



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för kliniska vetenskaper

Goniometrimätning i karpus och kotled på häst med manuell och digital goniometer

Goniometer measurement in carpus and fetlock on horse with manual and digital goniometer

Nicole Gandre Lauridsen

Examensarbete • 15 hp

Djursjukskötarprogrammet
avdelningen för djuromvårdnad
Uppsala 2019

Goniometrimätning i karpus och kotled på häst med manuell och digital goniometer

Goniometer measurement in carpus and fetlock on horse with manual and digital goniometer

Nicole Gandre Lauridsen

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

Examinator: Elin Svonni, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i djuromvårdnad

Kursansvarig inst.: Institutionen för kliniska vetenskaper

Kurskod: EX0863

Program/utbildning: Djursjukskötarprogrammet

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2019

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Goniometry, fetlock, carpus, joint motion

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för kliniska vetenskaper

avdelningen för djuromvårdnad

Sammanfattning

Skäl att utföra studien: Radiografi har länge använts som ”Gold Standard” vid mätningar av ROM. Då radiografi både är dyrt, tidskrävande och utsätter patienter och personal för strålning behövs en objektiv och validerad metod för att mäta ROM som saknar radiografins nackdelar. Goniometri är en mätmetod som är billig, snabb och saknar skadlig påverkan på patienter och personal. På humansidan är goniometri en validerad metod men tekniken är inte validerad på hästar.

Mål: Att undersöka mätsäkerheten hos en digital goniometer vid mätning av maximal passiv flektion i karpus och kotled på häst. Målet var också att undersöka dess användarvänlighet.

Metoder: Studien består av tre delar; 1) jämförande mätningar med en digital och en manuell goniometer i maximal passiv flektion i karpus och kotled på tio vakna hästar; 2) jämförande mätningar med en digital goniometer på sederad häst med flekterad och belastad kotled samt på radiografiska bilder av samma led och vinklar; 3) intra- och interbedömarreliabiliteten för en manuell och en digital goniometer räknas ut för alla utredare enskilt samt för hela studien; 4) de båda goniometrarnas användarvänlighet utvärderades genom en enkät. Intraclass Correlation Coefficient (ICC) eller P-värde användes vid analys av data.

Resultat: 1) Signifikanta skillnader i ROM registrerades i karpus (17°) och kotled (10°) vid jämförande mätning med en manuell och en digital goniometer. ($P < 0,001$), 2) på flekterad kotled registrerades 3° skillnad och på flekterad kotled registrerades 2° skillnad vid jämförande mätningar på sederad häst med radiografiska bilder, 3) interbedömarreliabiliteten för karpus var bra (ICC 0,77-0,77) och för kotled låg (ICC 0,25-0,39). Intrabedömarreliabiliteten för kotled var bra till mycket bra (ICC 0,66-0,90) och för karpus låg till mycket bra (ICC 0,33-0,81), 4) Resultatet visar att den digitala goniometern EasyAngle enligt studien var lättare att lära sig använda och enklare att använda än den manuella goniometern samt att utredarna kände sig något tryggare med att använda EasyAngle. De båda goniometrarna skiljde sig inte nämnvärt i hur utredarna upplevde noggrannheten och tillförlitligheten.

Slutsats: En digital goniometer är ett lovande verktyg vid mätningar av karpus och kotled i maximal passiv flektion på häst om den används av samma person. Mer studier behövs dock för att validera metoden ytterligare.

Abstract

Reason for the study: Radiography has been used as the "gold standard" for measuring ROM for some time. As radiography is both expensive and time consuming, and exposes both patients and staff to radiation, there is a need for an objective and validated method for measuring ROM which eliminates the fore mentioned disadvantages. Goniometry is a measurement method which is cheap, quick and does not harm the patient or the staff. Goniometry is a validated method for humans but is yet to be validated on horses.

Objective: Examine the measurement accuracy with a digital goniometer when measuring maximum passive flexion in carpus and fetlock with horses. The objective is also to examine these to see how user friendly they are. Another objective was to determine the user friendliness of the method?

Methods: The study consists of three parts, 1) comparative measurement between a digital and a manual goniometer in maximum passive flexion in carpus and fetlock on ten unsedated horses 2) comparative measurements between a digital goniometer on a sedated horse in flexed and loaded fetlock as well as radiographic images of the same joint and angles, 3) intra and interreliability for manual and a digital goniometer is to be calculated separately for each examiner as well as the whole study. 4) User friendliness evaluated on a digital and a manual goniometer where the examiners in the study had to answer a questionnaire about both the goniometers. Intraclass Correlation Coefficient (ICC) or P-värde (P-value) was used for analysis of the data.

Results: 1) Significant differences in ROM were recorded in carpus (17°) and vertically (10°) when comparing with a manual and a digital goniometer. ($P < 0.001$), 2) on the spotted vertebrae, 3° difference was recorded and 2° difference was recorded on the reflected vertebrae when comparing measurements on sedated horse with radiographic images; and for vertebral low (ICC 0.25-0.39). The intracellularity of vertebrae was good to very good (ICC 0.66-0.90) and for carpus was very good (ICC 0.33-0.81), 4) The result shows that the digital goniometer EasyAngle according to the study was easier to learn to use and easier to use than the manual goniometer and the investigators felt somehow safer with using EasyAngle. The two goniometers did not differ significantly in how the investigators experienced the accuracy and reliability.

Innehållsförteckning

Förkortningar	6
1 Inledning	8
1.1 Syfte och frågeställning	9
2 Litteraturoversikt	11
2.1 Kvalitetssäkring	11
2.2 Goniometri	11
2.2.1 Universell Manuell Goniometer	12
2.2.2 Digital Goniometer	12
2.3 Radiografi	13
2.4 Intraclass-Correlation-Coefficient (ICC)	14
2.5 Range of Motion (ROM)	14
3 Material och Metod	16
3.1 Hästarna	16
3.2 Beskrivning av mätningarnas utförande - Goniometri	17
3.2.1 Kotled	18
3.2.2 Karpus	19
3.3 Beskrivning av mätningarnas utförande – Radiografi	21
3.4 Användarvänlighet	23
3.5 Bearbetning och analys av data	23
4 Resultat	24
4.1 Uppmätt ledrörlighet i kота och karpus med manuell respektive digital goniometer.	24
4.2 Radiografi	26
4.3 Användarvänlighet	28
5 Diskussion	30
5.1 Diskussion – Resultat	30
5.2 Diskussion – Material och Metod	32
5.3 Felkällor	32
5.4 Intressant att undersöka vidare	33
5.5 Konklusion	34
Referenslista	35

Tack 37

Bilaga 1

38

Förkortningar

ROM (range of motion) – Rörelseomfånget i en led

Gold Standard – Det mest tillförlitliga sättet att utvärdera en metod

1 Inledning

Den här texten är ett kandidatarbete skrivet som en del av kandidatexamen inom djuromvårdnad vid Sveriges Lantbruksuniversitet.

