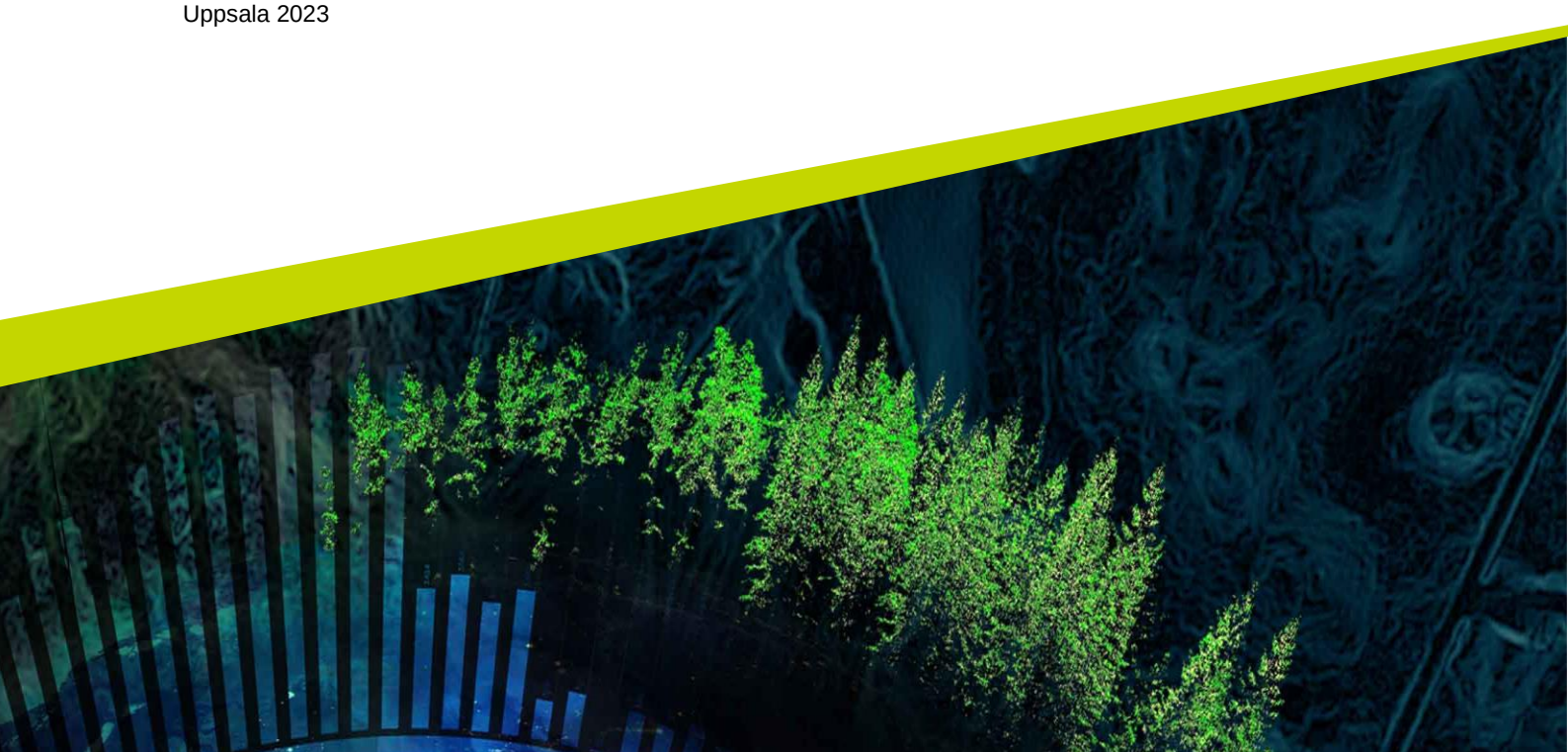
Validering av muskelomfångsmätning med måttband hos hund

Ulf Granberg och Linnea Flink

Självständigt arbete i djuromvårdnad • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Djursjukskötarprogrammet
Uppsala 2023



Validering av muskelomfångsmätning med måttband hos hund

Validation of muscle girth measurement with measuring tape in dogs

Ulf Granberg och Linnea Flink

Handledare: Anna Bergh, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper
Examinator: Josefin Söder, 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:	2023
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd
Nyckelord:	Datortomografi, DT, hund, intertester reliabilitet, intratester reliabilitet, muskelmassa, muskelstyrka, måttband, omfångsmätning med måttband, omfång, rehabilitering, validitet

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper
Djuromvårdnad

Sammanfattning

Hundars välmående beror bland annat av dess kondition, uthållighet och muskelstyrka. Idag är det mycket svårt att direkt mäta muskelstyrka hos djur, och muskelstyrka mäts därav indirekt via exempelvis omfångsmått från datortomografi (DT). Datortomografi anses i dagsläget vara det mest tillförlitliga sättet att indirekt mäta muskelstyrka, men metoden är inte lämpad för daglig klinisk verksamhet. Muskelomfångsmätning med måttband är en lovande metod som är enkel och billig men metoden är inte fullständigt validerad. Det finns flertal studier som undersökt metodens reliabilitet men endast en studie som jämfört omfångsmätningar med måttband med omfångsmätningar uträknade från datortomografibilder.

Studien ämnar undersöka validiteten för muskelomfångsmätning med måttband i förhållande till ”gold standard” DT. Även intra- och intertester reliabilitet för muskelomfångsmätning med måttband utvärderas. Studien mäter muskelomfång hos hund för åtta olika lokalisationer; på vardera sidas överarm, underarm, lår och/eller vad i vaket samt sederat tillstånd och jämför dessa med omfångsmått uträknade från datortomografibilder.

I resultaten från studien ingick sju hundar. Fyra av dessa var privatägda och skulle genomgå en datortomografiundersökning och resterande hundar tillhörde Sveriges Lantbruksuniversitet. Omkretsen mättes med måttband med dynamometer, på vaken hund i stående position och på sederad hund liggande i dorsoventral position, samt från datortomografibilder. Omfångsmätningarna utfördes av två djursjukskötarstudenter vilka mätte varje lokalisation tre gånger vardera. Omfångsmåtten med måttband för vaken och sederad hund jämfördes därefter med mått från mätningar på datortomografibilder.

Data från muskelomfångsmätningar av hundars överarm, underarm, lår och vad, för höger respektive vänster sida visade signifikanta skillnader ($p<0,05$) mellan mätningar utförda på vaken hund och DT samt för mätningar utförda på sederad hund och DT för alla lokalisationer och sidor, förutom för muskelgrupper med en proportionellt mindre omkrets så som underarm där metoderna ej skiljde sig. Intra- och intertester reliabiliteten bedömdes som utmärkt (ICC $\geq$ 0,9) för metoden muskelomfångsmätning med måttband gällande samtliga lokalisationer. Den utmärkta intra- och intertester reliabiliteten gällde hundar i såväl stående som sederade i liggande position.

Studiens resultat visar på en trolig samstämmighet mellan muskelomfångsmätning med måttband och muskelomfångsmätning från datortomografibilder då uppmätta skillnader mellan metoderna föreföll ha en relativt konstant differens. Studien begränsas av en liten studiepopulation och resultaten motiverar till framtida studier med större studiepopulationer. En framtida befäst validering av muskelomfångsmätning med måttband, inklusive korrelationstest jämtemot DT, skulle ha en positiv påverkan på djursjukvården då metoden i grunden är enkel, snabb, säker och billig. På sikt skulle en validerad och kliniskt applicerbar metod således kunna resultera i en förbättrad möjlighet för diagnosticering, behandling samt rehabilitering av muskelproblem hos hund.

Nyckelord: Datortomografi, DT, hund, intertester reliabilitet, intratester reliabilitet, muskelmassa, muskelstyrka, måttband, omfångsmätning med måttband, omfång, rehabilitering, validitet

Abstract

Dogs' well-being depends, among other things, on their fitness, endurance and muscle strength. Today, it is difficult to directly measure muscle strength in animals, and muscle strength is therefore measured indirectly via, for example, circumference measurements calculated from computed tomography (CT). CT is currently considered the most reliable method to indirectly measure muscle strength, but the method is not suitable for daily clinical practice. Muscle circumference measurement with measuring tape is a promising method that is simple and inexpensive, but the method is not fully validated. There are several studies that have investigated the reliability of the method, but only one study that have compared circumference measurements with a tape measure with circumference measurements calculated from CT images.

The study aims to investigate the validity of muscle circumference measurement with measuring tape in relation to the "gold standard" CT. Intra- and intertester reliability for muscle circumference measurement with a measuring tape is also evaluated. The study measures muscle circumference in dogs for eight different locations; on each side's upper arm, forearm, thigh and/or calf in awake and sedated state and compare these with circumference measurements calculated from CT images.

Seven dogs were included in the results of the study. Four of these were privately owned and were prescribed to undergo a CT examination and the remaining dogs belonged to the Swedish University of Agricultural Sciences. The circumference was measured with a tape measure with a dynamometer, on awake dogs in a standing position and on sedated dogs lying in a dorsoventral position, as well as calculated from CT images. The circumference measurements were performed by two veterinary nursing students whom measured each location in triplicates. The circumference measurements with measuring tape for the awake and sedated dogs were then compared with measurements calculated from CT images.

Data from muscle circumference measurements of dogs' upper arm, forearm, thigh and calf, for right and left side respectively, showed significant differences ($p<0.05$) between measurements performed on awake dogs and CT and for measurements performed on sedated dogs and CT for all locations and sides, except for muscle groups with a proportionally smaller circumference such as the forearm, where the methods did not differ. The intra- and intertester reliability was judged to be excellent (ICC ≥ 0.9) for muscle circumference measurement with measuring tape for all locations. The excellent intra- and intertester reliability applied to dogs in standing as well as sedated in lying position.

The results of the study show a probable agreement between muscle circumference measurements with measuring tape and muscle circumference calculated from CT images as the difference between the methods appeared to be relatively constant. The study is limited by a small study population and results motivate future studies with larger study populations. A complete future validation of muscle circumference measurement with measuring tape, including correlation tests against CT, would have a positive impact on animal health care as the method is fundamentally simple, fast, safe and cheap. A fully validated and clinically useful method, such as this, could improve possibility for diagnostics, treatment and rehabilitation of muscle problems in dogs.

Keywords: computed tomography, CT, dog, intertester reliability, intratester reliability, Circumference measures with tape measure, muscle mass, muscle strength, tape measure, validity

Innehållsförteckning

Tabellförteckning **9**

Figurförteckning **10**

Förkortningar **11**

1. Introduktion **12**
1.1 Syfte och frågeställningar 13

2. Bakgrund **14**
2.1 ”Muskelstyrka” och dess kliniska betydelse 14
2.2 Korrelation mellan muskelstyrka och muskelmassa 15
2.3 Muskelomfångsmätning 15
2.4 Tidigare studier av muskelomfångsmätning med måttband 16
2.5 Andra metoder för muskelomfångsmätning 19
2.6 Begränsningar för datortomografi vid muskelomfångsmätning 20
2.7 ”Body Condition Score” 20

3. Material och metod **22**
3.1 Inkluderade hundar 22
3.2 Försöksupplägg 22
3.2.1 Generell studiedesign 22
3.2.2 Muskelomfångsmätning med måttband 23
3.2.3 Datortomografiundersökning 24
3.2.4 Databearbetning och statistisk analys 25

4. Resultat **27**
4.1 Studiepopulation 27
4.2 Jämförelse mellan muskelomfångsmätning med måttband och muskelomfångsmätning från datortomografibilder 27
4.3 Omfångsmätningar för vaken respektive sederad hund samt från datortomografibilder presenterade på individnivå 29
4.4 Differens vid mätning av datortomografibilder 31
4.5 Intra- och intertester reliabilitet 31
4.6 ”Body Condition Score” 32

5. Diskussion **33**
5.1 Resultatdiskussion 33

5.2 Metoddiskussion 36
5.3 Konklusion..... 40

Referenser..... 41

Tack 44

Tabellförteckning

Tabell 1. Tabell 1. Muskelomfång framben, jämförelse mellan mätningar på vaken hund samt från datortomografibilder……26

Tabell 2. Muskelomfång framben, jämförelse mellan mätningar på sederad hund samt från datortomografibilder……26

Tabell 3. Muskelomfång bakben, jämförelse mellan mätningar på vaken hund samt från datortomografibilder……27

Tabell 4. Muskelomfång bakben, jämförelse mellan mätningar på sederad hund samt från datortomografibilder……27

Figurförteckning

Figur 1. Bild på ett måttband med tillhörande dynamometer…….21

Figur 2. Hund med samtliga mätlokalisationer utplacerade med tejp……...22

Figur 3. Bild på en hund liggande i dorsoventral position i datortomograf……...23

Figur 4. Diagram över muskelomfångsmätningar på höger överarm på vaken hund i stående position……..28

Figur 5. Diagram över mätningar på höger underarm på sederad hund i dorsoventral position……...…..29

Förkortningar

BCS	Body Condition Score
CT	Computed Tomography
DT	Datortomografi
MRT	Magnetresonanstomografi
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
TPLO	Tibial Plateu Leveling Ostetomy
UDS	Universitetsdjursjukhuset

1. Introduktion

Hundens välmående beror bland annat på dess kondition, uthållighet och muskelstyrka. I samband med vissa skador och operationer, såsom korsbandsoperationer hos hund, uppstår ofta muskelatrofi och därmed minskad muskelmassa (McCarthy et al. 2018), vilket behandlas genom olika rehabiliteringsmetoder. För bästa möjliga rehabilitering av hunden behövs dock tillförlitliga mätmetoder för utvärdering av rehabiliteringens effekt på bland annat musklerna (McCarthy et al. 2018). Muskelomfång är ett mått som kan användas för att utvärdera effekt av rehabilitering vid till exempel muskelatrofi (Sakaeda & Shimizu, 2016). Muskelstyrka kan inte mätas direkt hos djur, annat än i experimentella studier (Lieber et al. 2005). Därför skattas muskelstyrka indirekt genom att mäta muskelmassa (Lamoreaux Hesbach, 2007), antingen för hela muskeln eller baserat på muskelns tvärsnittsarea. Detta kan göras med bland annat datortomografi (DT). Metoden är dock kostsam och kräver att djuret sederas alternativt sövs. Därför behövs enklare mätmetoder som kan användas i daglig klinisk verksamhet. En sådan metod är mätning av muskelomfång med måttband, vilket visat lovande resultat i veterinärmedicinska studier (Bergh et al. 2017; Baker et al. 2010; McCarthy et al. 2018).

