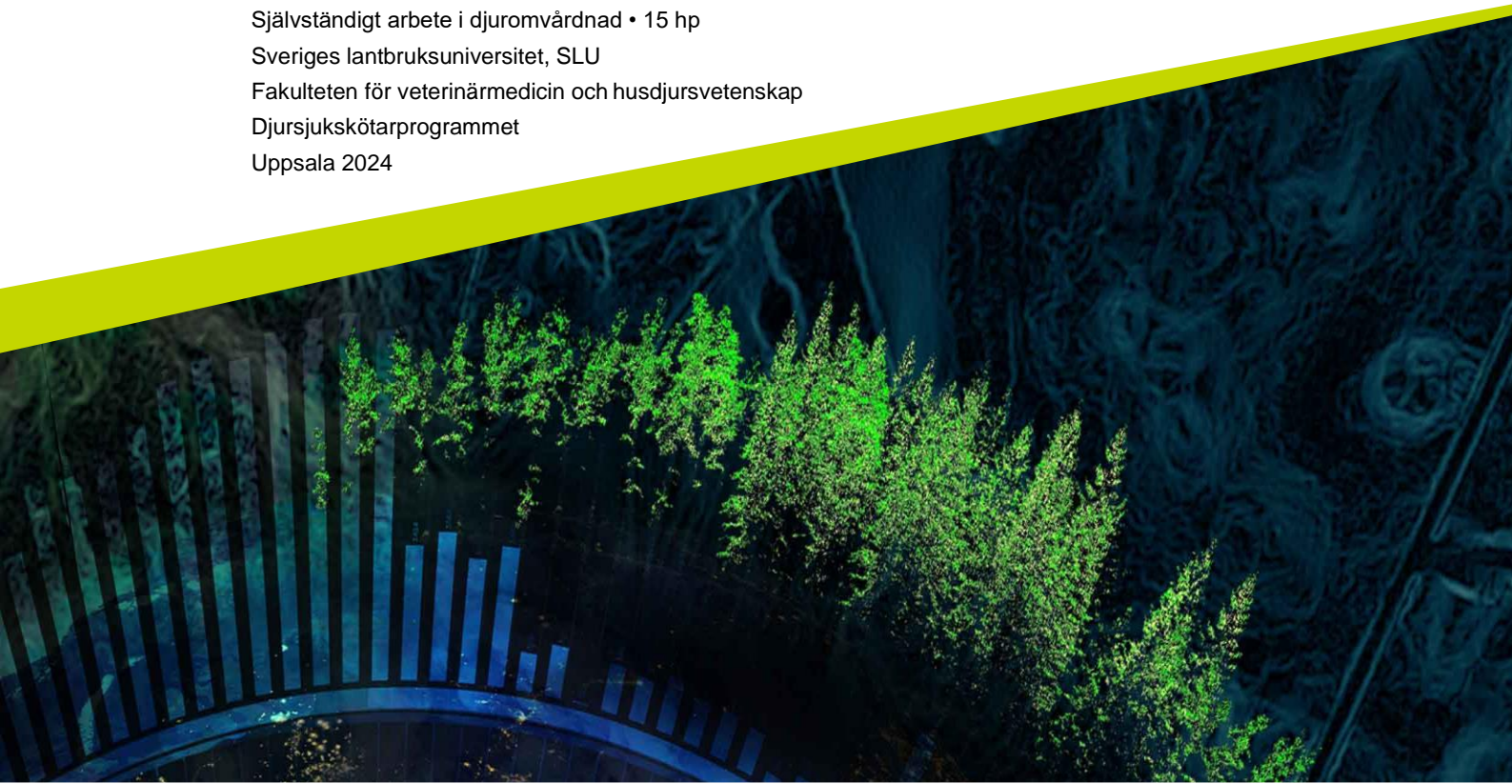




Validering av metoder för bedömning av rörlighet hos häst

Matilda Olofsson och Emilia Jonsson

Självständigt arbete i djuromvårdnad • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Djursjukskötprogrammet
Uppsala 2024



Validering av metoder för bedömning av rörlighet hos häst.

Validation of methods for measurement of mobility in horses.

Matilda Olofsson och Emilia Jonsson

Handledare: Anna Bergh, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för kliniska vetenskaper

Examinator: Klara Smedberg, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för kliniska vetenskaper

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i djuromvårdnad

Kurskod: EX0994

Program: Djursjukskötarprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för kliniska vetenskaper

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2024

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd

Nyckelord: goniometer, hEDS, HERDA, häst, ICC, validering, WFFS, överrörlighet

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för kliniska vetenskaper

Sammanfattning

Överrörlighet hos häst är ett aktuellt ämne som diskuteras bland ryttare. Rörliga gångarter är en fördelaktig egenskap inom varmbloodsaveln och det har påvisats ett samband mellan varmbloodsaveln och en överrörlighetssjukdom som drabbar föl. Dock saknas det en definition gällande vad som avses med överrörlighet hos häst och det förekommer dessutom inga validerade metoder för att mäta hästens rörlighet. Denna studie syftar till att validera mätmetoder för att mäta rörlighet hos häst för att dessa metoder i framtiden eventuellt ska kunna användas för att utvärdera överrörlighet.

I studien deltog 15 hästar som genomförde sex rörlighetstester. Tre bedömare mätte hästarnas hudelasticitet och smidighet i ryggrad samt ledrörlighet i kota, karpus och has. Utifrån detta beräknades intraclass correlation coefficients (ICC) baserat på samtliga mätvärden för att utvärdera intra- och interbedömarreliabilitet. Utöver det beräknades medelvärde och standardavvikelse för varje enskild bedömare vid varje test och häst, i syfte att jämföra bedömarnas medelvärde. Slutligen beräknades medelvärde per häst i varje specifikt test, för att skapa en uppfattning om normalvariationen i populationen.

Resultatet av studien visade att interbedömarreliabiliteten var dålig eller måttlig för hälften av rörelsetesterna men visade sig vara utmärkt för att mäta extension av karpus.

Intrabedömarreliabiliteten var med få undantag var bra eller utmärkt, med ICC-värden från 0,53 som lägst och 0,96 som högst. Högst intrabedömarreliabilitet hade mobilitetstestet för extension av has med knäled i 90 graders flexion.

För att dessa mätmetoder ska kunna bli användbara behöver de testas på en större population hästar för att säkerställa mätmetodernas reliabilitet. Mätmetoderna behöver också testas på olika grupper av hästar som är både överrörliga och mindre rörliga för att sammanställa normalvärden för rörlighet hos häst.

Nyckelord: goniometer, hEDS, HERDA, häst, ICC, validering, WFFS, överrörlighet

Abstract

Hypermobility in horses is a topical issue that is discussed among equestrians. Mobile gaits are important in the breeding program for Swedish warmblood horses and there is an association between the selective breeding and a hypermobility disease affecting foals. However, there is no valid definition regarding what is meant by hypermobility in horses and there are also no validated methods for measuring mobility in horses. This study aims to validate methods for measuring mobility in horses with the purpose of potentially using these methods to evaluate hypermobility in the future.

The study was conducted on 15 horses, which participated in six mobility tests. Three testers measured the horses' skin elasticity and back agility, as well as joint mobility in the fetlock, carpus and hock. Based on this, the intra-class correlation coefficients (ICC) were calculated to evaluate intra- and inter-tester reliability for each individual test. The mean value and standard deviation within the individual testers were also calculated for each mobility test. Finally, every individual horse's mean value in each mobility test was calculated, to get an estimate of the normal variation in the population.

The results of the study showed that the inter-tester reliability was poor or moderate for half of the mobility tests but for measuring extension of the carpus it was excellent.

Intra-rater reliability was, with few exceptions, good or excellent, with the ICC ranging from 0.53 to 0.96. The mobility test for hock extension with the stifle joint at a 90-degree angle had the highest intra-tester reliability.

Further studies conducted on a larger population of horses are needed to validate the methods evaluated in this study. The methods should also be evaluated for different groups of horses that are more or less mobile, with the aim of compiling normal values for mobility in horses.

Keywords: goniometry, hEDS, HERDA, horse, hypermobility, ICC, validity, WFFS

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	8
Figurförteckning.....	9
Förkortningar	11
1. Inledning	12
2. Syfte	14
2.1 Frågeställningar	14
3. Bakgrund	15
3.1 Ehlers-Danlos syndrom.....	15
3.2 Warmblood fragile foal syndrome	16
3.3 Hereditary equine regional dermal asthenia	17
3.4 Mätinstrument	17
3.4.1 Goniometer	17
3.4.2 Måttband och linjal.....	18
4. Material och metod	19
4.1 Studiepopulation	19
4.2 Mätmetoder	19
4.3 Försöksprotokoll.....	19
4.3.1 Rörlighetstest: Passiv abduction av skuldra	20
4.3.2 Rörlighetstest: Extension av has med knäled i 90 graders flexion	21
4.3.3 Rörlighetstest: Extension av karpus	22
4.3.4 Rörlighetstest: Extension av kotled	23
4.3.5 Rörlighetstest: Lateralflexion av hals, nacke och bål	24
4.3.6 Mätning av hudelasticitet	25
4.4 Bearbetning och analys av data.....	26
4.5 Etiskt tillstånd	26
5. Resultat	27
5.1 Deltagande hästar.....	27
5.2 Passiv abduction av skuldra	27
5.3 Extension av has med knäled i 90 graders flexion	29
5.4 Extension av karpus.....	30
5.5 Extension av kotled.....	31

5.6	Lateralflexion av nacke, hals och bål.....	32
5.7	Hudelasticitet.....	34
5.8	Medelvärde i relation till övriga hästar i studien.....	35
5.9	Interbedömarreliabilitet	36
5.10	Intrabedömarreliabilitet	36
6.	Diskussion	37
6.1	Resultatdiskussion	37
6.2	Metoddiskussion	42
7.	Konklusion.....	45
	Referenser.....	46

Tack 50

Tabellförteckning

Table 1. Hästarna som deltagit i denna studie.....	27
Table 2. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar för passiv abduktion av framben. Angett i grader.....	28
Table 3. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar av extension av has med knäled i 90 graders flexion. Angett i grader.....	29
Table 4. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar av extension av karpus. Angett i grader.....	30
Table 5. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar av extension av kotled. Angett i grader.....	31
Table 6. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar av lateralflexion av nacke, hals och bål. Angett i millimeter.....	33
Table 7. Lägsta värde och medelvärde för var och en av hästarna i studien vid lateralflexion av nacke, hals och bål. Angett i centimeter.....	33
Table 8. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar av hudelasticitet. Angett i millimeter.....	35
Table 9. Rankning av hästarna i studien baserat på de tester som genomförts.....	35
Table 10. Interbedömarreliabilitet visat som ICC.....	36
Table 11. Intrabedömarreliabilitet visat som ICC.....	36

Figurförteckning

Figure 1. Mätning av passiv abduktion av skuldra med digital goniometer. (Emilia Jonsson 2024).	20
Figure 2. Demonstration av abduktion av skulderleden. (Felicia Bäckvik 2024).	20
Figure 3. Goniometermätning av extension av has med knäled i 90 graders flexion. (Emilia Jonsson 2024).	21
Figure 4. Gula markeringar visar var digital goniometer placerades vid mätning av extension av has med knäleden i 90 graders flexion. (Felicia Bäckvik 2024). .	21
Figure 5. Mätning av extension av karpus med digital goniometer. (Emilia Jonsson 2024).	22
Figure 6. Gula markeringar visar var digital goniometer placerades vid mätning av extension av karpus. (Felicia Bäckvik 2024).	22
Figure 7. Mätning av extension i kotled med digital goniometer. (Emilia Jonsson 2024). 23	
Figure 8. Gula markeringar visar var digital goniometer placerades vid mätning av extension av kotled. (Felicia Bäckvik 2024).....	23
Figure 9. Mätning av lateralflexion av hals, nacke och bål med hjälp av måttband. (Emilia Jonsson 2024).	24
Figure 10. Demonstration av lateralflexion av hals, nacke och bål. (Felicia Bäckvik 2024).	24
Figure 11. Mätning av hudelasticitet med linjal. (Matilda Olofsson 2024).....	25
Figure 12. Markering var på halsen mätning av hudens elasticitet utfördes. (Felicia Bäckvik 2024).....	25
Figur 13. Medelvärden och standardavvikelser för passiv abduktion av framben hos var och en av hästarna i studien. Angett i grader.	28
Figur 14. Medelvärden och standardavvikelser för extension av has med knäled i 90 graders flexion, hos var och en av hästarna i studien. Angett i grader.	29
Figur 15. Medelvärden och standardavvikelser för extension av karpus, hos fjorton av femton av hästarna i studien. Angett i grader.	30

Figure 16. Medelvärden och standardavvikelser för extension av kota, hos fjorton av femton av hästarna i studien. Angett i grader.	31
Figur 17. Medelvärden och standardavvikelser vid mätning av lateralflexion av nacke, hals och bål (avstånd mellan mule och has) på var och en av studiens hästar. Angett i centimeter.	33
Figur 18. Medelvärden och standardavvikelser vid mätning av hudelasticitet på var och en av studiens hästar. Angett i millimeter.	34

Förkortningar

EDS	Ehlers-Danlos syndrom
hEDS	Ehlers-Danlos syndrom av hypermobilitetstyp
HERDA	Hereditary equine regional dermal asthenia
ICC	Intra-class coefficient
PLOD1	Procollagen-lysine, 2-oxoglutarate 5-dioxygenase 1
PPIB	Peptidyl-prolyl cis-trans isomerase B
ROM	Range of motion
SWB	Svenskt varmblod
WFFS	Warmblood fragile foal syndrome

1. Inledning

Det huvudsakliga ändamålet med aveln av nutidens sporthästar är att uppmuntra avel på atletiska egenskaper som ska främja goda prestationer i olika tävlingsgrenar (Nolte et al. 2019). Swedish Warmblood Association (2021) nämner i Avelsplan för svenskt varmblod (SWB) 2021–2026 att spänst, elasticitet, bogfrihet och schwung är egenskaper som är önskvärda hos en dressyrhäst av rasen svenskt varmblod. Samma avelsplan tydliggör att ”goda rörelser” ingår i det generella avelsmålet för SWB. Detta tyder på att ökad rörlighet i hästens gångarter således blir framselekerat (Nolte et al. 2019).