Goniometri är en mätmetod som används för att mäta en leds rörelseomfång (range of motion, ROM) i olika rörelseriktningar; dvs flektion, extension abduktion/adduktion och rotationer. Det finns olika typer av goniometrar. Vilken typ av goniometer som används beror på vilken led och rörelse som ska mätas. I humanvården har fysioterapeuter och ortopedkirurger under lång tid använt sig av metoden för att utvärdera terapeutiska interventioner (Jaegger *et al.*, 2002) samt att goniometri också kan vara ett objektiva sätt att övervaka den terapeutiska utvecklingen i en led efter ett trauma eller ingrepp (Liljebrink & Bergh, 2010).

En viktig del i bedömning av rörelseasymmetrier hos hästar är att se på varje leds enskilda rörelse, vilket en goniometrisk undersökning kan hjälpa till med. En korrekt fungerande led ger minsta möjliga belastning i leden och ger en bärande gång och ett symmetriskt rörelsemönster. Detta höjer hästens värde i så väl sport som i avelssammanhang (Gulda *et al.*, 2013).

Goniometri på hästar behöver utvärderas ytterligare för att metoden ska bli validerad (Liljebrink & Bergh, 2010), men studier på hundar visar att det är en objektiv och säker mätmetod. I en studie på labradorer jämfördes mätvärden på sederade respektive vakna hundar med mätvärden på samma hundars röntgenbilder. Mätningarna på röntgenbilderna användes som gold standard och ingen signifikant skillnad kunde ses mellan mätningarna på röntgenbilderna och de som gjordes direkt på hundarna. Det var heller ingen betydande skillnad om hundarna var sederade eller vakna (Jaegger *et al.*, 2002).

Då hästar precis som alla andra djur eller människor inte bör sederas eller röntgas i onödan, då de utsätts för strålning och läkemedel, finns det en stor nytta av en validering av tekniken även på häst, både ur ett kostnads-, patient- och arbetsmiljöperspektiv. Goniometri kan med fördel användas både på hästkliniker och i ambulatorisk verksamhet då det är en billig, icke-invasiv och enkel metod som inte utsät-

ter patienten eller personalen för någon fara. Det som främst skiljer hästar från hundar och människor är deras storlek. Detta kan i sin tur bli ett problem för personen som utför mätningen då hen ska hålla leden i en stabil position under mätningen. En vanlig manuell goniometer kan vara svår att mäta med samtidigt som ett tungt hästben ska hållas upp i rätt position om den som mäter inte har någon assistent (Fieseler *et al.*, 2017). Enligt tillverkaren är den digitala goniometern en praktisk goniometer vid ensamarbete då utredaren kan mäta med en hand och stabilisera patienten med den andra. Den kan även spara flera mätvärden, förutom det senast uppmätta värdet sparas ytterligare de senaste fem uppmätta värdena på displayen samtidigt (<https://easyangle.com/sv/>). Dessa två egenskaper gör det mycket intressant att granska mätsäkerheten hos den digitala goniometern, så kallad EasyAngle.

1.1 Syfte och frågeställning

Denna studie syftar till att hitta ett objektiva och enkelt sätt att mäta ledrörlighet på häst. Mer specifikt är syftet att undersöka mätsäkerheten hos en ny digital goniometer genom att mäta karpus och kotled på häst med den digitala goniometern och jämföra mätresultaten med mätningar gjorda med en universell manuell goniometer. Dessutom var syftet att jämföra mätresultat från mätning på en sederad häst med mätning på röntgenbild av densamma. Även användarvänligheten hos den digitala och manuella goniometern undersöks.

Hypotesen är att den universella manuella goniometern och den digitala goniometern ger samma mätresultat vid mätning av kotled och karpus på häst samt att intrabedömarreliabiliteten är hög, interbedömarreliabiliteten är låg och användarvänligheten god.

Följande frågeställningar ska besvaras:

1. Fås samma mätresultat vid mätning av maximal passiv flektion i kotled respektive karpus uppmätt med en manuell och en digital goniometer?
2. Fås samma mätresultat vid mätning av kotled på sederad häst respektive mätning på radiografiska bilder av samma led uppmätt med en digital goniometer?
3. Är det någon skillnad i inter- och intrabedömarreliabiliteten för manuell och digital goniometer vad gäller mätning av maximal passiv flektion i kotled respektive karpus?

4. Hur upplevs användarvänligheten hos en manuell goniometer respektive en digital goniometer?

2 Litteraturöversikt

2.1 Kvalitetssäkring

För att ett instrument ska kunna användas i bedömnings syfte inom djursjukvården krävs en hög validitet samt reliabilitet. Det innebär att det är en kvalitetstestad metod som är tillförlitlig och saknar fel som beror på slumpen (Bellamy, 2005). Metodens repeterbarhet och sensitivitet är också av stor betydelse. Repeterbarheten är i vilken utsträckning mättekniken ger samma resultat vid upprepade mätningar och sensitivitet beskriver hur bra testet är på att upptäcka små förändringar (Bellamy, 2005). Mätmetoden måste också vara etiskt försvarbar vilket innebär att varken personal eller patienter utsätts för mer skada än absolut nödvändigt (Bellamy, 2005).

Begreppet bedömarreliabilitet innebär att ett test är tillförlitligt och saknar fel som beror på slumpen. Reliabilitet kan delas in i två underkategorier: Interbedömarreliabilitet samt intrabedömarreliabilitet. Interbedömarreliabiliteten beskriver förhållandet mellan olika undersökares resultat vid samma undersökning på samma individ. Intrabedömarreliabiliteten beskriver förhållandet mellan samma undersökares resultat vid upprepade mätningar vid samma mättillfälle på samma individ (Dornian *et al.*, 2017).

2.2 Goniometri

Goniometri är en enkel och kostnadseffektiv metod som kan användas för att mäta ledrörlighet i olika ledrörelser (Fieseler *et al.*, 2017). Goniometri är även ett objektiva sätt att mäta den terapeutiska utvecklingen i en led efter ett trauma eller ingrepp (Liljebäck & Bergh, 2010).

En tidigare studie visar att den universella manuella goniometern har hög intrabedömarreliabilitet men låg interbedömarreliabilitet (Chapleau *et al.*, 2011). Proximala leder har generellt en större variation vid mätningen med goniometer på hund och människor än distala leder, troligen på grund av en större mängd muskler och annan mjukvävnad som omger de proximala lederna (Boone *et al.*, 1978),(Brosseau *et al.*, 1997) (Jaegger *et al.*, 2002), detta är ej undersökt på hästar. Tidigare studier visar även att goniometriska mätningar på människa har bättre tillförlitlighet i mindre leder än i större samt att det är mer tillförlitligt att mäta flektion än extension (Brosseau *et al.*, 1997) . Inte heller detta är känt om så är fallet hos hästar.

