavsiktligt införs i kärlet, och vid tillräcklig mängd kan symptom som förvirring, blindhet, pares, dyspné, krampanfall och plötslig död ses (Dugdale et al. 2020).

2.1.2 Icke-invasiv blodtrycksmätning

Inom humanvård är den vanligaste metoden för icke-invasiv blodtrycksmätning oscillometri (Alpert et al. 2014). Även inom veterinärmedicin är oscillometri en vanlig metod för mätning av NIBP, men även Doppler ultraljud, där båda tekniker baseras på användning av en manschett (Mair & Green 2005). Vid användning av oscillometri på häst kan manschetten placeras antingen vid svansbasen eller vid metatarsalbenet (Mair & Green 2005). Goodman och Kitchen (2023) förklarar att vid oscillometri placeras manschetten över en artär varpå manschetten blåses upp och därmed blockerar blodflödet till extremiteten. Författningssvis förklarar författarna att blodflödet återupptas successivt i takt med att luften i manschetten töms och när trycket tillåter det första blodflödet mäts SAP, medan DAP mäts när trycket tillåter fullt blodflöde. Författarna beskriver även att MAP beräknas från det systoliska och diastoliska trycket.

Den första mätningen av blodtrycket bör alltid ignoreras då trycket av manschetten kan orsaka en reflexmässig förändring i blodtrycket och anses därmed inte representativt (Sjaastad 2003). Goodman och Kitchen (2023) nämner att felmätningar vid oscillometri kan inträffa på grund av fel storlek på manschetten, rörelse hos patienten, arytmier och hypotension. Författarna beskriver vidare att en manschett som är för liten i bredden ger ett överskattat värde och en manschett som är för stor i bredden ger ett underskattat värde av blodtrycket. Även en manschett som sitter för löst kan resultera i ett felaktigt högt värde (Mair & Green 2005). Manschettens bredd ska vara cirka 35-40 % av svansbasens omkrets (Mair & Green 2005).

Blodtryck ska mätas i hjärthöjd då gravitationskraften gör att blodtrycket tenderar att bli lägre ovanför och högre under hjärthöjd (Sjaastad, 2003). För att korrigera det vertikala avståndet mellan manschett och hjärta kan 0,72 mmHg läggas till eller tas bort för varje centimeter högre eller lägre manschetten är placerad i förhållande till hjärtat (Gay et al. 1977). Taylor och Clarke (2007) förklarar att när hästen placeras i lateralt läge är manschettens placering på svansen i lagom höjd med hjärtat. Vidare beskriver Taylor och Clarke (2007) att om hästen ligger i dorsalt läge kan manschetten hamna 20-40 cm under hjärtats nivå vilket kan resultera i felaktiga blodtrycksvärden. I en studie av Giguere et al. (2008) undersöktes den optimala placeringen av manschetten på 10 föl. I studien jämfördes blodtrycksvärdena med IBP och författarnas slutsats var att coccygeal artären visade minst felaktiga värden.

2.1.3 Kriterier för användbarheten av icke-invasiv blodtrycksmätning

Skelding och Valverde (2020) har presenterat Veterinary Blood Pressure Society (VPBS) och American College of Veterinary Internal Medicine Hypertension Consensus Panel (AHCP) rekommendationer för acceptabla felvärden för användbarheten av icke-invasiv blodtrycksmätning. Författarna beskriver att medelfelet på det systoliska och diastoliska blodtrycket bör vara högst 10 mmHg $\pm$ 15 mmHg (medelvärde $\pm$ SD). Av alla blodtrycksmätningar ska 50 % ligga inom 10 mmHg från den invasiva blodtrycksmätningen och 80 % av alla blodtrycksmätningar ska ligga inom 20 mmHg från det invasiva blodtrycket (Skelding & Valverde 2020). Slutligen nämner författarna att minst åtta individer ska inkluderas i studien och resultaten ska endast tillämpas på det aktuella djurslaget.

2.1.4 Monitorering av blodtryck under anestesi

Vid anestesi används ett flertal läkemedel som har en depressiv inverkan på det kardiovaskulära systemet, exempelvis isofluran (Wagner 2008). Hästar är extra känsliga för läkemedels depressiva effekter vilket ger en stor risk för hypotension (Wagner 2008). Enligt en studie av Nyman et al. (1990) försämras gasutbytet vid allmän anestesi hos hästar vilket kan innebära att användning av intermittent övertrycksventilation (IPPV; engelska: intermittent positive pressure ventilation) blir nödvändig. IPPV är en mekanisk ventilation och hjälper till eller tar över andningen om hästen har en otillräcklig syresättning (Ishizuka et al. (2014). Samtidigt minskar IPPV det venösa återflödet i kroppen och resulterar i ett sänkt blodtryck (Robertson 2010). Ett lågt blodtryck kan leda till komplikationer som myopati, försämrat uppvak och vävnadsskador på grund av minskad vävnadsperfusion (Donaldson 1988). Genom att monitorera blodtrycket undviks inte bara komplikationer utan det är även en bra indikator på hästens anestesidjup, där ett lägre blodtryck kan tyda på en djupare anestesi tillsammans med andra parametrar (Hubbell 2004).

2.2 Hypotension och post-anestetiskt myopati

Hypotension är en känd bidragande faktor till att post-anestetisk myopati (PAM) kan utvecklas (Young och Taylor 1993 se Richey et al. 1990). Myopati orsakas på grund av ischemi i muskler som under anestesi inte fått en tillräcklig genomblödning och därmed en otillräcklig syresättning (Taylor och Clarke 2007). Ofta ses inte kliniska symtom förrän efter avslutad anestesi och det är därav alltid viktigt att monitorera blodtrycket och önskvärt att hålla det över 70 mmHg under anestesis förlopp (Taylor och Clarke 2007). Myopati orsakar muskelsvaghet,

håla och svår smärta och drabbade musklerna kan vara hårda och svullna (Taylor och Clarke 2007). Taylor och Clarke (2007) beskriver att graden av håla kan variera från mild till mer allvarlig där hästen inte kan stå. Vidare är det vanligt att hästar med PAM är mycket stressade, svetts och har en snabb och ansträngd andning vilket kan göra hästarna svårhanterade. Författarna nämner även att musklerna som skadas kan frisätta myoglobin till blodbanan vilket i stora mängder kan orsaka dödlig njursvikt. PAM kan vara reversibelt men beror på allvarlighetsgraden (Hepworth-Warren et al. 2025). Hepworth-Warren et al. (2025) beskrev att några hästar avlivades på grund av för stora skador av PAM efter anestesi och några återhämtade sig från skadorna.

2.3 Tidigare forskning

2.3.1 Forskning på människor och andra djurslag

På andra djurslag som exempelvis hund mäts blodtrycket rutinmässigt med icke-invasiv mätning. Da Cunha et al. (2016) visar att NIBP överensstämmer med IBP vilket har resulterat i att NIBP anses vara en validerad metod för blodtrycksmätning på hund. En annan studie, även den på hundar, beskriver dock att den icke-invasiva metoden bör tolkas med försiktighet trots att övervägande värden överensstämmer med invasiv blodtrycksmätning då individuella värden kan variera mycket (Macfarlane et al. 2010). Martel et al. (2013) visade att icke-invasiv blodtrycksmätning på katter uppfyllde ACHM rekommendationer för kraven av validering av användningen av NIBP-metoder. Lakhal et al. (2018) beskriver att icke-invasiv blodtrycksmätning används i stor utsträckning på människa och har i en tidigare studie visat att NIBP inte gav felaktiga mätningar jämfört med IBP på människor med arytmier. Gore et al. (2024) påstår däremot att invasiv blodtrycksmätning är guldstandard på allvarligt sjuka patienter. Författaren förklarar att detta är på grund av att icke-invasiv blodtrycksmätning kan vara otillförlitlig på kritiskt sjuka patienter. Dessutom beskriver författaren att andra parametrar, så som exempelvis arteriellt partialtryck av syre och koldioxid, glukosvärde och pH-värde kan mätas med invasiv blodtrycksmätning, vilket bidrar till fördelaktigheten av invasiv mätning.

2.3.2 Forskning på hästar

Det har gjorts flera studier som jämför invasiv och icke-invasiv blodtrycksmätning på häst. Många studier visar en variation i blodtrycksmätning mellan IBP och NIBP (Yamaoka et al. 2017, Rousseau-Blass et al. 2020). Yamaoka et al. (2017) visade i studien, utförd på 40 hästar med monitorn Datex Ohmeda S/5 Compact, att trots att många mätningar mellan IBP och NIBP korrelerade fanns det även flertalet enskilda mätningar som stack ut. Liknande resultat visade även studien av Rousseau-Blass et al. (2020). Vidare jämförde Rousseau-Blass et al. (2020) resultatet då manschettens bredd varierade mellan 25 % och 40 % av svansens omkrets. Resultatet i studien visade att en

manschettstorlek som motsvarar 40 % av svansomkretsen gav mer tillförlitliga mätningar än den smalare manschetten.