Generell överrörlighet hos människa kan antingen vara förvärvad eller genetisk och innebär att flera leder har en rörlighet utanför det normala ledrörlighetsomfånget (Juul-Kristensen et al. 2017). Juul-Kristensen et al. (2017) tillägger att generell överrörlighet är relativt vanligt och behöver inte innebära några besvär, men det finns många som upplever stora besvär av sin överrörlighet. Ehlers-Danlos syndrom (EDS) är enligt De Paepe och Malfait (2012) en grupp ärftliga överrörlighetssjukdomar hos människa och dessa sjukdomar orsakar svag och skör bindväv vilket bland annat kan påverka leder, hud, blodkärl och inre organ negativt. Vidare beskriver författaren vanliga karakteristiska kännetecken för EDS som överrörlighet i leder och hyperelastisk hud. Det finns sjukdomar hos häst som liknas med EDS och en av dessa är Warmblood fragile foal syndrome (WFFS) (Aurich et al. 2019). WFFS orsakas av en ärftlig genmutation och det har upptäckts ett samband mellan varmblodsaveln och WFFS (Monthoux et al. 2015). Även Hereditary equine regional dermal asthenia (HERDA) som påvisats på quarterhästar liknas med EDS och är, enligt Tryon et al. (2005), liksom WFFS en recessivt nedärvd genetisk sjukdom.

Det finns till författarna av detta kandidatarbetes kännedom ingen känd definition för överrörlighet hos häst. Ämnet diskuteras flitigt bland ryttare och träningsrekommendationer ges utan en definierad diagnos. Därför finns det ett behov av validerade metoder för att mäta rörlighet med en förhoppning om att kunna definiera och diagnostisera överrörlighet hos häst. De valda metoderna i den här studien är baserade på ett diagnostiskt protokoll extrapolerat från humanmedicin och syftar till att utvärdera kännetecknande egenskaper för

överslätthetssjukdomar. De Paepe och Malfait (2012) förklarar att EDS hos människa diagnostiseras genom uppvisad hyperelasticitet i hud samt hypermobilitet i leder och baseras bland annat på framtagna referensvärden gällande normal ledrlighet.

Ledrlighet utvärderas vanligtvis genom att mäta ledens range of motion (ROM) med en goniometer (Liljebrink & Bergh 2010). Goniometermätning är en validerad mätmetod för människa och har i studien av Liljebrink och Bergh (2010) visat sig vara en lovande mätmetod för att mäta ledrlighet hos häst.

Det här är en praktisk studie skriven för en kandidatexamen i djuromvårdnad och intentionen är att utvärdera inter- och intrabedömarreliabilitet för några mätmetoder för bedömning av symtom som kan indikera överslätthet. Målet är att resultaten ska bidra till ökad kunskap om överslätthet hos häst.

2. Syfte

Syftet med detta kandidatarbete i djuromvårdnad är att validera mätmetoder för att mäta rörlighet hos häst.

2.1 Frågeställningar

- Vilken inter- och intrabedömarreliabilitet har goniometermätning av abduktion i skuldra hos häst?
- Vilken inter- och intrabedömarreliabilitet har goniometermätning av extension av has med knäled i 90 graders flexion hos häst?
- Vilken inter- och intrabedömarreliabilitet har goniometermätning av extension i karpus hos häst?
- Vilken inter- och intrabedömarreliabilitet har goniometermätning av extension i kotled hos häst?
- Vilken inter- och intrabedömarreliabilitet har måttband för att registrera lateralflexion av hästens hals och bål (avstånd mellan mule och has)?
- Vilken inter- och intrabedömarreliabilitet har mätning med linjal av hudens elasticitet hos häst?

3. Bakgrund

3.1 Ehlers-Danlos syndrom

De Paepe och Malfait (2012) beskriver i en studie att Ehlers-Danlos syndrom är en grupp genetiska sjukdomar hos människa. Vidare beskriver författarna till studien att den grundläggande orsaken till merparten av subtyperna är mutationer i gener som kodar för kollagentillverkning. Gemensamt för sjukdomar som ingår i EDS är att de ger upphov till svag och skör bindväv, vilket kan medföra en mängd negativa systemiska effekter då det bland annat påverkar leder, hud, blodkärl, ligament och inre organ (De Paepe & Malfait 2012).

De Paepe och Malfait (2012) påstår att de tre viktigaste kriterierna för att diagnosticera EDS är överrörlighet i leder, hyperelasticitet i hud och atrofiska ärr (som ofta uppstår på knän och armbågar), men det finns även andra karakteristiska symtom som tas med vid diagnosticering. Samma studie förklarar vidare att hypermobilitet i leder utvärderas med Beightonskalan som baseras på referensvärden för normal ledrörlighet.

Andra vanliga kliniska tecken för EDS är enligt De Paepe och Malfait (2012) spontana hematom och blödningar. Samma författare förklarar vidare att den generellt sköra bindväven kan påverka flera organsystem, exempelvis kan EDS orsaka olika gynekologiska problem och förlossningskomplikationer.

Enligt De Paepe och Malfait (2012) är EDS uppdelad i sex undergrupper varav tre är väldigt ovanliga. De övriga tre undergrupperna är vanligare och innefattar den klassiska typen, den vaskulära typen och hypermobilitetstypen (hEDS) (De Paepe & Malfait 2012). Samma studie uppger ökad hudelasticitet och överrörlighet i leder som väldigt karakteristiskt för EDS men tydliggör att kliniska kännetecken kan yttra sig på diverse olika sätt i de olika undergrupperna. Vidare framkommer det i studien att i flera undergrupper är huden sammetslen och slät samtidigt som den är väldigt töjbar. I den vaskulära undergruppen av EDS är huden däremot inte speciellt elastisk, utan är i stället tunn och mer känslig för sår (De Paepe & Malfait 2012). Samma författare nämner att EDS kan ge upphov till återkommande subluxationer, luxationer och stukningar. En studie av Tinkle et al. (2017) menar att överrörlighet inte behöver vara problematiskt för unga barn men att problemen blir värre med åldern och kan bland annat orsaka svårbehandlad kronisk smärta.

Hypermobilitetstypen (hEDS) som är den vanligaste varianten av EDS visar sig på olika sätt hos barn jämfört med vuxna (Tinkle et al. 2017). Tinkle et al. (2017)

menar att barn ofta får överrörliga leder och ökad risk för stukningar och får smärta av att utföra vissa finmotoriska rörelser under längre tid. Samma författare uppger att besvär som kronisk smärta ofta uppstår i vuxen ålder och det kan handla om muskeloskeletal smärta, men också huvudvärk. Det vanligaste symtomet som individer med hEDS upplever är kronisk trötthet (Maeland et al. (2011). Tinkle et al. (2017) tillägger att det även är en del som upplever akut smärta och gastrointestinala störningar.

3.2 Warmblood fragile foal syndrome

Warmblood fragile foal syndrome (WFFS) är en sjukdom hos häst som kan liknas med den humana sjukdomen EDS och orsakas av en mutation i genen procollagenlysin, 2-oxoglutarate 5-dioxygenase 1 (PLOD1) (Monthoux et al. 2015). Monthoux et al. (2015) konstaterar att PLOD1 är en essentiell komponent för biosyntesen av kollagen och båda föräldrarna till ett föl behöver bära genotypen för att symptom ska uppvisas hos fölet. Det förtydligas i samma studie att sjukdomen följaktligen nedärvs autosomt recessivt.

Det har observerats ett samband mellan varmbloodsaveln och ökad förekomst av WFFS (Aurich et al. 2019). Aurich et al. (2019) förklarar att föl som drabbas av WFFS antingen spontanaborteras, är dödfödda eller dör kort efter födseln. Samma författare tydliggör att inga föl med dubbla uppsättningar av genmutationen överlever sjukdomen. Två vanliga kliniska tecken hos föl med WFFS är skör hud som ofta leder till att fölet föds med stora hudsår, samt onaturlig överrörlighet i distala leder (Aurich et al. 2019). Det förekommer också hyperkeratoser och ibland föds fölen med öppen buk och exponerade inre organ (Aurich et al. 2019).

I en studie av Ablondi et al. (2022) som inkluderande 2288 hästar tillhörande rasen SWB var 9 % bärare av genmutationen som orsakar WFFS. Dessa hästar hade endast en enkel uppsättning av genmutationen, vilket innebär att de var friska bärare. Däremot bedömde Ablondi et al. (2022) att hästar med genmutationen hade fördelar avseende egenskaper för att prestera i dressyr jämfört med hästar som saknar genmutationen. Gångarterna för hästar med genmutationen var generellt rörligare, jämnare, hade bättre rytm och uppvisade ett längre steg, samt att traven var mer elastisk. I samma studie beskrivs dock genmutationen inte vara fördelaktig för hoppning då hästarna med genmutationen allmänt var mer spända, mindre fokuserade och hade sämre avståndsbedömning.

3.3 Hereditary equine regional dermal asthenia

Rashmir-Raven och Spier (2015) liknar sjukdomen Hereditary equine regional dermal asthenia (HERDA) med EDS. HERDA nedärvs recessivt, och drabbar quarterhästar samt släktingar till quarterhästar (Rashmir-Raven och Spier 2015). Ishikawa et al. (2012) uppger att en mutation på genen peptidyl-prolyl cis-trans isomerase B (PPIB) är det som ger upphov till sjukdomen och PPIB kodar för ett protein som deltar i syntesen av kollagen.

Karakteristiskt för HERDA är hyperelastisk och töjbar hud som blir slapp (Rashmir-Raven & Spier 2015). Författarna i samma studie tillägger att huden också är väldigt skör och det är vanligt att hästen får fula ärr efter skada. Vid 18–24 månaders ålder brukar hästar med HERDA utveckla stora hudsår och hematom, vilka vanligtvis uppkommer över ryggen i anknytning till att de börjar utrustas med sadel (Rashmir-Raven & Spier 2015). Det framgår i samma studie att det även finns hästar som inte utvecklar tydliga symtom förrän efter fem års ålder. Samma författare tillägger att vissa hästar inte utvecklar de karakteristiska hudsåren men kan ändå visa smärta vid sadling. Hudsår på andra kroppsdelar förekommer men är mer ovanligt (Rashmir-Raven & Spier 2015).

Rashmir-Raven och Spier (2015) rapporterar att hästar med HERDA har ökad elasticitet i senor och ligament, samt sannolikt ökad rörlighet i leder. Att senor och ligament är mer elastiska innebär också att de är mer sköra (Rashmir-Raven & Spier 2015). Till följd av detta är, enligt samma studie, risken för osteoartrit och kronisk smärta högre för hästar med HERDA.

3.4 Mätinstrument

3.4.1 Goniometer

Inom humanvården och vid studier på andra djurslag har goniometer visat sig vara ett pålitligt mätinstrument för att mäta ledvinklar (Bergh et al. 2020; Adair et al. 2016). När goniometer används för att mäta ledrörlighet, skriver Gandbhir och Cunha (2024) att en mätning bör upprepas tre gånger för att sedan ta ett medelvärde för ledrörligheten.