2.2.1 Universell Manuell Goniometer

En standard manuell goniometer är gjord av transparent plast och har två skänklor som utgår från en cirkulär gradskiva. Gradskivans två halvor går från 0 till 180 grader. Skänklorna läggs efter anatomiska landmärken och inramar den vinkeln som ska mätas, gradskivorna centreras över ledens rörelseaxel och gradantalet för vinkeln kan då direkt avläsas på gradskivorna. Den manuella goniometern som användes i undersökningen ses i figur 1.



Figur 1: Universell manuell goniometer som användes i studien. (foto: Nicole Gandre Lauridsen)

2.2.2 Digital Goniometer

Den digitala goniometern som testas i undersökningen har produktnamnet Easy-Angle och är enligt tillverkaren en enkel goniometer med hög sensitivitet. Se bild på EasyAngle i figur 2. Den ska kunna användas med endast en hand och kan spara upp till sex mätvärden på skärmen samtidigt (<https://easvangle.com/sv/>). Det som

undersöks i den här studien är endast goniometerns användning vid mätning av ROM, men EasyAngle ska även inom humanvården enligt tillverkaren kunna ersätta inklinometern, och scoliometer. Inklinometern är ett mätverktyg som mäter ett objekts lutning mot horisontell- eller lodplanet, dvs lutning i förhållande till gravitationen. En skoliometer mäter ryggradens kurvatur vid skolios (<https://easy-angle.com/sv/>).



Figur 2: Easy Angle – digital goniometer som användes i studien. (foto: Nicole Gandre Lauridsen)

2.3 Radiografi

Flera studier stödjer att mätningar på radiografiska bilder är den mest validerade metoden för mätning, så kallad gold standard, av ROM, (Chapleau *et al.*, 2011), (Jaegger *et al.*, 2002), (Ekstrand *et al.*, 1982). Radiografiska bilder av leden tas för att mätningar med goniometer sedan ska kunna göras på bilden. Tidigare forskning på humansidan visar att goniometri är ett tillförlitligt mätverktyg för klinisk utövning men i forskningsprotokoll bör radiografi användas då det ger en högre precision (Chapleau *et al.*, 2011). Att mäta ROM med hjälp av radiografiska bilder har både för- och nackdelar. De huvudsakliga felkällorna vid goniometriska mätningar är positionering av patienten och instrumentet, det vill säga variationen av hur de anatomiska landmärkena som används som riktmärken vid positioneringen syns (Chapleau *et al.*, 2011). En stor mängd mjukvävnad kan göra det svårare att placera goniometern korrekt och påverkar då mätnoggrannheten negativt. Mätning på röntgenbilder har fördelen att ej påverkas av detta (Chapleau *et al.*, 2011) (Jaegger *et al.*, 2002). Nackdelen med radiografi är att det är dyrt och tidskrävande samt utsätter både patienter och personal för strålning (Liljebrink & Bergh, 2010).

2.4 Intraclass-Correlation-Coefficient (ICC)

Vid beräkning av reliabilitet kan ICC med fördel användas (Best *et al.*, 2013). ICC har ett värde som kan variera från -1 till 1. -1 anger en perfekt negativ överensstämmelse, 1 anger en perfekt överstämmelse och 0 betyder att det inte finns någon överensstämmelse (Tammemagi *et al.*, 1995). Se tabell 1 för Klassificering av ICC.

Tabell 1. Klassificering av ICC. (Best *et al.*, 2013)

ICC	Klassificering
0,00 – 0,20	Mycket låg reliabilitet
0,20 – 0,40	Låg reliabilitet
0,41 – 0,60	Måttlig reliabilitet
0,61 – 0,80	Bra reliabilitet
0,81 – 1,00	Mycket bra reliabilitet

2.5 Range of Motion (ROM)

Range of motion (ROM) är den rörlighet som finns i en specifik led, såsom flektion, extension abduktion/adduktion och rotationer (Liljebrink & Bergh, 2010). PROM (passive range of motion) innebär att leden rörs manuellt utan djurens aktiva muskelkraft inom ledens normala rörelseomfång (Cooper, Mullineaux & Turner 2011). AROM (active range of motion) innebär att leden rörs med hjälp av individens egna omkringliggande muskulatur inom ledens normala ledomfång (Pettersson *et al.*, 2019).

Det är intressant att mäta rörelseomfång i en led då en sjuk led ofta får minskad rörlighet. Därför kan man med fördel använda ROM för att verifiera behandlingseffektivitet eller sjukdomsprogression (Chapleau *et al.*, 2011). Artrit är en av de vanligaste ledsjukdomarna på häst och kan ge en minskad ROM (Contino, 2018). Studier visar ett samband mellan ledens sjukdomstillstånd och minskad ROM. Allt eftersom svårighetsgraden av de kliniska symptomen ökar minskar rörelseområdet i leden. En mer omfattande ledskada ger en större negativ påverkan på ROM än en lindrigare ledskada. Stel muskulatur och ligament i omkringliggande vävnad kan

också ge ett minskat rörelseområde i en led (Strand *et al.*, 1998). Även ålder kan ge ett minskat rörelseomfång (Butcher & Ashley-Ross, 2002).

3 Material och Metod

3.1 Hästarna

De hästar som användes i studien var nio varmblodiga travhästar och ett svenskt halvblod. Åldern varierade mellan 9 och 19 år där medelåldern var 15 år och medelvikten 564 ± 68 kilo. Alla hästarna i studien användes i forskning samt undervisning vid universitet, där de också stod uppstallade. Hästarna fick tillgång till daglig hagvistelse och stod inne i separata boxar nattetid. I tabell 2 finns en sammanställning över samtliga hästar.

Tabell 2. Hästarna som medverkar i studien.

Häst	Kön	Ras	Födelseår	Vikt
1	Sto	Varmblodig travare	2002	641kg
2	Sto	Varmblodig travare	2008	481kg
3	Sto	Varmblodig travare	2000	500kg
4	Sto	Varmblodig travare	2000	558kg
5	Sto	Varmblodig travare	2001	587kg
6	Sto	Varmblodig travare	2001	503kg
7	Sto	Varmblodig travare	2000	570kg
8	Sto	Svenskt varmblod	2010	673kg
9	Valack	Varmblodig travare	2010	630kg
10	Valack	Varmblodig travare	2008	500kg

3.2 Beskrivning av mätningarnas utförande - Goniometri

Materialet till studien samlades in vid två separata eftermiddagar med en veckas mellanrum. Vid första tillfället mättes sju hästar och vid det senare tillfället mättes tre hästar. Mätningarna utfördes av tre djursjukskötare studenter i årskurs tre med liten erfarenhet av mätning med goniometer samt en auktoriserad sjukgymnast/veterinär med stor erfarenhet av mätning med goniometer på djur. Goniometrarna som användes i studien var en manuell universal goniometer samt en digital, (Easy-Angle).

Alla hästar hade stått på box eller gått i liten paddock timmen innan studiens start och promenerades sedan 300 meter i stallgången direkt innan mätningen började.