NIBP korrelerar ofta bra med IBP för MAP vid normotension med användning av monitorn Bionet BM7Vet (Twele et al. 2022). Vid låga blodtrycksvärden har det i flera studier visats att NIBP överestimerar IBP vilket således innebär att en eventuell hypotension kan missas (Twele et al. 2022, Hatz et al. 2015). En annan studie av Pratt et al. (2022) visade däremot att NIBP felaktigt visade hypotension. Vidare förklarar författarna att NIBP mätt på benet, jämfört med svansen, gav mer överskattade värden av samtliga blodtrycksvärden vilket kan leda till att korrigering av hypotension inte sker trots att behovet finns.

3. Material och metod

3.1 Litteratursökning

För att samla in information till arbetets inledning, bakgrund samt till stöd för diskussionen gjordes en litteratursökning. Informationen hämtades från vetenskapliga artiklar och böcker som behandlar ämnet anestesi för hästar. Litteratursökningen gjordes via Pubmed, Web of Science och SLUs söktjänst Primo. Vidare hittades referenser från relevanta studier och artiklar som även inkluderades. Sökord som användes var: equine, horse*, anesth*, "blood pressure", NIBP, IBP, invasive, non-invasive, cuff.

3.2 Klinisk studie

3.2.1 Populationsurval

Studien utfördes på operationsavdelningen på Universitetsdjursjukhusets (UDS) hästklirik. Åtta hästar ingick i studien och datainsamlingen ägde rum dagtid under februari och mars 2025. Inklusionskriterierna var att samtliga åtta hästar genomgick en operation under generell anestesi där invasivt blodtryck mättes. Urvalet var ett bekvämlighetsurval, och hästarnas identitet var okänt för datainsamlarna. För studien fanns SLUs generella etiska godkännande (5.8.18-12184/2023) och ett godkännande från UDS hästklirik. Det krävdes inga särskilda tillstånd från djurägarna utöver det generella mottagningsbeviset där djurägaren bland annat godkänner att hästen används i forskning.

3.2.2 Utrustning och utförande

Hästarna sövdes enligt UDS standardprotokoll: premedicinering med acepromazin 0,05 mg/kg intramuskulärt (Plegicil 10 mg/ml) samt romifidin 0,12 mg/kg (Sedivet 10 mg/ml). Induktionen gjordes med ketamin 2,7 mg/kg (Ketaminol 100mg/ml) intravenöst och midazolam 0,1 mg/kg intravenöst. Isofluran (Isoflo vet.) användes för underhåll av anestesi. Alla hästar förutom två fick dobutamin CRI (5mg/ml) under narkosen. Samtliga hästar förutom en fick även Ringer acetat under hela anestesi.

En artärkateter lades i a. facialis på två hästar, a. transversus facialis på fyra hästar och a. metatarsalis på två hästar (vänster bakben respektive höger bakben). Alla artärkatetrar placerades av en erfaren anestesisköterska när hästarna hade sövts och kopplades sedan till tryckgivaren via en förlängningsslang. Tryckgivaren nollställdes sedan mot luft och placerades därefter i höjd med hjärtat av anestesisköterskan genom att jämföra mot sternum-spetsen. Blodtrycket mättes kontinuerligt under hela anestesi med hjälp av monitorn GE B125M.

Val av manschettstorlek för den icke-invasiva blodtrycksmätningen gjordes genom att mäta omkretsen på hästens svansbas med ett måttband. Manschetterna

hade ett spann på två siffror som angav omkretsen och storleken valdes utefter att den uppmätta omkretsen låg i detta spann. På fem hästar användes storleken 17-25 cm och på tre hästar användes storleken 23-33 cm. Coccygealartären palperades fram och manschetten placerades över denna med hjälp av artärmarkeringen på manschetten. Manschetten kopplades till monitorn GE B125M där avläsningarna gjordes. För att säkerställa att manschetten hamnade i höjd med hjärtat mättes avståndet mellan tryckgivare till golv och avståndet mellan manschett till golv. På alla hästar där manschetten hamnade under hjärtats höjd subtraherades 0,72 mmHg för varje centimeter i nivåskillnad för att mätresultaten skulle vara korrekta (Gay et al. 1977). Korrigeringen gjordes under databearbetningen efter datainsamlingsperioden. All data som redovisas i resultatavsnittet baseras på korrigerade värden.

Avläsningarna påbörjades när artärkateter och manschett var placerade varav det första resultatet ignorerades eftersom första mätningen oftast inte är representativ av blodtrycket (Sjaastad 2003). Därefter planerades mätningarna att tas var femte minut under 50 minuter vilket skulle ge tio mätningar per häst. På en häst gjordes endast fem mätningar och två hästar endast åtta mätningar, då operationstiden var kortare och på en häst gjordes 11 mätningar. Mätningarna från SAP, DAP och MAP lästes av från den invasiva och icke-invasiva blodtrycksmätningen. Det invasiva lästes av samtidigt som det icke-invasiva visades på monitorn för att eftersträva temporal överensstämmelse. Alla mätvärden noterades i ett protokoll (bilaga 1). I protokollet noterades även bland annat ras, kön, vikt, ålder, positionering och medicineringsplanering innan och under anestesi (bilaga 2).

Vid studiens två första mättillfällen var båda författarna med under hela anestesi för att kalibrera mätningen genom att säkerställa att datainsamlingen skedde korrekt och på samma sätt för att minska bias. Därefter samlade författarna in data separat vid olika tillfällen under februari och mars 2025.

3.2.3 Statistisk analys

All insamlad data sammanställdes i kalkylprogrammet Excel. Ett låddiagram vardera skapades i Excel för SAP, DAP och MAP med alla 72 mätningar från samtliga åtta hästar. Observationerna ansågs vara oberoende då fokus var att jämföra mätmetodernas överensstämmelse. Utfallsvariablerna var kontinuerliga och dels normalfördelade (SAP för båda mätmetoder), dels icke-normalfördelade (DAP och MAP för NIBP). För att se hur mätmetoderna överensstämde användes parat t-test av kontinuerliga variabler som är normalfördelade, och för jämförelse av kontinuerliga variabler som inte är normalfördelade användes Wilcoxon signed-rank test. Wilcoxon signed-rank test är ett icke-parametrisk statistiskt test för att jämföra två beroende grupper där datan inte är normalfördelad. Det parade t-testet och Wilcoxon signed-rank test samt undersökning av normalfördelning genom Shapiro-Wilk W test för normala data gjordes i statistikprogrammet Stata (Stata SE 16.1, StataCorp, 4905 Lakeway Drive, Texas 77845 USA). Gränsen för statistisk signifikans ansågs för samtliga tester vara $p < 0.05$.

För varje parameter (SAP, DAP och MAP) för NIBP respektive IBP beräknades ett medelvärde för varje enskild mätning (1–8) på sju hästar. Detta gjordes genom att ta summan av blodtrycksvärdena vid exempelvis mätning ett från samtliga hästar och detta dividerades sedan med antalet hästar. En häst exkluderades på grund av för få mätningar. På två hästar kunde endast åtta mätningar utföras och därför begränsades analysen till åtta mätningar för sju hästar. Detta visas i ett linjediagram som gjordes i Excel. På resterande analyser inkluderades samtliga hästar.

Medelskillnaden mellan NIBP och IBP räknades ut genom att ta skillnaden mellan mätmetoderna för exempelvis alla SAP-värden och dela med antalet mätvärden. Detta jämfördes sedan mot AHCP och VBPS rekommendationer för validering av NIBP. Medelskillnaden räknades även ut enskilt för dorsalt och lateralt placerade hästar samt en beräkning där endast mätningarna från ett föl analyserades.

4. Resultat

4.1 Studiepopulation

I studien ingick åtta hästar varav fyra var valacker, två ston och två hingstar. Åldern på hästarna som ingick i studien var mellan 10 månader och 17 år med en medelålder på 6,5 år. Hästarnas vikt varierade mellan 315 kg och 647 kg med en medelvikt på 535 kg. Raserna inkluderade fyra svenska varmblood, en kallblodig travare, en pura raza española, en irländsk draghäst och en oldenburgare. Fem hästar hade en ASA gradering på I, två på II och en var inte graderad. Fyra hästar låg i dorsalt läge och fyra låg i lateralt läge varav tre på vänster sida och en på höger sida.