En legitimerad djursjukskötare har en viktig roll inom veterinärmedicinsk rehabilitering. Denna yrkeskategori kommer inte enbart utföra de rehabiliteringsåtgärder som en veterinär ordinerat utan kommer även följa upp effekten av djurets rehabilitering. Det finns många olika sätt att utvärdera insatta rehabiliteringsåtgärder exempelvis goniometri (ett instrument som används för att mäta ledrörlighet) och muskelomfångsmätning med måttband. De flesta utvärderingsmetoder har begränsad vetenskaplig dokumentation (Bascuñán et al. 2016; Liljebrink & Bergh. 2010; Smith et al. 2015). Enligt lag (SFS 2009:302) ska djurhälsopersonal, där djursjukskötare ingår, arbeta enligt vetenskap och beprövad erfarenhet. Denna studie ämnar bidra till ökad evidens för tillförlitligheten av muskelomfångsmätning med måttband gällande inter- och intra-testerreliabilitet men också gällande metodens precision i jämförelse med omfångsmått genererat med DT. Till vår kännedom finns endast en tidigare studie som undersökt förhållandet mellan omfångsmätningar gjorda med måttband, med diagnostiskt ultraljud samt DT. Eftersom det idag inte finns någon studie vars huvudsyfte varit

att undersöka om en samstämmighet finns mellan muskelomfångsmätning med måttband och muskelomfångsmätning från datortomografibilder bidrar detta till att aktuell studie är unik.

1.1 Syfte och frågeställningar

Det övergripande syftet med detta kanditatarbete i djuromvårdnad är att förbättra möjligheten att indirekt mäta muskelstyrka hos hund i kliniska situationer. Studiedesignen ämnar undersöka validiteten för muskelomfångsmätning med måttband i förhållande till ”gold standard” DT. Även intra- och intertester reliabiliteten för muskelomfångsmätning med måttband utvärderas. Studien mäter muskelomfång för åtta olika lokalisationer; på vardera sidas överarm, underarm, lår och/eller vad i vaket samt sederat tillstånd och jämför dessa med omfångsmått uträknade från datortomografibilder.

- Är det någon skillnad i resultat från muskelomfångsmätning med måttband jämfört med mätning från datortomografibilder, vad gäller överarm, underarm, lår och vad hos hund?
- Hur upprepningsbara är omfångsmätningarna med måttband för hund mellan och inom mätpersoner, det vill säga, vilken är metodens inter- och intratester reliabiliteten?

2. Bakgrund

2.1 ”Muskelstyrka” och dess kliniska betydelse

Ramos et al. (2021) definierar muskelstyrka som “en muskelgrupps förmåga att utöva maximalt arbete”. Vidare beskrivs i denna artikel att muskelstyrka till exempel används vid drag eller för att hoppa ett hinder. För att utvärdera effekten av djurets rehabilitering behöver djurets muskelstyrka mätas och följas (Baker et al. 2010). Sakaeda och Shimizu (2016) menar att muskelomfånget kan mätas för att utvärdera effekten av rehabilitering vid till exempel muskelatrofi, men i studien från Kim et al. (2022) beskrivs att mätning av muskelomfång även är viktigt vid neurologiska tillstånd, kakexi (ett progressivt tillstånd där muskelmassa och annan kroppsvävnad förloras) och sarkopeni (en onormalt snabb förlust av muskelmassa och muskelfunktion). Vidare beskrivs i studien att skattning av muskelstyrka med till exempel muskelomfångsmätning med måttband används efter tid av inaktivitet eller immobilisering på hund. Inom humanvården mäts muskelstyrka även för att bedöma kronisk venös insufficiens och perifera ödem (Baker et al. 2010).

Som tidigare nämnt är det mycket svårt att direkt mäta muskelstyrka. Studier har visat att en korrelation mellan muskelstyrka och muskelmassa finns (Almiray-Soto et al. 2022; Booth & Seider. 1979; Lieber et al. 2005) vilket innebär att muskelmassa skattas, genom att mäta muskelns omfång eller muskelns tvärsnittsarea, som ett indirekt mått på muskelstyrka. Ett djur som är sjukt eller skadat kommer att förlora muskelmassa och därmed även muskelstyrka (Bullen et al. 2017). Denna förlust av muskelmassa på det redan sjuka djuret kommer orsaka en negativ påverkan på immunförsvar, proteinsyntes och glukosbalans vilket sammantaget leder till ett framskjutet tillfrisknande och en längre sjukhusvistelse (Bullen et al. 2017). Vidare beskrivs att förlust av muskelmassa sker snabbt och påbörjas redan efter en veckas sjukdom. Bullen et al. (2017) menar att mätning av muskelmassa är nödvändigt för att kunna upptäcka en muskelatrofi. Ju tidigare muskelatrofi kan identifieras desto snabbare kan åtgärder sättas in och djuret tillfriskna.

2.2 Korrelation mellan muskelstyrka och muskelmassa

En studie av Almiray-Soto et al. (2022) syftade till att ta fram ålders- och könsrelaterade referensvärden för muskelstyrka för friska, mexikanska barn och unga vuxna samt undersöka om en korrelation mellan muskelstyrka och muskelmassa fanns. Resultatet visar att det finns en korrelation mellan muskelmassa och muskelstyrka och att ökad muskelmassa är associerat med ökad muskelstyrka.

Korrelationen mellan muskelstyrka och muskelmassa är inte särskilt undersökt hos djur. En studie av Booth & Seider (1979) undersökte om m. soleus kunde återhämta sig efter en tids immobilisering. I studien användes fem råttor vars resultat jämfördes mot en randomiserad kontrollgrupps resultat. Bakbenet på råttorna immobiliserades i 90 dagar. Booth & Seider (1979) fann att korrelationen mellan vikten på muskeln soleus och maximal isometrisk tension (den maximala spänningen i muskeln under en muskelsammandragning utan att rörelse sker) var hög. Detta tyder på att det finns en korrelation mellan muskelstyrka och muskelmassa hos råttor. Lieber et al. (2005) utförde en studie på 22 beaglar där muskelstyrkan mättes genom att försöksledaren isometriskt extenderade bakbenet maximalt. Resultatet från Lieber et al. (2005) indikerar på att det finns en korrelation mellan den maximala isometriska extensionen av bakbenet och muskelfiberdiametern från biopsier tagna på muskeln vastus lateralis. Detta resultat tyder på att en korrelation finns mellan muskelstyrka och muskelmassa även hos hundar.

2.3 Muskelomfångsmätning

Muskelstyrka kan mätas indirekt med hjälp av muskelomfång då ett måttband placeras runt muskeln. Muskelbukarna mäts hos antagonist (muskel som utför motverkande arbete) och agonist (muskel som under sammandragning rör en led) sammantaget (Lamoreaux Hesbach, 2007). Vidare beskrivs i denna litteraturstudie att ett måttband med dynamometer, såsom Gullick II, bör användas för att mätningarna ska bli så repeterbara som möjligt. Muskelomfång kan mätas på flertalet lokalisationer på kroppen och en av dessa är låret. Om muskelomfång kring låret ska mätas måste lårbenets längd först fastställas för att identifiera lokalisationen där måttbandet ska anläggas (Lamoreaux Hesbach, 2007). I studien beskrivs att lårbenet mäts från benutskottet trochanter major till lårbenets laterala

epikondyl. När låromfånget mäts görs mätningen vid 70 % av lårbenets längd räknat proximalt från trochanter major. Vidare beskrivs i studien att hunden vid mätningen placeras liggande på sidan och benet ska ha en normal, avslappnad position.

Muskelomfångsmätning med måttband kan ske på andra platser på hundens kropp än runt låret. I en studie av Baltzer et al. (2018) utvärderades effekten av diet och rehabilitering efter en knäledsoperation "Tibial Plateau Leveling Osteotomy" (TPLO) med hjälp av muskelomfångsmätning. I denna studie placerades måttbandet över den vidaste delen av tibia med hunden liggandes på sidan. Muskelomfångsmätning har också använts på framben. Clarke et al. (2020) genomförde en studie av osteoartrit-förekomst i armbågar och för att utvärdera utvecklingen av osteoartrit användes muskelomfångsmätning med måttband. Mätningarna med måttband runt överarmen utfördes även i denna studie med hunden liggandes på sidan. Måttbandet placerades på ett avstånd som motsvarade 70 % från benutskottet tuberculum majus till den laterala epikondylen på överarmsbenet (Clarke et al. 2020).

2.4 Tidigare studier av muskelomfångsmätning med måttband

Det finns idag endast en tidigare studie som undersökt samstämmigheten mellan muskelomfångsmätning med måttband och muskelomfångsmätning uträknat från datortomografibilder. Syftet med studien av Frank et al. (2019) var att jämföra tidigare beskrivna mätplatser för muskelomfångsmätning med registrering med ultraljud. Detta genomfördes för att kunna detektera förändringar i muskelmassa på hundar som genomgått TPLO. Även om studien i huvudsak inriktade sig på samstämmigheten gällande tvärsnittsarean mellan ultraljud och DT inkluderades även muskelomfångsmätning med måttband. I studien ingick sju hundar som skulle genomgå TPLO och muskelomfångsmätning utfördes med måttband Gullick II. Mätningarna med måttband genomfördes i triplikat av en person, innan hundarna sederades och innan pälsen klipptes. Hundarna låg på sidan med knäleden i 135 graders vinkel. Resultaten visade att muskelomfångsmätning med måttband hade hög överenstämmelse med muskelomfångsmätning uträknat från datortomografibilder.

Flera studier har undersökt tillförlitligheten för muskelomfångsmätning med måttband och resultaten från studierna skiljer sig mellan varandra. Det finns studier som visar att muskelomfångsmätning med måttband har en hög tillförlitlighet. En studie av Bergh et al. (2017) syftade till att utreda olika sätt att mäta synovial

svullnad i hästens kotled och kotsenskidor. I studien undersöktes även metodens inter- och intratester reliabilitet. I studien ingick sammanlagt åtta hästar och den synoviala svullnaden mättes på stående hästar med palpation, måttband och skjutmått. Mätningarna med måttband och skjutmått utfördes av två personer som mätte området tre gånger vardera. Studien visade att mätningarna mellan mätpersoner hade en god överenstämmelse och intertester reliabiliteten bedömdes därmed som mycket hög. I denna studie dras slutsatsen att mätning med måttband är en lovande metod för omfångsmätning.

En studie av Baker et al. (2010) undersökte intra- och intertester reliabiliteten för muskelomfångsmätning med måttband på hund och jämförde även om typen av måttband hade påverkan på resultatet. I studien användes följande måttband: Gullick II, SECA201 och QM2000 samt ett infällbart måttband. I studien ingick fem hundar och alla dessa mättes stående i vaket tillstånd. Hundarna mättes på åtta lokalisationer (på båda sidors lår, skenben, has och karpus). I studien användes ingen markering för att lokalisera området där muskelomfånget skulle mätas, utan de som mätte hundarna fick skatta placeringen av måttbandet. Placeringen skulle vara 50 % från trochanter major till laterala epikondylen på låret. För att mäta omfånget på skenbenet placerades måttbandet på den proximala kanten av skenbenet. Hasen mättes runt den mest plantara delen av calcaneus. För att mäta omfånget runt karpus extenderades underarmen helt. I studien av Baker et al. (2010) utfördes mätningarna av tre personer med olika erfarenhet inom veterinärmedicin. Varje person mätte varje lokalisation tre gånger. Resultaten visar att det fanns en skillnad mellan måttbanden som användes där mätningar med SECA201 och QM2000 hade signifikant högre värden än de värden som fåtts med Gullick II och infällbart måttband. Vidare var variabiliteten inom mätperson högre med samtliga måttband vid mätning av låret och has än vid de andra lokalisationerna som mättes. Resultaten i denna studie visar att typen av måttband som användes kunde bidra till en förändrad variabilitet både inom och mellan mätpersoner. Baker et al. (2010) fann även att variabiliteten inom och mellan mätpersoner skilde sig mellan de olika lokalisationerna som mättes. Slutsatsen var att muskelomfångsmätning med måttband kan vara en tillförlitlig metod för att utvärdera muskelomfång vid rehabilitering om mätningen utförs av samma mätperson och med hunden i samma position. För att minska variansen ytterligare rekommenderar denna studie också att pälstjocklek och hundens medvetandegrad inte förändras mellan tidpunkterna för mätningarna.

Vidare finns studier som dragit slutsatsen att muskelomfångsmätning med måttband inte är en tillförlitlig mätmetod. I en studie av Bascuñán et al. (2016) undersöktes inter- och intratester reliabiliteten för muskelomfångsmätning med måttband på hund. Vidare undersöktes om pälstjocklek påverkade resultatet.

Studien undersökte även om vägledning med laser kunde minimera variansen vid upprepade mätningar inom och mellan mätpersoner. Studien genomfördes i två faser. I första fasen ingick fem långhåriga hundkadaver. Benen mättes i tre olika sträckta lägen. Muskelomfångsmätningen genomfördes före- och efter klippning av pälsen. I andra fasen mättes åtta friska golden retrievers. Hundarna i denna fas mättes också med och utan vägledning av laser. Resultaten från studien av Bascuñán et al. (2016) visar att det fanns en signifikant skillnad för muskelomfångsmätning beroende på om pälsen var klippt eller ej. I studien sågs även att vägledning med laser minskade variabiliteten mellan mätpersoner men inte inom en och samma mätperson. I studien dras slutsatsen att pälsens tjocklek spelar roll och att användning av laser kan vara lämpligt om det är flera personer som utvärderar djurets muskelomfång med måttband. Författarens slutsats var att muskelomfångsmätning med måttband hade en låg tillförlitlighet även under kontrollerade förhållanden som vid mätning på kadaver (Bascuñán et al. 2016).

En studie utförd av Smith et al. (2015) undersökte intra- och intertester reliabiliteten för muskelomfångsmätning av lår, skenben, överarm och underarm. I studien ingick 20 vakna labrador retrievers som alla mättes liggandes på sidan. Mätningarna utfördes av fyra personer som alla hade tidigare erfarenhet av att mäta muskelomfång. Varje person utförde tre mätningar per lokalisation och mellan samtliga mätningar placerades måttbandet om. Resultaten visade att mätningar på överarmen hade en låg till måttlig intra- och intertester reliabilitet. För mätningar runt lår, skenben och underarm visade resultaten en låg inter- och intratester reliabilitet. Smith et al. (2015) fann likt Bascuñán et al. (2016) att tillförlitligheten för muskelomfångsmätning med måttband var låg. Vidare beskriver författarna att det finns många faktorer kopplade till denna metod som skulle kunna påverka resultatet såsom rörelse och position av benet.