Mätningarna utfördes i par om två utredare A och B. A höll benet i rätt position och utförde mätningen, vilken upprepades tre gånger i vardera karpus och kotled. B läste av värdet och antecknade gradantalet utan att A såg resultatet. Två hästar mättes samtidigt där varannan häst mättes med den manuella goniometern först och den andra med den digitala. Både A och B mätte tre gånger vardera i kotled och karpus. Därefter bytte paren goniometer och mätte direkt ytterligare tre gånger i vardera led på samma häst med den andra goniometertypen. Alla hästar mättes i höger framben. Hästens ben släpptes ut i neutral position mellan varje mätning. När mätningarna av de första två hästarna var klara byttes de mot två nya hästar och samma procedur upprepades. När det paret med hästar var klara mättes återigen de två första hästarna men nu av det andra paret av utredare. På så sätt mättes alla 10 hästar i en kotled respektive karpus av alla utredare med de båda goniometrarna. Innan mätningarna startade gick momenten igenom tillsammans för att alla utredare skulle mäta på samma sätt.

3.2.1 Kotled



Figur 3: Mätning i kotled med en manuell goniometer (foto: Nicole Gandre Lauridsen)

Den manuella goniometern hölls med båda händerna där höger hand också flekterade kotan i maximal passiv flektion. Karpus på hästen vilade mot utredarens lår för att ge stöd. (se figur 3). Närliggande leder och strukturer var under minsta möjliga påverkan, men deras positioner var inte standardiserade. Goniometerns skänklar gick parallellt med hästens skenben och kotben där mitten på goniometern var i ledens rörelsecentra. Mätningen upprepades tre gånger där hästens ben släpptes ut i neutral position mellan varje mätning.



Figur 4: Mätning med digital goniometer över kotben. (foto: Nicole Gandre Lauridsen)



Figur 5: Mätning med digital goniometer över skenben. (foto: Nicole Gandre Lauridsen)

Den digitala goniometern hölls med endast vänster hand, utredarens högra hand flekterade kotan till maximal passiv flektion. Karpus på hästen vilade mot utredarens lår för att ge stöd. Närliggande leder och strukturer var under minsta möjliga påverkan, men deras positioner var inte standardiserade. En mätning gjordes längs med hästens skenben (se figur 5) och en mätning längs med hästens kotben (se figur 4). Mätningen upprepades tre gånger där hästens ben släpptes ut i neutral position mellan varje mätning.

3.2.2 Karpus



Figur 6: Mätning i karpus med manuell goniometer. (foto: Nicole Gandre Lauridsen)

Den manuella goniometern hölls med båda händerna där vänster hand höll den skänkeln som följde underarmsbenet och höger hand fixerade den skänkeln som följde skenbenet (se figur 6). Rörelsecentrat på leden var i goniometerens mitt. Höger hand flekterade också karpus genom att böja skenbenet mot underarmsbenet tills karpus var i maximal passiv flektion. Närliggande leder och strukturer var under minsta möjliga påverkan, men deras positioner var inte standardiserade. Mätningen upprepades tre gånger där hästens ben släpptes ut i neutral position mellan varje mätning.



Figur 7: Mätning med digital goniometer över skenben. (foto: Nicole Gandre Lauridsen)



Figur 8: Mätning med digital goniometer över underarmsben. (foto: Nicole Gandre Lauridsen)

Den digitala goniometern hölls med endast vänster hand, utredarens högra hand flekterade karpus genom att dra skenbenet mot underarmsbenet tills karpus var i maximal passiv flektion. (se figur 8). Närliggande leder och strukturer var under minsta möjliga påverkan, men deras positioner var inte standardiserade. En mätning gjordes längs med hästens skenben och en mätning längs med hästens underarmsben. Mätningen upprepades tre gånger där hästens ben släpptes ut i neutral position mellan varje mätning.

3.3 Beskrivning av mätningarnas utförande – Radiografi

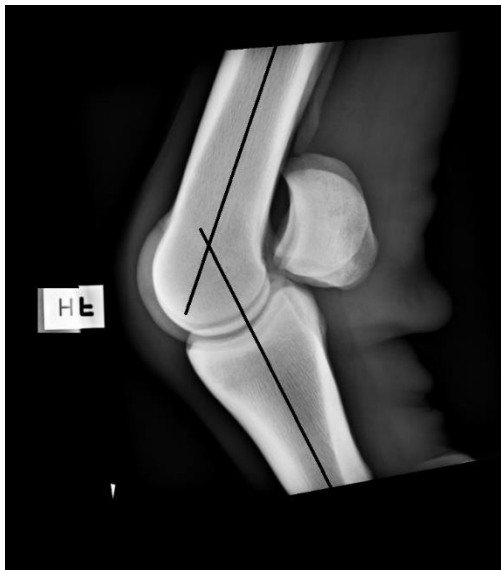
Då radiografi inom humanvården anses vara ett objektiva och säkert sätt att bedöma ledvinkeln i en led (Ekstrand *et al.*, 1982) jämfördes även den elektroniska goniometern med radiografi. Undersökningen utfördes vid ett separat tillfälle.

En häst från Sveriges Lantbruksuniversitet som användes i en röntgenövning för veterinärstudenter mättes i samband med detta. Mätningarna gjordes i kotleden i höger framben i belastad och flekterad position. Hästen vägde 558 kilo, var 19 år gammal och sederades med 0,3ml detomidin 10mg/ml + 0,3ml butorfanol 10mg/ml intravenöst en timme innan mätningen. Hästens ben hölls i flekterad position av en veterinärstudent. (se figur 10) och en djursjukskötare mätte kotledens vinkel en gång med den elektroniska goniometern genom att mäta parallellt med skenbenet och kotbenet. Därefter togs en röntgenbild utan att hästens benvinkel ändrades. På samma sätt mättes kotan i belastad position (se figur 9) men ingen behövde då hålla i benet. Mätningar gjordes sedan med den digitala goniometern på röntgenbilderna

där goniometern lades parallellt med skenbenet och kotbenet på bilden. En djursjuk-
skötarstudent höll goniometern över bilden och en annan student läste av värdet.



Figur 9: Röntgenbilden visar belastad kotskål med markeringar för att kunna göra en goniometrisk mätning med digital goniometer. (foto: Nicole Gandre Lauridsen)



Figur 10: Röntgenbilden visar flekterad kotskål med markeringar för att kunna göra en goniometrisk mätning med digital goniometer. (foto: Nicole Gandre Lauridsen)

3.4 Användarvänlighet

Alla fyra utredare fick efter avslutad mätning fylla i en enkät med fem frågor vardera om användarvänligheten för den manuella och digitala goniometern. Totalt 10 frågor. Svaren graderades mellan ett och fem där ett var ”håller inte alls med” och fem var ”håller helt med”. (Se frågeformulär som bifogad bilaga 1)

3.5 Bearbetning och analys av data

Totalt gjordes 480 mätningar. Medelvärdet och standardavvikelse av varje mätrunda beräknades. En mätrunda innefattar de tre gångerna en led mättes med en typ av goniometer och en mätare. Sedan användes de 160 medelvärdena i vidare beräkningar. Alla tal avrundades till närmsta hela grad i alla beräkningar. Totala medelvärden och standardavvikelser för varje bedömare var för sig och för varje led samt typ av goniometer räknades ut i Excel och operade t-tester gjordes för att räkna ut statistisk skillnad mellan de olika parametrarna. Interbedömarreliabiliteten och intrabedömarreliabiliteten räknades ut med ANOVA i programmet R där beräkningar av Intraclass Correlation Coefficient (ICC) utfördes.