I en studie av Liljebrink och Bergh (2010) beskriver författarna att gold standard för att mäta ledvinklar är radiografi, men att goniometer anses vara den bästa kliniskt tillämpade icke-invasiva metoden. I studien undersöktes hur pålitligt mätning med en universell goniometer var, med fokus på intra- och interbedömarreliabilitet. Studien utfördes på tio hästar och mätte ROM för passiv

flexion av kота, karpus och has. Bedömarna bestod av 11 fysioterapeuter och en veterinär. Alla hade erfarenhet av att använda universell goniometer. Resultatet för studien av Liljebrink och Bergh (2010) visade att intrabedömarreliabiliteten vid mätning med universell goniometer var bra till utmärkt medan interbedömarreliabiliteten var dålig till måttlig. Resultatet indikerar att det bör vara samma person som mäter samma individ vid upprepade mätningar för att få en tillförlitlig uppföljning av patienten.

I en annan studie av Adair et al. (2016) utvärderades också goniometermätning med universell goniometer. Adair et al. (2016) mätte extension av karpus och kота med goniometer, i syfte att validera inter- och intrabedömarreliabilitet. Studien baserades på 17 hästar som mättes av tre bedömare. Före mätningarna utbildades bedömarna genom att granska protokollen och tillsammans mäta två hästar. Studien visade på utmärkta resultat för både inter- och intrabedömarreliabilitet, med ICC på 0,974 för inter- och 0,975–0,985 för intrabedömarreliabilitet. Detta skiljer sig från studien av Liljebrink och Bergh (2010). Studien av Adair et al. (2016) indikerar att mätresultat kan vara jämförbara även när olika bedömare mäter samma häst.

I studien av Bergh et al. (2020) undersöktes inter- och intrabedömarreliabilitet för två typer av goniometer; universell och digital. Det framkom i studiens resultat att mätningar av samma vinkel, på samma led och samma häst, med de två typerna av goniometer, skilde sig mycket åt. Därför rekommenderas att använda en och samma sorts goniometer vid upprepade mätningar inom samma individ (Bergh et al. 2020).

3.4.2 Måttband och linjal

Måttbandets validitet som mätmetod för att mäta leddsvullnad och muskelomfång hos hund har studerats av Baker et al. (2010). Studien påvisade att måttband med dynamometer var ett objektiva sätt att mäta framför allt leddsvullnad, med hög inter- och intrabedömarreliabilitet. Måttband har även använts för att mäta storleken på sår (Haghpanah et al. 2006). Det finns ingen validering av måttband för mätning av längd mellan olika anatomiska landmärken hos häst, vilket hade varit mer relevant för detta kandidatarbete. Det finns till författarna av detta kandidatarbetes kännedom inte heller någon validering för mätning av hudelasticitet med linjal. Mätning med linjal är en vanlig metod för att mäta storleken på sår, men Rogers et al. (2010) förklarar att sårets storlek blir överskattat vid användning av metoden.

4. Material och metod

4.1 Studiepopulation

Studien genomfördes på 15 undervisningshästar från Sveriges lantbruksuniversitet vid tre tillfällen under februari och mars. Samtliga hästar används för undervisning och forskning vid universitetet, samt står uppstallade på box under nätterna. Hästarna selekterades utifrån ett bekvämlighetsurval då de hästar som deltog i studien var de som var tillgängliga under den aktuella mätperioden.

4.2 Mätmetoder

Validiteten för mätning av hudelasticitet och ledrörlighet undersöktes med praktiska försök. Mätmetoderna testades genom sex olika rörlighetstester som ämnade att demonstrera elasticitet i hud respektive rörlighet i leder. Rörlighetstesterna är baserade på ett diagnostiskt protokoll extrapolerat från humanmedicin. Hur mätningarna av respektive rörelse genomfördes i praktiken finns beskrivet under rubriken 3.3 Försöksprotokoll. Mätmetoderna som användes i studien var måttband, linjal och goniometer.

I detta kandidatarbete användes EasyAngle som är en digital goniometer som tillverkas av Meloq AB i Stockholm, Sverige. Enligt fabrikören bör mätfel upp till en grad inom ett spann på 180 grader tas i beaktande. Linjaldelen på EasyAngle användes till att mäta elasticiteten i hästens hud.

Måttbandet som användes var hemmagjort och försett med en dynamometer som mätte upp till 5 Newton (N).

4.3 Försöksprotokoll

Varje mätning utfördes av tre personer; bedömare *A*, *B* och *C*. Bedömare *A* har stor kunskap om mätmetoderna samt hur de ska tillämpas medan bedömare *B* och *C* är sistaårsstudenter på djursjukskötprogrammet med begränsad erfarenhet. Innan mätningarna påbörjades utbildade bedömare *A* de oerfarna bedömarena i hur mätmetoderna skulle tillämpas samt hur rörlighetstesterna skulle genomföras. Vid de mätningar som krävde assistans i form av att lyfta hästens ben, var det alltid bedömare *A* som assisterade både bedömare *B* och *C*. Bedömare *A* assisterades av både bedömare *B* och *C*.

4.3.1 Rörlighetstest: Passiv abduktion av skuldra

Den digitala goniometern EasyAngle användes för att mäta passivt rörelseomfång i grader. Hästen var stillastående på plant underlag. Frambenet lyftes upp rakt av assistent och flekterades maximalt i karpus. Bedömaren placerade EasyAngle vertikalt på scapula i linje med spina scapula, vilket var startpunkten för mätningen. Därefter abducerades skulderleden maximalt och EasyAngle placerades vertikalt längs med proximala humerus, vilket var slutpunkten för mätningen. EasyAngle var under hela utförandet av momentet roterad åt vänster vilket innebar att goniometerns vänstra kant vilade mot hästen. Respektive bedömare upprepade mätningen tre gånger på varje häst.

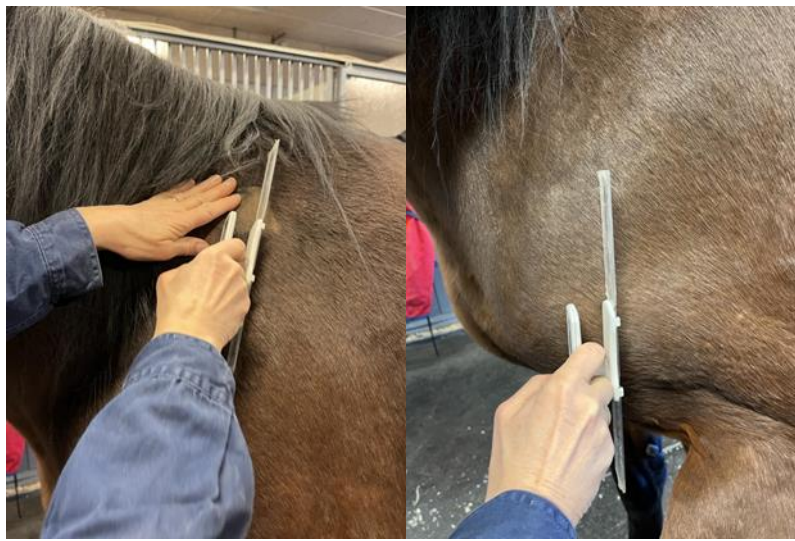


Figure 1. Mätning av passiv abduktion av skuldra med digital goniometer. (Emilia Jonsson 2024).

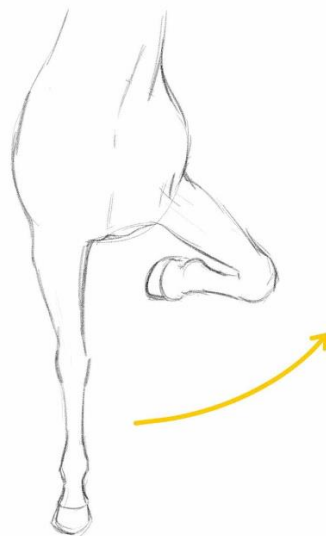


Figure 2. Demonstration av abduktion av skulderleden. (Felicia Bäckvik 2024).

4.3.2 Rörlighetstest: Extension av has med knäled i 90 graders flexion

En assistent lyfte upp det vänstra bakbenet och positionerade knäleden i 90 graders flexion samtidigt som hasleden extenderades maximalt. Bedömaren placerade EasyAngle utefter laterala tibia så att den kaudala delen av EasyAngle befann sig vid hasleden och detta utgjorde startpunkten för mätningen. Därefter flyttades EasyAngle till att följa metatarsalben III lateralt där den proximala delen av EasyAngle var riktad mot hasleden, vilket utgjorde slutpunkten för mätningen. Respektive bedömare upprepade mätningen tre gånger på varje häst.



Figure 3. Goniometermätning av extension av has med knäled i 90 graders flexion. (Emilia Jonsson 2024).

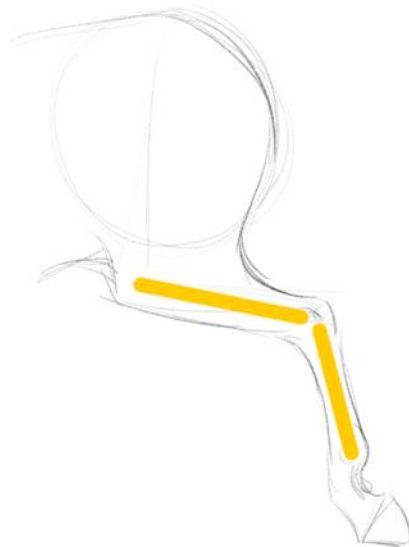


Figure 4. Gula markeringar visar var digital goniometer placerades vid mätning av extension av has med knäleden i 90 graders flexion. (Felicia Bäckvik 2024).

4.3.3 Rörlighetstest: Extension av karpus

Digital goniometer, Easyangle användes för att mäta extension av karpus i grader. Hästen stod på plant underlag och belastade samtliga fyra hovar. Bedömaren placerade EasyAngle vertikalt längs med laterala radius med den proximala delen av EasyAngle riktad mot armbågsleden. Det utgjorde startpunkten för mätningen. EasyAngle positionerades sedan vertikalt på laterala metakarpalben III, vilket utgjorde slutpunkten för mätningen. Respektive bedömare upprepade mätningen tre gånger på varje häst.



Figure 5. Mätning av extension av karpus med digital goniometer. (Emilia Jonsson 2024).

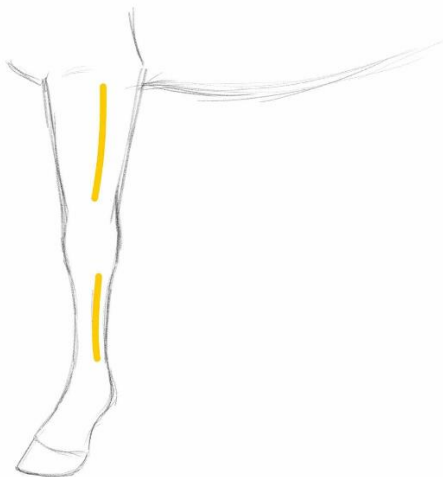


Figure 6. Gula markeringar visar var digital goniometer placerades vid mätning av extension av karpus. (Felicia Bäckvik 2024).

4.3.4 Rörlighetstest: Extension av kotled

Den digitala goniometern Easyangle användes för att mäta extension av kotled i grader. Hästen stod på plant underlag och belastade samtliga fyra hovar. Bedömaren positionerade EasyAngle med den distala delen vid kotleden och följde sedan laterala metakarpalben III, vilket utgjorde startpunkten för mätningen. EasyAngle placerades därefter längs med kotbenet lateralt med den proximala delen av EasyAngle mot kotleden, vilket utgjorde slutpunkten för mätningen. Respektive bedömare upprepade mätningen tre gånger på varje häst.



Figure 7. Mätning av extension i kotled med digital goniometer. (Emilia Jonsson 2024).

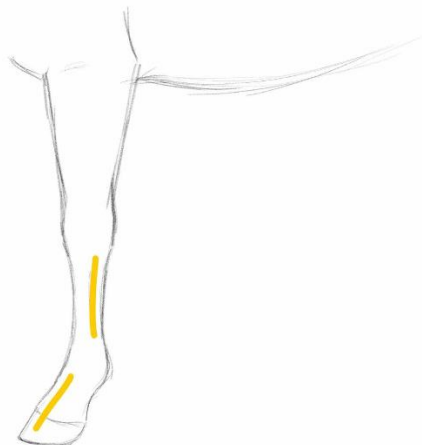


Figure 8. Gula markeringar visar var digital goniometer placerades vid mätning av extension av kotled. (Felicia Bäckvik 2024).

