



Kan hovens traktrörelse i sidled påverkas av och variera mellan olika beslag?

Yrsa Helmer

Självständigt arbete • 30 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet

Uppsala 2023



Kan hovens traktrörelse i sidled påverkas av och variera mellan olika beslag?

Can the Hoofs' Lateral Heel Movement be Affected by and Vary between Different Kinds of Horseshoes?

Yrsa Helmer

Handledare: Ove Wattle, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper
Bitr. handledare: Henrik Jansson, Sveriges lantbruksuniversitet, Universitetsdjursjukhuset
Examinator: Lena Ström, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper

Omfattning: 30 hp
Nivå och fördjupning: Avancerad nivå, A2E
Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin
Kurskod: EX1003
Program/utbildning: Veterinärprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för kliniska vetenskaper
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2023
Omslagsbild: Delgiven av Mikaela Rosengren med tillåtelse
Upphovsrätt: Illustrationerna i arbetet är författarens egna utöver figur 1, 2, 3 och 6. Dessa tillhör Ove Wattle och används med tillstånd.
Nyckelord: traktrörelse, hovbrosk, trakttrånghet, beslag

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Veterinärprogrammet

Sammanfattning

Hovens trakt rörelse i sidled är essentiell för fördelningen av belastningen på det distala benet över tid, och bidrar därmed till en minskad toppbelastning vilket minskar risken för överbelastning av det distala benets stödjevävnad. Beslagets inverkan på hoven och dess trakt rörelsen är ett aktuellt ämne som ofta väcker diskussioner i media. Kunskapen om hur olika typer av beslag inverkar på hovens trakt- och hovbroskrörelse är begränsad och därför av intresse att undersöka närmare. Detta för att utöka kunskapen om beslagets del i risken för utveckling av hälta och onormala hovkonformationer, så som trakttrånghet och understuckna trakter. Vi har i en hydraulisk press belastat ben från slaktade hästar i syfte att undersöka om och i så fall hur trakt rörelsen varierade beroende på om hoven var skodd eller inte, och dels utifrån vilken typ av beslag hoven skoddes med.

Resultaten visade att samtliga studerade beslag ökade både den proximala och den distala trakt rörelsen i sidled jämfört med den breddning av trakten som sågs på oskodd hov. Även skillnader mellan flera av de olika beslagen sågs. Jämfört med icke trakttrång hov sågs en signifikant ökning av breddningen i både den proximala och den distala delen av trakten hos trakttrånga hovar med vanlig sko och sko med plastsula. Den proximala delen av trakten breddades signifikant mer på trakttrånga hovar barfota eller med långt fasad sko. Kvoten mellan breddningen i den proximala och den distala delen av trakten var signifikant mycket större för trakttrånga hovar än för icke trakttrånga hovar skodda med vanlig sko, sko med plastsula, kort fasad sko och för långt fasad heartbar.

Resultaten från denna pilotstudie tyder på att beslagets utformning kan påverka hovens trakt rörelse. Hur hoven påverkas av beslaget verkar också variera mellan trakttrånga och icke trakttrånga hovar. Ämnet behöver dock studeras vidare med mer kvalitativa metoder som tar hänsyn till fler potentiella felkällor. Likaså behövs mer forskning kring hur trakttrånga hovar skiljer sig mekaniskt mot icke trakttrånga hovar, och vad beslagets inverkan på hovens mekaniska egenskaper har för betydelse på sikt.

Nyckelord: trakt rörelse, hovbrosk, trakttrånghet, beslag

Abstract

Lateral and medial heel movement, i.e. sometimes also called heel expansion, of the hoof is essential for the distribution of the load over time, and thus contribute to lower the peak load of the distal limb. In turn, a reduced peak load is believed to decrease the risk of overloading injuries in the distal limbs supporting tissue. The impact of horseshoes is a topic that often raises discussions in the media. The knowledge of how different types of horseshoes affect heel expansion is limited why, further studies are needed. Especially since it has been suggested that shoeing sometimes can contribute to the development of lameness and abnormal hoof conformations, such as contracted and underrun heels. We have loaded 16 equine cadaver limbs in a hydraulic press with the aim to investigate whether and, if so, how the heel movement differed between barefoot and limbs shod with different types of horseshoes.

All horseshoes studied increased both proximal and distal lateral heel movement compared to barefoot. Differences between the different horseshoes' effect on heel movement were also seen. Compared to hooves with non-contracted heels, a significant increase in widening was seen in both the proximal and the distal part of the heel on hooves with contracted heels with regular shoe and with shoe with plastic sole. The proximal part of the heel widened significantly more on hooves with contracted heels barefoot or shod with a long sloped "slipper shoe", i.e. shoes sloping from inside to outside. The ratio between the widening in the proximal and the distal part of the heel was significantly greater for hooves with contracted heels than for hooves with non-contracted heels shod with a regular shoe, shoe with a plastic sole, short-faced shoe and long sloped heartbar shoe.

The results from this pilot study indicate that the design of the horseshoe can affect the heel movement. How the hoof is affected by the horseshoe also seems to vary between contracted and non-contracted hooves. However, the subject needs to be studied further with more quality assured methods. Likewise, more research is needed regarding what effects the horseshoe might have on the hoof's mechanical properties over time.

Keywords: heel movement, hoof cartilage, contracted heels, horseshoes

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	8
Figurförteckning.....	9
Förkortningar	10
1. Inledning	11
2. Litteraturöversikt.....	13
2.1 Historia	13
2.2 Hovens anatomi	14
2.2.1 Hornkapselns normala konformation	16
2.2.2 Trakttrånghet	17
2.2.3 Ballförskjutning	18
2.3 Krafter som utövas på hoven	19
2.4 Beslagets inverkan på hoven.....	20
2.4.1 Heartbar	21
2.4.2 Plastsula	22
2.4.3 Fasade traktarmar	22
3. Material och metoder	23
4. Resultat	27
5. Diskussion	33
5.1 Hovbroskens rörelse i sidled.....	33
5.2 Traktens rörelse i sidled	33
5.3 Kvot övre och nedre hovbroskbegränsningen	35
5.4 Kvot proximala och distala delen av trakten	35
5.5 Skillnad mellan trakttrång och icke trakttrång hov	36
5.6 Felkällor.....	36
5.7 Slutsats	38
Referenser.....	40
Populärvetenskaplig sammanfattning	42
Tack	45
Bilaga 1.....	46

Tabellförteckning

Tabell 1. Jämförelse av kvantitativ differens för barfota och beslag.	28
Tabell 2. Jämförelse av kvantitativ differens för varje beslag.	29
Tabell 3. Jämförelse av kvoterna för barfota och beslag.	30
Tabell 4. Jämförelse av kvoterna mellan varje beslag.	31
Tabell 5. Kvoter för traktrånga versus icke traktrånga hovar, barfota och för beslag. ...	31
Tabell 6. Procentuell breddning traktrånga versus icke traktrånga hovar.	32

Figurförteckning

Figur 1. Översikt över hovens anatomi	14
Figur 2. Bild av hornkapseln och epidermala primärlamellerna.....	15
Figur 3. Histologiskt tvärsnitt av hovväggen i området för indifferent linjen	16
Figur 4. Trakttrång bakhov med hovkräfte	17
Figur 5. Exempel på ballförskjutning	18
Figur 6. Tre hovar av olika bredd och illustration av kraftens riktning.....	20
Figur 7. Bild på hur benen placerades i pressen	24
Figur 8. Bild på de olika beslagen	25
Figur 9. Procentuell breddning i respektive punkt barfota och för varje beslag	27

Förkortningar

SLU	Sveriges lantbruksuniversitet
GRF	Ground reaction force
SD	Standardavvikelse

1. Inledning

Hovens förmåga att vidga sin bakre del i sidled är en viktig del i hovens funktion att minska belastningen på benets distala delar under stegets belastningsfas. Genom trakt rörelsen kan belastningen fördelas över tid vilket i sin tur sänker belastningsamplituden, det vill säga toppbelastningen. Detta minskar risken för överbelastning av det distala benets stödjevävnad (Douglas *et al.* 1998; Wilson & Weller 2011). När trakt rörelsen hämmas tros därför risken för överbelastning av det distala benets stödjevävnad öka (Johnston & Back 2006), vilket kan predisponera för led-, sen- och ligamentskador.

Det har framförts att skoning med klassisk järnsko kan hämma traktens rörelse (Roepstorff *et al.* 2001; Hinterhofer *et al.* 2006; Brunsting *et al.* 2019). Det har också diskuterats att felaktig eller för individen olämpligt anpassad framförallt verkning, men också skoning, kan öka risken för utveckling av avvikande hovform så som understuckna trakter, trakttrånghet och underutvecklad stråle med djupa strålfårar (Hunt 2012; Brunsting *et al.* 2019).