4 Resultat

4.1 Uppmätt ledrörlighet i kota och karpus med manuell respektive digital goniometer.

I tabell 3 till 6 visas alla medelvärden samt standardavvikelser för varje utredare var för sig.

Tabell 3: Medelvärden och standardavvikelser för de 40 mätrundor utförda av utredare ett. Mätning i karpus och kotled i maximal flektion på höger framben. Värdena är i grader.

Häst	D-Kota	M-Kota	D-Karpus	M-Karpus
1	59 ± 3	78 ± 3	153 ± 3	143 ± 1
2	69 ± 8	80 ± 3	161 ± 3	152 ± 0
3	64 ± 6	72 ± 2	155 ± 5	144 ± 0
4	72 ± 2	73 ± 1	148 ± 3	140 ± 1
5	82 ± 3	83 ± 2	150 ± 5	145 ± 1
6	74 ± 5	76 ± 2	156 ± 4	151 ± 0
7	63 ± 2	85 ± 1	158 ± 2	145 ± 5
8	68 ± 0	76 ± 0	153 ± 3	145 ± 2
9	81 ± 2	72 ± 3	157 ± 3	148 ± 3
10	76 ± 3	82 ± 1	153 ± 1	140 ± 0

D-Kota = kota mätt med digital goniometer. M-Kota = kota mätt med manuell goniometer. D-Karpus = Karpus mätt med digital goniometer. M-Karpus = Karpus mätt med manuell goniometer.

Tabell 4: Medelvärden och standardavvikelser för de 40 mätrundor utförda av utredare två. Mätning i karpus och kotled i maximal flektion på höger framben. Värdena är i grader.

Häst	D-Kota	M-Kota	D-Karpus	M-Karpus
------	--------	--------	----------	----------

1	51 ± 1	52 ± 3	143 ± 2	120 ± 3
2	66 ± 6	70 ± 6	153 ± 7	126 ± 3
3	44 ± 3	75 ± 0	135 ± 7	143 ± 3
4	45 ± 5	58 ± 6	139 ± 4	128 ± 3
5	79 ± 2	80 ± 9	143 ± 4	112 ± 7
6	60 ± 3	78 ± 4	143 ± 2	119 ± 14
7	55 ± 5	68 ± 7	138 ± 5	115 ± 8
8	36 ± 5	69 ± 9	132 ± 2	109 ± 4
9	56 ± 2	64 ± 2	145 ± 3	131 ± 8
10	61 ± 2	72 ± 5	145 ± 3	126 ± 10

D-Kota = kota mätt med digital goniometer. M-Kota = kota mätt med manuell goniometer. D-Karpus = Karpus mätt med digital goniometer. M-Karpus = Karpus mätt med manuell goniometer.

Tabell 5: Medelvärden och standardavvikelser för de 40 mättrundor utförda av utredare tre. Mätning i karpus och kotled i maximal flektion på höger framben. Värdena är i grader.

Häst	D-Kota	M-Kota	D-Karpus	M-Karpus
1	46 ± 2	70 ± 5	168 ± 4	143 ± 3
2	52 ± 4	68 ± 7	153 ± 5	135 ± 1
3	49 ± 5	59 ± 6	151 ± 8	137 ± 4
4	44 ± 6	62 ± 3	151 ± 3	131 ± 2
5	65 ± 2	85 ± 5	155 ± 4	145 ± 4
6	60 ± 9	79 ± 5	149 ± 8	145 ± 4
7	67 ± 3	75 ± 10	155 ± 6	148 ± 1
8	71 ± 6	72 ± 4	149 ± 7	142 ± 2
9	66 ± 6	75 ± 2	164 ± 10	146 ± 2
10	74 ± 4	86 ± 6	147 ± 3	145 ± 0

D-Kota = kota mätt med digital goniometer. M-Kota = kota mätt med manuell goniometer. D-Karpus = Karpus mätt med digital goniometer. M-Karpus = Karpus mätt med manuell goniometer.

Tabell 6: Medelvärden och standardavvikelser för de 40 mättrundor utförda av utredare fyra. Mätning i karpus och kotled i maximal flektion på höger framben. Värdena är i grader.

Häst	D-Kota	M-Kota	D-Karpus	M-Karpus
1	57 ± 5	76 ± 3	164 ± 3	144 ± 6
2	65 ± 2	72 ± 0	168 ± 3	153 ± 2
3	67 ± 3	77 ± 1	170 ± 4	152 ± 2
4	69 ± 3	74 ± 1	164 ± 5	144 ± 0

5	82 ± 7	86 ± 5	166 ± 2	150 ± 2
6	77 ± 2	78 ± 0	166 ± 3	149 ± 1
7	73 ± 5	76 ± 2	157 ± 2	150 ± 6
8	74 ± 1	78 ± 2	165 ± 2	148 ± 2
9	75 ± 3	86 ± 3	165 ± 2	149 ± 4
10	86 ± 2	87 ± 3	164 ± 2	152 ± 4

D-Kota = kota mätt med digital goniometer. M-Kota = kota mätt med manuell goniometer. D-Karpus = Karpus mätt med digital goniometer. M-Karpus = Karpus mätt med manuell goniometer.

Medelvärde och standardavvikelse för maximal passiv flektion av karpus uppmättes till $138 \pm 10^\circ$ med den manuella goniometern och $155 \pm 9^\circ$ med den digitala goniometern. Det vill säga en differens på 17 grader vilket är en signifikant skillnad ($P < 0,001$). Medelvärde och standardavvikelse för maximal passiv flektion av kotleden uppmättes till $75 \pm 5^\circ$ med den manuella goniometern och $65 \pm 9^\circ$ med den digitala goniometern vilket är en differens på 10 grader vilket är en signifikant skillnad ($P < 0,001$). (Se tabell 7)

Tabell 7: Medelvärden och standardavvikelsen för samtliga utredares alla mätningar enskilt samt för hela studien. Mätning i karpus och kotled i maximal flektion på höger framben med manuell och digital goniometer. Värdena är i grader.