4.3.5 Rörlighetstest: Lateralflexion av hals, nacke och bål

Måttband användes för att mäta avståndet i centimeter från yttersta punkten på os nasale till hasspetsen när hästen utförde en maximal lateral flexion av hals, nacke och bål. Hästen stod på plant underlag och det var väsentligt att hästen belastade alla fyra ben eftersom det potentiellt kan påverka räckvidden. Hästen skulle flektera hals, nacke och bål i riktning mot hasen och försöka nå så långt som möjligt. För att åstadkomma detta användes äpple och/eller slickgodis som lockbete, beroende på vad som bäst motiverade varje enskild häst. Respektive bedömare upprepade mätningen tre gånger på varje häst.



Figure 9. Mätning av lateralflexion av hals, nacke och bål med hjälp av måttband. (Emilia Jonsson 2024).

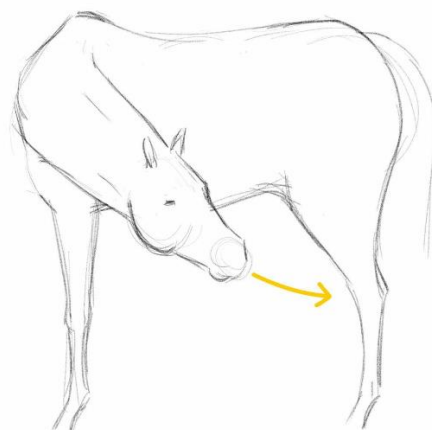


Figure 10. Demonstration av lateralflexion av hals, nacke och bål. (Felicia Bäckvik 2024).

4.3.6 Mätning av hudelasticitet

Linjaldelen på EasyAngle användes tillsammans med ett måttband för att mäta hudens längd i millimeter när den var maximalt utsträckt. Mätningen skedde lateralt på halsen vid injektionsstället för intramuskulära injektioner. Huden sträcktes ut maximalt med hjälp av bedömarens fingrar och längden mättes med linjaldelen på EasyAngle. Eftersom linjaldelen på EasyAngle endast visade hela centimeter lades sedan ett måttband på den uppmätta längden för att fastställa den utdragna hudens längd i millimeter. Respektive bedömare upprepade mätningen tre gånger på varje häst.



Figure 11. Mätning av hudelasticitet med linjal. (Matilda Olofsson 2024).



Figure 12. Markering var på halsen mätning av hudens elasticitet utfördes. (Felicia Bäckvik 2024).

4.4 Bearbetning och analys av data

Alla mätvärden registrerades för hand enligt ett utskrivet protokoll. Värdena överfördes till Excel för att beräkna medelvärde och standardavvikelse för varje bedömare och häst vid varje enskilt test. Intraclass correlation coefficient (ICC) räknades ut med hjälp av ICCest i ICC-paketet i R, vilket är baserat på ANOVA.

Landis och Koch (1977) graderar ICC enligt följande:

0,00-0,20	slight
0,21-0,40	fair
0,41-0,60	moderate
0,61-0,80	substantial
0,81-1,0	almost perfect

I en svensk översättning kan det likställas med dålig, rättvis, måttlig, bra och utmärkt (Cicchetti 1994).

4.5 Etiskt tillstånd

Studien krävde inget etiskt tillstånd utöver det generella etiska tillståndet för undervisning vid SLU, diarienummer 5.8.18-05055/2019.

5. Resultat

5.1 Deltagande hästar

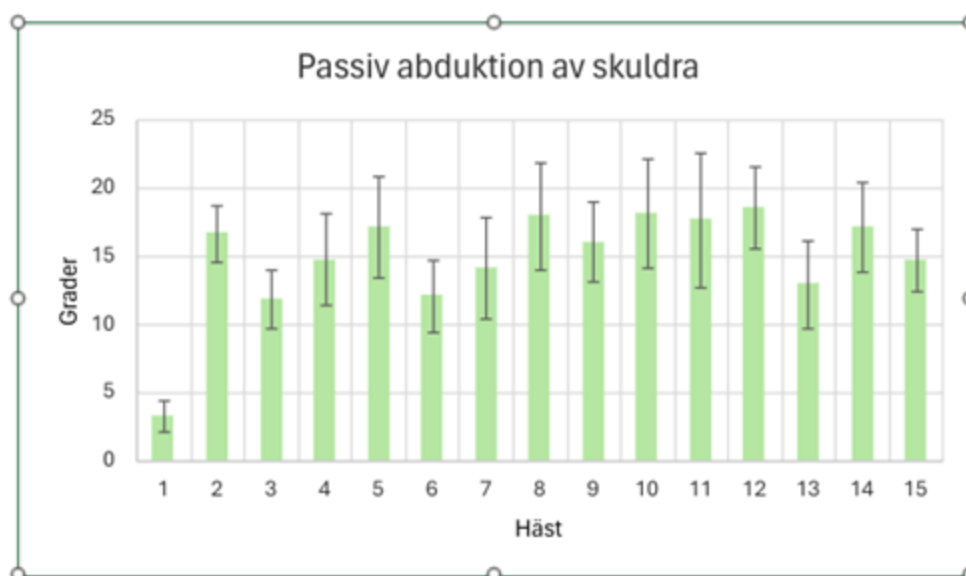
Totalt 15 hästar mellan 6 och 23 år ingick i studien. Medelåldern var 15 år med en standardavvikelse på 4,4 år. Av hästarna var 13 ston medan 2 var valacker. I tabell 1 finns sammanställd information om hästarna som medverkade i studien. Det gjordes inga veterinärmedicinska bedömningar vad gäller de inkluderade hästarnas rörlighet. Mätningarna skedde vid tre tillfällen mellan februari och mars 2024. Varje individuell häst deltog vid ett mättillfälle vardera och således mättes aldrig samma individ vid mer än ett tillfälle. Mätning av extension av karpus samt extension av kotled genomfördes inte på häst 5 då det missades vid mättillfället. Hästarna numreras i tabellerna baserat på den ordning de mättes i under försöket.

Table 1. Hästarna som deltagit i denna studie

Häst	Kön	Födelseår
Häst 1	Sto	2001
Häst 2	Sto	2009
Häst 3	Sto	2007
Häst 4	Sto	2007
Häst 5	Valack	2018
Häst 6	Sto	2003
Häst 7	Sto	2011
Häst 8	Sto	2013
Häst 9	Valack	2005
Häst 10	Sto	2009
Häst 11	Sto	2007
Häst 12	Sto	2010
Häst 13	Sto	2013
Häst 14	Sto	2013
Häst 15	Sto	2011

5.2 Passiv abduktion av skuldra

Totalt mättes 135 mått fördelat på studiens 15 hästar. Det totala medelvärdet för mätningarna var 14,9 graders abduktion av skuldran, med en standardavvikelse på 4,9 grader. Medelvärdet per individ hade en spridning från 3,3 grader som lägst, till 18,6 grader som högst. Detta visas i figur 8.



Figur 13. Medelvärden och standardavvikelser för passiv abduktion av framben hos var och en av hästarna i studien. Angett i grader.

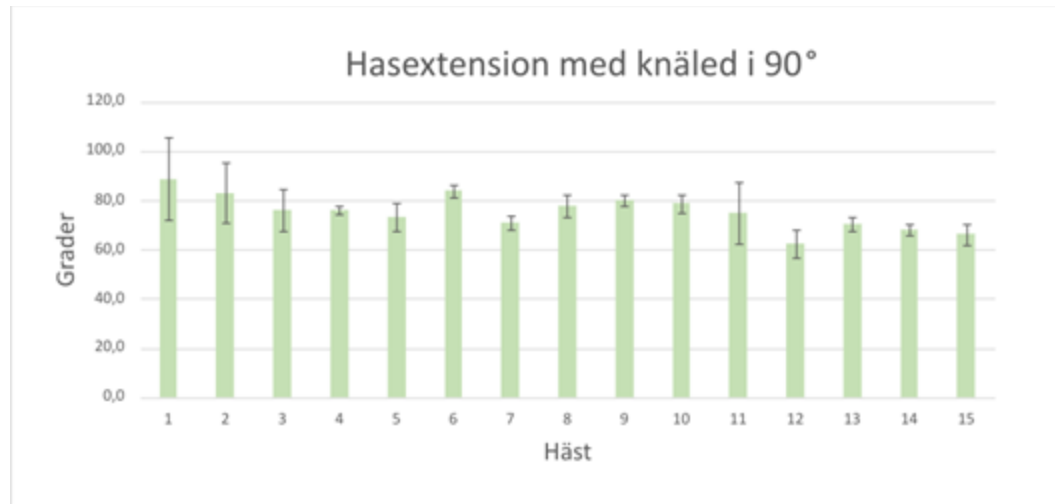
I tabell 2 visas medelvärde och standardavvikelse för varje enskild bedömare och häst, vid mätning av passiv abduktion av framben. Standardavvikelsen för bedömare A varierade mellan 0–2,0 grader, för bedömare B mellan 0,6–3,2 grader och för bedömare C mellan 0,6–3,2 grader.

Table 2. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar för passiv abduktion av framben. Angett i grader.

Häst	Bedömare A	Bedömare B	Bedömare C
1	3,3 ± 1,2	5,3 ± 3,2	4,7 ± 1,5
2	16,7 ± 2,1	16 ± 2	6,7 ± 3,2
3	13,7 ± 2,1	11,3 ± 0,6	10,7 ± 2,3
4	20 ± 2,6	18,3 ± 2,1	13,3 ± 0,6
5	12,7 ± 0,6	19,7 ± 1,5	19,3 ± 2,5
6	14 ± 1	13,3 ± 0,6	9 ± 1,7
7	12 ± 5,2	17,7 ± 0,6	13 ± 1
8	19,3 ± 1,5	21,3 ± 1,2	13,3 ± 2,5
9	19 ± 0	16,7 ± 0,6	12,7 ± 1,5
10	13,7 ± 2,5	21 ± 2,6	20 ± 2
11	18,7 ± 4,6	22 ± 1	12,3 ± 2,5
12	17 ± 1,7	22,3 ± 0,6	16,3 ± 0,6
13	10,7 ± 3,8	16 ± 1	12,3 ± 1,5
14	18,7 ± 2,3	19,3 ± 0,6	13,7 ± 3,2
15	14 ± 3,6	16 ± 1	14 ± 1,7

5.3 Extension av has med knäled i 90 graders flexion

Totalt mättes 135 mått fördelat på studiens 15 hästar. Det totala medelvärdet för mätningarna var 75,4 graders extension av hasleden, med en standardavvikelse på 9,8 grader. Medelvärdet per individ hade en spridning från 66,2 grader som lägst, till 88,8 grader som högst.



Figur 14. Medelvärden och standardavvikelser för extension av has med knäled i 90 graders flexion, hos var och en av hästarna i studien. Angett i grader.

I tabell 3 visas medelvärde och standardavvikelse för varje enskild bedömare och häst, vid mätning av extension av has med knäled i 90 graders flexion. Standardavvikelsen för bedömare A varierade mellan 0,6–10,8 grader, för bedömare B mellan 0,0–4,2 grader och för bedömare C mellan 1,0–8,1 grader.

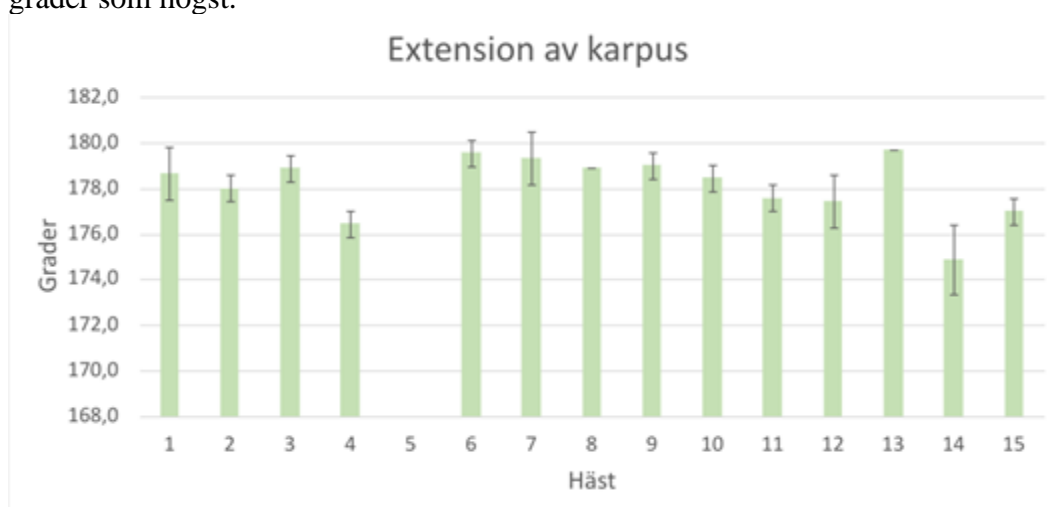
Table 3. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar av extension av has med knäled i 90 graders flexion. Angett i grader.