Både skoning och hovrelaterade problem hos häst är vanligt förekommande, vilket gör att frågan om skoning eller inte skoning ofta blir aktualiserad i media, liksom frågan om möjliga alternativ till den klassiska järnskon i de fall skoning bedöms nödvändig. Då mängden digitalt sökbar litteratur som beskriver hur olika typer av beslag inverkar på traktens rörelse är begränsad är ämnet intressant att studera närmare.

Vi har valt att studera sju olika typer av beslags inverkan på trakt- och hovbrosk rörelsen i horisontalplan, i syfte att ta reda på om det baserat på skons utformning är möjligt att påverka hur trakt och hovbrosk rör sig i sidled under belastning motsvarande en normalstor häst i skritt, samt om denna rörelse skiljer sig mellan trakttrånga och icke trakttrånga hovar. Vi använde distala hästben köpta från slakteri, kapade vid carpus respektive tarsus, som belastades i en hydraulisk press. Benen har belastats barfota och med sju olika typer av beslag, i syfte att mäta avståndet mellan medial och lateral markering för främre och bakre hovbroskbegränsningen samt för proximala och distala delen av trakten. Måtten för avlastat ben jämfördes därefter med måtten för belastat ben barfota och med vardera beslag.

Beslagen som användes var vanlig sko, sko med fasade traktarmar, heartbarsko, heartbarsko med fasade traktarmar och sko med plasticsula. Vi jämförde effekten av beslagen med varandra och med hoven barfota samt tittade på om resultaten skiljde sig mellan trakttrånga och icke trakttrånga hovar. Denna pilotstudies resultat avses användas som hjälp vid framtagandet av lämplig metod för studie av hur trakt rörelsen kan påverkas på levande hästar i arbete.

Med mer välutvecklade mätmetoder finns förhoppning om att skapa en större förståelse för hur olika typer av anatomiska avvikelser på lämpligast sätt kan förebyggas, kompenseras för samt korrigeras för, i form av anpassad verkning och skoning.

Vår hypotes var att en hov skodd med järnsko får en minskad breddning av trakten vid belastning jämfört med en barfotahov, och att denna minskning varierar mellan olika typer av beslag. Vi ämnade därför undersöka om de olika beslagen påverkade traktväggens och hovbroskens rörelse i sidled. Exempelvis borde rimligen fasade traktarmar kunna ge en större trakt rörelse i horisontalplan än en vanlig järnsko, i och med traktarmarnas lutning. Vidare borde trakttrånga hovars breddning av trakten skilja sig från icke trakttrånga hovar, liksom förhållandet mellan breddningen av den proximala och den distala delen av trakten.

2. Litteraturöversikt

2.1 Historia

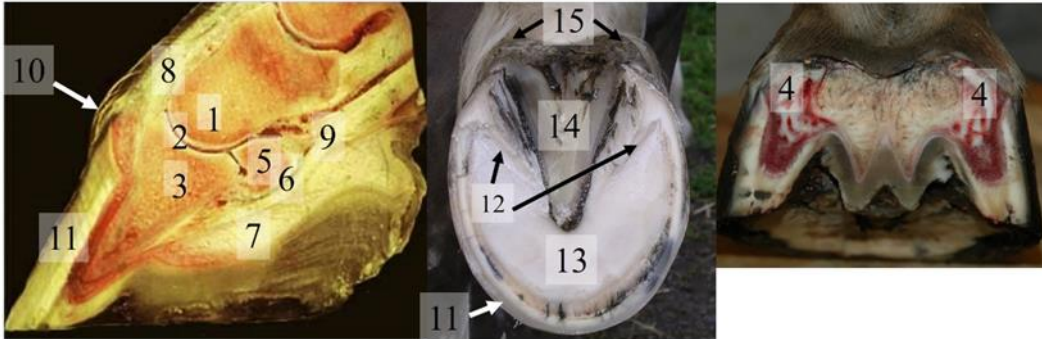
Hästar har med evolutionens gång utvecklats från att vara flertåade till att bli de entåade hovdjur som *Equus*-släktet och deras förfäder nu varit i 11-13 miljoner år. Genom sin interaktion med underlaget ska hoven kunna bära hästens vikt och hantera motsvarande krafter från underlaget, oavsett gångart. Med detta följer höga krav på hovens förmåga till både belastningsfördelning och skydd mot externa miljöfaktorer, vilket lett till dess särartade utformning.

Hästar började tas i människans bruk som arbetskraft runt 3500 f.Kr., och brukades under flera tusen år utan tecken på att man använt någon form av hovskydd (Clark 1809; Fleming 1869). Man talade istället om vikten av hårda hovar med rund form och lätt konkav sula. Dock blev det stora slitaget på hovarna ett tilltagande problem efterhand som hästens användningsområden ökade, både inom det militära och jordbruk. Med tiden började man därför använda så kallade hästsandaler som knöts fast runt hästens kote. Från början tillverkades de i naturliga material så som läder och liknande, men senare även i metall.

Skapandet av de första hovbeslagen som fästes med söm har tillskrivits keltiska folkstammar omkring vår tideräknings början (Fleming 1869; Clark 1995). Likt då som nu är den vanligaste orsaken till skoning av hästar att skydda hoven mot slitage och motverka halka. De senaste 200 åren har det också gjorts skoningar i syfte att underlätta läkning av hovrelaterade åkommor så som fång, hornsprickor, trakttrånghet, understuckna trakter, fullhov med mera (Möller 1880). Dessutom har man skott för att modifiera belastningsförhållanden och förebygga eller behandla förslitningsskador i det distala benet. För trakttrånnga hovar har man förespråkat skor med fasade traktarmar för att stimulera en ökad breddning av hoven vid belastning.

2.2 Hovens anatomi

Hoven omfattas av hornkapseln och de strukturer den innesluter (figur 1).



Figur 1. Översikt över hovens anatomi. 1. distala delen av kronbenet, 2. hovleden, 3. hovbenet, 4. hovbrosken, 5. strålbnet, 6. strålbensbursan, 7. elastiska putan, 8. sträcksenans mest distala del, 9. djupa böjsenans mest distala del. Hornkapseln är uppbyggd av horn som keratiniserats i olika grad och utgörs av: 10. kronsvulst, 11. hovvägg, 12. hörnstöd, 13. sula, 14. stråle och 15. ballar.

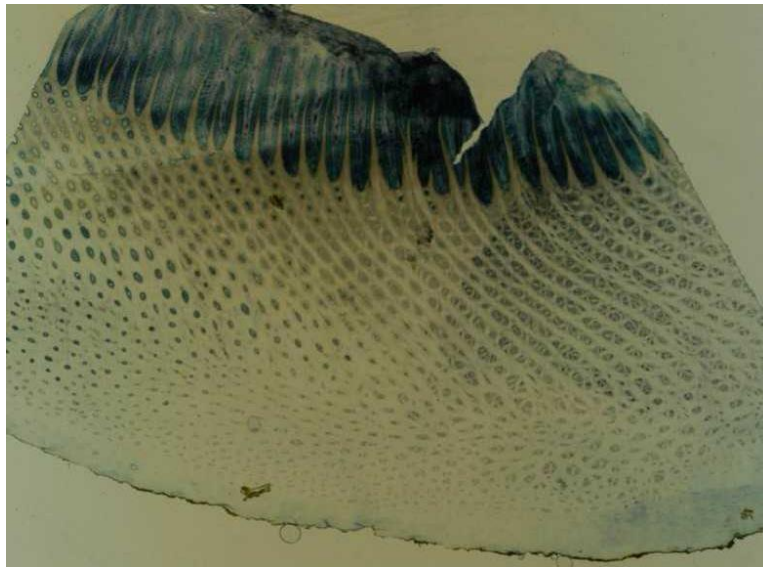
Hovväggen är utformad som en kon med, i normalfallet, störst diameter i markplanet. Den är ”öppen” palmart/plantart, vilket möjliggör sidvärtes breddning av hovväggens laterala, mediala och palmara/plantara del under stegets belastningsfas (Davies *et al.* 2007b). Hovväggen delas in i tre lager; *stratum internum*, *stratum medium* och *stratum externum*, sistnämnda även kallat sömhorn och glasylager. *Stratum internum*, eller *stratum lamellatum* som det också kallas, är det lager som förbinder hovväggen med lamelläderhuden och därigenom också med hovbenet. Kontaktytan mellan den dermala lamelläderhuden och den epidermala hovväggen består av cirka 550–600 epidermala och dermala primära lameller (figur 1), vardera längs sin utlinjering försedda med 100–200 sekundära lameller. Lamellernas syfte är att skapa en flexibel och stor kontaktyta mellan hornkapsel och hovben, resulterande i en fördelning av belastningen från hästens tyngd på en större yta. Därmed reduceras den maximala kraften per ytenhet utövad på vävnaden under belastningsfasen (Pollitt 2007). Kontaktytans flexibilitet underlättar hanteringen av de vibrationer som uppkommer när hoven sätts i marken och möjliggör modifiering av belastningens riktning under belastningsfasen utefter underlagets beskaffenhet.