Utredare	Manuell Karpus	Digital Karpus	Manuell Kota	Digital Kota
1	145 ± 4	155 ± 5	78 ± 5	72 ± 8
2	123 ± 10	142 ± 6	69 ± 9	55 ± 12
3	143 ± 5	156 ± 6	73 ± 9	60 ± 11
4	140 ± 3	165 ± 4	79 ± 6	73 ± 8
Hela Studien	138 ± 10	155 ± 9	75 ± 5	65 ± 9

4.2 Radiografi

Resultatet från mätningen på flekterad kota skiljde sig tre grader mellan mätningen med den digitala goniometern på röntgenbilden och mätningen med den digitala goniometern på hästen där röntgenbilden hade det högre värdet. Resultatet från mätningen på belastad kota skiljde sig två grader mellan mätningen med den digitala goniometern på röntgenbilden och mätningen med den digitala goniometern på hästen där röntgenbilden hade det lägre värdet. (Se tabell 8)

Tabell 8: Resultat radiografi – Mätningar med den digitala goniometern på sederad häst samt röntgenbild av kota på samma individ. Mätningen utfördes på höger framben ilekterad och belastadposition.

Mätning gjord på:	Flekterad kota	Belastad kota
Häst	42 grader	38 grader
Röntgenbild	45 grader	36 grader

Interbedömarreliabilitet

Interbedömarreliabiliteten beskriver förhållandet mellan olika undersökares resultat vid samma undersökning. Intraclass-correlation-coefficient (ICC) klassificeringen för mätningarna i karpus var bra för de båda goniometrarna och ICC för mätningarna i kotan var låg för de båda goniometrarna. Siffrorna gäller hela studien. (Se tabell 9)

Tabell 9: Interbedömarreliabiliteten för hela studien. Mätning i karpus och kotled i maximal passiv flektion. Klassificeringen är beräknad i ICC.

Goniometer	Led	ICC	Klassificering
Digital	Karpus	0,77	Bra
Manuell	Karpus	0,77	Bra
Digital	Kota	0,39	Låg
Manuell	Kota	0,25	Låg

Intrabedömarreliabilitet

Intrabedömarreliabiliteten beskriver förhållandet mellan samma undersökares resultat på samma mätning vid upprepade mätningar. Intraclass-correlation-coefficient (ICC) användes vid beräkningarna. Intrabedömarreliabiliteten för mätningar i kotan med manuell goniometer var bra till mycket bra (ICC 0,66–0,84) och för mätningar med digital goniometer bra till mycket bra (ICC 0,76–0,9). Intrabedömarreliabiliteten för mätningar i karpus med manuell goniometer var låg till mycket bra (ICC 0,33–0,81) och för mätningar med digital goniometer måttlig till bra (ICC 0,47–0,66). Se tabell 10.

Tabell 10. Intrabedömarreliabiliteten för mätning i karpus och kotled i maximal passiv flektion. Klassificeringen är beräknad i ICC.

Utredare	M-Karpus	D-Karpus	M-Kota	D-kota
1	0,81	0,49	0,84	0,76
2	0,62	0,66	0,69	0,90
3	0,78	0,47	0,66	0,81
4	0,33	0,52	0,66	0,83

D-Kota = kota mätt med digital goniometer. M-Kota = kota mätt med manuell goniometer. D-Karpus = Karpus mätt med digital goniometer. M-Karpus = Karpus mätt med manuell goniometer.

4.3 Användarvänlighet

Samtliga utredare svarade på enkäten om användarvänlighet. Resultatet visar att EasyAngle enligt studien var lättare att lära sig använda och enklare att använda än den manuella goniometern samt att utredarna kände sig något tryggare med att använda EasyAngle. De båda goniometrarna skiljde sig inte nämnvärt i hur utredarna upplevde noggrannheten och tillförlitligheten. Det är något troligare att EasyAngle kommer användas av utredarna i yrkesutövning i framtiden jämfört med den manuella goniometern. Se tabell 11.

Tabell 11: *Frågeformulär för användarvänlighet av en manuell goniometer samt EasyAngle.*

Fråga	1	2	3	4	5	Medel
I min framtida yrkesutövning är det troligt att jag kommer vilja använda Easy Angle.		1	1	2		3,25
Jag tycker att Easy Angle är enkel att använda.				3	1	4,25
Jag tycker att det var enkelt att lära mig använda Easy Angle.			2	1	1	3,75
Jag känner mig trygg med att använda Easy Angle.			1	2	1	4
Jag upplever att Easy Angle är noggrann och tillförlitlig.			4			3
I min framtida yrkesutövning är det troligt att jag kommer vilja använda manuell goniometer.			4			3
Jag tycker att en manuell goniometer är enkel att använda.		2	2			2,5
Jag tycker att det var enkelt att lära mig använda en manuell goniometer.			3	1		3,25
Jag känner mig trygg med att använda en manuell goniometer.			2	2		3,5
Jag upplever att en manuell goniometer är noggrann och tillförlitlig.			3	1		3,25

(N=4) 1=håller inte med alls. 5=håller helt med. Antal svarade per fråga samt medelvärde redovisas.

5 Diskussion

5.1 Diskussion – Resultat

Syftet med den här studien var att testa mätsäkerheten på en digital goniometer vid mätning av maximal passiv flektion i karpus och kotled på häst. Jämförande mätningar mellan den digitala goniometern gjordes med en manuell goniometer samt mätningar på radiografi. Tio osederade hästar samt en sederad häst användes i studien. På de vakna hästarna utfördes jämförande mätningar med en manuell och en digital goniometer, och på sederad häst gjordes jämförande mätningar med en digital goniometer på hästen samt på röntgenbilder av samma individ.

Intrabedömarreliabiliteten för mätningar i kotan med manuell goniometer var bra till mycket bra och för mätningar med digital goniometer bra till mycket bra. Intrabedömarreliabiliteten för mätningar i karpus med manuell goniometer var låg till mycket bra och för mätningar med digital goniometer måttlig till bra. Resultatet stämmer bra överens med tidigare studier som menar på att goniometri är ett tillförlitligt sätt att mäta ROM om det används av samma person (Liljebrink & Bergh, 2010), (Jaegger *et al.*, 2002). Då det saknas en gold standard att jämföra med vid dessa mätningar finns det ingen garanti att en hög intrabedömarreliabilitet nödvändigtvis är ett bättre resultat, resultatet visar bara att mätningarna var jämna. Risken finns att en utredare mäter ”jämnt dåligt”. Det vill säga att alla mätningar är jämna men kvaliteten av mätningarna kan vara dålig. För att validera mätresultatet behövs jämförande mätningar med mätningar på radiografiska bilder vilket saknas i den här delen av studien. Ingen skillnad i intrabedömarreliabilitet syns i resultatet utifrån utredarnas olika erfarenhet av användande av goniometer vilket stämmer bra överens med en studie på hundar (Jaegger *et al.*, 2002). Den student som ej var hästvan

hade något lägre registrerad ROM. Dennes ovana att hålla och flektera ett hästben kan vara orsaken till det något mindre uppmätta rörelseomfånget i leden.