Häst	Bedömare A	Bedömare B	Bedömare C
1	98 ± 10,8	100,7 ± 2,1	67,7 ± 1,2
2	77 ± 1,7	99 ± 2,0	73,3 ± 3,1
3	69,3 ± 4,5	86,3 ± 4,2	72,7 ± 5,0
4	74,7 ± 0,6	76,0 ± 1,7	77,7 ± 1,2
5	70,0 ± 3,6	78,0 ± 1,7	71,7 ± 8,1
6	85,3 ± 2,5	82,7 ± 2,5	83,3 ± 2,5
7	72,3 ± 2,5	72,7 ± 1,2	68,3 ± 2,9
8	75,7 ± 3,2	83,3 ± 1,2	74,7 ± 2,9
9	78,7 ± 1,5	82,3 ± 2,1	79,0 ± 1,0
10	74,7 ± 1,5	82,7 ± 1,5	78,7 ± 2,1
11	90,7 ± 1,2	71,3 ± 2,3	63,0 ± 2,6
12	63,3 ± 5,7	67,3 ± 1,5	57,0 ± 3,5

13	68,0 ± 2,0	73,3 ± 2,1	69,3 ± 1,2
14	68,3 ± 2,1	69,3 ± 2,3	66,3 ± 2,5
15	68,0 ± 2,0	70,0 ± 0,0	60,7 ± 1,5

5.4 Extension av karpus

Totalt mättes 126 mått fördelat på 14 av studiens 15 hästar. Det totala medelvärdet för mätningarna var 178,1 grader, med en standardavvikelse på 1,6 grader. Medelvärdet per individ hade en spridning från 176,4 grader som lägst, till 179,6 grader som högst.



Figur 15. Medelvärden och standardavvikelser för extension av karpus, hos fjorton av femton av hästarna i studien. Angett i grader.

I tabell 4 visas medelvärde och standardavvikelse för varje enskild bedömare och häst, vid mätning av extension av karpus. Standardavvikelsen för bedömare A varierade mellan 0,0–2,6 grader, för bedömare B mellan 0,0–1,2 grader och för bedömare C mellan 0,0–2,0 grader.

Table 4. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar av extension av karpus. Angett i grader.

Häst	Bedömare A	Bedömare B	Bedömare C
1	180,0 ± 0,0	178,0 ± 0,0	178,0 ± 0,0
2	178,7 ± 0,6	177,7 ± 0,6	177,7 ± 0,6
3	179,3 ± 0,6	178,7 ± 1,2	178,7 ± 0,6
4	176,0 ± 1,7	175,0 ± 0,0	176,3 ± 1,5
5			
6	180,0 ± 0,0	179,3 ± 0,6	179,3 ± 1,2
7	180,0 ± 0,0	179,7 ± 0,6	178,3 ± 0,6

8	179,3 ± 0,6	178,7 ± 0,6	178,7 ± 0,6
9	179,0 ± 1,0	179,3 ± 1,2	178,7 ± 0,6
10	179,0 ± 0,0	178,7 ± 1,2	177,7 ± 1,5
11	178,0 ± 2,0	176,7 ± 0,6	178,0 ± 2,0
12	177,0 ± 2,6	177,7 ± 0,6	177,7 ± 1,5
13	179,3 ± 1,2	180,0 ± 0,0	179,7 ± 0,6
14	68,3 ± 2,1	69,3 ± 2,3	66,3 ± 2,5
15	68,0 ± 2,0	70,0 ± 0,0	60,7 ± 1,5

5.5 Extension av kotled

Totalt mättes 126 mått fördelat på 14 av studiens 15 hästar. Det totala medelvärdet för mätningarna var 208,8 grader, med en standardavvikelse på 4,4 grader. Medelvärdet per individ hade en spridning från 203,3 grader som lägst, till 216,7 grader som högst.

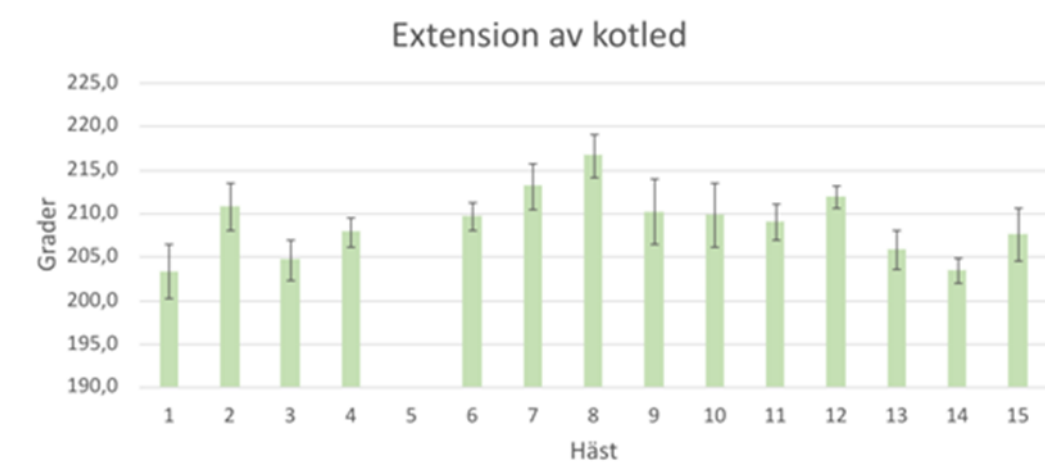


Figure 16. Medelvärden och standardavvikelser för extension av kota, hos fjorton av femton av hästarna i studien. Angett i grader.

I tabell 5 visas medelvärde och standardavvikelse för varje enskild bedömare och häst, vid mätning av extension av kotled. Standardavvikelsen för bedömare A varierade mellan 0,6–2,5 grader, för bedömare B mellan 0,6–3,2 grader och för bedömare C mellan 0,6–3,6 grader.

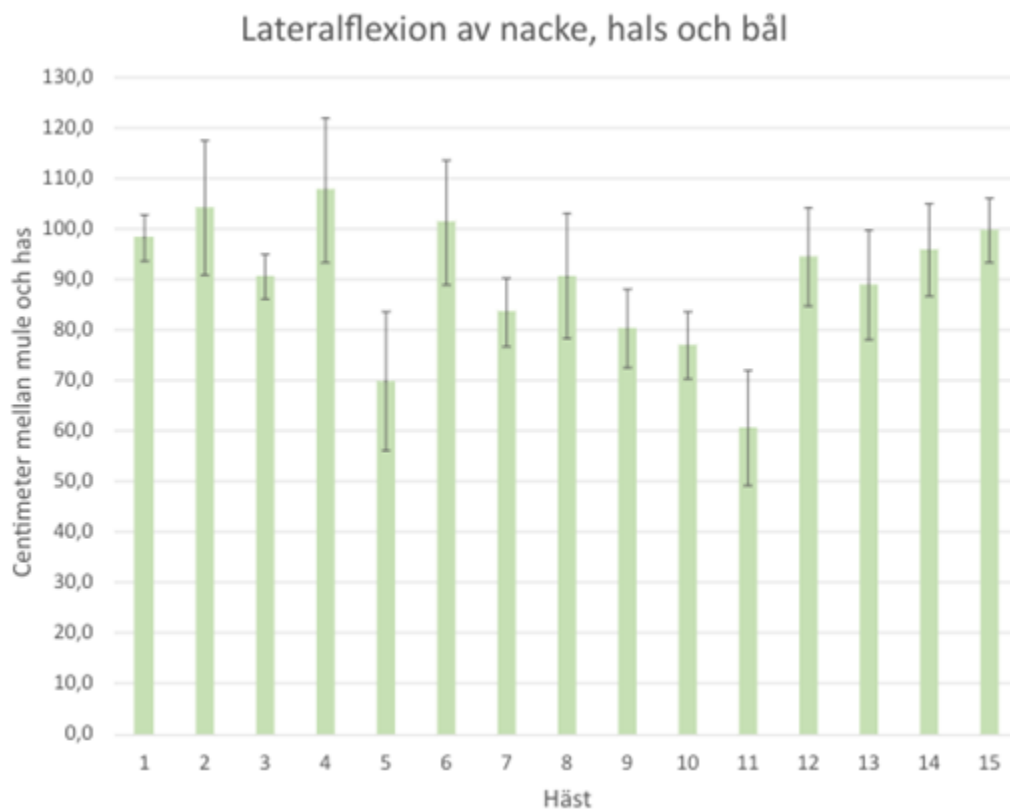
Table 5. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar av extension av kotled. Angett i grader.

Häst	Bedömare A	Bedömare B	Bedömare C
1	200,3 ± 2,1	203,7 ± 3,2	206,0 ± 1,0
2	210,3 ± 2,5	209,0 ± 2,6	213,0 ± 1,7

3	206,7 ± 1,5	203,0 ± 1,0	204,3 ± 2,9
4	207,7 ± 0,6	209,7 ± 1,5	206,3 ± 0,6
5			
6	209,3 ± 0,6	209,3 ± 2,9	210,3 ± 0,6
7	215,7 ± 2,1	213,3 ± 1,5	210,3 ± 0,6
8	219,0 ± 1,0	217,3 ± 0,6	213,7 ± 0,6
9	212,0 ± 1,7	213,0 ± 1,7	205,7 ± 2,1
10	205,3 ± 2,1	213,3 ± 0,6	210,7 ± 0,6
11	207,7 ± 0,6	211,3 ± 1,5	208,0 ± 1,7
12	210,7 ± 0,6	213,0 ± 1,0	212,0 ± 1,0
13	205,0 ± 1,0	208,3 ± 1,2	204,3 ± 2,1
14	203,3 ± 1,2	203,3 ± 1,5	203,7 ± 2,1
15	204,7 ± 1,2	209,0 ± 1,7	209,0 ± 3,6

5.6 Lateralflexion av nacke, hals och bål

Totalt mättes 135 mått fördelat på 15 hästar. Det totala medelvärdet för mätningarna var 89,5 centimeter med en standardavvikelse på 16,0 centimeter. Medelvärdet per individ hade en spridning från 60,6 centimeter som lägst, till 104,1 centimeter som högst.



Figur 17. Medelvärden och standardavvikelser vid mätning av lateralflexion av nacke, hals och bål (avstånd mellan mule och has) på var och en av studiens hästar. Angett i centimeter.

I tabell 6 visas medelvärde och standardavvikelse för varje enskild bedömare och häst, vid mätning av lateralflexion av nacke, hals och bål. Standardavvikelsen för bedömare A varierade mellan 0,6–10,7 centimeter, för bedömare B mellan 2,1–14,1 centimeter och för bedömare C mellan 1,0–13,3 centimeter.

Table 6. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar av lateralflexion av nacke, hals och bål. Angett i millimeter.

Häst	Bedömare A	Bedömare B	Bedömare C
1	107,3 ± 4,6	101,3 ± 3,5	94,0 ± 2,0
2	117,7 ± 4,5	100,0 ± 14,1	94,7 ± 7,0
3	93,0 ± 2,6	88,7 ± 2,1	90,0 ± 7,2
4	118,3 ± 2,1	115,7 ± 2,1	89,0 ± 5,6
5	84,3 ± 10,7	65,7 ± 4,0	59,7 ± 11,0
6	110,7 ± 0,6	108,3 ± 2,9	85,0 ± 1,0
7	79,0 ± 3,0	82,7 ± 7,5	89,0 ± 6,6
8	100,0 ± 4,6	95,3 ± 7,2	76,7 ± 9,1
9	88,7 ± 8,0	77,3 ± 2,1	74,7 ± 2,9
10	81,3 ± 2,1	81,0 ± 4,6	69,0 ± 2,0
11	67,0 ± 8,0	51,3 ± 13,1	63,3 ± 9,0
12	98,7 ± 10,3	91,7 ± 7,6	93,3 ± 13,3
13	89,3 ± 2,5	98,0 ± 13,9	79,3 ± 1,5
14	88,3 ± 8,3	104,7 ± 6,4	94,7 ± 4,0
15	92,7 ± 5,0	101,7 ± 4,0	105,0 ± 1,0

I tabell 7 visas varje hästs lägsta värde på hästens samtliga mätningar av lateralflexion av nacke, hals och bål samt dess medelvärde på alla mätningar av rörelsen.