En litteratursammanställning av Kim et al. (2022) syftade till att ta fram forskningsbaserad information om hur muskelmassa mäts, men även utforma rekommendationer för utvärdering av muskelmassa. För att ingå i denna sammanställning skulle publikationen vara skriven på engelska och studien utförd på hundar. Vidare fanns krav på att muskelmassa skulle uppmätts med måttband, ultraljud, datortomografi, magnetresonanstomografi eller ”Dual-energy X-ray Absorptiometry” (DEXA). Utifrån dessa kriterier kunde 55 artiklar om muskelomfångsmätning med måttband identifieras och det är utifrån dessa följande rekommendationer utformats. I studien av Kim et al. (2022) framgår det att det finns stora skillnader i resultat mellan artiklar för muskelomfångsmätning med måttband. Anledningen till detta är att det finns många faktorer som påverkar resultatet. En av dessa faktorer är typen av måttband. Rekommendationen från Kim et al. (2022) är att måttbandet som används bör ha en dynamometer eller liknande för att kunna

mäta kraften med vilken måttbandet dras åt. Däremot visar litteratursammanställningen att det inte finns någon betydande varians mellan olika typer av måttband. Vidare rekommenderar Kim et al. (2022) att beskrivning av mätlokalisationer och dess anatomiska landmärken ska standardiseras innan mätningen påbörjas. Det kan också vara lämpligt att markera mätlokalisationen med hjälp av markeringspenna eller laser. Detta kan vara av särskild vikt om fler mätpersoner mäter djuret. Kim et al. (2022) rekommenderar även att hundens pälstjocklek ska vara så snarlik som möjligt mellan mätningarna. I vissa studier ses en signifikant skillnad mellan klippt och oklippt päls medan andra studier inte sett denna skillnad. Att kroppspositionen bibehålls under mätning är en rekommendation från Kim et al. (2022). Baserat på studierna mättes hunden ofta stående eller liggandes ner på sidan. Vidare rekommenderar Kim et al. (2022) att upprepade mätningar på hunden ska ske med hunden i samma medvetandegrad. I studier har observerats att mätvärdet ökar något när hunden är sövd eller sederad till följd av muskelrelaxation. Slutsatsen som dras i Kim et al. (2022) är att reliabiliteten för muskelomfångsmätning med måttband kan öka om ovannämnda faktorer tas i beaktande vid utförande av muskelomfångsmätning.

2.5 Andra metoder för muskelomfångsmätning

Det finns även andra metoder för att mäta muskelomfång. En metod som undersökts på både människor och djur är muskelomfångsmätning med ultraljud. Muskelomfångsmätning med ultraljud är mer lättillgänglig och kostnadseffektiv än datortomografi som innehar ”gold standard” (Bemben 2002; Bullen et al. 2017). I en studie av Bullen et al. (2017) undersöktes ultraljudets validitet i förhållande till en ”gold standard”, som i detta fall var DT, för hundar. I studien ingick 25 hundar vars axiala (muskler som har sitt ursprung i det axiella skelettet exempel huvud och hals) och appendikulära muskelgrupper (muskler som har sitt ursprung i det appendikulära skelettet exempel lemmar hör) mättes med både ultraljud och DT. Inför datortomografiundersökningen rakades området över muskelgrupperna och lokalisationen där omfånget skulle mätas ritades ut med en penna. Detta gjordes för att försäkra sig om att hundens position inte ändrades under undersökningen. Resultaten från studien visar att det inte fanns någon statistisk signifikant skillnad mellan muskelomfångsmätningar med DT och ultraljud. Vidare fann studien också att reliabiliteten mellan DT och ultraljud var god. Dessa resultat indikerar att muskelomfångsmätning med ultraljud är ett alternativ som skulle kunna användas på en immobiliserad patient.

Inom humanvården har Bemben (2002) undersökt huruvida muskelomfångsmätning med ultraljud överensstämmer med magnetresonanstomografi (MRT). I studien mättes muskelomfång med ultraljud i

duplikat över muskeln biceps brachii och/eller rectus femoris på totalt 133 personer av olika ålder. Bilderna med MRT togs 15 centimeter ovanför övre gränsen av patella (rectus femoris) medan biceps brachii mättes där muskelomfånget var som störst. Resultaten visar att samstämmigheten var hög och därför kunde ultraljudsundersökning ses som ett alternativ till MRT.

2.6 Begränsningar för datortomografi vid muskelomfångsmätning

I studien av Bullen et al. (2017) framgår att datortomografi är ”gold standard” för muskelomfångsmätning inom humanmedicin. Att denna bilddiagnostiska metod innehar en ”gold standard-klassificering” beror på att datortomografi tydligt kan särskilja olika vävnader från varandra (Bullen et al. 2017). Vidare menar Bullen et al. (2017) att även om datortomografi är ”gold standard” för muskelomfångsmätning har denna metod flertalet brister som till exempel kostnad. En datortomograf är dyr i både inköp och i drift vid genomförande av undersökning. I praktiken innebär denna kostnad att tillgängligheten för att inneha och därmed genomföra undersökningar med datortomografi är begränsad. Vidare kan både andning och rörelse påverka kvalitet på bilderna som genereras av datortomografen. För att minimera rörelse under datortomografiundersökningen kommer djuret immobiliseras med sedering eller generell anestesi, vilket alltid innebär en viss risk för patienten. Användning av bilddiagnostiska metoder som DT innebär även vissa risker för personal som ansvarar för datortomografiundersökningen. Brenner & Hall (2007) menar att datortomografi sänder ut mer strålning än en vanlig röntgen vilket leder till att ansvarig personal exponeras för en ökad dos strålning.

2.7 ”Body Condition Score”

För att utvärdera hull hos hund används “Body Condition Score” (BCS). Skalorna som används för att bedöma BCS graderas antingen från 1-5 eller 1-9. Det beskrivs i Freeman et al. (2011) att det, oavsett vilken skala man använder, är viktigt att använda samma BCS-skala till samma patient. Ofta använder sig djurhälsopersonal av den 9-gradiga BCS-skalan, där idealhull är 4 eller 5. En hund vars hull ligger under idealet tilldelas ett nummer mellan 1-3 medan en hund som ligger över idealhull tilldelas nummer 6-9 (Freeman et al. 2011). Bedömning av BCS har en betydande roll vid muskelomfångsmätning eftersom obesa hundar (BCS 8-9) sätter fett även på benen (Laflamme, 1997).

3. Material och metod

Detta arbete utfördes som en experimentell studie på bilddiagnostiska kliniken vid SLU Universitetsdjursjukhuset (UDS) under 2023-01-16 till 2023-03-01. Personalen vid den bilddiagnostiska kliniken på UDS kontaktade studenterna när en hund skulle genomgå datortomografi av armbåge eller knä. Hundens ägare kontaktades av studenterna innan eller i samband med besöket. Hundägaren fick skriftlig och muntlig information om pågående studie. Om hundägaren samtyckte skrev denne under en djurägareförsäkran gällande samtycke för deltagande i studien. Studie innehar etiskt godkännande för att använda hundar i forskningssyfte (5.8.18-15533/2018). Hantering av personuppgifter har hanterats enligt SLU:s rutiner för GDPR.

3.1 Inkluderade hundar

I studien användes hundar oavsett ras, ålder, storlek och hälsa. Studiens enda inklusionskriterium var att hundarna skulle genomgå en kliniskt indikerad datortomografiundersökning av armbåge eller knä (härefter kallas dessa för ”patienthundar”). Till följd av att få hundar skulle genomgå datortomografiundersökning under aktuell studietid inkluderades även fyra undervisningshundar från SLU samt en hund tillhörande en av studenterna. Hundar där problem uppstod i samband med sedering exkluderades ur studien. De i studien ingående hundarna har fått kodnamnen Ada, Ben, Ceasar, Dolly, Eja, Fia, Gina och Holly.

3.2 Försöksupplägg

3.2.1 Generell studiedesign

Hundarnas BCS bedömdes med Nestlé Purinas 9-gradiga BCS-skala. En samlad bedömning av hundarnas BCS utfördes av de två studenterna. Ett måttband med dynamometer (se figur 1) användes för att mäta muskelomfång och mätvärden tillsammans med uppgifter om hundens position och medvetandegrad noterades i ett Exceldokument (se bilaga 1).

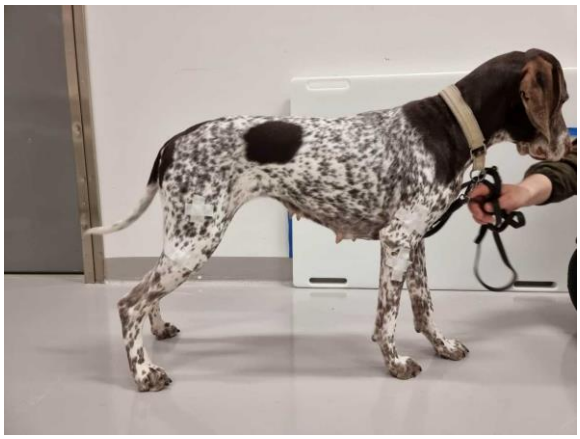
Figur 1. Måttband med tillhörande dynamometer. Foto: Anna Bergh

Mätning av muskelomfång genomfördes för åtta lokalisationer: överarm, underarm, lår och vad, på vardera sidan av hunden. Undantag var för patienthundarna, vilka endast mättes på de ben som ingick i den redan inplanerade datortomografiundersökningen. Om situationen och hundens beteende tillät så mättes aktuella lokalisationer först på den vakna stående hunden med lika vikt på samtliga ben (dessa mätningar ingår i grupperna ”vaken höger” och ”vaken vänster”). När dessa mätningar var klara ansvarade personalen på UDS för att hunden sederades eller sövdes inför datortomografiundersökningen. När hunden somnat lades den på bordet kopplad till datortomografin i den ställning den primära undersökningen krävde. Därefter mättes samma lokalisationer som på vaken hund enligt samma rutin och mätvärdena bokfördes i protokollet (dessa mätningar ingår i grupperna ”sederad höger och ”sederad vänster”). Hunden kördes i datortomografin enligt normalrutin. När DT-undersökningen var klar ansvarade personalen på UDS för att hunden väcktes från sin sedering. När samtliga hundar hade genomfått DT-undersökningen mättes muskelomfång på datortomografibilder av en anställd vid bilddiagnostiska avdelningen.

3.2.2 Muskelomfångsmätning med måttband

På vardera framben mättes muskelomfång på två lokalisationer. Överarm: vid 70 % av humerus längd från tuberculum majus till olecranon. Underarm: vid 20 % av radius längd från centrum av humerus laterala epikondyl till centrum av radius processus styloideus. Även på vardera bakben mättes muskeln på två lokalisationer. Lår: vid 70 % av femurs längd från trochanter majors proximala spets till mitten av laterala epikondylerna. Vad: vid 20 % av tibias längd från mitten av laterala epikondylerna till mitten av processus malleolus lateralis. Samtliga lokalisationer mättes med ett måttband med dynamometer (se figur 1). Dynamometern drogs till 0.5 Newton vid samtliga mätningar. För att markera ut lokalisationen där måttbandet skulle anläggas användes 3M Micropore™ (2,5 cm x 9,14 m) tejp (se

figur 2). En miniräknare användes för att räkna ut tejpens precisa placering enligt nämnda anatomiska lokalisationer och måttet fördes in i protokollet (se bilaga 1). Mellan de tre upprepade mätningarna (per lokalisation och student) placerades måttbandet om utifrån tejpens placering. Den ena studenten mätte blindat omfångsmåttet och den andra studenten noterade måttet och skrev in det i protokollet. När den första studenten utfört sina tre mätningar byttes studenterna av och processen upprepades.



Figur 2. Hund med samtliga mätlokalisationer markerade med tejp. Foto: Linnea Flink

3.2.3 Datortomografiundersökning

Strax innan hunden genomgick DT-undersökningen fördes en cirka 1 centimeter lång bit av en kanylhylsa in under de tejpbitar som markerade respektive mätt lokalisation. Hylsan placerades i centrum av tejpens bredd som markering inför omfångsmätningen på datortomografibilderna. Hunden kördes i datortomografin enligt normalrutin (se figur 3), med inställningar från protokoll utformade av bilddiagnostiska kliniken. Datortomografen var en Siemens Somatom Definition AS 64-slice. Bildernas kvalité kontrollerades av ansvarig personal och sparades. Personalen vid UDS ansvarade för att hunden väcktes från sin sedering enligt normal rutin beroende på primär orsak till undersökningen.

Figur 3. Hund placerad i dorsoventral position i datortomografen. Fotograf: Linnea Flink

Datortomografibilderna för samtliga hundar avlästes vid ett och samma tillfälle och utfördes företrädesvis som enskilda mätningar. För omfångsmätningen från bilderna ansvarade en och samma anställd vid bilddiagnostiska kliniken på UDS, och de två studenterna protokollförde resultaten vid avläsningen. Den anställde hade vid avläsningen ingen kännedom om tidigare resultat från mätningen med måttband och avläsningen blev därmed blindad.

3.2.4 Databearbetning och statistisk analys

Data från muskelomfångsmätningar av hundars överarm, underarm, lår och vad och på respektive höger och vänster sida (totalt åtta olika lokalisationer) bearbetades. Beräkningar gällande muskelomfångsmätning baserades på tre mätvärden (mätningar i triplikat) per lokalisation för vaken respektive sederad hund för de två personer som utförde mätningarna. Dessutom ingick även ett mätvärde från muskelomfångsmätningar på datortomografibilder, från samma lokalisationer som på den vakna respektive sederade hunden.

Datan bearbetades i Excel (Microsoft Office Professional Plus 2016). Medelvärden och standarddeviation (SD) beräknades för varje lokalisation, för registreringar då hunden var vaken samt då den var sederad, för varje mätperson, och för varje hund. Parad t-test användes för att jämföra de två mätpersonernas registrerade värden vilka ej var signifikant skilda ($p>0,05$) och mätpersonernas värden polades därmed till en datamängd. Parad t-test utfördes för att jämföra värden från hundens vänstra och högra sida (underarm vaken $p=0,04$, underarm sederad 0,03) och värden för höger respektive vänster sidas alla lokalisationer redovisas och bearbetas därmed

separat. Därefter användes parad t-test för varje lokalisation och sida för att undersöka om det var någon signifikant skillnad mellan 1) värden från mätning av vaken och sederad hund, 2) värden från mätning av vaken hund och från datortomografibilder, och 3) värden från mätning av sederad hund och från datortomografibilder. Jämförelsen av de registrerade värdena från lokalisationerna på framben och datortomografibilder utfördes för en grupp hundar (n=7) och jämförelsen av mätvärden från bakben och datortomografibilder för en annan grupp hundar (n=6), fem av hundarna ingick i båda grupperna. För en lokalisation på fyra olika hundar (en underarm, en överarm och två vader) genomfördes mätningen från datortomografibilderna två gånger istället för enskilda mätningar för att undersöka den numerära differensen mellan mätning i duplikat. Intra- och intertester reliabiliteten analyserades i statistikprogrammet R. Signifikansnivån sattes för alla analyser till $p<0.05$.