Interbedömarreliabiliteten för mätning av karpus var bra för de både goniometertyperna och för kotled låg för de båda goniometertyperna. I en studie som gjordes på hundar visade mätningar med digital goniometer en större variation på ROM än mätningar med manuell goniometer (Thomas *et al.*, 2006) vilket skiljer sig från den här studiens resultat. Resultatet från den här studien visar att goniometriska mätningar inte har lika hög interbedömarreliabilitet som intrabedömarreliabilitet vilket styrks av tidigare studier på hund, häst och människa (Dornian *et al.*, 2017), (Chapleau *et al.*, 2011), (Liljebrink & Bergh, 2010), (Jaegger *et al.*, 2002).

De mätningar som gjordes på radiografiska bilder i studien visade en skillnad på 3° vid flekterad kota och 2° vid belastad kota. Hästens ben var ej maximalt flekterad då detta ej var nödvändigt för studien då det endast var jämförelsen mellan mätningen på röntgenbilden och mätningen på hästen som var av intresse. Det är viktigt att skilja på värden som är av klinisk betydelse och inom variationen för mätfel (Bellamy, 2005). I en tidigare studie på hundar anses att en vinkelförändring på mindre än 4° är en excellent precision (Jaegger *et al.*, 2002). Den här studien saknar exakta värden för vad som är av klinisk relevans, men då mätning på radiografi anses som gold standard visar den här delen av studien på en mycket bra tillförlitlighet av mätning med digital goniometer i kotled på flekterat och belastat ben. Resultaten styrks av tidigare studier på hundar och hästar där goniometriska mätningar på häst och hund har varit i korrelation med mätningar på röntgenbilder (Liljebrink & Bergh, 2010), (Jaegger *et al.*, 2002). Fler individer och mätningar behöver dock göras för att validera metoden ytterligare.

Jämförande mätningar på vaken häst med de båda goniometertyperna visade en signifikant skillnad i karpus och kotled. Värdet i karpus skilde 17° där en digital goniometer uppmätte det högre värdet och i kotleden registrerades en gradskillnad på 10° där en manuell goniometer uppmätte det högre värdet. En vinkelförändring < 10 uppmätt med en manuell goniometer bedöms vara för liten för att kunna användas för klinisk utvärdering av en patient då det är inom ramen för mätfel (Liljebrink & Bergh, 2010). Vid en så liten vinkelförändring behöver en ändring av ROM inte ha skett utan det kan endast vara en variation i mätningen. Huruvida resultatet i den här studien är av klinisk betydelse går ej att avgöra då den här delen av studien saknar en gold standard. Det som kan ses i resultatet är att en utvärdering är mer tillförlitlig om samma goniometertyp används vid återkommande mätningar och en växling mellan de båda typerna bör inte ske under exempelvis en rehabiliteringsprocess.

Enkäten om användarvänlighet visade att en digital goniometer enligt studien var lättare att lära sig använda och enklare att använda än en manuell goniometer samt att utredarna kände sig något tryggare med att använda en digital goniometer.

Att den digitala goniometern endast behöver hållas med en hand gör mätningen mer lättgenomförd. Kanske har den digitala goniometern ett större användningsområde vid mätning på hästar jämfört med mindre djur och människor på grund av just den egenskapen.

5.2 Diskussion – Material och Metod

Lederna som mättes i studien valdes ut på följande kriterier. Tidigare studier som gjorts på människor och hundar visar att en distal led har mindre variation vid mätning med goniometer än en proximal led samt att flektion är mer tillförlitligt att mäta en extension (Brosseau *et al.*, 1997), (Boone *et al.*, 1978), (Jaegger *et al.*, 2002). Då kotled och karpus är distala leder som är förhållandevis lätta att flektera valdes dessa ut till studien. Valdes att alla mätningar i den här studien skulle göras i flektion i kotled och karpus. Höger framben användes genomgående för att samma grepp skulle kunna hållas av alla utredare och att inte olika lyftteknik skulle användas vid ett eventuellt byte av ben.

Alla hästar hade stått på box eller gått i liten paddock timmen innan studiens start och promenerades sedan 300 meter i stallgången precis innan mätningen började. Detta gjordes för att alla hästar skulle vara lika uppvärmda inför studien så eventuell stelhet i vävnaden skulle försvinna. Benet som mättes sattes i neutral position mellan varje flektion för att minimera risken att töja ut strukturer i benet som skulle kunna påverka ROM samt att varje mätning skulle bli helt opåverkad av tidigare mätningar. En utredare flekterade hästens ben och placerade goniometern och den andra utredaren läste av värdet. Detta för att inte den som positionerar goniometern och flekterar benet omedvetet ska påverka mätresultaten.

5.3 Felkällor

Vid flektionen av kotan saknades standardiserad kraft. Alla utredare är olika starka i armarna och har olika uppfattning om hur hårt en led bör och kan böjas. Detta kan påverka resultatets trovärdighet negativt. För att minimera risken att olika utredare

böjer med olika kraft bör någon typ av kraftmätare användas vid flektionen. Förhoppningen är då att mätningen kommer ge en bättre interbedömarreliabilitet. Hur detta ska fungera rent praktiskt är något som bör undersökas vidare.

Troligen beror skillnaden i studiens resultat mer på hur utredarna har placerat goniometrarna efter anatomiska landmärken samt hur de har flekterat hästens ben än på goniometrarnas mätsäkerhet då mätningen på radiografiska bilder som anses vara gold standard, var mycket bra. De anatomiska landmärken som används för att positionera goniometern kan vara olika tydliga på grund av anatomiska variationer eller mängd omkringliggande vävnad. Detta ger en felkälla som är svår att undkomma vid mätning med goniometer. Både den manuella och den digitala goniometern har detta som svaghet.

Vävnadernas massa och rörlighet kring leden kan också begränsa ledens ROM sekundärt genom att konkret vara ett hinder vid flektionen då vävnaden tar plats i innervinkeln och hindrar leden från att böjas mer. Spända muskler med korta muskelfibrer som följd kan också begränsa ROM då muskeln ej kan sträckas ut i sin förväntade längd och påverkar då rörelseområdet i leden.

Hästarna som ingick i studien hade varierande skadehistorik. Ingen hänsyn togs i den här studien huruvida karpus och kotled i höger framben var kliniskt friska eller inte. Hästarna hade även varierande ålder. Båda sjukdom i led och ålder har i tidigare forskning visat sig påverka ROM (Strand *et al.*, 1998), (Butcher & Ashley-Ross, 2002). En eventuell smärtreaktion i en led kan påverka ROM då hästen kan dra åt sig benet eller liknande. Även skador i närliggande leder och mjukvävnad kan påverka ROM i den leden som mäts. Vid en ny studie bör de involverade lederna och strukturerna som påverkas vara undersökta av veterinär för att veta om eventuella smärtreaktioner och kunna ta ställning i huruvida det påverkar resultatet eller ej.

5.4 Intressant att undersöka vidare

Variation mellan olika raser och samband med skadehistorik med fokus på om en häst med rörligare ledomfång är mer predisponerad för en viss typ av skador.