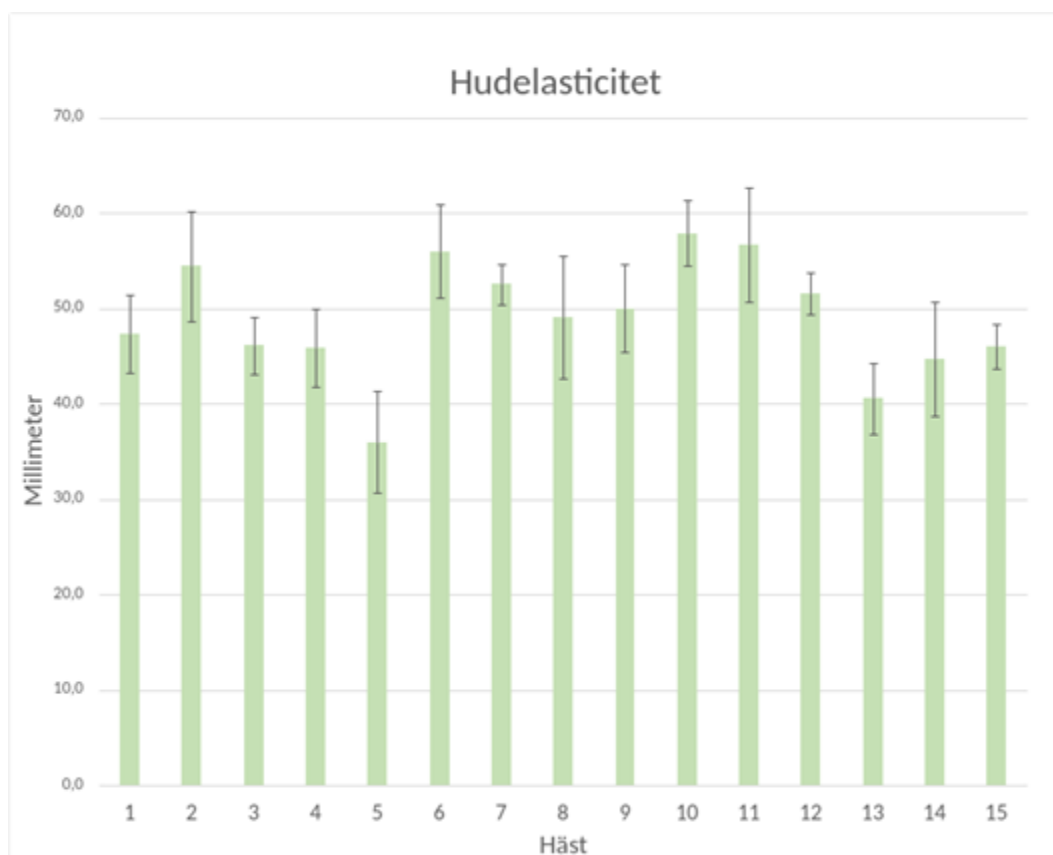
Table 7. Lägsta värde och medelvärde för var och en av hästarna i studien vid lateralflexion av nacke, hals och bål. Angett i centimeter.

Häst	Lägsta värde	Medelvärde
1	92	98,3
2	85	104,1
3	82	90,6
4	84	107,7
5	47	69,9
6	84	101,3
7	75	83,6
8	67	90,7

9	73	80,2
10	67	77,1
11	39	60,6
12	78	94,6
13	78	88,9
14	79	95,9
15	88	99,8

5.7 Hudelasticitet

Totalt mättes 135 mått fördelat på 15 hästar. Det totala medelvärdet för mätningarna var 49,0 millimeter med en standardavvikelse på 7,3 millimeter. Medelvärdet per individ hade en spridning från 36,0 millimeter som lägst, till 57,9 millimeter som högst.



Figur 18. Medelvärden och standardavvikelser vid mätning av hudelasticitet på var och en av studiens hästar. Angett i millimeter.

I tabell 5 visas medelvärde och standardavvikelse för varje enskild bedömare och häst, vid mätning av hudelasticitet. Standardavvikelsen för bedömare A varierade mellan 1,2–6,7 centimeter, för bedömare B mellan 0,0–3,2 centimeter och för bedömare C mellan 1,0–7,2 centimeter.

Table 8. Medelvärde och standardavvikelse per häst och bedömare för samtliga mätningar av hudelasticitet. Angett i millimeter.

Häst	Bedömare A	Bedömare B	Bedömare C
1	44,7 ± 5,5	50,3 ± 2,5	47,0 ± 2,6
2	59,3 ± 3,1	47,7 ± 1,2	56,3 ± 3,2
3	43,3 ± 1,5	46,3 ± 3,2	48,7 ± 1,2
4	46,3 ± 5,1	47,0 ± 2,0	44,3 ± 5,7
5	40,0 ± 3,0	38,3 ± 1,5	29,7 ± 3,1
6	51,0 ± 1,7	55,0 ± 0,0	62,0 ± 1,0
7	54,0 ± 2,6	52,7 ± 0,6	51,0 ± 2,0
8	44,3 ± 2,1	46,3 ± 2,5	56,7 ± 5,0
9	54,7 ± 3,1	49,3 ± 1,2	46,0 ± 4,0
10	60,3 ± 2,5	59,0 ± 1,0	54,3 ± 3,2
11	60,7 ± 1,5	59,3 ± 0,6	50,0 ± 6,2
12	50,7 ± 3,1	52,7 ± 1,5	51,3 ± 2,3
13	39,3 ± 6,7	41,3 ± 2,5	41,0 ± 1,0
14	49,3 ± 3,2	45,3 ± 2,1	39,3 ± 7,2
15	45,3 ± 1,2	48,3 ± 1,5	44,3 ± 2,3

5.8 Medelvärde i relation till övriga hästar i studien

I tabell 9 visas en rankning av hästarna i studien, baserat på medelvärdet för varje enskild individ och test, ställt i relation till övriga individers medelvärde för samma test. Individerna tillgavs en siffra mellan 1–14 där lägsta siffran indikerar ett att hästen är mer rörlig, och en högre siffra mindre rörlig. I de tester som avser extension av karpus, has och kotled, samt abduktion av skuldra, tillgavs siffran 1 till den individen med högst medelvärde. Detta gällde även för hudelasticitet. Vid lateralflexion av nacke, hals och bål tillgavs i stället siffran 1 till den individ med lägst medelvärde (kortast sträcka mellan mule och has). Häst nummer 10 fick lägst totalvärde och tillgavs därför rankning 1, vilket indikerar störst rörlighet.

Table 9. Rankning av hästarna i studien baserat på de tester som genomförts.

Häst	Ab. skuldra	Ext. karpus	Ext. kota	Hud	Hasext.	Lat. flex	Total	Medel	Rank
------	----------------	----------------	--------------	-----	---------	--------------	-------	-------	------

1	14	8	14	9	1	10	56	9	11
2	6	6	4	4	3	12	35	6	4
3	13	10	12	10	7	6	58	10	12
4	8	2	9	12	8	13	52	9	9
6	12	13	7	3	2	11	48	8	8
7	10	12	2	5	10	4	43	7	7
8	3	9	1	8	6	7	34	6	3
9	7	11	5	7	4	3	37	6	6
10	2	7	6	1	5	2	23	4	1
11	4	5	8	2	9	1	29	5	2
12	1	4	3	6	14	8	36	6	5
13	11	14	11	14	11	5	66	11	14
14	5	1	13	13	12	9	53	9	10
15	9	3	10	11	13	14	60	10	13

5.9 Interbedömarreliabilitet

I tabell 10 framgår ICC för samtliga tester.

Table 10. Interbedömarreliabilitet visat som ICC

	Abduktion av skuldra	Extension av karpus	Extension av kota	Hud- elasticitet	Extension av hasled	Lateral- flexion
ICC	0,46	0,81	0,68	0,65	0,32	0,56

5.10 Intrabedömarreliabilitet

I tabell 11 framgår ICC för samtliga bedömare på studiens samtliga tester.

Table 11. Intrabedömarreliabilitet visat som ICC.

	Abduktion av skuldra	Extension av karpus	Extension av kota	Hud- elasticitet	Extension av hasled	Lateral- flexion
A	0,69	0,62	0,92	0,80	0,85	0,85
B	0,90	0,76	0,84	0,91	0,96	0,83
C	0,78	0,48	0,77	0,80	0,82	0,53

6. Diskussion

6.1 Resultatdiskussion

Goniometermätningar har i denna studie visat sig vara tillförlitliga mätmetoder när samma bedömare mäter samma rörelsetest, men mindre tillförlitligt mellan flera mätare. Mätning med linjal för att bedöma hudelasticitet har en utmärkt intrabedömarreliabilitet medan interbedömarreliabiliteten är bra. Att mäta lateralflexion med måttband visade sig vara en tvivelaktig mätmetod. Detta framför allt på grund av utmaningar kring dess utförande och hästarnas motivation.

Det finns så vitt författarna till denna studie känner till inga tidigare studier i syfte att validera mätmetoder för att mäta abduktion av skuldra hos häst, inte heller för att mäta hudelasticitet, extension av has med knäled i 90 graders flexion eller lateralflexion av nacke, hals och bål. Detta till trots är författarnas uppfattning att det är vanligt att dessa tester används som en av flera tester för att bedöma rörlighet hos häst, utan tydlig evidens för metodernas tillförlitlighet. Det kan leda till en felaktig bedömning av huruvida en häst är överrörlig eller ej. Det saknas också normalvärden att jämföra sådana testresultat med. Det är därför i dagsläget oklart hur stor spridning som kan förväntas inom en population som anses ha normal rörlighet. Detta bör tas i beaktande om metoderna ska ligga till grund för fastställande av överrörlighet.

ICC Extension av karpus och kotled

Resultatet från denna studie talar för att goniometer är ett tillförlitligt mätverktyg för att mäta extension av karpus. Interbedömarreliabiliteten för nämnda rörelsetest är utmärkt. För två av tre bedömare är även intrabedömarreliabiliteten bra.

Goniometer verkar vara ett reliabelt mätverktyg även vid extension av kotled. Interbedömarreliabiliteten är bra medan intrabedömarreliabiliteten är utmärkt för två av tre bedömare, och just under gränsen för utmärkt för den tredje bedömaren.

Resultaten i denna studie skiljer sig från resultaten i studien av Adair et al. (2016). Adair et al. (2016) nådde ett ICC-värde för interbedömarreliabilitet på 0,81 för extension av karpus och 0,68 för extension av kota. I denna studie graderas resultatet för extension av karpus precis som i studien av Adair et al. (2016) som utmärkt. Denna studies resultat är dock just över gränsvärdet på 0,80 och enbart bra för extension av kotled.

Precis som i denna studie fick bedömarna i studien av Adair et al. (2016) en genomgång av protokollet och genomförandet innan mätningarna genomfördes. Därmed kan skillnaden mellan studieresultaten inte härledas till bedömarnas utbildning avseende hur mätningarna skulle genomföras. Adair et al. har i sin studie fått utmärkta resultat på samtliga mätningar. Detta oavsett om mätningen avsett extension eller flexion av leder. Studien nådde 0,964 som lägsta ICC för samtliga mätningar, oavsett inter- eller intrabedömarreliabilitet. Detta resultat skiljer sig signifikant från resultatet i denna studie. I studien av Adair et al. var bedömarna blindade för mätvärdena, men kunde se goniometerens armar. Det framgår inte i studien vad bedömarna hade för tidigare erfarenhet eller utbildning.

I studien av Liljebrink och Bergh (2010) visades, till skillnad från studien av Adair et al. (2016), god ICC för intrabedömarreliabilitet men dålig till måttlig interbedömarreliabilitet. Det faktum att studien av Liljebrink och Bergh (2010) genomfördes av erfarna bedömare motsätter sig tesen att tidigare erfarenhet hos bedömarna skulle resultera i en betydligt bättre interbedömarreliabilitet. Värt att notera är dock att studien av Liljebrink och Bergh (2010) mäter flexion, medan studien av Adair et al (2016) mäter både extension och flexion.

På humansidan finns det ett diagnostiskt protokoll för EDS som kallas Beightonskalan och Smits-Engelsman et al. (2010) har i sin studie syftat till att validera skalan. Skalan mäter bland annat extension av knäled samt flexion och exorotation av axelled på människor. Mätningarna har skett med en manuell goniometer. Studien av Smits-Engelsman et al. (2010) visar att mätning av exorotation av axelled hade lägst validitet, med högst standardavvikelse. Mest reliabel, i form av lägst standardavvikelse, var mätningen av extension av knäled, armbågsled och flexion av knogled. Detta går i linje med våra resultat för extension av karpus. I studien av Adair et al. (2016) framgår det att flera av hästarna i studien har ett positivt värde över 180 grader vid mätning av extension av karpus. Det innebär att hästarna har en översträckning i karpus. Detta skiljer sig från hästarna i vår studie, som utan undantag hade negativ extension i karpus. På humansidan är extension av knäled en av testerna på Beightonskalan (Smits-Engelsman et al. 2010). Dessa två rörlighetstester, extension av karpus och extension av knäled, kan potentiellt jämföras i syfte att upptäcka tecken på överrörlighet. Det behövs dock fler studier för att validera vilka mätvärden som är inom normalvariation på en större population hästar. En viss översträckning i karpus kan, baserat på studien av Adair et. al (2016), sannolikt vara normalt även för en häst som inte skulle diagnosticeras som överrörlig.