4. Resultat

4.1 Studiepopulation

I studien ingick totalt åtta hundar; fyra beaglar, en korthårig vorsteh, en rottweiler, en bordercollie och en hund av blandras. Tre av hundarna skulle av annan anledning än deltagande i just denna studie genomgå DT på UDS. Dessa tre hundar genomgick DT av ett eller två knän alternativt en eller två armbågar. Av resterande fem hundar tillhörde fyra SLU (beaglar) och den femte hunden ägdes av en av studenterna som genomförde studien. På dessa fem individer mättes muskelomfång på samtliga lokalisationer på respektive fram- och bakben. En individ, där problem uppstod i samband med sedering, uteslöts från studien. Denna individ skulle ingått i den grupp hundar (n=7) som jämförde registrerade värden från lokalisationerna på framben och datortomografibilder. Data presenteras som deskriptiv statistik med medelvärde och SD, eventuella signifikanta skillnader är baserade på t-tester på polade värden från båda studenterna och grupperna ”vaken”, ”sederad” samt ”DT” för respektive lokalisation och sida. Ingen korrelationstest mellan data från omfångsmätningar och data från datortomografibilder har gjorts, istället ges exempel på data för individnivå (per hund) (se figur 4 och 5).

4.2 Jämförelse mellan muskelomfångsmätning med måttband och muskelomfångsmätning från datortomografibilder

Data från muskelomfångsmätningar av hundars överarm, underarm, lår och vad och på respektive höger och vänster sida (totalt åtta olika lokalisationer) samt med hunden antingen vaken eller sederad presenteras tillsammans med korresponderande data från muskelomfångsmätningar på datortomografibilder i tabell 1-4. Det var en signifikant skillnad ($p<0,05$) mellan mätningar för vaken hund och DT samt för sederad och DT för alla lokalisationer och sidor, förutom för vaken underarm höger sida och DT ($p=0,114$), vaken underarm vänster och DT

(p=0,058), sederad underarm höger och DT (p=0,546), sederad underarm vänster och DT (p=0,225), och slutligen sederad vad vänster och DT (p=0,077).

Tabell 1. Muskelomfång framben; jämförelse mellan mätningar för vaken hund samt från datortomografibilder.

Framben				
Vaken (n=7)		**DT (n=7)**		**p-värde**
Överarm höger (cm)	19,0±3,2	**Överarm höger (cm)**	24,1±5,2	0,001
Överarm vänster (cm)	19,3±3,5	**Överarm vänster (cm)**	23,9±5,2	0,002
Underarm höger (cm)	15,7±3,0	**Underarm höger (cm)**	16,1±3,4	0,114
Underarm vänster (cm)	15,1±3,2	**Underarm vänster (cm)**	15,3±3,0	0,578

Data presenteras som medelvärde och standarddeviation (SD). DT= datortomografi; cm= centimeter

Tabell 2. Muskelomfång framben; jämförelse mellan mätningar för sederad hund samt från datortomografibilder.

Framben				
Sederad (n=7)		**DT (n=7)**		**p-värde**
Överarm höger (cm)	21,1±5,3	**Överarm höger (cm)**	24,1±5,2	0,006
Överarm vänster (cm)	21,0±4,9	**Överarm vänster (cm)**	23,9±5,2	0,002
Underarm höger (cm)	16,0±3,1	**Underarm höger (cm)**	16,1±3,4	0,546
Underarm vänster (cm)	15,1±3,2	**Underarm vänster (cm)**	15,3±3,0	0,225

Data presenteras som medelvärde och standarddeviation. DT= datortomografi; cm= centimeter

Tabell 3. Muskelomfång bakben; jämförelse mellan mätningar för vaken hund samt från datortomografibilder.

Bakben				
Vaken (n=6)		**DT (n=6)**		**p-värde**
Lår höger (cm)	22,4±1,5	**Lår höger (cm)**	29,0±3,4	0,020
Lår vänster (cm)	21,7±2,2	**Lår vänster (cm)**	29,6±4,4	0,045
Vad höger (cm)	16,7±1,5	**Vad höger (cm)**	20.9±2,6	0,021
Vad vänster (cm)	16,0±1,2	**Vad vänster (cm)**	19,7±2,9	0,039

Data presenteras som medelvärde och standarddeviation. DT= datortomografi; cm= centimeter

Tabell 4. Muskelomfång bakben; jämförelse mellan mätningar för sederad hund samt från datortomografibilder.

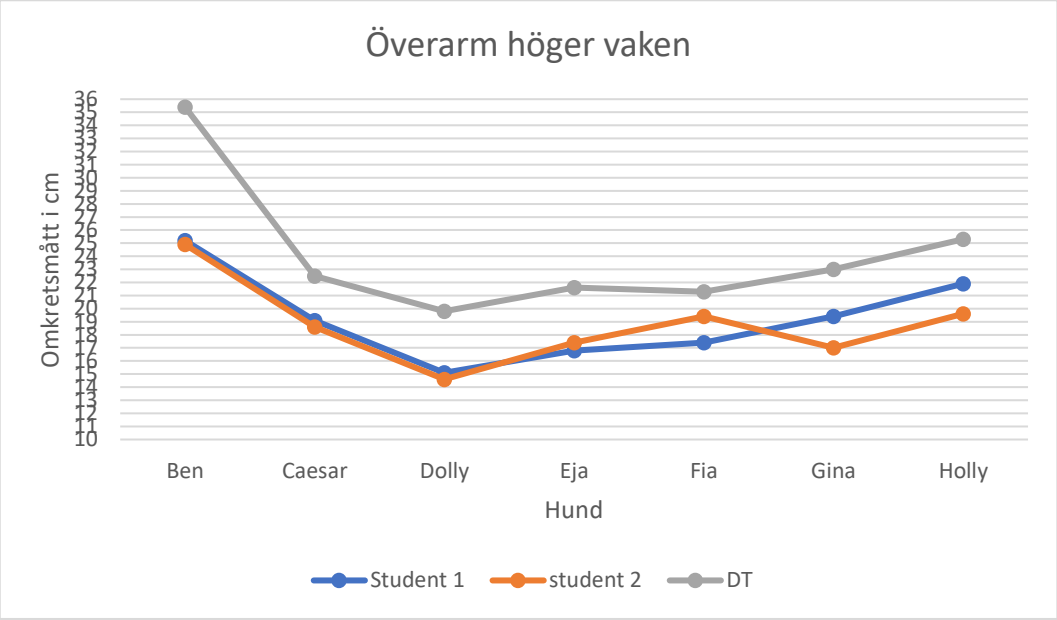
Bakben				
Sederad (n=6)		**DT (n=6)**		**p-värde**
Lår höger (cm)	24,0±1,4	**Lår höger (cm)**	29,0±3,4	0,027
Lår vänster (cm)	24,4±3,3	**Lår vänster (cm)**	29,6±4,4	0,002
Vad höger (cm)	17,2±1,4	**Vad höger (cm)**	20.9±2,6	0,031
Vad vänster (cm)	17,0±1,7	**Vad vänster (cm)**	19,7±2,9	0,077

Data presenteras som medelvärde och standarddeviation. DT= datortomografi; cm= centimeter

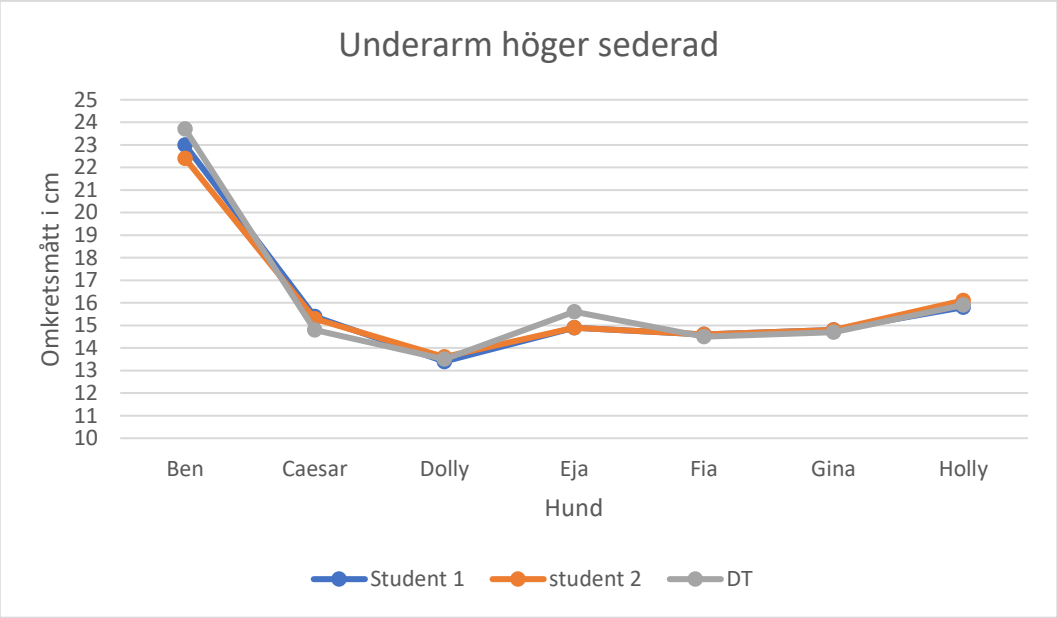
4.3 Omfångsmätningar för vaken respektive sederad hund samt från datortomografibilder presenterade på individnivå

Nedan presenteras några exempel på individuell data gällande omfångsmätningar för vaken respektive sederad hund samt data från datortomografibilder i visuella

grafer. Resterande figurer som visar data på individnivå kan ses i bilaga 2. I figur 4 ses en viss differens i mätvärden mellan studenternas mätningar för vissa individer. Omfångsmåtten uppmätta från DT ligger högre än omfångsmåtten mätt med måttband med en konstant differens med undantag för hunden Ben som särskiljer sig. I figur 5 ses att för lokalisationer med proportionellt mindre omkrets (här underarm) följer omfångsmått mätt med måttband och omfångsmått uppmätt med DT varandra väl.



Figur 4. Resultaten i cm för höger överarm vid mätning på vaken stående hund (n=7) (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



Figur 5. Resultaten i cm för höger underarm vid mätning på sederad hund (n=7) liggande i dorsoventral position inför undersökning i DT (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.

4.4 Differens vid mätning av datortomografibilder

Vid en lokalisation vardera på fyra hundar genomfördes mätningen på datortomografibilderna i duplikat för att numeriskt kunna beräkna differens mellan mätning ett och mätning två. För hunden Ben blev differensen för underarm mellan mätning ett och mätning två 3,1 cm. För hunden Dolly blev differensen mellan mätningarna 2,2 cm för överarm. För hundarna Fia och Holly mättes vaden två gånger vardera med differensen 5,1 respektive 5 cm.

4.5 Intra- och intertester reliabilitet

Varje student utförde 294 muskelomfångsmätningar med måttband. Studenterna utförde tillsammans totalt 588 mätningar. För intratester reliabilitet varierade resultaten för de två studenterna mellan 0,943 och 0,999 för samtliga lokalisationer. Gällande intertester reliabiliteten varierade resultaten mellan 0,875 och 0,996 för samtliga lokalisationer. Intra- och intertester reliabiliteten bedömdes således som utmärkt (ICC $\geq$ 0,9) för muskelomfångsmätning av samtliga lokalisationer.

4.6 ”Body Condition Score”

Samtliga hundar hade ett idealhull och tilldelades en fyra eller femma på den 9-gradiga BCS-skalan som användes i studien. Hundarnas BCS var i medel 4.25±0.44.

5. Diskussion

Denna studie har undersökt tillförlitlighet för muskelomfångsmätning med måttband och samstämmighet mellan muskelomfångsmätning med måttband och muskelomfångsmätning från bilder tagna med DT. Data från muskelomfångsmätningar av hundars överarm, underarm, lår och vad för höger respektive vänster sida (totalt åtta olika lokalisationer) visade en signifikant skillnad mellan mätningar utförda på vaken hund och DT samt för mätningar på sederad hund och DT för alla lokalisationer och sidor, förutom för muskelgrupper med en proportionellt mindre omkrets så som underarm och i viss utsträckning vad. Intra- och intertester reliabiliteten bedömdes som utmärkt för metoden muskelomfångsmätning med måttband gällande samtliga lokalisationer för både stående och liggande sederad hund.

5.1 Resultatdiskussion

I denna studie sågs flertalet signifikanta skillnader mellan omfångsmätning med måttband och omfångsmätning på datortomografibilder. En förklaring till detta kan vara en kombination av en begränsad studiepopulation, både i antal mätningar per lokalisation och på individnivå. I resultatet för höger överarm på vaken hund särskilde sig hunden benämnd Ben, vilket bidrog till en ökad differens mellan muskelomfångsmätning med måttband och muskelomfångsmätning på datortomografibilden. I protokollet har studenterna för denna individ noterat att hundens anatomi försvårade en korrekt placering av måttbandet vid muskelomfångsmätningen. Med hundens anatomi menades att en del av hundarna som ingick i studien hade en kortare överarm med mycket omgivande muskulatur vilket resulterade i att en korrekt placering av måttbandet försvårades. Detta bidrog till att måttbandet placerades mot pectoralismuskulaturen då överarmen hos dessa hundar var kort och välmusklad. Detta problem uppstod för båda studenterna för vissa individer. Vidare noterades att markeringen på denna lokalisation flyttat sig vid positionering av Ben. Detta upptäcktes vid muskelomfångsmätning på datortomografibilden. För ytterligare en individ, som i studien benämns som Dolly, hade markeringen flyttat sig mer proximalt inför undersökningen i DT. Denna individ hade avvikande resultat för höger vad i vaken stående position och i sederat

tillstånd i dorsoventral position. Problemet med att markeringar flyttat sig kan ha orsakat de avvikelser som sågs i resultatet för både Ben och Dolly, och som därför påverkade resultatet på gruppnivå. För personalen på bilddiagnostiska kliniken på UDS var Bens strukturer svåra att särskilja från varandra vilket riskerade att mätningen av muskelomfånget på datortomografibilderna inte blev korrekt. I denna studie dras slutsatsen att hundens anatomi i vissa fall kan påverka möjligheten till korrekt placering av måttbandet vid muskelomfångsmätning.