För två av hästarna hamnade manschetten i samma höjd som hjärtat, båda låg i lateralt läge. För resterande hästar hamnade manschetten under hjärtat där det skiljde sig mellan 7 och 44 cm. Tabell 1 visar avståndet för samtliga hästar vars manschett placerades under hjärtat samt det tal som dragits av från respektive mätvärde för SAP, DAP och MAP.

Tabell 1. Avstånd från hjärtat i cm och mmHg som tagits bort och antal mätningar.

Häst:	cm under hjärta	mmHg som tas bort	Placering under anestesin	Antal mätningar
1	38 cm	27 mmHg	Dorsal	5
2	16 cm	12 mmHg	Lateral	8
3	7 cm	5 mmHg	Lateral	10
4	43 cm	31 mmHg	Dorsal	10
5	48 cm	35 mmHg	Dorsal	10
6	44 cm	32 mmHg	Dorsal	10
7	0 cm	0 mmHg	Lateral	11
8	0 cm	0 mmHg	Lateral	8

Tabell 2. Svansens omkrets och vald manschettstorlek.

Häst:	Svansen omkrest	Vald manschettstorlek
Häst 1	27 cm	23-33 cm
Häst 2	28 cm	23-33 cm
Häst 3	19 cm	17-25 cm
Häst 4	23 cm	17-25 cm
Häst 5	24 cm	17-25 cm
Häst 6	17 cm	17-25 cm
Häst 7	27 cm	23-33 cm
Häst 8	22,5 cm	17-25 cm

4.2 Deskriptiva resultat

För varje häst var målet att ta tio mätningar för IBP respektive NIBP. På fem hästar var detta möjligt varav en dessutom fick elva mätningar. På resterande tre kunde av olika skäl inte tillräckligt många mätningar tas. En häst fick endast fem uppmätta värden, med ett avbrott mellan läsning tre och fem, på grund av att NIBP inte fungerade. På två av hästarna uppmättes endast åtta mätningar vardera på grund av att operationerna inte var tillräckligt långa. Relevanta skillnader i blodtryck mellan mätmetoderna var att 50 % av mätvärdena bör vara inom 10 mmHg samt att 80 % bör vara inom 20 mmHg (Skelding & Valverde 2020).

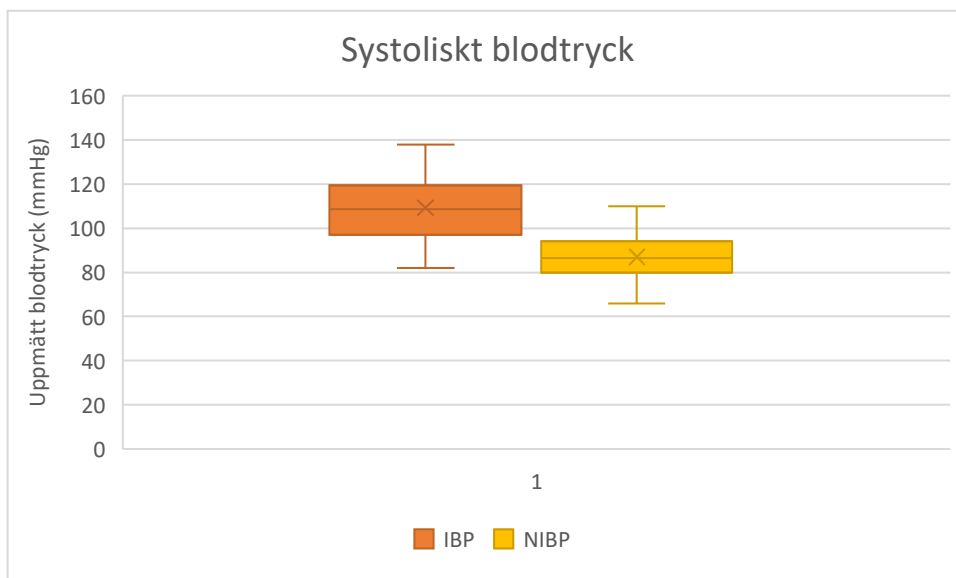
Medelskillnaden mellan NIBP och IBP för SAP var 22 mmHg. I 5 % av mätningarna låg skillnaden mellan metoderna inom 10 mmHg, och 61 % låg inom 20 mmHg. Den största observerade skillnaden var 53 mmHg, medan den minsta var 3 mmHg. När resultaten analyserades utifrån kroppsläge framkom att hästar i lateral position hade en medelskillnad på 14 mmHg, medan hästar i dorsal position hade en medelskillnad på 28 mmHg.

Medelskillnaden mellan NIBP och IBP för DAP var 13 mmHg. I 51 % av mätningarna låg skillnaden inom 10 mmHg och 74 % låg inom 20 mmHg. Den största observerade skillnaden var 43 mmHg, och den minsta 0 mmHg. Hästar i lateral position hade en medelskillnad på 7 mmHg, medan hästar i dorsal position hade en medelskillnad på 17 mmHg.

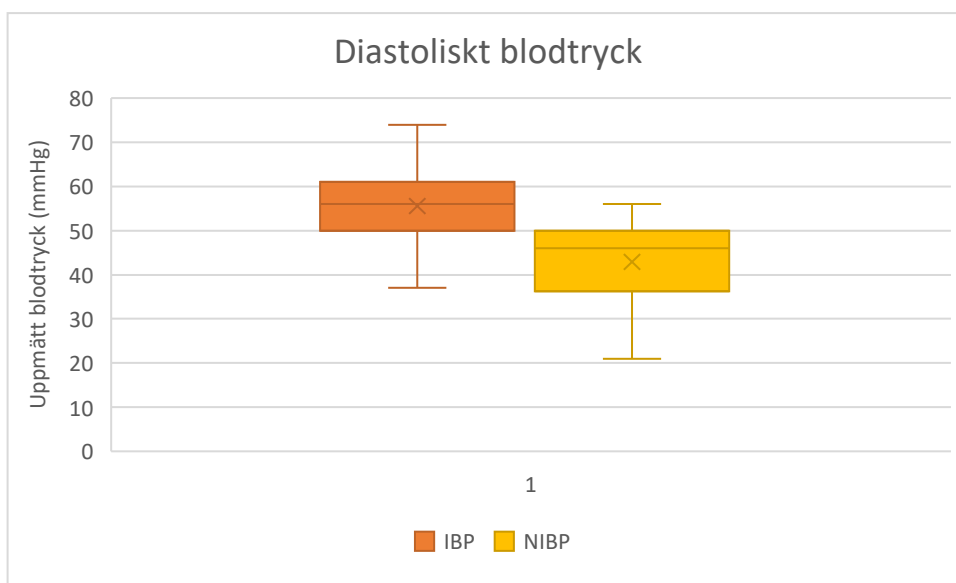
För MAP var medelskillnaden mellan NIBP och IBP 13 mmHg. I 43 % av mätningarna låg skillnaden inom 10 mmHg och för 78 % låg skillnaden inom 20 mmHg. Den största skillnaden låg på 35 mmHg och den minsta på 0 mmHg. Även här noterades en lägre medelskillnad hos hästar i lateral position, där skillnaden var 9 mmHg, jämfört med dorsal position där skillnaden var 16 mmHg.

Ett 10 månader gammalt föl inkluderades i studien. Fölet hade en svansomkrets på 17 cm och blodtrycksmanschetten som användes hade ett måttintervall på 17-25 cm. Vid analys av mätningarna från enbart fölet uppmättes den största medelskillnaden mellan mätmetoderna, med 39 mmHg för SAP, 22 mmHg för DAP och 25 mmHg för MAP.