Primärlamellernas längd varierar utefter lokalisation utmed hovväggens kurvatur, där de dorsalt belägna primärlamellerna är betydligt längre än de lateralt och medialt belägna (figur 2) (O. Wattle, personlig kommunikation, 02 november 2022). Den dorsala delen av hovväggen är också tjockare än den mediala och laterala delen vilket talar för att hoven anpassats till den större vertikala belastningen som hovens dorsala del utsätts för under ett steg jämfört med de laterala och mediala delarna.

Stratum medium är hovväggens tjockaste lager (O. Wattle, personlig kommunikation, 02 november 2022). Dess tjocklek varierar utmed hovväggens kurvatur, och är som störst dorsalt och successivt avtagande mot trakten. Det består av tubulärt och intertubulärt horn, och genom sin kontakt med underlaget och förankring till *stratum internum* står det för det huvudsakliga kraftutbytet mellan häst och underlag. Det tubulära hornet produceras av de epidermala basalceller som utlinjerar kronsvulstens dermala papiller. Närmst *stratum internum* är de tubulära strukturerna större än vad de är närmare *stratum externum*, samt placerade på rad. Det intertubulära hornet produceras av de basalceller som finns mellan varje dermal papill. Utöver en varierande tjocklek utmed hovväggens kurvatur varierar också den strukturella uppbyggnaden för själva hornet. Det tubulära hornets distribution skiljer sig längs hovväggens kurvatur. Från hovens bredaste punkt, via traktornet och till hörnstödets slut ligger hornrören placerade i rad vilket ger dessa delar en specifik mekanisk egenskap (figur 2 och 3). Hornrören i hovens tådel ligger mer randomiserat vilket gör att tådelen hanterar krafter på ett annat sätt än trakten. Hornrörens placering tillsammans med hovväggens tunnare utformning och högre hydreringsgrad gör att traktornet tillåter ett större rörelseuttag i sidled.



Figur 2. TV: palmaro/plantaroproximal - dorsodistal vy av hornkapseln. TH: närbild av epidermala primärlamellerna. Notera lamellernas varierande längd utmed hornkapselns kurvatur, och hur det tubulära hornet ligger placerat i rader mer palmart/plantart.



Figur 3. Histologiskt tvärsnitt av hovväggen i området för indifferent linjen. Notera tubuliformationerna ordnade på rad närmast lamellagret i hovväggens inre del och den mer ostrukturerade distributionen mer perifert.

Hur hästens kroppsvikt via hovbenet påverkar hovväggens rörelse beror till delar på benets upphängning i hornkapselns inre väggdel via den mjuka lamelläderhuden samt på lamellernas längd, bredd och antal, mekaniska egenskaper, hornkapselns form och hur kapseln interagerar med underlaget (O. Wattle, personlig kommunikation, 02 november 2022). Hornkapselns styvhet beror till viss del på dess hydreringsgrad, vilken skiljer mellan stratum mediums inre och yttre lager (Bertram & Gosline 1987; Goodman & Haggis 2008). Ytterst håller vägghornet en fuktighet på cirka 22 % och i vägghornets inre del ligger den på cirka 35 %. Hydreringsgraden för *stratum internum* bibehålles genom diffusion från kötthoven, via basalmembranet och ut genom och mellan väggens förhornade celler (Bertram & Gosline 1987).

2.2.1 Hornkapselns normala konformation

Hästens framhovar är normalt sett relativt runda till formen, med en längd ungefär densamma som dess bredd. Bakhovarna är något mer elliptiska i formen. Hörnstöden bör vara välutvecklade och traktens palmara/plantara begränsning ligga i linje med strålens dito där strålen också normalt är som bredast (O. Wattle, personlig kommunikation, 02 november 2022). Den palmara/plantara strålens bredd bör motsvara cirka 2/3 av strålens längd. Strålens totala längd vill man i en så kallad balanserad hov skall motsvara cirka 2/3 av hovens längd sedd i dorsopalmar/-plantar riktning. Hovens sula är optimalt sett lätt konkav och med samma lutning mellan hovvägg och sidostrålfåra medialt som lateralt. Sidostrålfåroarna bör vara relativt öppna, med en frisk förbindelse mellan sul- och strålhorn,

och den centrala strålfåran skall vara grund. Hornkapselns tådel är jämnt sluttande och vinkeln ligger normalt mellan 45 och 55 grader. Traktsidovinklarna är brantare än tåvinkeln, med en i regel något flackare vinkel lateralt än mediallyt.

En normal hovform är grundläggande för en naturlig traktrörelse under belastningsfasen vid vilken kraften från hästens tyngd och motsvarande kraft från underlaget resulterar i att hoven breddas från indifferent linjen och bakåt (Colles 1989). Breddningen gynnas av en välutvecklad stråle som kommer i kontakt med underlaget, samt en normal traktbredd med lätt sluttande traktsidovinklar (Roepstorff *et al.* 2001).

2.2.2 Trakttrånghet

Trakttrånghet är ett begrepp för en abnormal hovkonformation som brukar definieras av att strålens bredd är mindre än $2/3$ av dess längd (Sampaio *et al.* 2013). Bakom indifferent linjen, hovens bredaste punkt, smalnar hoven av onaturligt mycket, vilket resulterar i att avståndet mellan mediala och laterala traktörnen blir mindre än normalt (figur 4). Det åtföljs ofta av höga trakter med onormalt stora traktsidovinklar, djupa sidostrålfåror och en stråle som är mer eller mindre underutvecklad då dess naturliga funktion hämmas av att den inte kommer i kontakt med underlaget under belastningsfasen.



Figur 4. Trakttrång bakhov med hovkräfta. Bilderna är tagna på en häst under narkos som förbereddes för kirurgisk åtgärd av hovkräfta på samtliga fyra hovar.

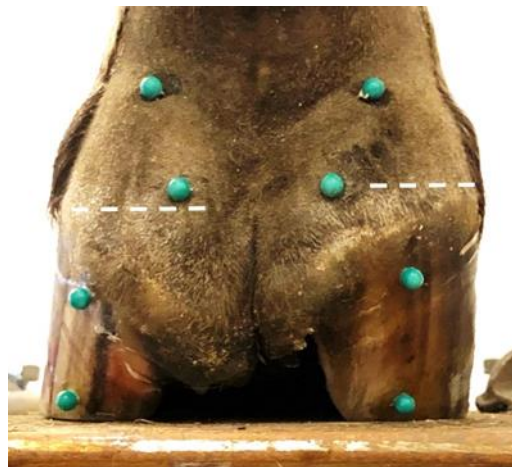
Även centrala strålfåran är ofta betydligt djupare än normalt, vilket tillsammans med de djupa sidostrålfåror predisponerar för strålröta. Strålröta är en bakterie- och svampinfektion som manifesterar sig huvudsakligen i mittstrålfåran som följd av dålig hygien och fuktig miljö vilket resulterar i att vävnaden luckras upp. Om

strålröta inte behandlas kan detta i sin tur med tiden utvecklas till hovkräfta, vilket kräver kirurgisk åtgärd.

Med avseende på ovan nämnda faktorer är trakttrånghet ett oönskat tillstånd som historiskt ansetts förekomma mer frekvent hos skodda hästar än hos barfotagående hästar (Senderska-Płonowska *et al.* 2020). Att skoning skulle vara en direkt faktor till ökad risk för utvecklande av trakttrånghet har dock inte kunnat bevisas. Korrigering av trakttrånghet med hjälp av fasade traktarmar finns beskrivet sedan lång tid tillbaka (Behrens 1894), men någon blindad studie där beslagets effekt beskrivits har inte kunnat hittas.

2.2.3 Ballförskjutning

Ballförskjutning är något som i vissa fall kan uppkomma sekundärt till att en individ är utåt- eller inåttåad (O. Wattle, personlig kommunikation, 02 november 2022). Hos en utåttåad individ ökar belastningen på den inre trakten, vilket med tiden kan resultera i att trakten förskjuts proximalt (figur 5). Traktens proximala förskjutning predisponerar för uppkomsten av en medial traktsidospricka som följd av överbelastning, då traktens rörelse blir onormal vid belastning.



Figur 5. Exempel på ballförskjutning, vänster framhov. Bilden visar en tydlig proximal förskjutning av mediala ballen och markant högre traktvägg medialt än lateralt, illustreras med vitstreckade linjer. Bilden visar också tydligt de lateralt och medialt utmarkerade fyra anatomiska hållpunkterna numrerade 1-4 i proximodistal riktning, för vilka avståndet i den experimentella delen av detta arbete, se nedan, mättes på avlastat och belastat ben barfota och med 7 olika beslag.