Trots flertalet signifikanta skillnader mellan muskelomfångsmätning utförda med måttband och uträknade från datortomografibilder så indikerar den deskriptiva statistiken att värdena är skilda men följs åt med konstant differens där omfångsmåtten uppmätta från DT ligger högre än omfångsmåtten mätt med måttband. Då ingen specifik korrelationstest utförts kan dock inte detta sägas med säkerhet. Detta resultat styrks dock av en tidigare studie som kunde visa en samstämmighet mellan dessa två metoder (Frank et al. 2019). Till vår kännedom är studien av Frank et al. (2019) den enda som tidigare undersökt samstämmighet mellan muskelomfångsmätning med måttband och mätning på bilder tagna med DT. Baserat på resultaten i Frank et al. (2019) och denna studie kan muskelomfångsmätning med måttband anses som en lovande mätmetod.

I denna studie sågs den minsta differensen mellan studenterna och DT gällande enskilda hundar för underarmarna och i viss mån vaderna vilken är lokalisationer med proportionellt lägre omfång. Största differensen i studien sågs vid mätning av höger överarm på vaken hund och här var det hunden Ben som bidrog till studiens största avvikelse. Eftersom måttbandet drogs åt med 0,5 Newton fanns en risk för att muskeln drogs ihop något (Bergfors, 2012). Detta har inte inverkat på intra- och intertester reliabiliteten men det kan ha påverkat differensen mellan muskelomfångsmätningar med måttband och muskelomfångsmätningar från datortomografibilder. Intra-och intertester reliabiliteten påverkades dock inte då muskeln drogs ihop lika mycket vid varje mätning. Till följd av detta har en viktig utgångspunkt varit att vid eventuell skillnad mellan muskelomfångsmätning med måttband och muskelomfångsmätning på bilder tagna med DT, se hur väl resultatet av mätningarna följde varandra med likartad differens. För överarm på sederad hund kunde en differens på cirka 12 % ses och på vaken hund var denna differens cirka 20 %. I tidigare studier har det setts att sedering leder till ett ökat muskelomfång till följd av muskelrelaxation (Kim et al. 2022). Detta skulle kunna förklara den numerära differensen som sågs mellan vaken och sederad hund i denna studie. Lokalisationerna på bakbenen har en differens på cirka 10 %. För resultat utöver underarm sågs att studenternas mätvärden följde varandra väl med en liten men relativt konstant differens gentemot mätvärdena från bilderna tagna med DT. Denna differens skulle kunna förklaras av att måttbanden med dynamometer

dras åt med en kraft av 0,5 Newton och detta skulle kunna förklara varför underarmen med sina tunnare och fastare muskler har lägre differens till skillnad från överarm eller lår och vad som fått en numeriskt högre differens. Även om en viss differens för de lokalisationer med tjockare och fylligare muskler erhållits är denna differens relativt jämn. Att skillnader mellan olika lokalisationer kan förekomma bekräftades i en studie av Baker et al. (2010) där det sågs olika variation beroende på vilken lokalisation som mättes.

Samtliga hundar i denna studie var normalviktiga och tilldelades nummer fyra till fem på den 9-gradiga BCS-skalan. Om hundarna hade haft ett hull över idealet (BCS 6-9) hade detta kunna resultera i en viss felmarginal till följd av att de anatomiska landmärkena som användes hade varit svårare att palpera fram. I en artikel av Laflamme (1997) framgår det att obesa hundar (BCS 8-9) sätter fett även på benen vilket hade kunnat ge falskt höga omgångsmått vid muskelomfångsmätning med måttband såvida ingående hundar varit obesa. Med en datortomograf är det lättare att exkludera fettet från själva muskelmassan, såvida fettet sitter subkutant, vilket ej går vid muskelomfångsmätning med måttband. Denna skillnad mellan metoderna kan ha bidragit till en större skillnad mellan muskelomfångsmätning med måttband och muskelomfångsmätning från datortomografibilder. Vidare var samtliga hundar i aktuell studie av korthårig ras. I en studie av Kim et al. (2022) menade författarna att pälsen och dess utformning inte har någon betydelse vid muskelomfångsmätning med måttband, men det finns också studier som yrkar på motsatsen. I en studie av Bascuñán et al. (2016) sågs att pälsens utformning hade en signifikant påverkan på resultatet. Framtida studier bör inkludera raser med olika hårlag för att få mer kunskap kring huruvida pälsen och dess utformning är en faktor som påverkar resultatet vid muskelomfångsmätning. I denna studie mättes hundarna under samma dag så pälsen och dess tjocklek påverkade därför inte resultatet i studien gällande intra-och intertester reliabilitet. Pälsen och dess tjocklek kan däremot ha bidragit till en skillnad mellan muskelomfångsmätningarna med måttband och muskelomfångsmätningarna gjorda på datortomografibilderna då en tjock päls ger ett ökat omfång vid mätning med måttband.

I denna studie genomfördes upprepade mätningar mellan och inom studenterna. Totalt genomfördes 588 mätningar. Även om intra- och intertester reliabiliteten inte var det som primärt undersöktes så bearbetades data i detta hänseende och samstämmigheten bedömdes som utmärkt (ICC $\geq$ 0.9) för samtliga lokalisationer som undersöktes. Detta resultat styrks av tidigare studier på området såsom studien av Bergh et al. (2017) vilken visade på nästan perfekt intratestervreliabilitet samt måttlig intertester reliabilitet på stående hästar. I denna studie utfördes mätningarna i triplikat. Även i studien av Baker et al. (2010), som utfördes på stående hundar,

drogs slutsatsen att muskelomfångsmätning med måttband kan vara en tillförlitlig metod om den utförs av samma mätperson för samma lokalisation. Denna studie ligger till grund för ett kandidatarbete och därför har en begränsad studiepopulation undersökts. Även om resultaten i denna studie styrks av den tidigare studien av Frank et al. (2019) är antalet undersökta hundar få vilket är en faktor som begränsar studiens statistiska styrka.

5.2 Metoddiskussion

För att minska mätfel mellan och inom mätpersoner brukade mätlokalisationer där måttbandet placeras markeras (Kim et al. 2022). I tidigare studier har flera olika metoder använts för att markera ut mätlokalisationen såsom laser, markeringspenna och rakning (Kim et al. 2022). För att märka ut centrum av lokalisationerna som avsetts mätas användes i denna studie Micropore 3M-tejp. Denna metod valdes till följd av att det är en billig och lättillgänglig metod för att markera mätlokalisationer. Vidare hade inte tejpen någon bestående påverkan på hundens utseende vilket metoder som rakning och markeringspenna har. Även om användning av tejp är billig och lättillgänglig var denna metod inte precis. I studien har däremot mätfelet vid placeringen av denna tejp inte varit större än maximalt en centimeter. Hundens päls hade i studien påverkan på hur väl tejpen fäste. På två hundar lossnade tejpen och den behövde därmed placeras om vilket kan ha bidragit till ett visst mätfel. Tejpen och dess egenskaper kan därför ha bidragit till ett visst mätfel och därmed påverkat studiens resultat.

Kim et al. (2022) rekommenderade i sin studie att hundens position bibehålls vid samtliga mätningar för att få tillförlitliga resultat. I samma studie framgick att endast hälften av studierna gällande muskelomfångsmätning med måttband angav aktuell position för hunden. I detta kandidatarbete mättes hundarna vakna och stående samt sederade i dorsoventral position. Även om de studier som finns framförallt mätt hundarna i stående eller i liggande position finns det inga studier som undersökt vilken position som bör användas utan det viktigaste som framhålls är att vald position bibehålls vid upprepade mätningar (Kim et al. 2022). I detta kandidatarbete strävades det efter att bibehålla hundens placering vid samtliga mätningar både vid mätning på vaken stående hund men också vid mätning av sederad hund i dorsoventral position. Vid mätning av hund i sederat tillstånd i dorsoventral position användes bland annat polstring med kuddar för att bibehålla hundens position. Trots detta förekom det att hundens placering ändrades oavsiktligt hos enstaka individer. Att hundens placering ändrades innebar även en förändring av musklernas placering. Denna förändring i musklernas placering kan ha bidragit till avvikande värden och därmed påverkat resultatet.

I ett enskilt fall genomfördes den stående omfångsmätningen på vaken hund efter att hunden genomgått datortomografiundersökningen. Anledningen till att hunden mättes efter datortomografiundersökningen istället för innan som de övriga sju hundarna var för att underlätta arbetsflödet på bilddiagnostiska kliniken. Denna individ var vaken vid den stående mätningen men var till viss del fortsatt påverkad efter sederingen vilket bidrog till en viss ostadighet. Ostadigheten i framförallt bakbenen gjorde att hunden inte stod helt naturligt och detta kan ha bidragit till ett visst mätfel. Hos övriga hundar i studien har detta inte varit ett problem utan hundarna har belastat benen jämt. Liknande mätfel har bekräftats i andra studier (Kim et al. 2022). Studier utförda av Clarke et al. (2016) och McCarthy et al. (2018) upptäckte att det fanns en skillnad mellan muskelomfånget för vaken jämfört med sederad hund. Orsaken till denna skillnad var att sederingen bidrar till en muskelrelaxation som i sin tur gör muskeln tillfälligt större (Clarke et al. 2016; McCarthy et al. 2018). För att minska mätfelet behöver framtida studier och utövare av denna metod försäkra sig om att hunden belastar samtliga ben lika, oavsett om hunden är påverkad av sedering eller ej.

I det aktuella kandidatarbetet genomfördes samtliga mätningar av två djursjukskötarstudenter i årskurs tre. Ingen av studenterna hade tidigare erfarenhet att mäta muskelomfång med ett måttband med dynamometer. Studenterna hade grundläggande kunskap om de anatomiska landmärkena som användes som utgångspunkt. Innan mätningarna påbörjades fick studenterna en genomgång i hur måttbandet användes och placerades på hunden. Studenterna fick också lära sig palpera fram de anatomiska landmärkena som användes för att avgöra var måttbandet skulle placeras. Även om studenterna på så vis erhöll viss utbildning gällande muskelomfångsmätning med måttband kan deras kunskap i utförande inte jämföras med en person som har flerårig klinisk erfarenhet av användning av denna metod samt en högre utbildning inom veterinärmedicin eller rehabilitering. Det finns tidigare studier där mätningarna har utförts av personer med mer erfarenhet och högre utbildning. I studien av Smith et al. (2015) undersöktes intra- och intertester reliabiliteten av fyra personer med tidigare erfarenhet av muskelomfångsmätning med måttband på hund. Trots att personerna som utförde mätningarna i denna studie var erfarna inom området fann studien av Smith et al. (2015) en låg till måttlig intra- och intertester reliabilitet för samtliga lokalisationer. Även i en studie av Baker et al. (2010) var personerna som utförde mätningarna erfarna inom veterinärmedicin. Vidare fanns i denna studie också en variabilitet både inom och mellan mätpersoner för samtliga lokalisationer. Från resultaten i tidigare studier och från resultaten i aktuell studie är det därför rimligt att dra slutsatsen att mer erfarenhet inte nödvändigtvis ger ett bättre resultat beträffande intra- och intertester reliabilitet. Det krävs däremot fler, väldesignade studier för att bekräfta detta påstående.

Vidare användes flera olika hundraser i studien. I studien ingick en blandras, en bordercollie, en rottweiler, fyra beaglar och en korthårig vorsteh. Dessa hundraser skiljde sig avsevärt gällande kroppsbyggnad. En rottweiler har en ganska grov, kompakt och välmusklad kroppsbyggnad medan en vorsteh eller bordercollie har en betydligt slankare kroppsbyggnad. Studenterna upplevde att det var svårare att hitta de anatomiska landmärkena på de grövre välmusklade individerna i jämförelse med de slankare individerna i studien. Vid mätningarna på överarm och lår var lokalisationerna på de grövre, kompaktare hundraserna generellt svårare att komma åt på grund av omgivande muskelmassa. Lokalisationer där muskelvolymen var större och/eller musklerna mer kilformade kunde en differens på 6 till 7 cm ses mellan studenternas mätvärden i jämförelse med de mätvärden som uppmättes med DT. Det finns, vad författarna vet, endast en studie utöver denna som undersökt hur väl muskelomfångsmätning med måttband överensstämmer med muskelomfångsmätning från datortomografibilder (Frank et al. 2019). I den enskilda studien framgick det inte om liknande differens vid mätning av kilformiga muskelgrupper som vad och lår kunde ses. Under mätningarna av dessa lokalisationer upplevde båda studenterna problem med att placera måttbandet på korrekt plats i förhållande till de anatomiska landmärkena. Detta bidrog till att mätningarna på dessa lokalisationer kan ha fått ett mätfel. I de fall där problem uppstår vid mätning av muskelomfång kan annan närliggande lokalisation övervägas. Det viktigaste är inte att mätningen görs på exakt rätt anatomisk lokalisation utan att den utförs på samma lokalisation varje gång. Framtida studier bör undersöka om tillförlitligheten för muskelomfångsmätning med måttband för hund samt uträknat från datortomografibilder påverkas av hundrasens anatomi och utformning. Detta kan exempelvis undersökas genom att jämföra differensen vid muskelomfångsmätning med måttband och från datortomografibilder både inom och mellan hundraser. Idag finns inga sådana studier.

Mätningarna av muskelomfång från bilder tagna med datortomografi utfördes av en erfaren legitimerad djursjukskötare anställd på bilddiagnostiska kliniken vid UDS. När muskelomfång mättes på bilderna tagna med DT skiljde sig måtten numeriskt mellan upprepade mätningar på samma lokalisation och hund ibland fyra till fem centimeter. Vid mätning på datortomografibilderna upplevde avläsande personal i några fall gällande de större muskelgrupperna problem att urskilja gränsen var det skulle mätas, vilket kan ha bidragit till något falskt höga värden för DT i fyra fall. En anledning till detta mätproblem kan ha varit hundarnas position i DT där låren legat mot varandra liksom överarmen legat an mot kroppen. Till kommande studier bör man se över hur denna felkälla kan undvikas. Ytterligare ett mätproblem som uppstod var att måttbandet klämde fast något mellan underlag och hundens ben vid mätning på sederad hund. Detta kan ha bidragit till att måttbandet

dragits åt med en felaktig kraft och kan därmed även påverkat resultatet. Vid fyra tillfällen mättes samma lokalisation två gånger för samma hund på datortomografibilderna. Vid dessa upprepade mätningar sågs att vinkeln mot benets längdaxel där genomskärningen för mätningen utfördes kunde påverka resultatet flera centimeter. Störst påverkan kan detta haft på de mer kilformade musklerna som vad och lår. Därför bör man i framtida studier för validering av muskelomfångsmätning med måttband eftersträva att måttbandets placering och genomskärningen för muskelomfångsmätning på datortomografibilderna följer varandra runt hela benet.