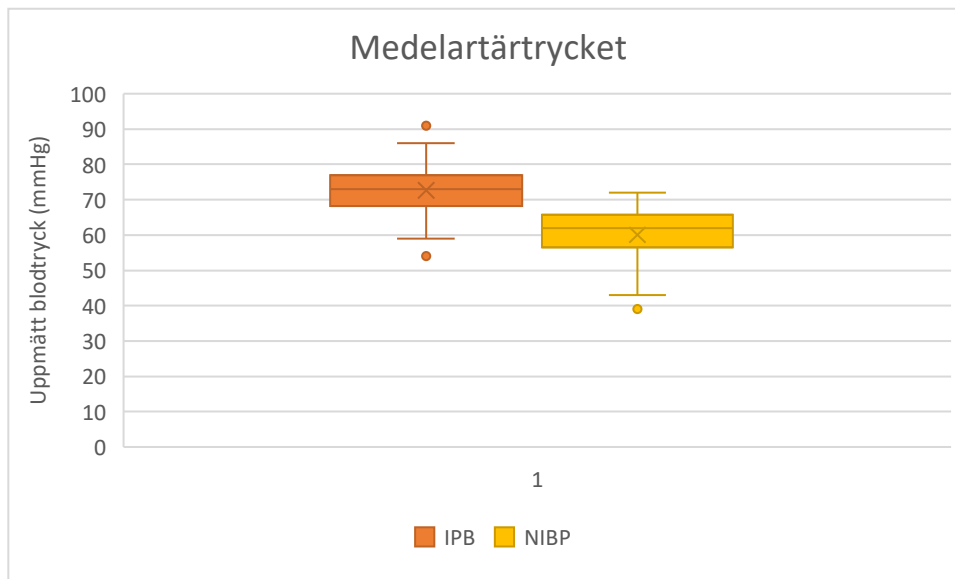
I övervägande mätningar underskattade den icke-invasiva blodtrycksmätningen den invasiva. Den icke-invasiva blodtrycksmätningen överestimerade IBP i 2 av 72 blodtrycksmätningar på MAP.



Figur 1. Samtliga åtta hästarnas uppmätta värden och spridning för systoliskt blodtryck. Uppmätt blodtryck visas på y-axeln och på x-axeln visas mätmetoderna. Varje box visar 25:e–75:e percentilen, medelvärde (x) och medianvärde (streck) och varje bar visar minimum och maximumvärde. mmHg = millimeter kvicksilver.

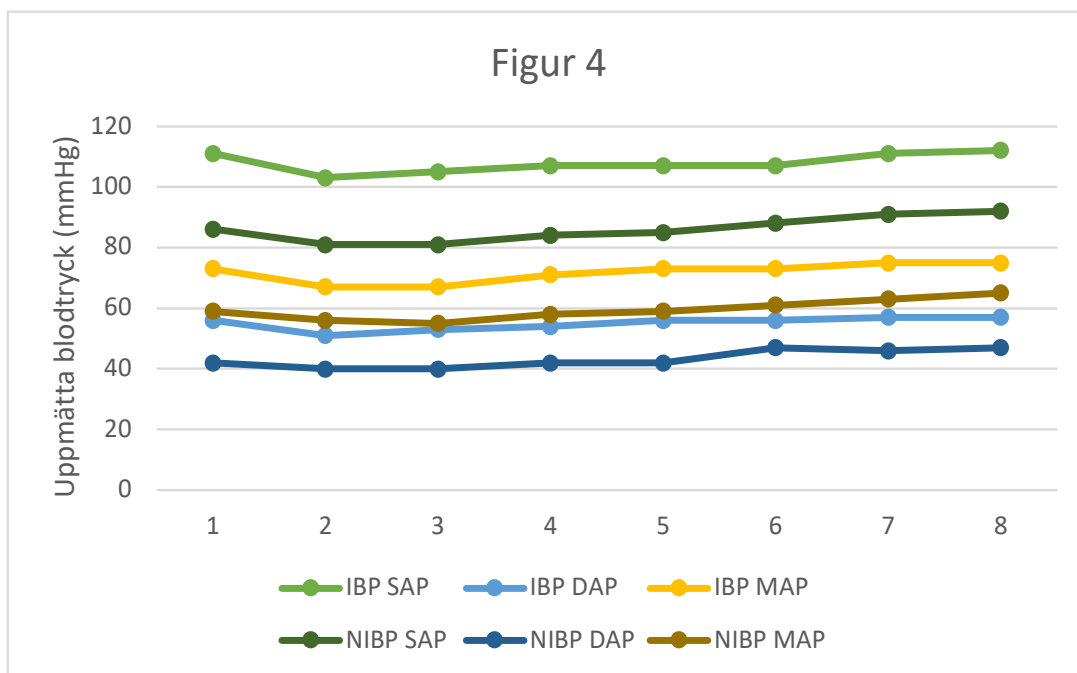


Figur 2. Samtliga åtta hästarnas uppmätta värden och spridning för diastoliskt blodtryck. Uppmätt blodtryck visas på y-axeln och på x-axeln visas mätmetoderna. Varje box visar 25:e–75:e percentilen, medelvärde (x) och medianvärde (streck) och varje bar visar minimum och maximumvärde. mmHg = millimeter kvicksilver.



Figur 3. Samtliga åtta hästarnas uppmätta värden och spridning för medelartärtryck. Uppmätt blodtryck visas på y-axeln och på x-axeln visas mätmetoderna. Varje box visar 25:e–75:e percentilen, medelvärde (x) och medianvärde (streck). Extremvärdena räknas inte med i minimum och maximumvärdena som varje bar har. Punkterna visar på extremvärden som ligger 1,5 gånger ifrån avståndet mellan de yttre kvartilerna. mmHg = millimeter kvicksilver.

Alla tre figurer visar en variation mellan mätmetoderna. Samtliga figurer visar att variationsbredden och kvartilavståndet på mätningarna var minst vid MAP för både IBP och NIBP. De tre medelvärdena från IBP och NIBP var numerärt närmast varandra vid MAP och längst ifrån varandra vid SAP. Samtliga medianvärden var numerärt närmast varandra vid DAP och längst ifrån varandra vid SAP. Alla figurer visar mindre värde på centralmått för NIBP än IBP.



Figur 4. Från sju hästar jämfördes medelvärden för MSAP, MMAP och MDAP för åtta mätningar för respektive metod.

Figur 4 visar att NIBP i samtliga fall underskattar IBP. NIBP överensstämde mest med IBP för MAP och skiljde sig mest med IBP för SAP.

4.3 Statistisk analys

Vid den parade jämförelsen mellan mätmetoder per parameter SAP, DAP och MAP behandlades observationerna som oberoende. För SAP jämfördes metoderna med ett parat t-test, medan för DAP och MAP jämfördes metoderna med Wilcoxon signed-rank test. För SAP var medelvärdet för NIBP lägre med snävtare och icke överlappande konfidensintervall. Testet var statistiskt signifikant vilket innebär att det var skillnad mellan mätmetoderna.

Tabell 3. Medelvärde, standardavvikelse (SD) och konfidensintervall. P-värde för SAP användes parade t-test och P-värde för DAP och MAP användes Wilcoxon signed-rank test. Samtliga 72 mätningar ingick i testet.

	Medelvärde (SD)	Median	Konfidensintervall	P-värde
Statistisk test				< 0,001
NIBP (SAP)	87 (+/- 9)	86,5	85-89	
IBP (SAP)	109 (+/- 15)	108,5	106-113	
				<0,001
NIBP (DAP)	43 (+/- 10)	46	41-45	
IBP (DAP)	56 (+/- 8)	56	54-57	

				<0,001
NIBP (MAP)	60 (+/- 7)	73	58-62	
IBP MAP)	73 (+/- 9)	62	71-74	

Tabell 3 visar att NIBP underskattar IBP för samtliga parametrar (SAP, DAP och MAP). Tabellen visar även en statistisk signifikant skillnad mellan mätmetoderna. Störst skillnad mellan mätmetoderna observerades för SAP medan avvikelserna för DAP och MAP är något mindre men fortfarande betydande.

5. Diskussion

Detta arbete har jämfört invasiv blodtrycksmätning och icke-invasiv blodtrycksmätning via en manschett på svansen, med användning av monitorn GE B125M. Resultatet visade att icke-invasiv blodtrycksmätning mätt på svansen inte överensstämmer med invasiv blodtrycksmätning. Det sågs en statistisk signifikant skillnad mellan IBP och NIBP där NIBP underskattade IBP för SAP, DAP och MAP.

5.1 Resultatdiskussion

Tidigare studier som jämfört invasiv och icke-invasiv blodtrycksmätning har visat på en variation mellan metoderna, likt resultatet i denna studie. Twele et al. (2022) och Hatz et al. (2015) observerade att NIBP tenderade att överskatta blodtrycket vid hypotension i förhållande till IBP. Detta avviker från resultatet i denna studie, där NIBP i 70 av 72 mätningar istället underskattade det invasivt uppmätta blodtrycket. En möjlig förklaring till denna avvikelse kan vara skillnader i placeringen av blodtrycksmanschetten. I denna studie applicerades manschetten vid svansbasen, medan Twele et al. (2022) placerade den på metatarsalbenet och Hatz et al. (2015) använde både metatarsalbenet och svansbasen. Enligt Pratt et al. (2022) tenderade en manschettplacering på metatarsalbenet att underskatta IBP, medan en placering på svansbasen överskattade IBP. Detta överensstämmer dock inte med fynden i denna studie, där en underskattning av IBP observerades trots att manschetten placerades vid svansbasen. En annan möjlig förklaring till skillnaden i resultatet är att Hatz et al. (2015) inte använde en korrigeringsformel för skillnaden i det vertikala avståndet mellan hjärtats bas och manschettens position. Innan en sådan korrigering genomfördes i denna studie, visade NIBP en överskattning av IBP, vilket är i linje med resultaten från Hatz et al. (2015).