Rörlighetstestet för extension av karpus har goda förutsättningar för att vara en relevant mätmetod vid användning av digital goniometer. Mätningen går snabbt och

är enkel. Det skulle potentiellt kunna göra den användbar vid till exempel unghästbedömningar, för att upptäcka tecken på överrörlighet i ett tidigt skede.

ICC Abduktion av skuldra och extension av has med knäled i 90 graders flexion

Intrabedömarreliabiliteten för abduktion av skuldra sträcker sig från 0,69–0,90 vilket graderas som bra till utmärkt. Mätmetoden visar sig dock vara måttligt tillförlitliga avsett interbedömarreliabilitet. Goniometermätning för att mäta abduktion av skuldra är därmed mest lämplig att använda inom samma bedömare.

Resultatet för intrabedömarreliabilitet vid mätning av extension av has med knäled i 90 graders flexion är utmärkt för samtliga bedömare. Interbedömarreliabiliteten däremot är den lägsta av studiens sex tester, med ett ICC-värde på 0,32. Detta är det rörelsetest i studien som visar störst skillnad mellan inter- och intrabedömarreliabilitet.

Abduktion av skuldra och extension av has med knäled i 90 graders flexion är båda tester som bör utföras av samma bedömare. Rörlighetstesterna lämpar sig enligt författarnas bedömning inte för att jämföra mätvärden mellan olika bedömare. Värt att notera är att dessa två rörelser är studiens enda två tester som utfördes med hjälp av en assistent som höll i det ben som mättes. Huruvida det kan påverka resultatet diskuteras vidare under metoddiskussionen.

ICC Hudelasticitet

Resultatet för mätning av hudelasticitet med linjal går i samma linje som övriga rörelsetester, med bra reliabilitet inom samma bedömare. Studiens resultat visar att interbedömarreliabiliteten är bra.

På humansidan anses hyperextension av hud vara en tillförlitlig indikator på klassisk EDS (Remvig et al. 2010, Bowen et al. 2017). Det väcker funderingar kring huruvida samma test skulle fungera även på häst. Som tidigare nämnts, finns så vitt författarna till detta arbete känner till, inga studier som mätt hudelasticitet på häst. I dagsläget saknas alltså både validering av mätmetoden, och normalvärden att förhålla resultaten till. Denna studies resultat indikerar att mätning med linjal inte är en tillförlitlig mätmetod om flera bedömare ska mäta samma häst.

Mätmetoder för att mäta hudelasticitet på humansidan, verkar i första hand vara baserade på kliniska symptom och mer subjektiva metoder. Heidbreder et al. (2008) har exempelvis mätt hudelasticitet på 39 personer med diagnosticerad EDS och jämfört med en kontrollgrupp på 29 friska personer. Mätningarna skedde genom att en blindad bedömare nöp deltagarna i huden medialt på underarmen, och utifrån

detta klassificerade huden som normal, måttligt eller kraftigt hyperextensiv (Heidbreder et al. 2008).

Heidbreder et al. (2008) diskuterar i sin artikel huruvida mätmetoden är tillförlitlig, och resonerar kring att resultat vid mild till måttlig hyperextension av hud kan komma att bli felaktiga, till följd av mätningens ospecifika utförande.

I en annan studie av Remvig et al. (2010) har personer med diagnosticerad EDS blivit bedömda med hjälp av en slags sugkopp kallad "The SC device" (DermaLab®), som är tillverkad för att kunna mäta hudelasticitet. Verktuget ska enligt tillverkaren bedöma elasticiteten genom att mäta hudens förmåga att sträckas ut och återgå till sin ursprungliga form. En sådan mätmetod skulle potentiellt kunna vara ett mer objektiva alternativ till nypning och kan möjligtvis jämföras med mätning med linjal som används i denna studie. Bland annat studien av Rogers et al. (2010) visar att mätning av sårstorlek med linjal ger en överskattad area och hur stort mätfelet är beror på sårets form. Det är såklart skillnad på att beräkna area och att enbart mäta längd av den utsträckta huden, vilket innebär att det krävs ytterligare studier för att validera mätning av hudelasticitet med linjal.

ICC Lateralflexion av nacke, hals och bål

Resultaten för mätning av lateralflexion av nacke, hals och bål visar på en stor variation av mätvärden, både mellan individuella hästar och inom samma häst. Interbedömarreliabiliteten är måttlig med ett ICC-värde på 0,56. För två av tre bedömare var intrabedömarreliabiliteten utmärkt, medan den tredje bedömaren endast nådde ett måttligt resultat.

Inter- och intrabedömarreliabiliteten baseras på samtliga mätvärden för samtliga bedömare. Det kan diskuteras huruvida det är ett lämpligt sätt att bedöma resultatet, då mätvärdena hade stor spridning, vilket troligtvis beror på hästarnas motivation och fokus. Ett alternativ hade varit att ta bort det första mätvärdet per häst, eller använda enbart det värde som tyder på högst rörlighet, det vill säga det värde med kortast sträcka mellan mule och has. Att medelvärde och det bästa värdet skiljer sig mycket åt, syns i tabell 8.

Intrabedömarreliabilitet

Det är värt att notera hur ICC-värden för denna studie skiljer sig mellan bedömare A, B och C. Bedömare B har i fyra av sex rörelsetest ett högre ICC-värde än övriga två bedömare. Bedömare C har lägst ICC-värde på fem av sex rörelsetest, med ett ICC-värde som sträcker sig från 0,48 som lägst till 0,82 som högst. Övriga ICC-värden för intrabedömarreliabilitet sträcker sig mellan 0,62–0,92 för bedömare A

respektive 0,76–0,96 för bedömare B. Att bedömare C har så pass avvikande ICC-värde bör ha påverkat interbedömarreliabiliteten.

Medelvärden

I resultatet för denna studie har författarna valt att för varje rörelsetest visa medelvärden och standardavvikelse för var och en av hästarna i ett diagram. Värdena visar ett spann som kan antas indikera variation inom en population utan känd överrörlighet. Resultatet visar på förhållandevis stor variation mellan hästarna i studien men ur detta är det svårt att dra några slutsatser, eftersom studiepopulationen är så pass liten.

Störst variation mellan individer sågs på lateralflexion av nacke, hals och bål samt på hudelasticitet. Minst skillnad mellan individer bedömdes vara vid mätning av extension av has med knäled i 90 graders flexion samt vid extension av karpus.

Rankning av hästarna i studien

För att lättare få en uppfattning om huruvida det gick att se trender i hästarnas medelvärden i studiens sex olika rörelsetester, skapades ett rankingsystem, se tabell 9. Det visade sig vid sammanställningen att samma häst aldrig bedömdes som mest rörlig i mer än ett av testen. Den häst som var rörligast vid abduktion av skuldra, var exempelvis minst rörlig vid extension av hasled med knäled i 90 graders flexion. På samma sätt var hästen som visade högst rörlighet vid extension av hasled med knäled i 90 graders flexion, minst rörlig i både abduktion av skuldra och extension av kotled. Den häst som bedömdes mest rörlig enligt detta system, häst 10, visade hög rörlighet vid abduktion av skuldra, hudelasticitet och lateralflexion men inte i övriga test. Häst 10 var ett sto född 2009, och var således 15 år, vilket också är medelåldern för samtliga hästar i studien. Det hade varit intressant att studera detta ytterligare, för att se eventuella mönster som kan ge indikationer på vilka rörelsetester som är relevanta för att i framtiden kunna diagnosticera överrörlighet hos häst.

Mätmetodernas användbarhet

Resultatet från denna studie talar för att mätning med goniometer är tillförlitligt vid rörelsetesterna extension av karpus och extension av kotled. Även mätning av hudelasticitet med hjälp av linjal, har goda möjligheter att fungera som rörelsetest, där samma bedömare utför mätningen. Dessa metoder skulle potentiellt kunna användas vid exteriörbedömningar eller hälsokontroller, för att kartlägga både normalvärden och tecken på överrörlighet.

6.2 Metoddiskussion

Med tanke på att *bedömaren B* och *bedömaren C* inte hade erfarenhet av mätmetoderna sedan tidigare och inte heller lika stora anatomiska kunskaper som *bedömaren A* finns det en potentiell risk att deras mätningar inte var lika precisa och korrekta som *bedömaren A*. *Bedömaren A*, den erfarna bedömaren i den här studien har dock lägre ICC-värden för intrabedömarreliabilitet för en del av rörelsetesterna jämfört med de andra två bedömarna. I en studie av Svensson et al. (2019) mättes ledrörlighet i knäled hos människor med digital goniometer av både erfarna och oerfarna bedömare. Resultatet från studien av Svensson et al. (2019) visar att det inte var någon signifikant skillnad mellan erfarna och oerfarna bedömare.

I de momenten som innefattar att en assistent lyfte ett ben kan resultatet potentiellt påverkats av vem som lyfte benet. De två oerfarna bedömarna hade den erfarna bedömaren som assistent medan den erfarna bedömaren hade en av de oerfarna bedömarna som assistent. Om det fanns skillnader i hur assistenterna lyfte benet betyder det att de olika bedömarna har fått olika förutsättningar för mätningen, vilket kan påverka interbedömarreliabiliteten. Det kan även finnas en risk för att de oerfarna bedömarna blev mer säkra i sina mätningar under försökets gång. Resultatet visar att de uppmätta värdena från den erfarna bedömaren inte avviker mer från de oerfarna bedömarna än vad de oerfarna bedömarna skiljer sig från varandra. Den första mätningen av extension av has med knäleden i 90 graders flexion visade dock på större avvikelser gällande uppmätta värden mellan bedömaren jämfört med testets resterande mätningar. Den erfarna bedömaren hade dessutom en stor spridning mellan sina uppmätta värden just vid den första mätningen, vilket kan indikera att den oerfarna assistenten möjligtvis var ovan vid lyftekniken. Utöver den första hästen som mättes går det inte att urskilja något mönster i resultatet som skulle indikera att mätvärdena för de hästarna som mättes tidigt har större spridning jämfört med de hästar som mättes senare i försöket.

Bedömarna var under försökets gång medvetna om både sina egna och varandras uppmätta värden. Bedömarna blir på så sätt uppmärksammade på eventuella avvikande värden och risken finns att de omedvetet försöker påverka sina mätningar för att få fram ett visst värde.

Vid mätning av passiv abduktion av skuldra och extension av has med knäleden i 90 graders flexion ställde inte assistenten ned benet i marken och lyfte på nytt för varje ny mätning. En bedömare tog följaktligen alla sina tre värden per häst medan assistenten höll kvar benet i luften. Att assistenten inte ställde ned benet och lyfte upp det på nytt mellan mätningar kan innebära att det blev lättare att uppnå en högre intrabedömarreliabilitet. Detta eftersom det ingår i momentet att assistenten ska positionera benet i rätt läge och när den faktorn inte behöver tas med i beräkningen

kan det möjligtvis bli lättare att få fram liknande värden vid upprepade mätningar. Denna metod kan dock förhindra mätfel som skulle kunna uppstå om de oerfarna bedömarna inte positionerat benet med lika mycket precision för varje ny mätning.