En traktsidospricka uppstår uppe vid kronranden och löper i distal riktning, vilket skiljer den från en tåspricka som vanligtvis börjar nere i bärranden och löper proximalt (O. Wattle, personlig kommunikation, 02 november 2022). Vid en inåttåad benställning sker det motsatta; belastningen på den laterala trakten ökar, vilket kan leda till en proximal förskjutning av denna, och risken för en lateral traktsidospricka ökar.

2.3 Krafter som utövas på hoven

När hoven sätts i marken utövar den en kraft på underlaget som varierar med vilken tyngd hästen lägger på benet, tillsammans med vilken acceleration och rörelsehastighet benet sätts i marken (Davies *et al.* 2007a). Är hästen stillastående representeras accelerationen av tyngdkraften. Underlaget utövar mothållande krafter på hoven i två riktningar – den vertikala normalkraften som ”trycker tillbaka” mot hoven, och den horisontella friktionskraften som förhindrar att hoven glider framåt. Vektorn mellan dessa två krafter kallas Ground reaction force (GRF), vilken utövar ett extensionsmoment på kotleden och ett flexionsmoment på hovleden. Mothållande krafter från djupa och ytliga böjsenan och gaffelbandet utövar motsatt moment på kotleden och begränsar därmed genomtrampet i denna, och extensorsenor och gaffelband utövar motsatt moment på hovleden. Detta resulterar i att jämvikt uppnås (Davies *et al.* 2007a; Rooney 2007).

Den breddning som ses i traktens övre del vid belastning tros framförallt bero på att kronbenet pressas ner mellan hovbrosken, samt på de olika dragkrafter som verkar på de ligament som fäster in till dessa brosk (Davies *et al.* 2007a). Vad gäller breddningen av traktens nedre del verkar denna vara ett resultat av att hovbenet drar hovväggens tå- och sidoväggars övre två tredjedelar nedåt via dess lamellära infästning till hornkapseln. Underlagets mothållande normalkraft trycker samtidigt hovväggens bärplan, till följd av hornkapselns koniska form, uppåt och utåt. Detta sker samtidigt som strålen vid tryck från marken delvis trycks uppåt och därmed lägger tryck på elastiska putan, som finns mellan stråle och kronben. Trycket på elastiska putan, distalt från strålen och proximalt från framförallt kronbenet, gör att denna pressas utåt mot traktväggens insida. Hur stor roll elastiska putan har på traktväggens rörelse är dock inte klarlagt.

Som tidigare sagts påverkas sannolikt krafterns inverkan på hoven av hovens konformation, exempelvis om hoven är trakttrång eller inte (O. Wattle, personlig kommunikation, 02 november 2022). En trakttrång hov med stora traktsidovinklar får i många fall en sådan lutning på hovväggens sidor att dessa blir nästintill vinkelräta mot underlaget, jämför med en bredare hov med flackare traktsidovinklar (figur 6). De onormalt stora traktsidovinklarna hos trakttrånga hästar resulterar i att hovväggens sidor i huvudsak trycks uppåt snarare än utåt som hos hovar med flackare traktsidovinklar. Därför fördelas belastningen till andra delar i hoven eller distala benet. Den då ökade belastningsamplituden på det distala benet ökar risken för så kallad låg hälta.



Figur 6. Tre hovar av olika bredd. Orange pil illustrerar i vilken riktning hovväggen trycks beroende på vilken vinkel den möter underlaget med. Vid belastning av en trakttrång hov trycks hovväggen mestadels uppåt, medan den hos en bredare hov med mer sluttande traktssidoväggar kommer tryckas mer utåt. (Ove Wattle 2022)

Liksom hovens breddningsförmåga och elastiska putans förmåga till formändring är senornas elastiska egenskaper viktiga för att möjliggöra fördelning av belastningen över tid, och därmed minska belastningsamplituden (Rooney 2007). Belastningsamplituden som vävnaderna i hästens distala ben utsätts för beror dock inte bara på hovens och det distala benets förmåga till fördelning av belastningen över tid, utan också på själva belastningens magnitud. Denna beror i sin tur på flera faktorer, så som hästens vikt, massan hästen lägger på benet, underlagets styvhet och jämnhet samt benets acceleration mot marken under stegets belastningsfas.

2.4 Beslagets inverkan på hoven

För att beslaget ska kunna skydda hoven mot slitage och halka ställs begränsade krav på skons material och utformning. Med tiden har dock efterfrågan på en utökad funktion hos beslaget stigit, vilket har lett till uppkomsten av ett stort utbud av modeller på hästskor.

Med vetskapen om vikten av hovens förmåga till formändring för möjliggörande av fördelning av belastningen över tid (Colles 1989), har frågor väckts kring om traktens breddning kan påverkas av skoning. Roepstorff *et al.* (2001) belastade hästben i en press, både med bärranden avlastad genom att lägga belastningen huvudsakligen på stråle och sula, med belastning endast av bärranden motsvarande att sko hoven med en vanlig sko, samt barfota då både stråle och hovvägg belastas. De kom fram till att sul- och stråltryck kan ha en påtaglig inverkan på traktens breddning, och att denna minskade betydligt om hovvägens bärrand lyftes med en sko så att strålens och sulans avstånd till underlaget ökade. De mätte också breddningen av trakten både proximalt och distalt, och beräknade den genomsnittliga kvoten för distala/proximala breddningen. Deras resultat visade en

signifikant skillnad i kvoten mellan de hovar som belastades barfota och de som belastades med lyft bärrand, motsvarande vanlig sko. Det kan därför antas att graden av olika beslags inverkan på traktens breddning bland annat beror på hur väl beslaget kan, eller tillåter underlaget att, understödja strålen och/eller sulan under belastningsfasen. Självklart påverkas resultatet även av hovens utformning, exempelvis i form av sulans urskålning, traktens höjd och hur välutvecklad strålen är, samt på skons utformning gällande hur långt strålen måste färdas för kontakt med underlaget, eller en kombination av de två.

Colles (1989) tittade på hovrörelsen hos hästar i trav på asfalt, och kom fram till att en klassisk järnsko, jämfört med barfota, hämmade sidväggens breddning mest distalt under belastning, men hade begränsad, om ens någon, inverkan på traktens breddning.

Brunsting *et al.* (2019) kom fram till att en traditionellt utformad järnsko hade en hämmande inverkan på traktens breddning hos hästar som studerades i skritt och trav på löpband. Om skon däremot delades i tån minskade rörelsehämningen av trakten. Författarna lyfter underlaget som en möjlig felkälla, då det tidigare visats en signifikant skillnad i stegets kinematik mellan löpband och markunderlag (Buchner *et al.* 1994; Thomason 1998).

Som denna litteraturöversikt beskriver tros traktrörelsen kunna påverkas av flera olika faktorer. Beroende på beslagets utformning tros en varierande inverkan på några av dessa faktorer kunna uppnås. De beslag som valts ut för denna studie är utformade på sådant vis att de rimligen bör ha en inverkan på traktrörelsen. En mer ingående beskrivning av tre av de inkluderade beslagen följer nedan, och bild på dem ses i figur 8.

2.4.1 Heartbar

Heartbar är en modell av sko som används framförallt som ett sjukbeslag när man som en del av behandlingen vill fördela belastningen över en större yta, exempelvis vid fång, hornsprickor och kronrandsskador (Butler 2019). Dess understödjande parti för strålen är tänkt att fördela belastningen på liknande sätt som ses barfota. Då heartbarskons funktion grundar sig i att ge strålen en kortare väg till underlaget (själva baren) förutsättes att hoven är verkad på så vis att denna kontakt möjliggörs vid belastning. Det kan således antas att en heartbarsko saknar effekt på en hov med höga trakter och underutvecklad stråle. Om däremot heartbarskon resulterar i kontakt med strålen under belastning är det inte orimligt att tänka att en heartbarsko också skulle kunna bidra till en ökad breddning av trakten. Detta då strålens kompression anses ha en betydande roll för traktens breddning under belastning (Roepstorff *et al.* 2001).

2.4.2 Plastsula

Plastsulor är relativt vanligt att använda i kombination med en vanlig järnsko för att skydda framförallt sulhornet, men också strålen, mot yttre trauma som exempelvis vassa stenar (O. Wattle, personlig kommunikation, 02 november 2022). Sko med sula är användbart vid hovåkommor där hornkapselns sula är extra känslig, exempelvis efter uppverkning av en hovböld efter det att såret torkat upp och nytt sulhorn börjat bildas, stengalla eller vid generellt tunna och känsliga sulor. En nackdel med plastsula är dess oförmåga till att andas, vilket ger en instängd och fuktig miljö. Detta, samman med en ökad svårighet att göra rent under sulan, ökar risken för strålröta. En annan nackdel är att plastsulan förhindrar belastning/ mekanisk stimuli av hovens naturliga sula, vilket resulterar i en sämre egensula.