Ytterligare en tänkbar förklaring till det skilda resultatet är användningen av olika monitorer. Da Chuncha et al. (2015) observerade att olika monitorer kan ge varierande mätvärden av blodtrycket. I tidigare studier användes monitorerna Sentinel och Memo Diagnostic Equine (Twele et al. 2022, Hatz et al. 2015), medan GE B125M användes i denna studie. Ytterligare en faktor som kan ha bidragit till det avvikande resultatet är storleken på manschetten. Twele et al. (2022) och Hatz et al. (2015) använde en manschett vars bredd motsvarade 40 % av svansens omkrets medan i denna studie användes måttintervallet på manschetten. Studierna hade en större storlek på manschett motsatt i denna studie. En möjlig förklaring till detta avvikande resultat kan vara användningen av en korrigeringsformel i denna studie, som justerade för det vertikala avståndet mellan manschetten och hjärtats nivå. Denna korrigering kan ha bidragit till att det uppmätta NIBP-värdet blev lägre än IBP-värdet, vilket resulterade i en motsatt

effekt jämfört med vad som annars skulle förväntas vid användning av en för liten manschett.

Resultatet i en studie av Drynan et al. (2016) överensstämmer med resultatet i denna studie, där NIBP underskattade IBP i samtliga parametrar (SAP, DAP och MAP). En tänkbar förklaring till det liknande resultatet är användningen av samma korrektionsformel. En viktig skillnad är dock att NIBP i studien av Drynan et al. (2016) låg inom acceptansgränserna för validering av metoden enligt AHCP och VBPS, vilket inte var fallet i detta kandidatarbete. En möjlig förklaring till denna skillnad kan vara användningen av olika monitorer. Drynan et al. (2016) använde Surgivet V9203, medan denna studie använde GE B125M.

Validering av icke-invasiv blodtrycksmätning

VPBS och AHCP har presenterat rekommendationer för acceptabla felvärden för användbarheten av icke-invasiv blodtrycksmätning för systoliskt och diastoliskt blodtryck (Skelding och Valverde 2020). Vid en jämförelse av resultatet från denna studie uppfyller den icke-invasiva blodtrycksmätningen inte kriterierna. Skillnaden i medelvärde mellan IBP och NIBP för SAP var 22 mmHg och för DAP 13 mmHg, vilket överskrider den högst tillåtna skillnaden på 10 mmHg.

För det systoliska blodtrycket skiljde det sig över 10 mmHg mellan IBP och NIBP i 95 % av mätningarna. Enligt VPBS och AHCP krav får endast 50 % av mätningarna ligga över 10 mmHg. I 39 % av mätningarna skiljde det sig över 20 mmHg mellan IBP och NIBP av det systoliska blodtrycket. I rekommendationerna av VPBS och AHCP får endast 20 % av mätningarna ligga över 20 mmHg.

För det diastoliska blodtrycket låg skillnaden mellan IBP och NIBP inom 10 mmHg i 51 % av alla mätningar, vilket uppfyller kraven. Däremot överskred skillnaden över 20 mmHg i 26 % av alla mätningarna och uppfyllde därmed inte kraven.

VPBS och AHCP rekommendationer för användningen av NIBP gäller endast för SAP och DAP, men appliceras rekommendationerna även för MAP uppfylls inte kraven. Skillnaden mellan IBP och NIBP var över 10 mmHg i 57 % av mätningarna och avvikelsen var över 20 mmHg i 22 % av mätningarna.

Sammantaget visar resultatet i detta kandidatarbete att icke-invasiv blodtrycksmätning med användning av monitorn GE B125M inte uppfyller valideringskraven enligt VPBS och AHCP.

Effekt av position och manschettstorlek

Resultatet i denna studie visade en tydlig avvikelse i medelvärdesskillnaden mellan hästar som låg i lateral respektive dorsal position. Detta överensstämmer med resultaten från Hatz et al. (2015), som visade att icke-invasiv blodtrycksmätning överensstämmer bättre med invasiv blodtrycksmätning hos hästar i lateral position jämfört med dorsal position. I studien undersöktes även

betydelsen av manschettens placering. Författarna konstaterade att den mest tillförlitliga blodtrycksmätningen erhöles vid placering av manschetten på svansen vid lateral position, och på metatarsalbenet vid dorsal position. I denna studie var manschetten placerad på svansen hos samtliga hästar. Detta kan utgöra en möjlig förklaring till den tydliga skillnad som observerades mellan positionerna.

En annan tänkbar förklaring till denna skillnad är höjdskillnaden mellan hjärta och manschett. Trots att en formel användes för att korrigera detta finns en osäkerhet i mätningen av hjärtats avstånd från golvet, eftersom detta gjordes med visuell uppskattning. Hästarnas hjärta hamnar i dorsal position längre ifrån manschetten jämfört med hästarna i lateral position och mätfel kan ha betydelse för resultatet. Ifall avståndet mellan hjärta och manschett överskattas i dorsal position kan det leda till fel justering av NIBP och därmed större avvikelse från det invasiva blodtrycket. I det kliniska arbetet kan detta ha betydelse att vara medveten om att den icke-invasiva mätningen tenderar att ha sämre tillförlitlighet när hästen placeras i dorsalt läge. Resultatet i denna studie bör dock inte generaliseras eftersom för få hästar undersöktes. Resultatet stärks däremot av Hatz et al. (2015) som utförde studie på tjugonio hästar och kom fram till samma slutsats.

Störst skillnad mellan mätmetoderna observerades på fölet. En tänkbar förklaring till det kan vara valet av manschettens storlek. Fölet hade en svansomkrets på 17 cm, och en manschett med rekommenderat omkretsintervall på 17-25 cm användes vilket innebär att manschetten låg precis på gränsen för den rekommenderade storleken. Detta kan innebära en risk för att manschettens bredd var för stor i förhållande till fölets svansomkrets, vilket kan leda till felaktig blodtrycksmätning och en större avvikelse till den invasiva blodtrycksmätningen. Ytterligare en förklaring till den stora skillnaden mellan mätmetoderna kan vara den fysiologiska skillnaden som finns på föl respektive vuxna hästar. Det är möjligt att dessa skillnader påverkar den icke-invasiva metodens noggrannhet, vilket kan ha lett till en större avvikelse mellan NIBP och IBP i fölet jämfört med vuxna hästar.

Klinisk relevans

För att korrigera det vertikala avståndet mellan manschett och hjärta användes i detta arbete en formel. För att använda formeln krävs noggrann mätning av både hjärtats och manschettens höjd i förhållande till marknivå, vilket kan vara både tidskrävande och praktiskt utmanande i kliniska miljöer. Om korrigeringen inte utförs kan resultatet av mätningen förändras avsevärt. I denna studie visade sig NIBP utan höjdkorrigering överskatta IBP, vilket innebär en risk att eventuell hypotension missas. Detta kan bland annat leda till otillräcklig vävnadsperfusion (Mair & Green 2005). Med användning av korrigeringsformeln visar det icke-invasiva blodtrycket lägre värden vilket i stället kan leda till att felaktiga insatser sätts in för att motverka hypotension, som exempelvis administrering av dobutamin. Felaktig behandling med dobutamin hos en normotensiv patient kan medföra biverkningar som arytmier, ökad hjärtfrekvens, ökad myokardiell syreförbrukning och ökat blodtryck (Schauvliege et al. 2013). Detta innebär att

icke-invasiv blodtrycksmätning kan anses vara mindre lämpad för hästövervakning.

P-värdena för SAP, DAP och MAP visade på statistisk signifikant skillnad mellan mätmetoderna, vilket betyder att det är osannolikt att skillnaden beror på slumpen. Enligt VPBS och AHCP:s valideringskrav låg mätvärdena för den icke-invasiva metoden avsevärt långt ifrån den invasiva metoden. Skillnaden mellan metoderna var dessutom så stor att den potentiellt skulle kunna påverka kliniska beslut. Nästan alla icke-invasiva MAP värden låg under 70 mmHg, vilket är en kritisk gräns där åtgärder som dobutamin ofta övervägs för att upprätthålla vävnadsperfusion (Hubbel 2004). Trots den betydande skillnaden mellan mätmetoderna följde NIBP respektive IBP varandra någorlunda, vilket illustreras i figur 4. Därför kan det fortfarande vara användbart att använda NIBP för att följa trender i blodtrycket.