Ett intresse finns också i att göra en liknande studie där de anatomiska landmärkena är utsatta så att placeringen av goniometern skulle bli mer exakt. Detta skulle ge en större säkerhet i om det verkligen är placeringen av goniometern som är en stor felkälla eller variationen av flektionen av hästens ben.

5.5 Konklusion

En digital goniometer är ett lovande verktyg vid mätningar av karpus och kotled i maximal passiv flektion på häst om den används av samma person. Mer studier behövs dock för att validera metoden ytterligare.

Referenslista

- Barbara Cooper, Elizabeth Mullineaux & Lynn Turner (2011). *BSAVA Textbook of Veterinary Nursing*. 5th edition. Gloucester. British Small Animal Veterinary Association.
- Bellamy, N. (2005). Science of assessment. *Annals of the Rheumatic Diseases*, vol. 64 (suppl2), ss. ii42–ii45. DOI: <https://doi.org/10.1136/ard.2004.031567>.
- Best, N., Best, S., Loudovici-Krug, D. & Smolenski, U.C. (2013). Measurement of mandible movements using a vernier caliper--an evaluation of the intrasession-, intersession- and interobserver reliability. *Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice*, vol. 31 (3), ss. 176–180.
- Boone, D.C., Azen, S.P., Lin, C.-M., Spence, C., Baron, C. & Lee, L. (1978). Reliability of Goniometric Measurements. *Physical Therapy*, vol. 58 (11), ss. 1355–1360. DOI: <https://doi.org/10.1093/ptj/58.11.1355>.
- Brosseau, L., Tousignant, M., Budd, J., Chartier, N., Duciaume, L., Plamondon, S., P O`Sullivan, J., O`Donoghue, S. & Balmer, Z. *Intratester and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for active knee flexion in healthy subjects - Brosseau - 1997 - Physiotherapy Research International - Wiley Online Library*. (1997). Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pri.97>. [Accessed 2019-04-25].
- Butcher, M.T. & Ashley-Ross, M.A. (2002). Fetlock joint kinematics differ with age in thoroughbred racehorses. *Journal of Biomechanics*, vol. 35 (5), ss. 563–571. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(01\)00223-8](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(01)00223-8).
- Chapleau, J., Canet, F., Petit, Y., Laflamme, G.-Y. & Rouleau, D.M. (2011). Validity of Goniometric Elbow Measurements: Comparative Study with a Radiographic Method. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, vol. 469 (11), ss. 3134–3140. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11999-011-1986-8>.
- Contino, E.K. (2018). Management and Rehabilitation of Joint Disease in Sport Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, vol. 34 (2), ss. 345–358. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2018.04.007>.
- Dornian, S., Short, J.A., Smith, S.I., Townsend, L.A., Morassaei, S. & Forwell, S.J. (2017). The Effect of Pain Scale for functional capacity evaluations: *British Journal of Occupational Therapy*., DOI: <https://doi.org/10.1177/0308022617726730>.
- Ekstrand, J., Wiktorsson, M., Oberg, B. & Gillquist, J. (1982). Lower extremity goniometric measurements: a study to determine their reliability. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, vol. 63 (4), ss. 171–175. Available from: <http://europepmc.org/abstract/med/7082141>. [Accessed 2019-04-25].

- Fieseler, G., Laudner, K.G., Irlenbusch, L., Meyer, H., Schulze, S., Delank, K.-S., Hermassi, S., Bartels, T. & Schwesig, R. (2017). Inter- and intrarater reliability of goniometry and hand held dynamometry for patients with subacromial impingement syndrome. *Journal of Exercise Rehabilitation*, vol. 13 (6), ss. 704–710. DOI: <https://doi.org/10.12965/jer.1735110.555>.
- Gulda, D., Drewka, M. & Monkiewicz, M. (2013). THE USE OF GONIOMETRY IN EQUESTRIAN AND CYNOLOGICAL SPORTS. *Journal of Central European Agriculture*, vol. 14 (4), ss. 1364–1373. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/14.4.1360>.
- Jaegger, G., Marcellin-Little, D.J. & Levine, D. (2002). Reliability of goniometry in Labrador Retrievers. *American journal of veterinary research*, vol. 63 (7), ss. 979–86.
- Liljebrink, Y. & Bergh, A. (2010). Goniometry: is it a reliable tool to monitor passive joint range of motion in horses? *Equine Veterinary Journal*, vol. 42 (s38), ss. 676–682. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00254.x>.
- Pettersson, H., Boström, C., Bringby, F., Walle-Hansen, R., Jacobsson, L.T.H., Svenungsson, E., Nordin, A. & Alexanderson, H. (2019). Muscle endurance, strength, and active range of motion in patients with different subphenotypes in systemic sclerosis: a cross-sectional cohort study. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, vol. 48 (2), ss. 141–148. DOI: <https://doi.org/10.1080/03009742.2018.1477990>.
- Strand, E., Martin, G.S., Crawford, M.P., Kamerling, S.G. & Burba, D.J. (1998). Intra-articular pressure, elastance and range of motion in healthy and injured racehorse metacarpophalangeal joints. *Equine Veterinary Journal*, vol. 30 (6), ss. 520–527.
- Tammemagi, M.C., Frank, J.W., Leblanc, M., Artsob, H. & Streiner, D.L. (1995). Methodological issues in assessing reproducibility—A comparative study of various indices of reproducibility applied to repeat ELISA serologic tests for Lyme disease. *Journal of Clinical Epidemiology*, vol. 48 (9), ss. 1123–1132. DOI: [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(94\)00243-J](https://doi.org/10.1016/0895-4356(94)00243-J).
- Thomas, T.M., Marcellin-Little, D.J., Roe, S.C., Lascelles, B.D.X. & Brosey, B.P. (2006). Comparison of measurements obtained by use of an electrogoniometer and a universal plastic goniometer for the assessment of joint motion in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, vol. 67 (12), ss. 1974–1979.

Tack

Jag vill tacka Caitlin Lund och Nicole Söderqvist för tappert kämpande med mätningarna av de 10 hästarna. Jag vill även tacka Anna Bergh för hjälp med mätningarna och handledningen genom hela arbetet.

Bilaga 1

Fråga	1 = håller inte alls med, 5 = håller helt med				
	1	2	3	4	5
I min framtida yrkesutövning är det troligt att jag kommer vilja använda EasyAngle ofta					
Jag tycker att EasyAngle är enkel att använda					
Jag tycker att det var enkelt att lära mig använda EasyAngle					
Jag upplever att EasyAngle är noggrann och tillförlitlig					
Jag känner mig trygg med att använda EasyAngle					
I min framtida yrkesutövning är det troligt att jag kommer vilja använda goniometern ofta					
Jag tycker att goniometern är enkel att använda					
Jag tycker att det var enkelt att lära mig använda goniometern					
Jag upplever att goniometern är noggrann och tillförlitlig					
Jag känner mig trygg med att använda goniometern					

Övriga synpunkter (t.ex. förbättringsförslag för EasyAngle):