Muskelomfångsmätning med måttband är en mer kostnadseffektiv och lättillgänglig metod vars tillförlitlighet i studien jämförts med en dyrare, och mer svårtillgänglig, DT (Bullen et al. 2017; Bascuñán et al. 2016). Baserat på resultatet i denna studie hade muskelomfångsmätningar med måttband ibland samma och ibland numeriskt lägre mätfel än upprepade mätningarna gjorda på bilderna tagna med DT. Framtida studier behöver säkerställa hur stort mätfelet är för såväl muskelomfångsmätning med måttband som med DT.

I studien förekom blindning för att öka studiens tillförlitlighet eftersom blindning minimerar bias och maximerar validitet (Karanicolas et al. 2010). I en litteraturstudie av Kim et al. (2022) framgår att blinding inte är vanligt förekommande i studier som undersökt muskelomfångsmätning med måttband. Även i studier vars syfte varit att undersöka validiteten för metoden är blindning ovanligt (Kim et al. 2022). Eftersom det finns en brist på blindade valideringsstudier för muskelomfångsmätning med måttband blindades denna studie. Blindning förekom vid samtliga mätningar av muskelomfång. När en av studenterna mätte aktuell lokalisation noterade den andra studenten måttet i protokollet utan att nämna måttet. I ett enskilt fall var det en utomstående person som noterade måttet i protokollet. Blindning förekom också vid mätning av muskelomfång på datortomografibilderna. Personalen på bilddiagnostiska kliniken angav muntligt resultatet från mätningarna på datortomorgrafibilderna utan att ha tillgång till resultaten från muskelomfångsmätningarna gjorda med måttband. En av studenterna noterade mätvärdet från datortomografimätningen i protokollet.

Tips för tillförlitlig muskelomfångsmätning

Den information detta kandidatarbete funnit är viktig och bekräftas i flertalet tidigare studier. Med detta kandidatarbete som utgångspunkt finns det flertalet faktorer som utövare av muskelomfångsmätning med måttband behöver ha i åtanke för att utföra så tillförlitliga mätningar som möjligt. Ett måttband med dynamometer bör användas för att kunna dra åt måttbandet med en bestämd kraft (Kim et al. 2022). Vidare beskrivs i Kim et al. (2022) att personen som väljer att utföra

muskelomfångsmätning med måttband bör använda sig av lämpliga anatomiska landmärken för att hitta lokalisationen där måttbandet ska anläggas. Denna lokalisation bör dessutom märkas ut genom till exempel markeringspenna eller rakning för att kunna anlägga måttbandet på samma plats vid upprepade mätningar (Kim et al. 2022). Vidare beskrivs i Kim et al. (2022) att djuret alltid bör mätas i samma position och vid samma medvetandegrad för att undvika potentiella felkällor. Att djurets päls och dess tjocklek förändras mellan mättillfällen bör om möjligt undvikas då detta är en potentiell felkälla (Bascuñán et al. 2016; Kim et al. 2022). I aktuellt kandidatarbete rekommenderas dessutom att hänsyn bör tas till musklernas form.

5.3 Konklusion

Muskelomfångsmätning med måttband är en kostnadseffektiv, lättillgänglig och patientsäker metod som inte utsätter djuren för sövning eller riskerar att utsätta personalen för strålning. Idag finns det endast detta kandidatarbete och en ytterligare studie som undersökt samstämmigheten mellan muskelomfångsmätning med måttband och muskelomfångsmätning beräknat från datortomografibilder. Båda dessa studier begränsas av en liten studiepopulation men i båda studierna dras slutsatsen att det är troligt att det finns en samstämmighet mellan muskelomfångsmätning med måttband och muskelomfångsmätning från datortomografi. Inter- och intratester reliabiliteten var i den aktuella studien hög för muskelomfångsmätning med måttband vilket indikerar att muskelomfångsmätning med måttband troligen är en tillförlitlig metod att använda i klinisk verksamhet för att indirekt skatta muskelstyrka. Resultaten motiverar till vidare studier i en större studiepopulation där hänsyn bör tas till kända felkällor vid planering och genomförande för att kunna bekräfta samstämmigheten mellan muskelomfångsmätning med måttband och DT. En framtida befäst validering av muskelomfångsmätning med måttband, inklusive korrelationstest jämtemot DT, skulle ha en positiv påverkan på djursjukvården då metoden i grunden är enkel, snabb, säker och billig. På sikt skulle en i framtiden fullt ut validerad och kliniskt applicerbar metod som muskelomfångsmätning med måttband således kunna resultera i en förbättrad möjlighet för diagnosticering, behandling samt rehabilitering av muskelproblem hos hund.

Referenser

Ana Luisa Bascuñán, Nina Kieves, Clara Goh, Juliette Hart, Penny Regier, Sangeeta Rao, Sasha Foster, Ross Palmer & Felix Michael Duerr (2016). Evaluation of Factors Influencing Thigh Circumference Measurement in Dogs. Veterinary evidence, 1 (2). https://doi.org/10.18849/ve.v1i2.33

Almiray-Soto, A.L., Denova-Gutiérrez, E., Lopez-Gonzalez, D., Medeiros, M. & Clark, P. (2022). Muscle Strength Reference Values and Correlation with Appendicular Muscle Mass in Mexican Children and Adolescents. Calcified tissue international, 111 (6), 597–610. https://doi.org/10.1007/s00223-022-01025-4

Baker, S.., Roush, J.., Unis, M.. & 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

Baltzer, W.I., Smith-Ostrin, S., Warnock, J.J. & Ruaux, C.G. (2018). Evaluation of the clinical effects of diet and physical rehabilitation in dogs following tibial plateau leveling osteotomy. Journal of the American Veterinary Medical Association, 252, 686–700. https://doi.org/10.2460/javma.252.6.686

Bemben MG. Use of diagnostic ultrasound for assessing muscle size. J Strength Cond Res. 2002 Feb;16(1):103-8. PMID: 11834114.

Bergfors, S. (2012). Evaluation of four methods for the assessment of joint swelling in dogs. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.

Bergh, A., Svernhage, M. and Connysson, M., 2018. Validation of two simple, objective tools for the assessment of synovial swelling in the equine fetlock region. Comparative Exercise Physiology, 14(2), pp.111-118.

Booth, F.W. & Seider, M.J. (1979). Recovery of skeletal muscle after 3 mo of hindlimb immobilization in rats. Journal of Applied Physiology, 47 (2), 435–439. https://doi.org/10.1152/jappl.1979.47.2.435

Brenner, D.J. & Hall, E.J. (2007). Computed Tomography — An Increasing Source of Radiation Exposure. The New England journal of medicine, 357 (22), 2277–2284. https://doi.org/10.1056/NEJMra072149

Bullen, L.E., Evola, M.G., Griffith, E.H., Seiler, G.S. & Saker, K.E. (2017). Validation of ultrasonographic muscle thickness measurements as compared to the gold standard of computed tomography in dogs. PeerJ (San Francisco, CA), 5, e2926–e2926. https://doi.org/10.7717/peerj.2926

Clarke, E., Aulakh, K.S., Hudson, C., Barnes, K., Gines, J.A., Liu, C.-C. & Aulakh, H.K. (2020). Effect of sedation or general anesthesia on elbow goniometry and thoracic limb circumference measurements in dogs with naturally occurring

elbow osteoarthritis. Veterinary surgery, 49, 1428–1436. https://doi.org/10.1111/vsu.13499

Frank, I., Duerr, F., Zanghi, B., Middleton, R. & Lang, L. (2019). Diagnostic Ultrasound Detection of Changes in Femoral Muscle Mass Recovery after Tibial Plateau Levelling Osteotomy in Dogs. Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology, 32 (5), 394–400. https://doi.org/10.1055/s-0039-1688985

Freeman, L., Becvarova, I., Cave, N., MacKay, C., Nguyen, P., Rama, B., Takashima, G., Tiffin, R., Tsjimoto, H. & van Beukelen, P. (2011). WSAVA nutritional assessment guidelines. Journal of Small Animal Practice, 52, 385–396. https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2011.01079.x

Gentil, P., Budzynski-Seymour, E., Souza, D., Steele, J., Fisher, J.P. & Bottaro, M. (2020). Evaluating the results of resistance training using ultrasound or flexed arm circumference: A case for keeping it simple? Journal of clinical and translational research, 7 (6), 61–65. https://doi.org/10.18053/jctres.06.202002.004

Karanicolas, P.J., Farrokhyar, F. & Bhandari, M. (2010). Blinding: Who, what, when, why, how? Canadian journal of surgery, 53 (5), 345–348

Kim, A.Y., Elam, L.H., Lambrechts, N.E., Salman, M.D. & Duerr, F.M. (2022). Appendicular skeletal muscle mass assessment in dogs: a scoping literature review. BMC veterinary research, 18 (1), 1–280. https://doi.org/10.1186/s12917-022-03367-5

Laflamme, D., (1997) Development and validation of a Body Condition Score System for dogs. Canine Practice, 22(4), pp 10-15.

Lamoreaux Hesbach, A. (2007). Techniques for Objective Outcome Assessment. Clinical techniques in small animal practice, 22 (4), 146–154. https://doi.org/10.1053/j.ctsap.2007.09.002

Lieber, R.L., Jacks, T.M., Mohler, R.L., Schleim, K., Haven, M., Cuizon, D., Gershuni, D.H., Lopez, M.A., Hora Jr, D., Nargund, R., Feeney, W. & Hickey, G.J. (1997). Growth hormone secretagogue increases muscle strength during remobilization after canine hindlimb immobilization. Journal of orthopaedic research, 15 (4), 519–527. https://doi.org/10.1002/jor.1100150407

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

McCarthy, D.A., Millis, D.L., Levine, D. & Weigel, J.P. (2018). Variables affecting thigh girth measurement and observer reliability in dogs. Frontiers in veterinary science, 5, 203–203. https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00203

Ramos, M.T., Farr, B.D. & Otto, C.M. (2021). Sports Medicine and Rehabilitation in Working Dogs. The Veterinary clinics of North America. Small animal practice, 51 (4), 859–876. https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2021.04.005

Smith, T.J., Baltzer, W.I., Jelinski, S.E. & Salinardi, B.J. (2013). Inter- and Intratester Reliability of Anthropometric Assessment of Limb Circumference in Labrador Retrievers. Veterinary surgery, 42 (3), 316–321. https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.01102.x

2 kap. § 1 Lag om verksamhet inom djurens hälso-och sjukvård (2009:302)

Tack

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Anna Bergh som stöttat oss genom processen och som genom kloka inputs och förslag drivit arbetet framåt. Utan dina kloka inputs och enorma kunskap hade arbetet inte blivit så bra som det i slutändan blev.

All personal på UDS som varit inblandade i försöken och genomförandet av dessa ska ha ett stort tack. Ett extra stort tack ska Anna-Karin Thoresson på bilddiagnostiska kliniken på UDS ha för genomförande av samtliga datortomografiundersökningar och muskelomfångsmätningar på samtliga datortomografibilder. Vi vill även tacka bilddiagnostiska kliniken på UDS för att vi fått använda deras lokaler och högteknologiska utrustning under försöken.
Slutligen vill vi också tacka samtliga deltagande i studien.

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.

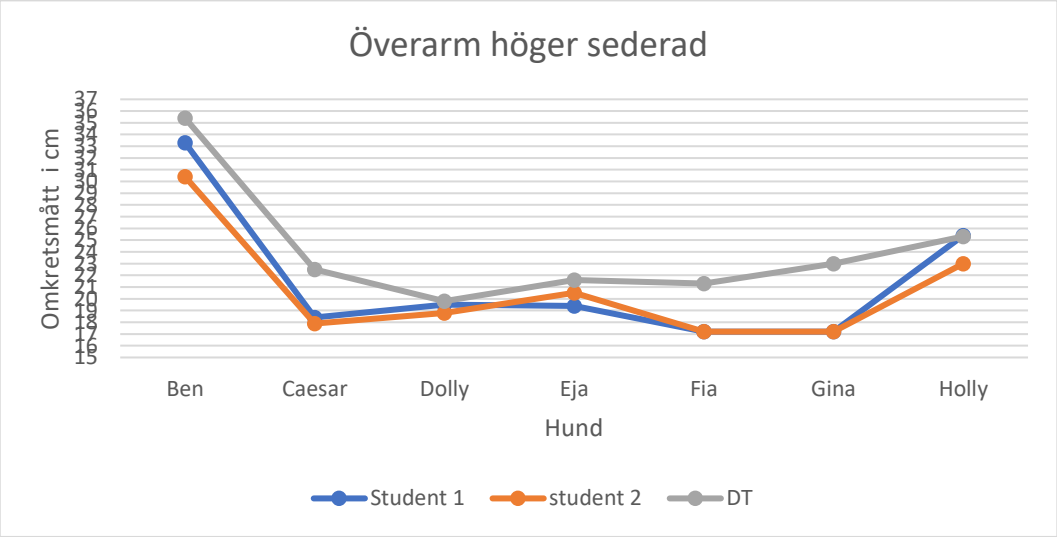
☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

☒ 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.