Urvalet i studien är liten vilket gör det svårare att generalisera resultatet till en bredare population och bör därför tolkas med försiktighet. Enskilda avvikelser mellan IBP och NIBP får därmed större genomslag i resultatet och kan försämra studiens representativitet gentemot en större hästpopulation. På grund av det begränsade antalet hästar i studien kan inte några slutsatser tas om eventuella skillnader mellan kön, vikt, ålder och ras på hästarna. I framtida studier bör därför ett större urval användas för att kunna stärka slutsatsen.

5.2 Metoddiskussion

För att minimera risken för bias mellan författarna genomfördes mättillfälle ett och två gemensamt för att säkerställa ett enhetligt tillvägagångssätt. Detta innebar bland annat att mätningarna mellan tryckgivare och golv respektive manschett och golv skulle göras från samma punkt, att manschetten placerades på samma ställe på svansbasen och att svansbasens omkrets mättes lika av båda författare. Det finns dock fortfarande en risk för bias gällande mätning av svansbasens omkrets. Ingen dynamometer användes vilket gör det svårt att veta hur hårt respektive författare dragit åt vid mätning av omkretsen. Alla hästar hade även olika tjock päls och detta var inget som diskuterats innan huruvida måttbandet skulle läggas mot pälsen med ett lätt tryck, eller om måttbandet skulle dras åt. Detta kan innebära att fel manschettstorlek valts då några av hästarnas omkrets på svansbasen låg på gränsen mellan två storlekar. Till framtida studier bör en tydligare metod samt protokoll utvecklas för att minimera risken för skillnader orsakade av en variation mellan studiens utförare.

Storleken på manschett spelar roll för mätningen. Goodman och Kitchen (2023) har beskrivit att om bredden är för liten i förhållande till svansomkretsen kan för höga värden mätas, likt om bredden är för stor kan för låga värden mätas. Studier har visat varierande resultat gällande vilken bredd som ska användas. Muir et al.

(1983) har visat att 35 % av omkretsen ger mest korrekta värden och Geddes et al. (1977) föreslog 25% medan Bailey et al. (1994) och Rousseau-Blass et al. (2020) menar att 40% är lämpligast. I denna studie valdes manschettstorlek utifrån ett generellt måttintervall baserat på hela svansomkretsen. Detta innebär att manschettens bredd i förhållande till svansomkretsen kunde variera mellan individer. Till exempel användes samma manschett för 2 hästar med 17 respektive 25 cm i svansomkrets, vilket är en relativt stor skillnad. Eftersom manschettens bredd inte standardiserades i relation till varje hästs svansomkrets kan denna variation ha lett till systematiska fel i form av överskattning hos vissa individer och underskattning hos andra. Detta kan ha bidragit till en ökad spridning i mätdata, vilket kan ha försämrat precisionen i jämförelsen mellan den invasiva och icke-invasiva blodtrycksmätningen. Denna variabilitet hade potentiellt kunnat minskas om samma bredd tillämpats för samtliga individer.

På blodtrycksmanschetten finns en markering som säkerställer korrekt placering i förhållande till artären. Det innebär att det krävs kunskap om artärens anatomiska position, och i denna studie var avsikten att lokalisera artären genom palpation. Det var dock inte alltid möjligt att tydligt känna artären, vilket ledde till att manschetten placerades utifrån anatomiskt antagande. Detta medför en risk för eventuell felplacering av manschetten. Om manschetten inte placeras korrekt i relation till artären finns en risk för felaktigt uppmätta blodtrycksvärden vilket kan ha påverkat tillförlitligheten i studiens resultat.

Tryckgivaren som användes för den invasiva blodtrycksmätningen ska placeras i höjd med hjärtats nivå. Detta gjorde ansvarig anestesisköterska genom att använda sternum som referenspunkt och därefter uppskatta höjden genom visuell bedömning. Denna procedur utfördes av flera olika anestesisköterskor, vilket innebär att placeringen av tryckgivaren utgjorde en subjektiv bedömning och därmed kan ha varierat både mellan olika personer och vid upprepade tillfällen av samma person. Variationer i bedömningen kan ha uppstått på grund av skillnader i vinkel och avstånd till hästen vid placeringen, vilket i sin tur kan ha påverkat uppskattningen av hjärtats nivå. Samtliga blodtrycksvärden där manschetten placerades under hjärtnivå korregerades i centimeter och justerades enligt en korregeringsformel. Då tryckgivarens höjd avgjordes genom visuell bedömning, kan det inte garanteras att placeringen exakt motsvarade hjärtats nivå. Detta innebär en potentiell risk i en för stor eller för liten justering av blodtrycksvärdena. En felaktig korrigering kan leda till ett felaktigt resultat och därmed påverka överensstämmelsen mellan mätmetoderna.

I denna studie placerades artärkatetern i tre olika artärer varav två i a. metatarsalis. En studie utförd av Midon et al. (2023) visade att det fanns en variation i uppmätta blodtrycksvärden beroende på vilken artär den invasiva blodtrycksmätningen utförs i. I studien jämfördes mätvärden från tre artärer med a. transverse facialis som referens och det framkom att mätningar från perifera artärer, däribland a. metatarsalis, tenderade att underskatta MAP och DAP. I detta arbete mättes IBP inte konsekvent i samma artär för samtliga hästar vilket kan ha bidragit till variationer i mätningar och resultatet kan bli svårtolkat. Det försvårar jämförelse mellan IBP och NIBP eftersom variationerna inte nödvändigtvis

uppkommit på grund av en skillnad i metoder utan kan även bero på en skillnad i mätlokalisationer. Framtida studier bör standardisera den invasiva mätningen till en och samma artär för att möjliggöra en mer tillförlitlig jämförelse och dra säkrare slutsatser om överensstämmelsen mellan NIBP och IBP.

All data i denna studie fördes in manuellt i Excel av författarna, vilket medför en risk för mänskliga fel så som felskrivningar. Detta kan potentiellt påverka resultatet om felaktiga värden inkluderats i analysen. Även om noggrannhet eftersträvades vid datainmatningen är denna felkälla svår att helt utesluta vid data som registrerats manuellt. Ett fel identifierades då elva mätvärden från en av hästarna inkluderades i analysen, trots att endast tio mätningar per individ skulle ha räknats in enligt studiedesignen. Observationerna ansågs vara oberoende då fokus var att jämföra mätmetoderna samt inga skäl fanns att anta att prestationen av metoderna skulle variera mellan hästarna. I en framtida studie kan man justera analysen för att observationerna var klustrade per häst.

Vid vissa tillfällen observerades fluktuationer i det invasiva blodtrycket vilket kan ha påverkat jämförbarheten mellan mätmetoderna. Sådana snabba variationer som gick från sekund till sekund, kan indikera att mätvärdena inte fullt ut speglar det faktiska fysiologiska blodtrycket vid dessa tidpunkter. Ifall värdena från IBP avviker från det verkliga blodtrycket kan detta påverka överensstämmelsen med mätningarna från NIBP och därmed även studiens resultat.

För att uppnå en god temporal överensstämmelse mellan mätmetoderna registrerades det invasiva blodtrycket samtidigt som det icke-invasiva visades på monitorn. Det bör dock uppmärksammas att IBP är en kontinuerlig mätmetod och NIBP mäts intermittent med tidsintervall och det kan därför finnas en viss tidsmässig förskjutning mellan mätmetoderna. Detta kan försvåra en exakt jämförelse mellan mätmetoderna och kan påverka överensstämmelsen mellan dessa.

6. Konklusion

Resultatet i denna studie visade att icke-invasiv blodtrycksmätning inte överensstämmer med invasiv blodtrycksmätning tillräckligt väl med användning av monitorn GE B125M. En statistisk signifikant skillnad påvisades mellan mätmetoderna. Den icke-invasiva blodtrycksmätningen uppfyllde inte VBBS och AHCP krav för validering av NIBP-metoder. Studien visade sämst överensstämmelse mellan IBP och NIBP när hästarna låg i dorsal position jämfört med lateral position. Den största avvikelsen mellan metoderna observerades hos fölet.

Studiens resultat bör däremot inte generaliseras till en övergripande hästpopulation då antalet hästar var för få. Dessutom fanns brister i utförandet, till exempel behövs en mer enhetlig bestämning av hjärtats höjd, mindre variation av manschett storlek och konsekvent placering av artärkatetern. Vidare forskning behövs med en större studiepopulation och ett standardiserat protokoll av utförandet för att kunna säkerställa resultatet.