2.4.3 Fasade traktarmar

Det förekommer att yttersta kanten av traktarmarna på hästskor, vilken ligger utanför hovens bäryta, fasas. Mindre vanligt förekommande är att fasa traktarmen in till hovväggens inre begränsning, så att själva belastningsytan för hovväggen blir utåtlutad. Detta kan göras med tänkt syfte att öka breddningen av hovväggens sidor och trakt (Möller 1880; Behrens 1894), men effekten av åtgärden är mycket begränsat utvärderad i modern litteratur.

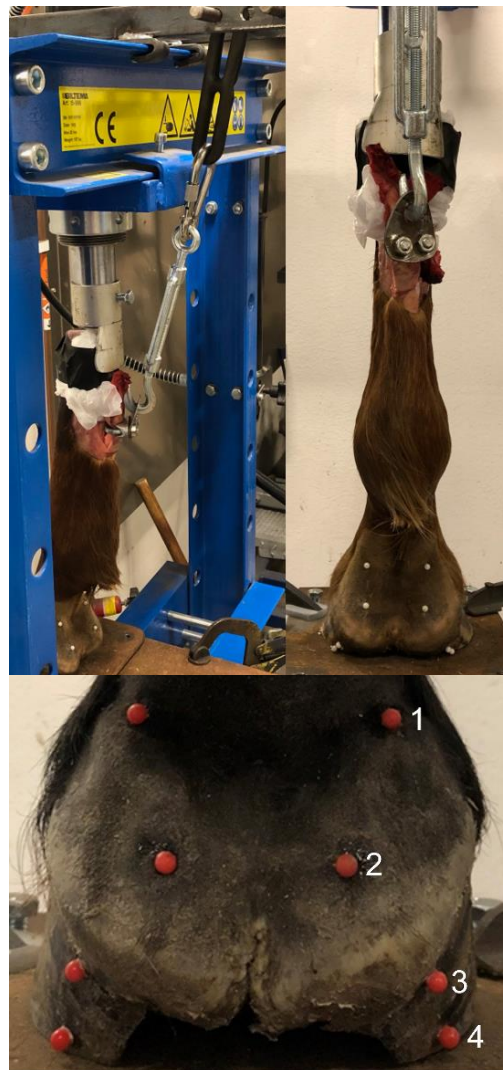
3. Material och metoder

Mätning gjordes på slaktmaterial i form av 15 framben och 1 bakben som var kapade i carpometacarpal- respektive tarsometatarsalleden. Ben 1-6 hade varit frysta drygt 1 månad innan studiens genomförande och lades fram i rumstemperatur för tining under eftermiddagen dagen innan pressning. Ben 7-16 kom från relativt nyslaktade slaktkroppar men hade frysts inför transport till SLU. De lades i kylrum för tining vid ankomst till SLU och förvarades i kylrum under försökets gång. De första av dessa ben pressades cirka en vecka efter placering i kylrum.

Förberedelse av benen gjordes enligt följande: samtliga hovar kratsades rena, verkades av en av Jordbruksverket godkänd hovslagare, och fick skor tillpassade av desamma. Det var totalt 2 godkända hovslagare som slumpmässigt turades om att verka hovarna och tillpassa hästkorna. Därefter mättes barfotahovens längd, bredd vid indifferent linjen, längd framför indifferent linjen och avståndet mellan mediala och laterala trakten, liksom tåvinkeln, mediala och laterala traktvinkeln och suldjupet vid strålspetsen samt i mediala och laterala strålfåran vid indifferent linjen och bak vid trakterna. Indifferent linjens position i förhållande till hovens längd beräknades också. Karleden klipptes, varefter knappnålshuvuden limmades fast både medialt och lateralt vid hovbroskens palperbara övre begränsning (punkt 1) och vid deras palperbara distala palmara/plantara begränsning (punkt 2). Även traktornets proximala begränsning, vid övergången till kronranden (punkt 3), och distala begränsning (punkt 4) markerades ut med knappnålshuvuden (figur 6 och 7). Djupa och ytliga böjsenan dissekerades fram vid den mest proximala delen av metacarpal-/metatarsalbenet, och en metallplatta försedd med ett hål spändes fast runt senorna med hjälp av en U-bult.

Avståndet mellan de laterala och mediala markeringarna för vardera anatomiska hållpunkt mättes med ett skjutmått på obelastat ben. Därefter placerades benet, på en metallplatta med fastsvetsat mothåll, i en hydraulisk press. Erfarenhetsmässigt har det setts att både hov- och kronbenens rörelse får ett annorlunda rörelsemönster om kadaverben belastas utan ”mothåll” av böjsenor. Djupa och ytliga böjsenan fästes därför till ett mothåll med styvt gummiband via en krok som krokades fast i den till böjsenorna fastskruvade metallplattan med hål i (figur 7). Detta för att minska risken för att senor och/eller ligament skulle gå sönder vid pressning av

benet samt för att i större omfattning få belastningen av hoven att efterlikna den på levande häst i det att få hov- och kronben att röra sig mer normalt inom hornkapseln. Vardera ben pressades sedan utan beslag till en belastning motsvarande 300 kg för att simulera belastningen av hoven hos en normalstor häst i skritt. Belastningen sjönk dock snabbt till cirka 200 kg vid varje pressningstillfälle varför mätningarna utfördes vid 200 kg belastning. Avståndet mellan de laterala och mediala markeringarna för motsvarande anatomisk struktur mättes därefter på nytt. För 11 av de 16 benen upprepades därefter samma mätning med sju olika typer av beslag; 1 – vanlig järnsko, 2 – vanlig sko med plastsula, 3 – vanlig sko med kort fasade traktarmar (fasning av traktarmarna fram till indifferent linjen) och 4 – långt fasade traktarmar (fasning av traktarmarna fram till första sömhålet), 5 – heartbarsko, och 6 – heartbarsko med kort och 7 – långt fasade traktarmar (figur 8). Samtliga beslag fästes med fyra söm placerade i sömhål nummer två och tre på in- respektive utsida.



Figur 7. Bild på hur benen placerades i pressen samt på knappnålshuvudenas placering. Knappnålshuvudena markerar de anatomiska hållpunkterna medialt och lateralt.

Att öka antalet skor från 6 till 7 och inkludera sko med plastsula tillkom efter att resultaten från de första två benen sammanställts. Eftersom att samtliga ben, efter avslutat försök, frystes om för att kunna återanvändas i undervisning och benen endast skulle vara tinade en gång inför försöket pressades de första två benen inte om med plastsula. Ett ben pressades ej med kort fasad vanlig sko då detta av misstag missades, och ett ben (det enda bakbenet) pressades ej med lång fas varken för vanlig sko eller heartbarsko då skorna tillpassade till bakhoven hade sidokappor och längden på fasningen därför begränsades till sidokappornas bakre begränsning. Utöver detta var det två ben för vilka pressningen delades upp på två ej på varandra följande dagar på grund av tidsbrist. Dagarna däremellan låg dessa ben utomhus i ett metallskåp i relativt varierande temperatur som sannolikt flertalet gånger översteg kylskåpstemperatur. När väl benen pressades med resterande beslag sågs påtagligt avvikande mätresultat jämfört med de mätvärden som uppmäts vid första mättillfället. Att dela upp mätningarna på två dagar antogs vara en stor felkälla varför dessa värden ej ansågs trovärdiga och utelämnades.



Figur 8. Bild på de olika beslagen. Från vänster till höger, uppifrån och ned: Vanlig sko, sko med plastsula, heartbar, långt fasad vanlig sko, kort fasad vanlig sko och långt fasad heartbar. Kort fasad heartbar saknas. Längst ned ses fasad vanlig sko rakt bakifrån för att bättre illustrera fasningens utformning. Samtliga hovar utom en (den enda bakhoven, ben 2) skoddes med beslag med enkel tåkappa. Bakhovens beslag hade sidokappor.

Mätvärdena fördes in i och bearbetades i Microsoft Excel. Differensen mellan avståndet för den mediala och laterala markören för vardera anatomisk hållpunkt för obelastat och belastat ben beräknades, barfota och för samtliga beslag. Differensen beräknades både i millimeter och i procent, varefter värdena plottades i boxplottar (figur 9). Den genomsnittliga kvantitativa differensen mellan avlastat och belastat ben beräknades för varje beslag i vardera punkt, liksom standardavvikelsen (SD), standard error of the mean (SEM) och antalet frihetsgrader (df). Den genomsnittliga procentuella differensen mellan avlastat och belastat ben i vardera anatomiska hållpunkt jämfördes först mellan barfota och beslagsalternativen med hjälp av ett enkelt t-test, med signifikansnivån $p < 0,05$. Därefter gjordes jämförelse mellan de beslag med mest åtskilda medelvärden på samma sätt.