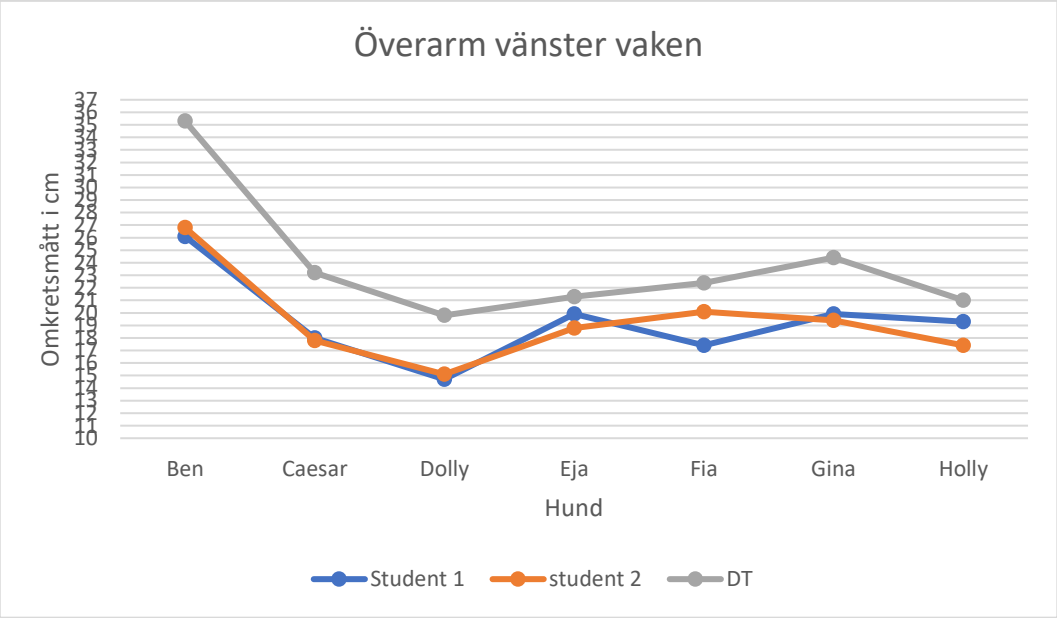
Bilaga 1

Namn	Journalr	Ras	ålder	Kön	BCS	vikt	Märknir	Position	Datum	Tid	Sida på hu	Mätare	Koment	Hög 1	Hög 2	Hög 3	DT	Låg 1	Låg 2	Låg 3	DT	Mått hö	Mått Låg
											VF	LF	Armbåge vaken										
												UG											
											VF	LF	Armbåge sederad										
												UG											
											HF	LF	Armbåge vaken										
												UG											
											HF	LF	Armbåge sederad										
												UG											
											VB	LF	Knä vaken										
												UG											
											VB	LF	knä sederad										
												UG											
											HB	LF	Knä vaken										
												UG											
											HB	LF	Knä sederad										
												UG											

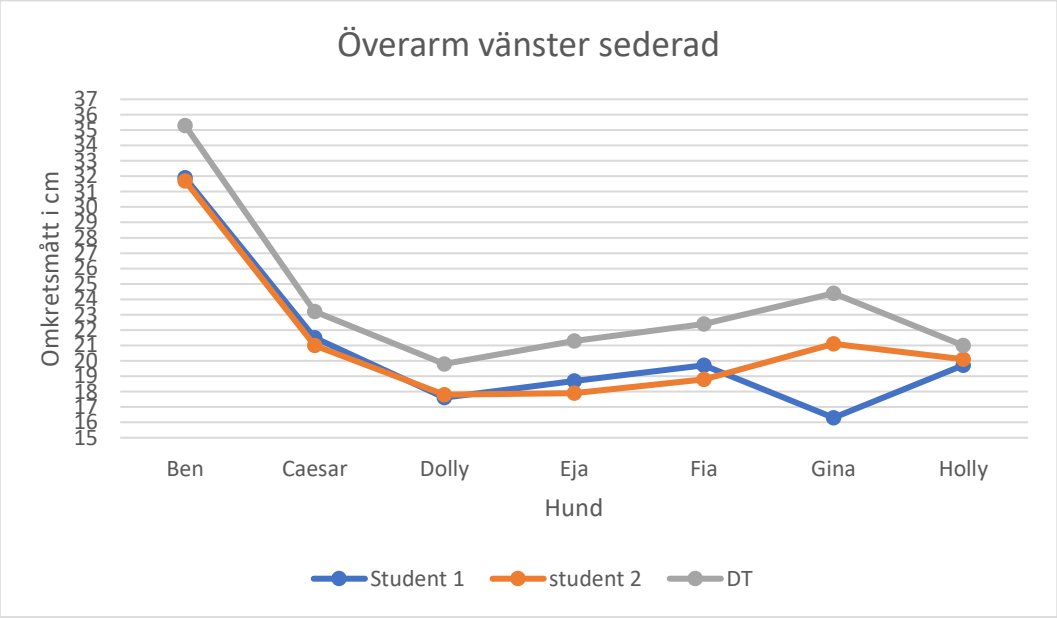
Bilaga 2



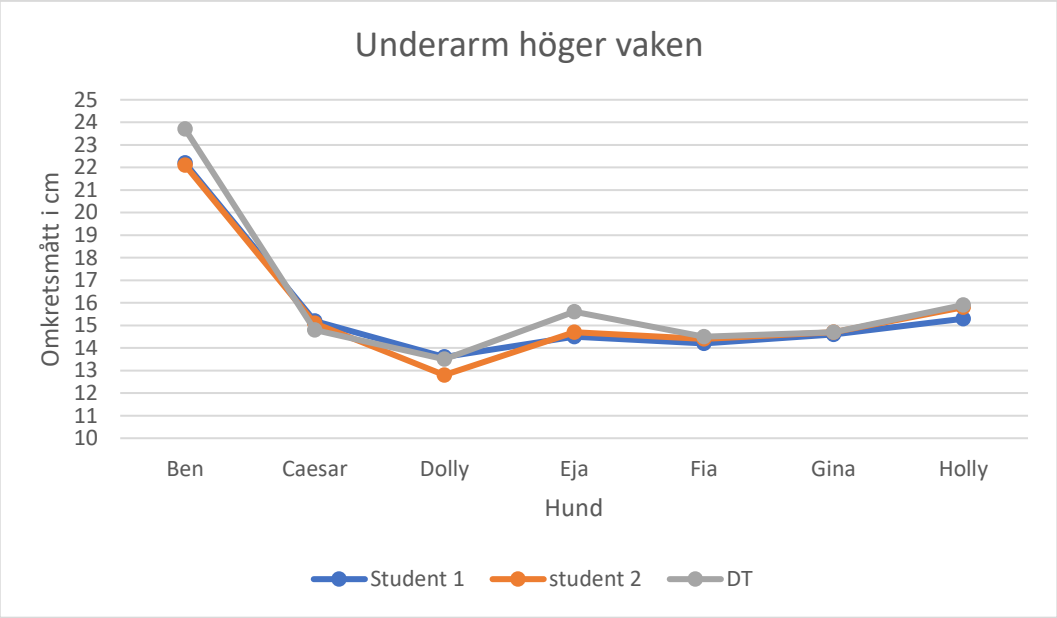
Figur 6. Resultaten i cm för höger överarm vid mätning på sederad hund (n=7) liggande i dorsoventral position inför undersökning i DT (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



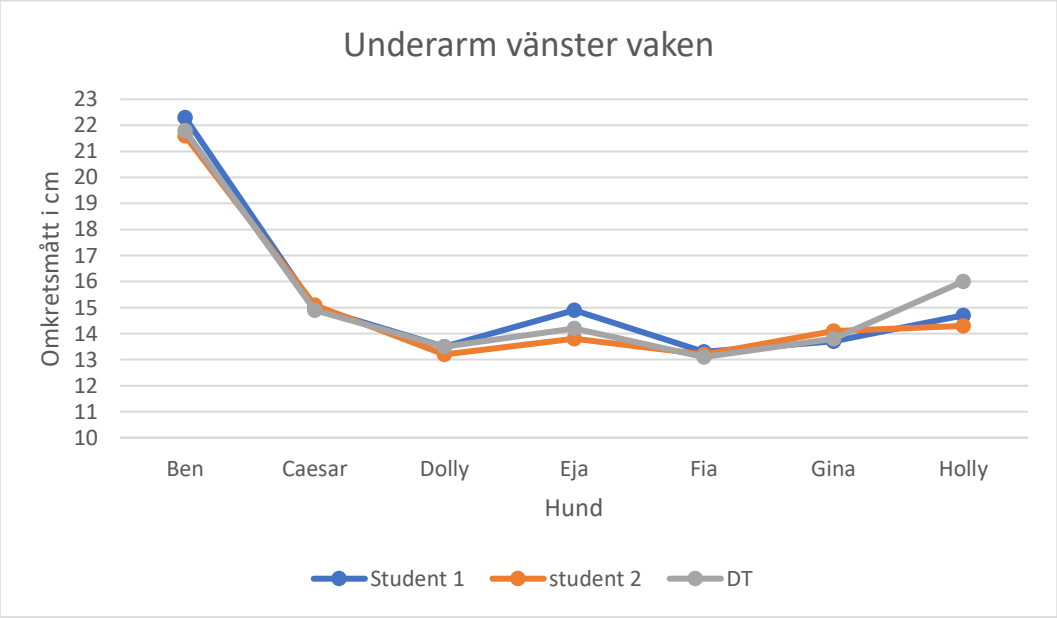
Figur 7. Resultaten i cm för vänster överarm vid mätning på vaken stående hund (n=7) (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



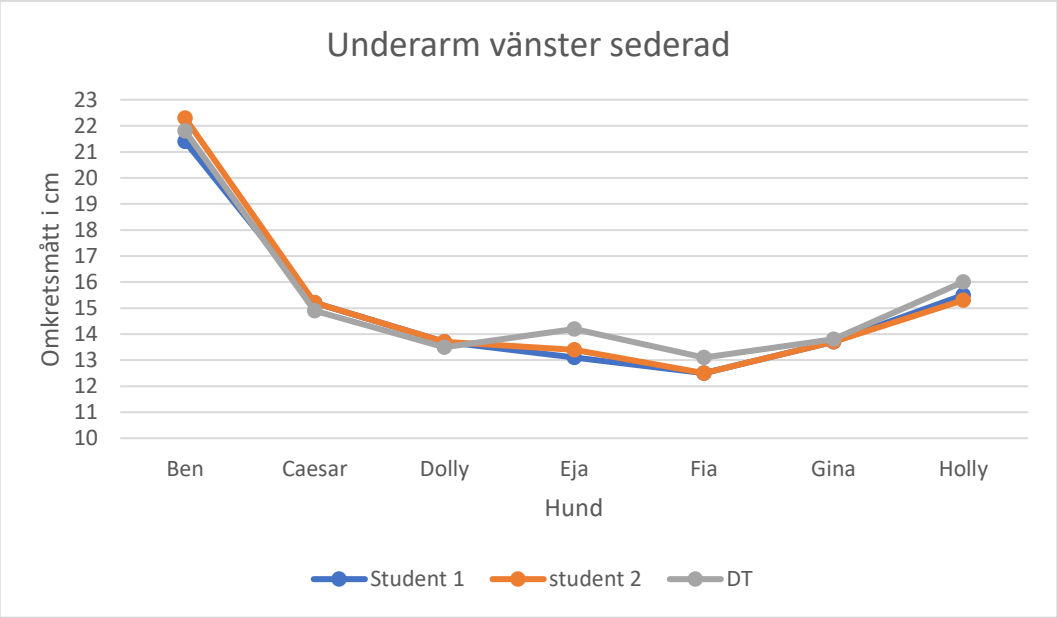
Figur 8. Resultaten för vänster överarm vid mätning på sederad hund (n=7) liggande i dorsoventral position inför undersökning i DT (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



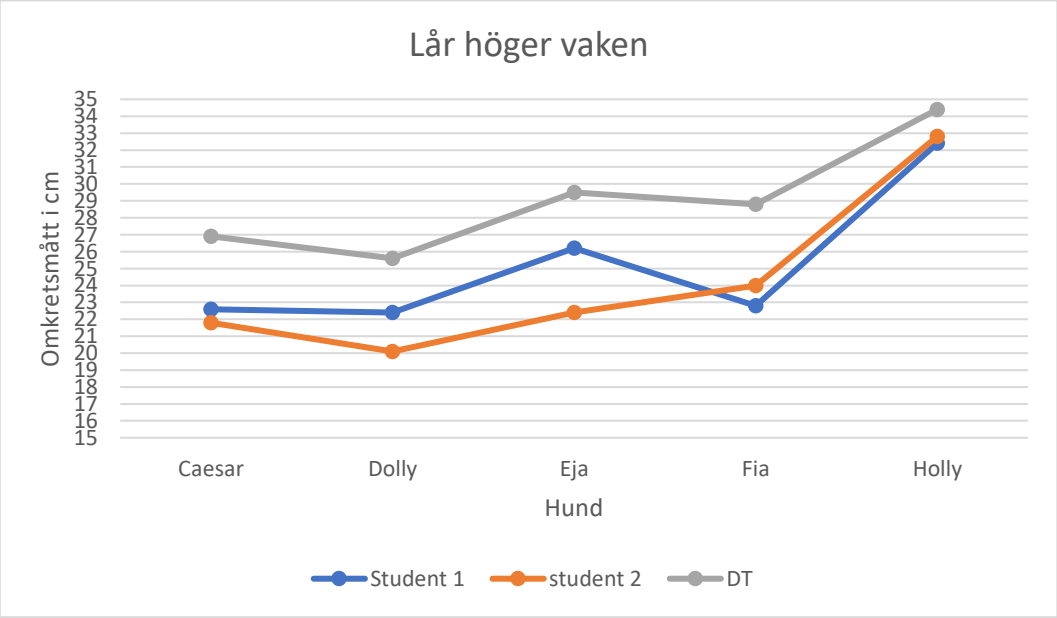
Figur 9. Resultaten i cm för höger underarm vid mätning på vaken stående hund (n=7) (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



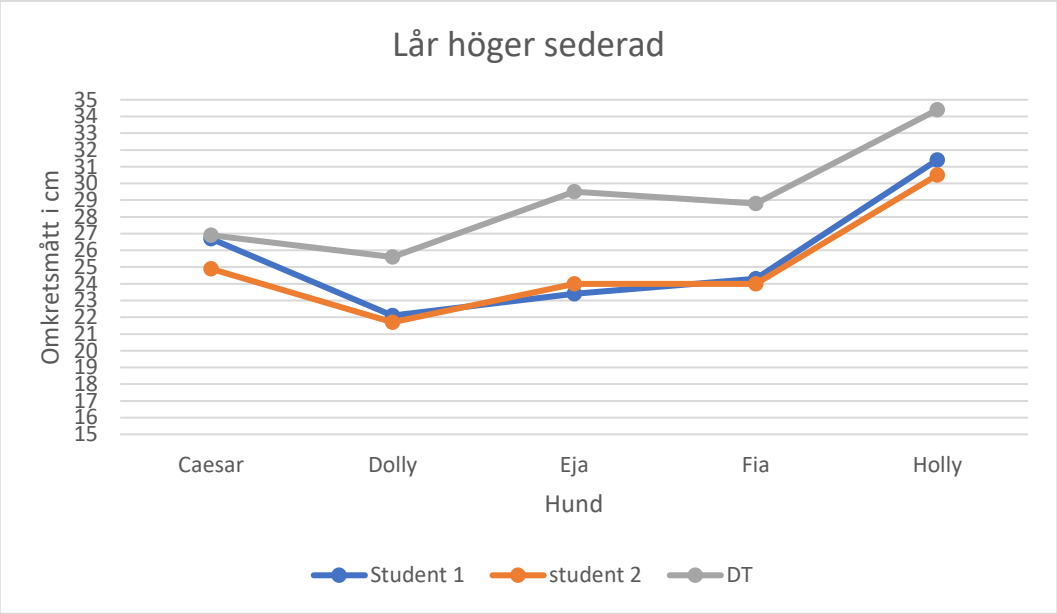
Figur 10. Resultaten i cm för vänster underarm vid mätning på vaken stående hund (n=7) (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