Referenser

- Alpert, B.S., Quinn, D. & Gallick, D. (2014). Oscillometric blood pressure: a review for clinicians. *Journal of the American Society of Hypertension*. 8 (12), 930–938.
<https://doi.org/10.1016/j.jash.2014.08.014>
- Bailey, J.E., Dunlop, C.I., Chapman, P.L., Demme, W.C., Allen, S.L., Heath, R.B., Crump, K.T., Golden, C.S. & Wagner, A.E. (1994). Indirect Doppler ultrasonic measurement of arterial blood pressure results in a large measurement error in dorsally recumbent anaesthetised horses. *Equine Veterinary Journal*. 26 (1), 70-73.
<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1994.tb04335.x>
- Broadbelt, C.D. (2009). Perioperative mortality in small animal anaesthesia. *The veterinary journal* (1997). 182 (2), 152–161.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.06.011>
- Broadbelt, C.D., Blissitt, K., Hammond, A.R., Neath, J.P., Young, E.L., Pfeiffer, U.D. & Wood, L.N.J. (2008). The risk of death: the Confidential Enquiry into Perioperative Small Animal Fatalities. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*. 35 (5), 365-373. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2008.00397.x>
- Bruss, Z.S. & Raja, A. (2022). Physiology, Stroke Volume. *StatPearls*.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547686/> [2025-02-11]
- Clarke, K.W., Trim, C. M., Hall, L.W. (2013). *Veterinary Anaesthesia*. 11 uppl., W B Saunders CO Ltd
- da Cunha, A.F., Ramos, S.J., Domingues, M., Beaufrère, H., Shelby, A., Stout, R. & Acierno, M.J. (2016). Agreement between two oscillometric blood pressure technologies and invasively measured arterial pressure in the dog. *Veterinary anaesthesia and analgesia*. 43 (2), 199–203. <https://doi.org/10.1111/vaa.12312>
- Donaldson, L.L. (1988). Retrospective Assessment of Dobutamine Therapy for Hypotension in Anesthetized Horses. *Veterinary Surgery*. 17 (1), 53-57.
<https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1988.tb00275.x>
- Drynan, E.A., Schier, M. & Rasis, A.L. (2016). Comparison of invasive and noninvasive blood pressure measurements in anaesthetized horses using the Surgivet V9203. *Veterinary anaesthesia and analgesia*. 43 (3), 301–308.
<https://doi.org/10.1111/vaa.12297>

- Dugdale, H.A.A., Beaumont, G., Bradbrook, C. & Gurney, M. (2020). *Veterinary anaesthesia: Principles to practice*. 2 uppl., John Wiley & Sons Ltd
- Dugdale, A.H., Obhrai, J. & Cripps, P.J. (2016). Twenty years later: a single-centre, repeat retrospective analysis of equine perioperative mortality and investigation of recovery quality. *Veterinary anaesthesia and analgesia*. 43 (2), 171–178. <https://doi.org/10.1111/vaa.12285>
- Gay, C.C., McCarthy, M., Reynolds, W.T. & Carter, J. (Melbourne U. (1977). A method for indirect measurement of arterial blood pressure in the horse. *Australian veterinary journal*. 53 (4). 163–166. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1977.tb00157.x>
- Giguere, S., Knowles, H.A.J., Valerde, A., Bucki, E. & Young, L. (2005). Accuracy of indirect measurement of blood pressure in neonatal foals. *Journal of veterinary internal medicine*. 19 (4), 571–576. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2005.tb02729.x>
- Goodman, C.T.D. & Kitchen, G.B. (2023). Measuring arterial blood pressure. *Anaesthesia and intensive care medicine*. 24 (12), 785–789. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2023.09.015>
- Gore, P., Liu, H. & Bohringer, C. (2024). Can Currently Available Non-invasive Continuous Blood Pressure Monitors Replace Invasive Measurement With an Arterial Catheter? *Curēus (Palo Alto, CA)*. 16 (2), e54707–e54707. <https://doi.org/10.7759/cureus.54707>
- Geddes, L.A., Chaffee, V., Whistler, S.J., Bourland, J.D. & Tacker, W.A. (1977). Indirect mean blood pressure in the anesthetized pony. *American Journal of Veterinary Research*. 38 (12), 2055–2057. <https://doi.org/10.2460/ajvr.1977.38.12.2055>
- Hatz, L.A., Hartnack, S., Kümmerle, J., Hässig, M. & Bettsschart-Wolfensberger, R. (2015). A study of measurement of noninvasive blood pressure with the oscillometric device, Sentinel, in isoflurane-anaesthetized horses. *Veterinary anaesthesia and analgesia*. 42 (4), 369–376. <https://doi.org/10.1111/vaa.12213>
- Hepworth-Warren, K.L., Goldsmith, D., Tsoi, M., Gerras, A., Noll, C., Pinn-Woodcock, T., Moreira, A., Penttilä, K., Ballou, M.E., Dembek, K.A. & Valberg, S.J. (2025). Postanesthetic rhabdomyolysis in 7 warmblood horses. *Journal of the American*

- Veterinary Medical Association*. 263 (2), 248–258.
<https://doi.org/10.2460/javma.24.08.0522>
- Hubbell, J.A.E. (2004). Anesthesia of the Horse: Monitoring, Recovery, and Complications. *AAEP proceedings*. 50, 291-295.
<https://www.ivis.org/library/aaep/aaep-annual-convention-denver2004/anesthesia-of-horse-monitoring-recovery-and-complications> [2025-02-07]
- Hubbell, J.A.E. (2008). A Review of the American College of Veterinary Anesthesiologists Guidelines for Anesthesia of Horses. *AAEP Proceedings*. 54, 48-53. <https://www.ivis.org/library/aaep/aaep-annual-convention-san-diego2008/a-review-of-american-college-of-veterinary-anesthesiologists-guidelinesfor-anesthesia-of-horses> [2025-02-05]
- Ishizuka, T., Tamura, J., Nagaro, T., Sudo, K., Itami, T., Umar, M.A., Miyoshi, K., Sano, T & Yamashita, K. (2014) Effects of Intermittent Positive Pressure Ventilation on Cardiopulmonary Function in Horses Anesthetized with Total Intravenous Anesthesia Using Combination of Medetomidine, Lidocaine, Butorphanol and Propofol (MLBP-TIVA). *Journal of Veterinary Medical Science*. 76 (12), 1577–1582. <https://doi.org/10.1292/jvms.14-0077>
- 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*. 29 (4), 159-170.
<https://doi.org/10.1046/j.1467-2995.2002.00106.x>
- Lakhal, K., Ehrmann, S. & Boulain, T. (2018). Noninvasive BP Monitoring in the Critically Ill: Time to Abandon the Arterial Catheter? *Chest*. 153 (4), 1023–1039.
<https://doi.org/10.1016/j.chest.2017.10.030>
- Lakhal, K., Ehrmann, S., Martin, M., Faiz, S., Réminiac, F., Cinotti, R., Capdevila, X., Asehnoune, K., Blanloeil, Y., Rozec, B. & Boulain, T. (2015). Blood pressure monitoring during arrhythmia: agreement between automated brachial cuff and intra-arterial measurements. *British journal of anaesthesia : BJA*. 115 (4), 540–549. <https://doi.org/10.1093/bja/aev304>
- MacFarlane, P.D., Grint, N. & Dugdale, A. (2010). Comparison of invasive and non invasive blood pressure monitoring during clinical anaesthesia in dogs. *Veterinary research communications*. 34 (3), 217–227. <https://doi.org/10.1007/s11259-010-9346-9>