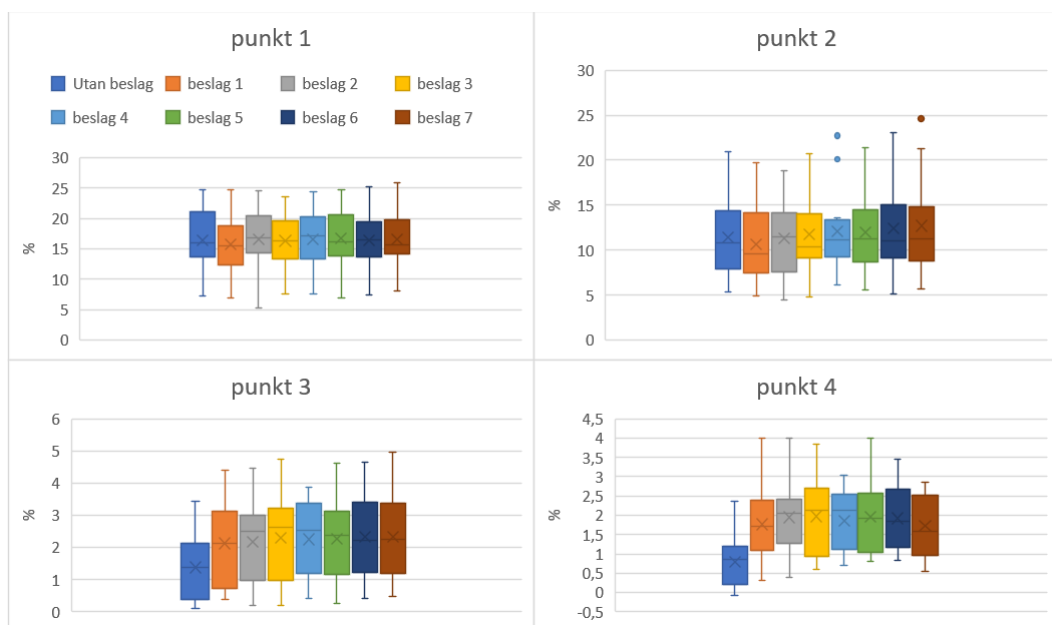
Då variationen i traktens breddning i respektive punkt skilde sig mer mellan olika ben avseende ett och samma beslag än mellan olika beslag på samma ben gjordes också parade t-test utgående från den kvantitativa differensen mellan avlastat och belastat ben, i syfte att jämföra skillnaden mellan mätvärdena för vardera beslag inom varje ben. Då parade t-test kräver lika många värden i vardera jämförda datatabell och vissa ben, som tidigare nämnts, inte pressades med alla beslag behövde vissa mätvärden exkluderas för att uppnå lika antal jämförda mätvärden. Vid varje jämförelse ströks därför mätvärdena från de ben som saknade data för något av de två jämförda beslagen (tabell 1 och 2).

Utöver att beräkna den genomsnittliga differensen i vardera punkt för samtliga beslag beräknades också differensen för densamma med gruppering av benen i traktrånga hovar (ben 3, 7, 10 och 15) och icke traktrånga hovar. Medelvärdena för de två grupperna jämfördes sedan även de, barfota och för vardera beslag, med ett enkelt t-test.

Kvoten mellan punkt 1 och 2 respektive punkt 3 och 4 beräknades också för vardera ben och beslag samt barfota. Detta gjordes för att kunna dra slutsatser om huruvida förhållandet mellan breddningen i de två punkterna för hovbrosken respektive de två punkterna för trakten varierar eller inte mellan barfota och beslag, mellan olika beslag och mellan traktrånga och icke traktrånga hovar. Medelvärdet för de båda kvoterna jämfördes mellan barfota och vardera beslag med ett enkelt t-test. Även för kvoterna delades benen sedan upp i traktrånga och icke traktrånga hovar, och de båda grupperna jämfördes med varandra.

4. Resultat

Fördelningen av den procentuella differensen för vardera anatomiska hållpunkt och beslag presenteras i boxplottar i figur 7, och i tabell 1 presenteras medelvärden, standardavvikelser och p-värden för parade t-test jämförande barfota med vardera beslag.



Figur 9. Procentuell breddning mellan respektive anatomiska hållpunkt barfota och för varje beslag. Beslag 1 – vanlig sko, beslag 2 – vanlig sko med plastsula, beslag 3 – vanlig sko med kort fas, beslag 4 – vanlig sko med lång fas, beslag 5 – heartbar, beslag 6 – heartbar med kort fas, beslag 7 – heartbar med lång fas.

Differensen i millimeter och procent samman med beräknade p-värden utifrån enkelt t-test för skillnad mellan barfota och beslag presenteras i bilaga 1. För punkt 1 och 2 sågs ingen signifikant skillnad i breddning varken mellan barfota och beslag eller mellan de olika typerna av beslag ($p > 0,05$), medan skillnaden mellan barfota och samtliga beslag i punkt 3 och punkt 4 var signifikant ($p < 0,05$). Genomsnittlig differens mellan barfota och respektive beslag, undersökt med parade t-test,

presenteras i tabell 1. Liksom med de enkla t-testen sågs en signifikant ökad breddning i punkterna 3 och 4 med samtliga beslag med parade t-test.

Tabell 1. Jämförelse av kvantitativ differens för barfota och beslag.

		Punkt 1						
		Vanlig sko	Plastsula	kort vanlig sko	fas lång vanlig sko	Heartbar	Kort heartbar	fas Lång heartbar
antal ben		16	14	14	14	16	14	13
\bar{x}	diff	8,88	9,21	9,30	9,42	9,43	9,30	9,31
beslag		$\pm 5,09$	$\pm 5,97$	$\pm 4,88$	$\pm 4,76$	$\pm 4,62$	$\pm 3,93$	$\pm 3,47$
\bar{x}	diff	9,29	9,35	9,22	9,07	9,29	8,78	8,73
barfota		$\pm 5,50$	$\pm 6,21$	$\pm 5,38$	$\pm 5,60$	$\pm 5,50$	$\pm 4,03$	$\pm 4,33$
p-värde		0,040	0,533	0,652	0,130	0,477	0,070	0,032

		Punkt 2						
\bar{x}	diff	4,81	5,06	5,28	5,45	5,38	5,52	5,66
beslag		$\pm 2,53$	$\pm 2,62$	$\pm 2,51$	$\pm 2,25$	$\pm 2,42$	$\pm 2,63$	$\pm 2,77$
\bar{x}	diff	5,22	5,22	5,31	5,13	5,22	4,99	4,97
barfota		$\pm 3,34$	$\pm 3,79$	$\pm 3,26$	$\pm 3,72$	$\pm 3,34$	$\pm 3,35$	$\pm 3,62$
p-värde		0,041	0,475	0,912	0,303	0,461	0,083	0,053

		Punkt 3						
\bar{x}	diff	1,65	1,64	1,76	1,76	1,73	1,78	1,79
beslag		$\pm 0,75$	$\pm 0,70$	$\pm 0,88$	$\pm 0,66$	$\pm 0,68$	$\pm 0,62$	$\pm 0,75$
\bar{x}	diff	1,05	1,06	1,06	1,04	1,04	0,99	1,0
barfota		$\pm 0,57$	$\pm 0,59$	$\pm 0,64$	$\pm 0,65$	$\pm 0,57$	$\pm 0,63$	$\pm 0,68$
p-värde		0,002	0,006	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

		Punkt 4						
\bar{x}	diff	1,55	1,72	1,75	1,71	1,73	1,71	1,58
beslag		$\pm 0,48$	$\pm 0,40$	$\pm 0,59$	$\pm 0,45$	$\pm 0,44$	$\pm 0,34$	$\pm 0,42$
\bar{x}	diff	0,68	0,69	0,72	0,69	0,68	0,66	0,66
barfota		$\pm 0,31$	$\pm 0,28$	$\pm 0,34$	$\pm 0,36$	$\pm 0,31$	$\pm 0,34$	$\pm 0,38$
p-värde		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Genomsnittlig kvantitativ differens (i millimeter) \pm SD, mellan avlastat och belastat ben, barfota och för samtliga beslag samt p-värden (2-tail) beräknade för jämförelse mellan barfota och beslag samman med antal ben medelvärdet baserats på. Då vissa ben inte pressades med alla beslag och parade t-test kräver lika många värden i vardera jämförda datatabell behövde vissa mätvärden exkluderas. Detta är orsaken till varför medelvärdena för de olika beslagen beräknats med olika antal ben, samt varför en viss variation kan ses i medelvärdet för barfota. P-värden $<0,05$ är fetmarkerade.