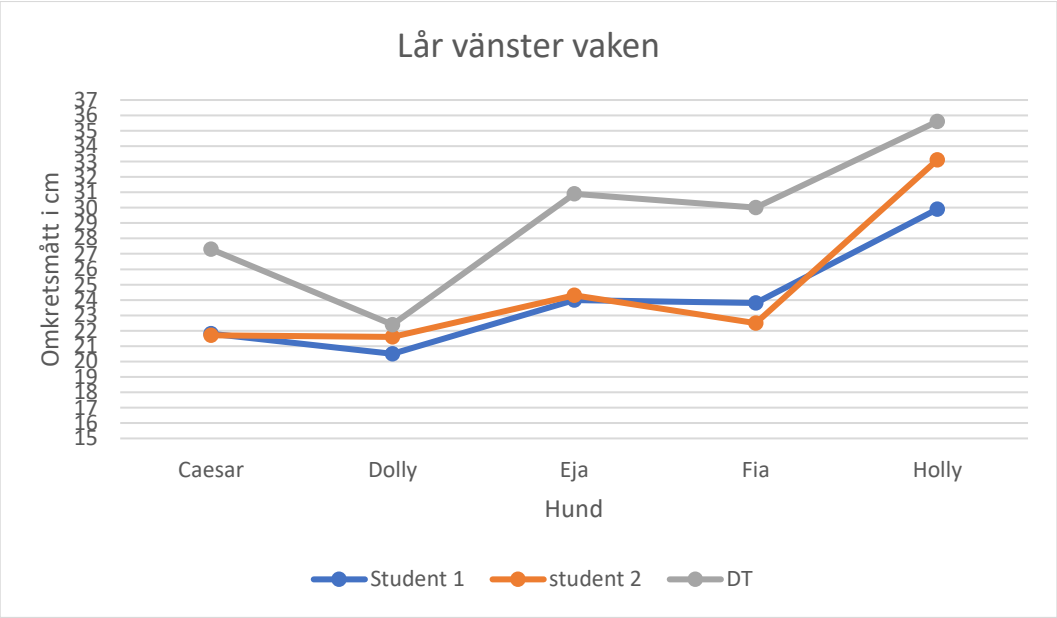
Figur 11. Resultaten i cm för vänster underarm vid mätning på sederad hund (n=7) liggande i dorsoventral position inför undersökning i DT (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



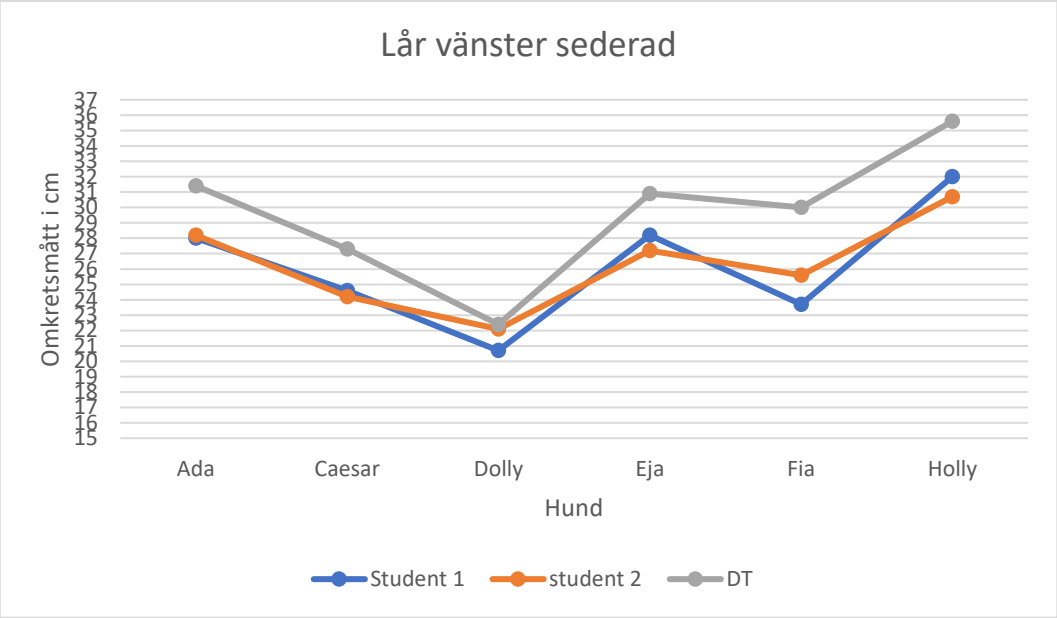
Figur 12. Resultaten i cm för höger lår vid mätning på vaken stående hund (n=7) (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



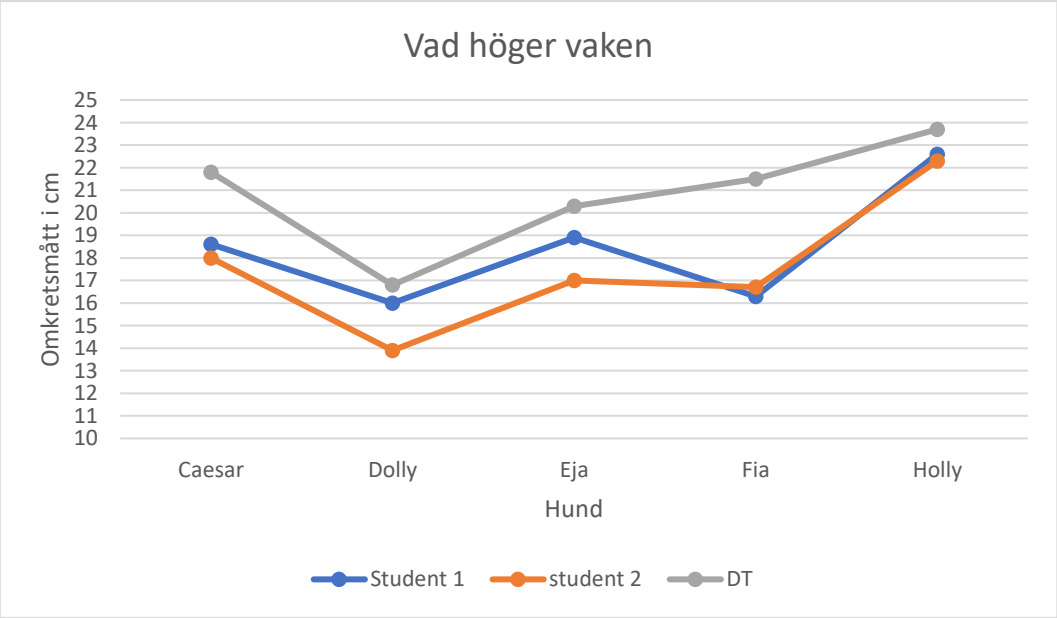
Figur 13. Resultaten i cm för höger lår vid mätning på sederad hund (n=7) liggande i dorsoventral position inför undersökning i DT (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



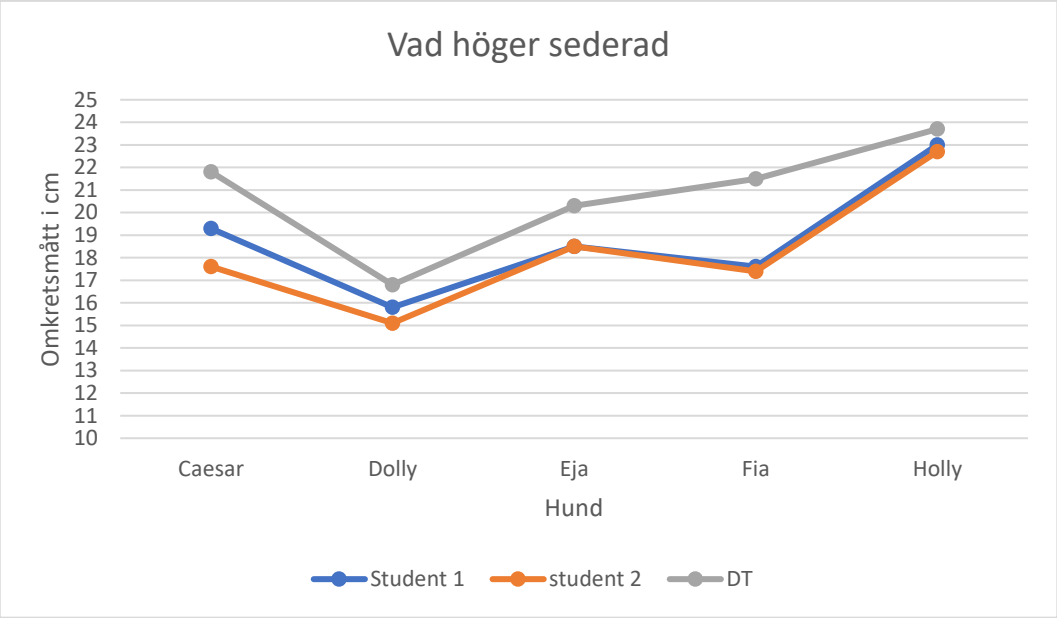
Figur 14. Resultaten i cm för vänster lår vid mätning på vaken stående hund (n=7) (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



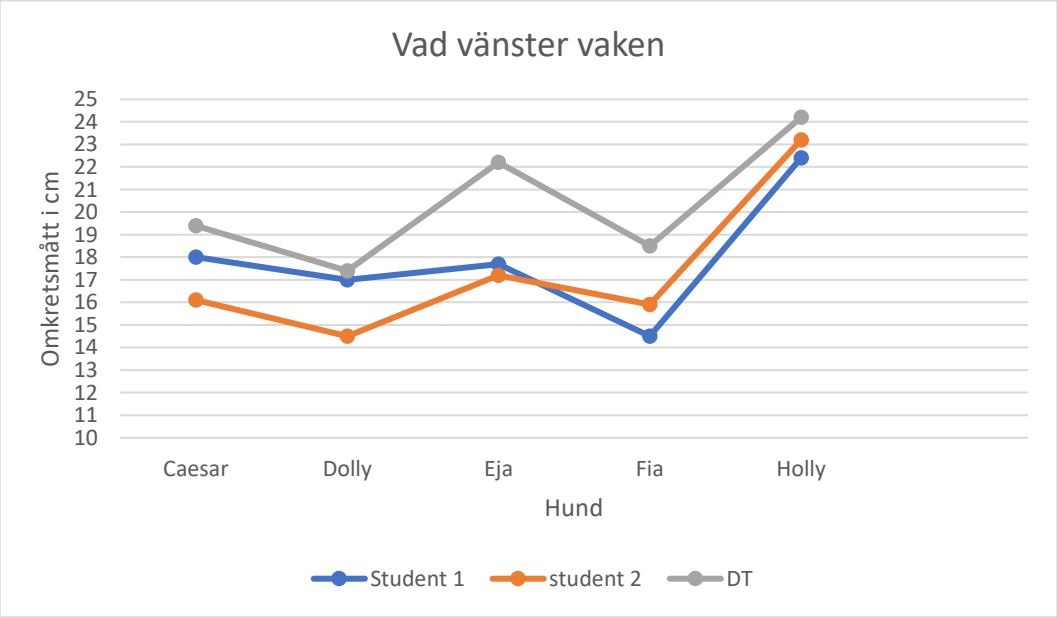
Figur 15. Resultaten i cm för vänster lår vid mätning på sederad hund (n=7) liggande i dorsoventral position inför undersökning i DT (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



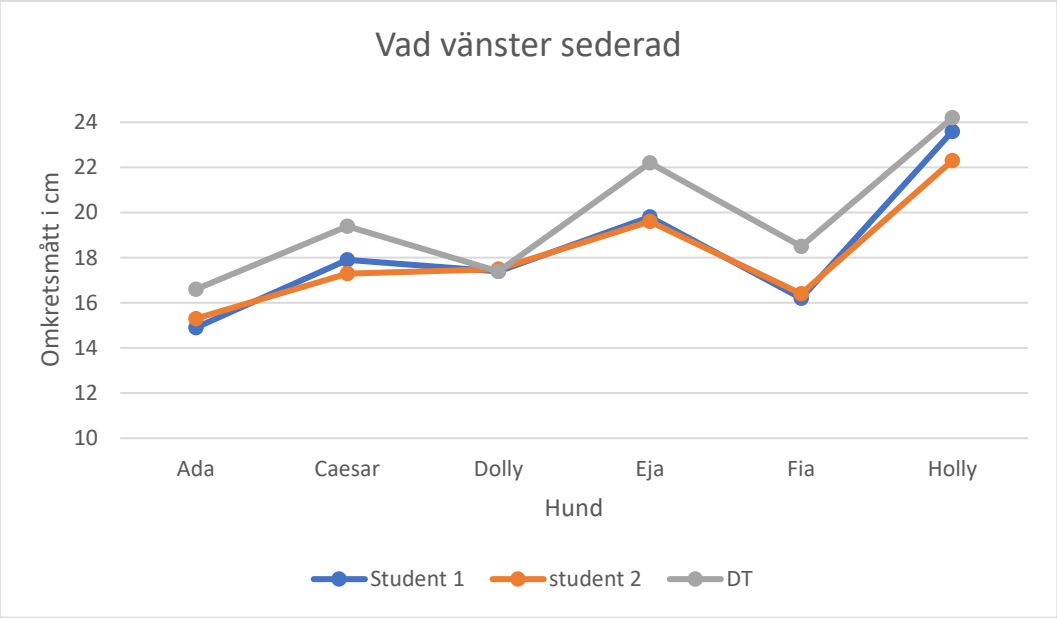
Figur 16. Resultaten i cm för höger vad vid mätning på vaken stående hund (n=7) (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



Figur 17. Resultaten i cm för höger vad vid mätning på sederad hund (n=7) liggande i dorsoventral position inför undersökning i DT (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



Figur 18. Resultaten i cm för vänster vad vid mätning på vaken stående hund (n=7) (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.



Figur 19. Resultaten i cm för vänster vad vid mätning på sederad hund (n=7) liggande i dorsoventral position inför undersökning i DT (y-axel) och respektive hund (x-axel). Den blå linjen representerar student ett, den röda linjen representerar student två och den grå linjen representerar mätning från datortomografibilden.