- Martel, E., Egner, B., Brown, S.A., King, J.N., Laveissiere, A., Champeroux, P. & Richard, S. (2013). Comparison of high-definition oscillometry — a non-invasive technology for arterial blood pressure measurement — with a direct invasive method using radio-telemetry in awake healthy cats. *Journal of feline medicine and surgery*. 15 (12), 1104–1113. <https://doi.org/10.1177/1098612X13495025>
- Michard, F., Sessler, D.I. & Saugel, B. (2018). Non-invasive arterial pressure monitoring revisited. *Intensive care medicine*. 44 (12), 2213–2215. <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5108-x>
- Midon, M., Yamada, I.D., Filho, Z.D., Simionato, C.G., Feringer Junior, H.W., Conde, G. & Hofmeister, H.E. (2023). Comparison of Four Arteries for Invasive Blood Pressure Measurements and Digtal 2010 Oscillometric Values in Horses Anesthetized With Isoflurane: Does the Artery Matter? *Journal of Equine Veterinary Science*. 121, 104219. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2023.104219>
- Muir, W.W., Wade, A. & Grospitch, B. (1983). Automatic noninvasive sphygmomanometry in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 182 (11), 1230-1233. <https://doi.org/10.2460/javma.1983.182.11.1230>
- Nyman, G., Funkquist, B., Kvart, C., Frostell, C., Tokics, L., Strandberg, Å., Lundquist, H., Lundh, B., Brismar, B. & Hedenstierna, G. (1990). Atelectasis causes gas exchange impairment in the anaesthetised horse. *Equine veterinary journal*. 22 (5), 317–324. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1990.tb04280.x>
- Pratt, S., Barnes, T.S., Cowling, N., de Klerk, K., Rainger, J., Sole-Guitart, A., Woldeyohannes, S. & Goodwin, W. (2022). Bias Associated with Peripheral Non-Invasive Compared to Invasive Arterial Blood Pressure Monitoring in Healthy Anaesthetised and Standing Horses Using the Bionet BM7Vet. *Veterinary sciences*. 9 (2), 52-. <https://doi.org/10.3390/vetsci9020052>
- Robertson, S.A., Marr, C.M., Bowen, I.M. (2010). *Cardiology of the Horse (Second Edition)*. 2 uppl., W B Saunders Co LTD.
- Rousseau-Blass, F., Pigé, C. & Pang, D.S. (2020). Agreement between invasive and oscillometric arterial blood pressure measurements using the LifeWindow multiparameter monitor and two cuff sizes in anesthetized adult horses. *Veterinary anaesthesia and analgesia*. 47 (3), 315–322. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2020.01.001>

- Sanchez-Larsen, A., Principe, A., Ley, M., Vaquerizo, B., Langohr, K. & Rocamora, R. (2022). Insular Role in Blood Pressure and Systemic Vascular Resistance Regulation. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*.
<https://doi.org/10.1016/j.neurom.2022.12.012>
- Schauvliege, S. & Gasthuys, F. (2013). Drugs for Cardiovascular Support in Anesthetized Horses. *The Veterinary clinics of North America. Equine practice*. 29 (1), 19–49.
<https://doi.org/10.1016/j.cveq.2012.11.011>
- Sjaastad, Ø, Hove, K & Sand, O. (2003). *Physiology of domestic animals*. Scandinavian Veterinary Press, Oslo.
- Skelding, A. & Valverde, A. (2020). Non-invasive blood pressure measurement in animals: Part 1 - Techniques for measurement and validation of non-invasive devices. *Canadian veterinary journal*. 61 (4), 368–374.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7074114/> [2025-02-10]
- Twele, L., Neudeck, S., Delarocque, J., Verhaar, N., Reiners, J., Noll, M., Tünsmeier, J. & Kästner, S.B.R. (2022). Agreement of High-Definition Oscillometry (HDO) and Invasive Blood Pressure Measurements at a Metatarsal Artery in Isoflurane-Anaesthetised Horses. *Animals (Basel)*. 12 (3), 363-.
<https://doi.org/10.3390/ani12030363>
- Yamaoka, T.T., Flaherty, D., Pawson, P., Scott, M. & Auckburally, A. (2017). Comparison of arterial blood pressure measurements obtained invasively or oscillometrically using a Datex S/5 Compact monitor in anaesthetised adult horses. *Veterinary anaesthesia and analgesia*. 44 (3), 492–501.
<https://doi.org/10.1016/j.vaa.2016.05.008>
- Young, S.S. & Taylor, P.M. (1993). Factors influencing the outcome of equine anaesthesia: a review of 1,314 cases. *Equine veterinary journal*. 25 (2), 147–151.
<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1993.tb02926.x>
- Young, S. S. (2005). Post anaesthetic myopathy. *Equine Veterinary Education*. 7, 60-63.
<https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.2005.tb01829.x>

Tack

Vi vill rikta ett tack till vår handledare som hjälpt oss hela vägen med vårt kandidatarbete och som tagit sig tid till att hjälpa oss med framtagande av statistik. Vi vill även rikta ett stort tack till personalen på operationsavdelningen på Universitetsdjursjukhusets hästklinik, som har gjort det möjligt för oss att samla in vår data. Ett extra stort tack till Louise Claesson som hjälpt och stöttat oss under hela datainsamlingen.

Bilaga 1. Protokoll blodtrycksvärden

[illegible]

Bilaga 2. Protokoll allmänt om hästen

Övervakning häst:	
Kön:	
Ras:	
Ålder:	
Vikt:	
Premedicinering:	
Induktionsläkemedel:	
Underhållsgas:	
Läkemedel som ges under anestesi:	
Positionering:	
Svansomkretsen och kuffstorlek:	
Artärkanyl och vilken artär:	
Avstånd mellan tryckgivare och golv:	
Avstånd mellan manschett och golv:	
Hur gick intuberingen:	
Hur lång tid tog det innan hästen föll efter induktionen:	
Hur var hästen innan anestesi:	
Annat som händer under anestesi:	

Bilaga 3. Uppmätt blodtrycksvärden

Häst	TID:	IBP SAP	IBP DAP	IPB MAP	NIBP SAP	NIBP DAP	NIBP MAP
1	17:30	104	59	76	91	44	62
1	17:35	93	48	65	76	33	49
1	17:40	87	50	66	66	24	40
1	17:45	82	54	67	66	28	39
1	17:50	89	70	78	68	27	43
1	17:55	82	60	69	68	26	43
1	18:00	100	58	73	86	41	58
1	18:05	113	58	75	94	45	65
1	18:10	115	59	76	94	43	64
1	18:15	118	60	77	96	41	65
2	15:35	111	71	86	92	55	69
2	15:40	99	63	77	80	54	66
2	15:45	96	74	60	80	49	60
2	15:50	97	60	73	79	47	59
2	15:55	97	60	74	83	49	62
2	16:00	97	61	74	83	50	62
2	16:05	100	61	77	86	53	65
2	16:10	101	63	78	87	55	67
3	12:01	109	65	82	89	52	65
3	12:06	109	64	81	88	52	65
3	12:01	96	57	74	84	54	64
3	12:16	93	55	73	83	51	63
3	12:21	95	56	72	82	52	62
3	12:26	98	58	75	83	52	63
3	12:31	96	57	74	82	50	62
3	12:36	95	56	73	79	50	60
3	12:41	94	56	72	80	50	60
3	12:46	93	54	72	78	47	58
3	12:51	93	55	70	79	47	59
4	14:40	108	56	72	91	48	65
4	14:45	83	45	63	86	50	66
4	14:50	100	47	67	84	50	62
4	14:55	112	57	72	96	53	69
4	15:00	109	53	70	94	49	66
4	15:05	108	52	68	97	52	70
4	15:10	103	49	67	88	46	62
4	15:20	107	50	67	87	46	62
4	15:25	113	50	69	90	49	65
4	15:30	112	51	69	91	47	65

5	14:15	105	56	74	86	44	59
5	14:20	91	51	65	81	41	56
5	14:25	100	60	76	87	50	64
5	14:30	113	66	80	96	55	71
5	14:35	109	61	77	94	53	70
5	14:40	108	62	78	94	54	70
5	14:45	108	62	78	96	56	72
5	14:50	105	61	77	94	54	70
6	12:39	122	37	54	80	28	48
6	12:44	130	38	55	79	24	48
6	12:49	134	41	59	82	30	51
6	12:54	137	45	65	91	40	60
6	12:59	138	48	68	98	42	66
6	13:04	135	49	70	103	45	69
6	13:09	131	52	73	106	43	70
6	13:14	128	50	71	108	44	71
6	13:19	123	54	76	110	46	72
6	13:24	120	53	74	110	44	70
7	15:34	107	50	66	80	34	54
7	15:39	118	60	76	80	34	54
7	15:44	131	64	80	91	40	61
7	15:59	120	63	79	92	38	60
7	16:04	117	59	78	90	36	58
8	14:30	120	47	70	75	23	46
8	14:35	115	45	65	76	23	45
8	14:40	120	44	69	82	22	46
8	14:45	116	44	67	80	22	46
8	14:50	111	46	72	74	21	44
8	14:55	118	51	74	85	47	47
8	15:00	138	57	80	90	32	54
8	15:05	132	61	86	93	36	59
8	15:10	135	66	91	98	39	62
8	15:10	129	64	86	94	37	60

Tabellen visar samtliga uppmätta blodtrycksvärden för alla hästar. NIBP-värdena som visas i tabellen är korrigerade med formeln.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

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

☒ JA, jag, Elin Roxström har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☒ JA, jag, Moa Palmquist har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

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

☐ Föreliggande arbete ska publiceras med 12 månaders fördröjning av fulltexten (tillfälligt läsningsembargo). Därefter ger jag/vi härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.