Genomsnittlig differens och p-värden för jämförelser av samtliga beslag med parade t-test presenteras i tabell 2. Här framkom flera statistiskt signifikanta skillnader mellan flera av beslagen i samtliga fyra punkter som ej sågs med enkelt t-test.

Tabell 2. Jämförelse av kvantitativ differens för varje beslag.

beslag (a):(b)	antal ben	Punkt 1			Punkt 2			Punkt 3			Punkt 4		
		\bar{x} (a)	diff (b)	p-val.	\bar{x} (a)	diff (b)	p-val.	\bar{x} (a)	diff (b)	p-val.	\bar{x} (a)	diff (b)	p-val.
1:2	14	9,05 ±5,57	9,21 ±5,97	0,345	4,92 ±2,77	5,06 ±2,62	0,367	1,59 ±0,83	1,64 ±0,70	0,471	1,50 ±0,51	1,72 ±0,40	0,033
1:3	14	8,74 ±4,78	9,30 ±4,88	0,003	4,85 ±2,23	5,82 ±2,51	0,022	1,57 ±0,79	1,76 ±0,88	0,041	1,52 ±0,52	1,75 ±0,59	0,022
1:4	14	8,74 ±4,81	9,42 ±4,76	<0,001	4,67 ±2,63	5,45 ±2,25	0,003	1,45 ±0,61	1,76 ±0,66	0,010	1,40 ±0,35	1,71 ±0,45	0,022
1:5	16	8,88 ±5,09	9,43 ±4,62	0,003	4,81 ±2,53	5,38 ±2,42	0,003	1,62 ±0,75	1,73 ±0,68	0,426	1,55 ±0,48	1,73 ±0,44	0,145
1:6	14	2,31 ±2,95	9,30 ±3,93	0,003	4,50 ±2,03	5,52 ±2,63	<0,001	1,49 ±0,71	1,78 ±0,62	0,040	1,45 ±0,48	1,71 ±0,34	0,152
1:7	13	8,37 ±3,14	9,31 ±3,47	<0,001	4,46 ±2,19	5,66 ±2,77	<0,001	1,37 ±0,55	1,79 ±0,75	0,012	1,34 ±0,31	1,58 ±0,42	0,131
2:3	12	9,08 ±6,04	9,49 ±5,39	0,039	5,08 ±2,66	5,45 ±2,61	0,038	1,61 ±0,79	1,73 ±0,94	0,162	1,73 ±0,57	1,75 ±0,45	0,847
2:4	12	8,96 ±6,17	9,56 ±5,29	0,006	4,82 ±2,81	5,60 ±2,36	0,006	1,47 ±0,57	1,73 ±0,64	0,003	1,60 ±0,31	1,69 ±0,37	0,357
2:5	14	9,21 ±5,97	9,50 ±5,13	0,026	5,06 ±2,62	5,51 ±2,57	0,006	1,64 ±0,70	1,76 ±0,71	0,263	1,72 ±0,40	1,76 ±0,41	0,728
2:6	12	8,61 ±4,23	9,43 ±4,50	0,002	4,77 ±2,45	5,64 ±2,87	<0,001	1,52 ±0,70	1,77 ±0,66	0,035	1,65 ±0,41	1,71 ±0,33	0,676
2:7	11	8,55 ±4,60	9,38 ±4,06	0,001	4,66 ±2,55	5,80 ±2,90	<0,001	1,37 ±0,49	1,79 ±0,77	0,002	1,52 ±0,26	1,59 ±0,38	0,583
3:4	13	9,30 ±5,29	9,53 ±4,96	0,029	5,23 ±2,67	5,59 ±2,15	0,026	1,64 ±0,73	1,76 ±0,71	0,061	1,67 ±0,53	1,72 ±0,49	0,492
3:5	14	9,30 ±4,88	9,35 ±4,45	0,736	5,28 ±2,51	5,42 ±2,36	0,367	1,76 ±0,78	1,76 ±0,88	0,986	1,75 ±0,59	1,73 ±0,51	0,865
3:6	13	8,98 ±3,70	9,39 ±4,13	0,055	5,15 ±2,42	5,65 ±2,60	0,004	1,70 ±0,90	1,78 ±0,68	0,463	1,70 ±0,59	1,72 ±0,36	0,862
3:7	12	8,95 ±4,02	9,39 ±3,69	0,003	5,07 ±2,57	5,83 ±2,62	<0,001	1,56 ±0,72	1,79 ±0,82	0,070	1,60 ±0,51	1,58 ±0,45	0,913
4:5	14	9,42 ±4,76	9,25 ±4,63	0,151	5,45 ±2,25	5,27 ±2,63	0,185	1,76 ±0,66	1,64 ±0,60	0,133	1,71 ±0,45	1,63 ±0,37	0,595
4:6	13	9,13 ±3,91	9,12 ±3,78	0,936	5,38 ±2,37	5,38 ±2,57	0,978	1,71 ±0,68	1,72 ±0,62	0,924	1,65 ±0,45	1,69 ±0,36	0,801
4:7	13	9,13 ±3,91	9,31 ±3,47	0,133	5,38 ±2,37	5,66 ±2,77	0,125	1,71 ±0,68	1,79 ±0,75	0,434	1,65 ±0,45	1,58 ±0,42	0,548
5:6	14	8,97 ±3,43	9,30 ±3,93	0,138	5,21 ±2,55	5,52 ±2,63	0,066	1,71 ±0,76	1,78 ±0,62	0,318	1,69 ±0,50	1,71 ±0,34	0,885
5:7	13	8,96 ±3,71	9,31 ±3,47	0,017	5,19 ±2,75	5,66 ±2,77	0,005	1,60 ±0,62	1,79 ±0,75	0,002	1,59 ±0,38	1,58 ±0,42	0,936
6:7	13	9,12 ±3,78	9,31 ±3,47	0,014	5,38 ±2,57	5,66 ±2,77	0,004	1,72 ±0,62	1,79 ±0,75	0,048	1,69 ±0,36	1,58 ±0,42	0,127

Genomsnittlig kvantitativ differens (i millimeter) ± SD, samt beräknat p-värde (2-tail) för vardera jämfört beslag (a) och (b), och antal ben som medelvärdena baserats på. P-värden <0,05 är fetmarkerade. Vilka beslag som jämförts är noterat i kolumnen längst till vänster. 1 – vanlig sko, 2 – sko med plastsula, 3 – kort fasad vanlig sko, 4 – långt fasad vanlig sko, 5 – heartbar, 6 – kort fasad heartbar, 7 – långt fasad heartbar.

Vid jämförelse mellan barfota och beslag sågs ingen signifikant skillnad varken för kvoten mellan punkt 1 och 2 eller för kvoten mellan punkt 3 och 4 ($p > 0,05$) (tabell 3). Dock sågs en signifikant skillnad mellan flera av de jämförda beslagen både för

kvoten mellan punkt 1 och punkt 2 och för kvoten mellan punkt 3 och punkt 4 (tabell 4).

Tabell 3. Jämförelse av kvoterna för barfota och beslag.

	Kvot punkt 1/punkt 2							
	Vanlig sko	Plastsula	kort fas vanlig sko	lång fas vanlig sko	Heartbar	Kort fas heartbar	Lång fas heartbar	
antal ben	16	14	14	14	16	14	13	
\bar{x} kvot	1,96	1,92	1,86	1,80	1,84	1,78	1,76	
beslag	$\pm 0,31$	$\pm 0,37$	$\pm 0,33$	$\pm 0,23$	$\pm 0,27$	$\pm 0,30$	$\pm 0,31$	
\bar{x} kvot	1,90	1,93	1,85	1,91	1,90	1,91	1,91	
barfota	$\pm 0,32$	$\pm 0,34$	0,32	$\pm 0,36$	$\pm 0,32$	$\pm 0,36$	$\pm 0,39$	
p-värde	0,406	0,957	0,848	0,264	0,400	0,124	0,121	
	Kvot punkt 3/punkt 4							
\bar{x} kvot	1,03	0,94	0,97	1,03	0,98	1,04	1,15	
beslag	$\pm 0,06$	$\pm 0,10$	$\pm 0,09$	$\pm 0,08$	$\pm 0,08$	$\pm 0,09$	$\pm 0,11$	
\bar{x} kvot	1,06	1,42	0,86	0,98	1,06	0,96	1,10	
barfota	$\pm 2,89$	$\pm 1,11$	$\pm 2,94$	$\pm 3,26$	$\pm 2,89$	$\pm 3,24$	$\pm 3,41$	
p-värde	0,937	0,099	0,817	0,927	0,861	0,873	0,931	

Genomsnittlig kvot punkt 1/punkt 2 och kvot punkt 3/punkt 4 barfota och för samtliga beslag samt p-värden (2-tail) för jämförelse mellan barfota och beslag. Kvoterna är baserade på den kvantitativa differensen mellan avlastat och belastat ben. Då vissa ben inte pressades med alla beslag och parade t-test kräver lika många värden i vardera jämförda datatabell behövde vissa mätvärden exkluderas, vilket gav en variation i antal ben som medelvärde baserades på samt en viss variation i medelvärdet för barfota.