Mätning av avståndet mellan mule och has vid maximal lateralflexion av nacke, hals och bål med måttband visade sig vara en tvivelaktig metod. Påverkande faktorer gjorde det svårt att avgöra om flexionen faktiskt var maximal eller inte. Hästens samarbetsvilja och motivation hade stor påverkan på mätningen. En del hästar i studien var inte särskilt motiverade av äpple eller slickgodis, vilket orsakade att bedömarna upplevde svårigheter med att få dessa hästar att utföra rörelsen. Detta är en möjlig orsak till att resultatet i denna studie visade en stor spridning av värden, både inom-och mellan bedömare. Olczak et al. (2018) undersökte i en studie hur motiverade en grupp hästar var att utföra olika uppgifter när de fick havre som belöning. Resultatet i studien av Olczak et al. (2018) indikerade att det är sannolikt att det fanns individuella skillnader i hur hög/låg matmotivation hästarna hade och att det påverkade huruvida varje häst var villig att anstränga sig för att få havre. Författarna till samma studie nämner också att vissa hästar som ingick i studien blev frustrerade när de skulle genomföra uppgiften och att det möjligtvis kunde bero på att de inte hade blivit tränade till att utföra uppgiften och var således ovana. Hästarna i denna studie hade likt hästarna i studien av Olczak et al. (2018) inte tidigare tränats till att utföra rörlighetstestet för lateralflexion av nacke, hals och bål tidigare. En del hästar i denna studie genomförde rörelsen bättre och bättre för varje försök medan andra tröttnade på uppgiften och blev efter ett antal försök allt svårare att motivera till att utföra rörelsen. Det är möjligt att detta är konsekvenser av att hästarna inte var bekanta med uppgiften. En annan faktor att ta hänsyn till är att huruvida hästarna utfordrats innan mätningen eller ej ingick inte i inklusionskriterierna för urvalet i denna studie. Berrigde (2000) beskriver att ett djurs matmotivation blir större om djuret är hungrigt. Mätningarna på hästarna i denna studie skedde under på olika tider under dagen, vilket innebär att vissa hästar kunde ha ätit sig mätta och andra inte då detta inte kontrollerades.

Vid mätning av hudelasticitet var det svårt att säkerställa ett exakt uppmätt värde. Bedömarna använde sina fingrar för att markera punkten för längden av den utsträckta huden på linjal (som anger cm) och sedan blev det ytterligare ett moment att mäta den uppmärskade längden med ett måttband. Detta innebar att det inte blev lätt att uppmäta ett exakt värde, utan det blev snarare en uppskattning. Konsekvensen av detta är potentiellt ett större mätfel. Mätfelet bör vara konstant för alla mätningar då måttbandet konsekvent brukades på samma sätt och således bör inte detta ha påverkat ICC. En bättre utformning av mätmetoden kan vara att först och främst använda en linjal som anger millimeter för att mätningen ska kunna utföras i ett moment. Sedan kan det vara fördelaktigt att använda en penna eller

annat avsmalnat föremål för att få en mer precis markering på linjalen i stället för att använda fingrarna som markering. Det bör också tilläggas att det blev tydligt redan från början att hudens elasticitet skilde sig en hel del beroende på hur hästens hals var positionerad. Böjd hals gav högre värden och det är viktigt att ta hänsyn till den faktorn vid av testet.

En studie på humansidan av Smits-Engelsman et al. (2011) visade att rörligheten var signifikant större på vänster sida av kroppen för de barn som diagnosticerats som överrörliga. I denna studie utfördes samtliga rörelsetest på hästens vänstra sida. Det hade varit intressant att göra samma test på hästarnas högra sida för att se om det finns skillnader i mätvärden mellan hästarnas vänstra respektive högra sida.

7. Konklusion

Detta kandidatarbete visade god interbedömarreliabilitet för tre av de sex rörelsetester som genomfördes i studien. Dessa tre tester, extension av karpus, extension av kotled och hudelasticitet, är enkla och kan genomföras både i en klinisk miljö och i fält. Det ger goda förutsättningar för att använda testerna praktiskt.

Att med hjälp av goniometer mäta abduktion av skuldra och extension av has med knäled i 90 graders flexion, visade sig i studien ha rättvis till måttlig interbedömarreliabilitet, vilket gör mätmetoderna tvivelaktiga om flera personer ska mäta samma häst.

För intrabedömarreliabiliteten hade samtliga tester god tillförlitlighet. Det fanns dock andra faktorer som påverkade tillförlitligheten för lateralflexion av nacke, hals och bål, vilket gör testet tveksamt i det upplägg som genomförts i denna studie.

För att kunna dra slutsatser om normalvariation inom populationen i stort, behövs fler studier med ett större hästmateriel. En större bas av normalvärden är en förutsättning för att kunna bedöma mätvärdena från rörelsetesterna. Det vore också intressant att se framtida studier på hästar med kliniska tecken på överrörlighet, i syfte att validera om dessa tester fungerar även för att bekräfta eller dementera misstanke om överrörlighet.

I framtiden hoppas författarna se en utbredd användning av validerade mätmetoder för att mäta rörlighet, och i förlängningen överrörlighet, hos häst. Med validerade metoder som enkelt kan användas vid exempelvis avelsvärdering och unghästbedömning, kan individer med överdriven rörlighet upptäckas. Sådana metoder har potential att bli ett viktigt steg på vägen för en mer hållbar avel av dagens sporthästar.

Referenser

- Ablondi, M., Johnsson, M., Eriksson, S., Sabbioni, A., Viklund, Å.G. & Mikko, S. (2022). Performance of Swedish Warmblood fragile foal syndrome carriers and breeding prospects. *Genetics selection evolution (Paris)*, 54 (1), 4–4. <https://doi.org/10.1186/s12711-021-00693-4>
- Adair, H.S., Marcellin-Little, D.J. & Levine, D. (2016). Validity and repeatability of goniometry in normal horses. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology*, 29 (4), 314–319. <https://doi.org/10.3415/VCOT-15-11-0182>
- Aurich, C., Müller-Herbst, S., Reineking, W., Müller, E., Wohlsein, P., Gunreben, B. & Aurich, J. (2019). Characterization of abortion, stillbirth and non-viable foals homozygous for the Warmblood Fragile Foal Syndrome. *Animal reproduction science*. 211, 106202–106202. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106202>
- Baker, S.G., Roush, J.K., Unis, M.D. & Wodiske, T. (2010). Comparison of four commercial devices to measure limb circumference in dogs. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology*, 23 (6), 406–410. <https://doi.org/10.3415/VCOT-10-03-0032>
- Bergh, A., Gandre Lauritsen, N., Lamoreaux Hesbach, A. (2020). Concurrent Validity of Equine Joint Range of Motion Measurement: A Novel Digital Goniometer versus Universal Goniometer. *Animals*, 10(12), 2436. <https://doi.org/10.3390/ani10122436>
- Berridge, K.C. (2000). Reward learning: Reinforcement, incentives, and expectations. *Psychology of Learning and Motivation*. 40, 223-278. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(00\)80022-5](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(00)80022-5)
- Bowen, J. M., Sobey, G. J., Burrows, P. N., Colombi, M., Lavalley, M. E., Malfait, F., Francomano, C. A. (2017). Ehlers-Danlos syndrome, classical type. *American journal of medical genetics*. 175 (1), 27-39. <https://doi.org/10.1002/ajmg.c.31548>

- Cicchetti, D. V. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment*, 6(4), 284–290. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.6.4.284>
- De Paepe, A. & Malfait, F. (2012). The Ehlers-Danlos syndrome, a disorder with many faces. *Clinical genetics*, 82 (1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/j.1399-0004.2012.01858.x>
- Eliasziw, M., Young, L. S., Woodbury, G. M., Fryday-Field, K (1994). Statistical Methodology for the Concurrent Assessment of Interrater and Intrarater Reliability: Using Goniometric Measurements as an Example. *Physical Therapy*. 74 (8), 781. <https://doi.org/10.1093/ptj/74.8.777>
- Gandbhir, V.N. & Cunha, B (2024). *Goniometer*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558985/> [2024-03-03]
- Haghpanah, S., Bogie, K., Wang, X., Banks, P.G. & Ho, C.H. (2006). Reliability of Electronic Versus Manual Wound Measurement Techniques. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87 (10), 1396–1402. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.06.014>
- Heidbreder, A. E., Ringelstein, E. B., Dittrich, R., Nabavi, D., Metze, D., Kuhlenbäumer, G. (2008). Assessment of skin extensibility and joint hypermobility in patients with spontaneous cervical artery dissection and Ehlers-Danlos syndrome. *Journal of clinical neuroscience*. 15 (6), 650-653. <http://doi.org/10.1016/j.jocn.2007.08.001>
- Ishikawa, Y., Vranka, J.A., Boudko, S.P., Pokidysheva, E., Mizuno, K., Zientek, K., Keene, D.R., Rashmir-Raven, A.M., Nagata, K., Winand, N.J. & Bächinger, H.P. (2012). Mutation in Cyclophilin B That Causes Hyperelastosis Cutis in American Quarter Horse Does Not Affect Peptidylprolyl cis-trans Isomerase Activity but Shows Altered Cyclophilin B-Protein Interactions and Affects Collagen Folding. *The Journal of biological chemistry*, 287 (26), 22253–22265. <https://doi.org/10.1074/jbc.M111.333336>
- Juul-Kristensen, B., Schmedling, K., Rombaut, L., Lund, H. & Engelbert, R.H.H. (2017). Measurement properties of clinical assessment methods for classifying generalized joint hypermobility—A systematic review. *American journal of medical genetics. Part C, Seminars in medical genetics*. 175 (1), 116–147. <https://doi.org/10.1002/ajmg.c.31540>
- Landis, J. R., Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>

- Liljebrink, Y. & Bergh, A. (2010). Goniometry: is it a reliable tool to monitor passive joint range of motion in horses? *Equine veterinary journal*, 42 (s38), 676–682. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00254.x>
- Liljequist, D., Elfving, B., Skavberg Roaldsen K. (2019). Intraclass correlation - A discussion and demonstration of basic features. *PLoS One*, 14(7), e0219854. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219854>
- Maeland, S., Assmus, J. & Berglund, B. (2011). Subjective health complaints in individuals with Ehlers–Danlos syndrome: A questionnaire study. *International journal of nursing studies*, 48 (6), 720–724. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.10.007>
- Monthoux, C., de Brot, S., Jackson, M., Bleul, U. & Walter, J. (2015). Skin malformations in a neonatal foal tested homozygous positive for Warmblood Fragile Foal Syndrome. *BMC veterinary research*, 11 (1), 12–12. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0318-8>
- Nolte, W., Thaller, G. & Kuehn, C. (2019). Selection signatures in four German warmblood horse breeds: Tracing breeding history in the modern sport horse. *PloS one*, 14 (4), e0215913-. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215913>
- Olczak, K., Winther Christensen, J. & Klocek, C. (2018). Food motivation in horses appears stable across different test situations. *Applied animal behaviour science*, 204, 60–65. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.04.006>
- Rashmir-Raven, A.M. & Spier, S.J. (2015). Hereditary equine regional dermal asthenia (HERDA) in Quarter Horses: A review of clinical signs, genetics and research. *Equine veterinary education*, 27 (11), 604–611. <https://doi.org/10.1111/eve.12459>
- Remvig, L., Duhn, PH., Ullman, S., Arokoski, J., Jurvelin, J., Safi, A., Jensen, F., Farholt, S., Hove, H., Juul-Kristensen, B. (2010). Skin signs in Ehlers–Danlos syndrome: clinical tests and para-clinical methods, *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 39(6), pp. 511–517. <https://doi.org/10.3109/03009741003781977>
- Rogers, L.C., Bevilacqua, N.J., Armstrong, D.G. & Andros, G. (2010). Digital planimetry results in more accurate wound measurements: A comparison to standard ruler measurements. *Journal of diabetes science and technology*, 4 (4), 799–802. <https://doi.org/10.1177/193229681000400405>

- Smits-Engelsman, B., Klerks, M., Kirby, A. (2011) Beighton Score: A Valid Measure for Generalized Hypermobility in Children. *The Journal of Pediatrics*. 158 (1), 119-123. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.07.021>
- Svensson, M., Lind, V. & Löfgren Harringe, M. (2019). Measurement of knee joint range of motion with a digital goniometer: A reliability study. *Physiotherapy research international: the journal for researchers and clinicians in physical therapy*, 24 (2), e1765. <https://doi.org/10.1002/pri.1765>
- Swedish Warmblood Association (2021). *Avelsplan för SWB 2021–2026*. Swedish Warmblood Association.
https://swb.org/wpcontent/uploads/2016/11/Avelsplan_2021-2026_publ.pdf
[2024-02-05]
- Tinkle, B., Castori, M., Berglund, B., Cohen, H., Grahame, R., Kazkaz, H. & Levy, H. (2017). Hypermobile Ehlers–Danlos syndrome (a.k.a. Ehlers–Danlos syndrome Type III and Ehlers–Danlos syndrome hypermobility type): Clinical description and natural history. *American journal of medical genetics*. Part C, Seminars in medical genetics, 175 (1), 48–69. <https://doi.org/10.1002/ajmg.c.31538>
- Tryon, R.C., White, S.D., Famula, T.R., Schultheiss, P.C., Hamar, D.W. & Bannasch, D.L. (2005). Inheritance of hereditary equine regional dermal asthenia in Quarter Horses. *American journal of veterinary research*, 66 (3), 437–442.
<https://doi.org/10.2460/ajvr.2005.66.437>

Tack

Till Anna Bergh för handledning och stöttning under hela skrivprocessen.

Publicering och arkivering

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

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

JA, jag/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.

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.