Vid jämförelse av genomsnittlig kvot mellan punkt 1 och punkt 2 och mellan punkt 3 och punkt 4, för trakttrånga respektive icke trakttrånga hovar, sågs en statistiskt signifikant skillnad endast i kvoten mellan punkt 3 och punkt 4 med vanlig sko, sko med plastsula, kort fasad vanlig sko och långt fasad heartbar (tabell 5). P-värdet för barfota och långt fasad vanlig sko är relativt nära 0,05 (0,062 resp. 0,060) vilket antyder en möjlig skillnad även här, men att det hade krävts ett större antal hästben för att differensen skulle bli signifikant.

Vid jämförelse av den procentuella breddningen för trakttrånga och icke trakttrånga hovar barfota och för varje beslag sågs ingen statistiskt signifikant skillnad varken barfota eller för något av beslagen i punkt 1 eller punkt 2. I punkt 3 och punkt 4 sågs däremot en signifikant skillnad mellan de båda grupperna för några av beslagen (tabell 6).

Tabell 4. Jämförelse av kvoterna mellan varje beslag.

beslag (a):(b)	antal ben	Kvot punkt 1/punkt 2			Kvot punkt 3/punkt 4		
		\bar{x} kvot (a)	\bar{x} kvot (b)	p-val.	\bar{x} kvot (a)	\bar{x} kvot (b)	p-val.
1:2	14	1,95 ±0,33	1,92 ±0,37	0,665	1,03 ±0,07	0,94 ±0,10	0,175
1:3	14	1,89 ±0,28	1,86 ±0,33	0,656	1,01 ±0,07	0,97 ±0,09	0,593
1:4	14	1,99 ±0,35	1,80 ±0,23	0,031	1,02 ±0,07	1,03 ±0,08	0,887
1:5	16	1,96 ±0,31	1,84 ±0,27	0,088	1,03 ±0,06	0,98 ±0,08	0,592
1:6	14	1,97 ±0,36	1,78 ±0,30	0,028	1,01 ±0,07	1,04 ±0,09	0,701
1:7	13	2,01 ±0,37	1,76 ±0,31	0,004	1,01 ±0,07	1,14 ±0,10	0,171
2:3	12	1,89 ±0,42	1,83 ±0,31	0,235	0,90 ±0,11	0,96 ±0,11	0,066
2:4	12	1,96 ±0,42	1,80 ±0,27	0,491	0,91 ±0,11	1,01 ±0,10	0,044
2:5	14	1,92 ±0,37	1,81 ±0,25	0,025	0,94 ±0,10	0,96 ±0,09	0,689
2:6	12	1,93 ±0,44	1,77 ±0,33	0,003	0,91 ±0,11	1,03 ±0,11	0,021
2:7	11	1,96 ±0,47	1,72 ±0,29	0,002	0,90 ±0,12	1,12 ±0,12	0,002
3:4	13	1,89 ±0,35	1,77 ±0,24	0,050	0,96 ±0,10	1,01 ±0,09	0,272
3:5	14	1,86 ±0,33	1,81 ±0,30	0,226	0,97 ±0,09	0,99 ±0,09	0,798
3:6	13	1,86 ±0,35	1,76 ±0,31	0,036	0,97 ±0,10	1,03 ±0,10	0,215
3:7	12	1,89 ±0,38	1,71 ±0,32	0,002	0,95 ±0,10	1,13 ±0,11	0,012
4:5	14	1,80 ±0,23	1,86 ±0,31	0,194	1,03 ±0,08	0,99 ±0,09	0,562
4:6	13	1,78 ±0,25	1,80 ±0,32	0,750	1,03 ±0,09	1,02 ±0,09	0,859
4:7	13	1,78 ±0,25	1,76 ±0,31	0,641	1,03 ±0,09	1,14 ±0,10	0,006
5:6	14	1,83 ±0,31	1,78 ±0,30	0,284	0,99 ±0,09	1,04 ±0,09	0,260
5:7	13	1,84 ±0,33	1,76 ±0,31	0,010	0,98 ±0,10	1,14 ±0,10	0,045
6:7	13	1,80 ±0,32	1,76 ±0,31	0,381	1,02 ±0,09	1,14 ±0,10	0,007

Genomsnittliga kvoten mellan punkt 1 och punkt 2 samt mellan punkt 3 och punkt 4, samman med beräknat p-värde (2-tail) för vardera jämfört beslag (a) och (b) presenteras, samt antal ben som medelvärdena baserats på. P-värden <0,05 är fetmarkerade. Vilka beslag som jämförs är noterat i kolumnen längst till vänster. 1 – vanlig sko, 2 – sko med platsula, 3 – kort fasad vanlig sko, 4 – långt fasad vanlig sko, 5 – heartbar, 6 – kort fasad heartbar, 7 – långt fasad heartbar.

Tabell 5. Kvoter för trakttrånga versus icke trakttrånga hovar, barfota och för beslag.

		Kvot punkt 1/punkt 2								
		Barfota	Vanlig sko	Plast-sula	kort fas vanlig sko	lång fas vanlig sko	heartbar	Kort fas heartbar	Lång fas heartbar	
\bar{x}	kvot	1,68	1,68	1,74	1,66	1,55	1,58	1,52	1,47	
trakttrång		±0,55	±0,44	±0,45	±0,52	±0,49	±0,41	±0,36	±0,36	
\bar{x}	kvot	1,98	2,05	2,00	1,92	1,87	1,93	1,86	1,85	
övriga		±0,57	±0,58	±0,67	±0,59	±0,48	±0,54	±0,58	±0,59	
p-värde		0,351	0,195	0,337	0,476	0,378	0,186	0,246	0,213	
		Kvot punkt 3/punkt 4								
\bar{x}	kvot	2,07	1,28	1,18	1,21	1,26	1,11	1,23	1,33	
trakttrång		±0,92	±0,21	±0,07	±0,04	±0,13	±0,22	±0,13	±0,08	
\bar{x}	kvot	0,72	0,94	0,84	0,91	0,96	0,94	0,99	1,08	
övriga		±1,79	±0,21	±0,33	±0,31	±0,29	±0,30	±0,32	±0,35	
p-värde		0,062	0,049	0,002	0,007	0,060	0,220	0,083	0,032	

Kvot mellan punkt 1 och punkt 2 samt mellan punkt 3 och punkt 4 baserat på kvantitativ differens, för trakttrånga respektive icke trakttrånga hovar, och jämförelse mellan de två grupperna, barfota och för varje beslag, med enkelt t-test. P-värden (2-tailed) <0,05 är fetmarkerade.

Tabell 6. Procentuell breddning trakttrånga versus icke trakttrånga hovar.

		Barfota	Vanlig sko	Plast-sula	kort fas vanlig sko	lång fas vanlig sko	heartbar	kort fas heartbar	Lång fas heartbar
Punkt 1	\bar{x} breddn.	17,97	18,04	17,68	16,20	16,94	18,16	16,97	17,39
	trakttrång	$\pm 6,98$	$\pm 6,85$	$\pm 6,79$	$\pm 6,91$	$\pm 7,23$	$\pm 6,98$	$\pm 7,63$	$\pm 7,71$
	\bar{x} breddn.	15,88	14,98	16,12	16,33	16,41	16,24	16,25	16,23
	övriga	$\pm 4,10$	$\pm 4,10$	$\pm 4,61$	$\pm 4,20$	$\pm 4,32$	$\pm 4,06$	$\pm 4,06$	$\pm 4,00$
	p-värde	0,591	0,437	0,677	0,977	0,920	0,620	0,885	0,819
Punkt 2	\bar{x} breddn.	15,56	15,51	14,74	16,23	17,77	16,73	17,96	19,06
	trakttrång	$\pm 4,22$	$\pm 4,14$	$\pm 4,18$	$\pm 6,43$	$\pm 6,45$	$\pm 5,09$	$\pm 6,72$	$\pm 6,96$
	\bar{x} breddn.	10,05	9,08	9,99	10,52	10,50	10,34	10,89	10,81
	övriga	$\pm 3,43$	$\pm 3,01$	$\pm 3,45$	$\pm 2,94$	$\pm 2,60$	$\pm 2,95$	$\pm 3,43$	$\pm 3,20$
	p-värde	0,080	0,053	0,108	0,263	0,190	0,087	0,210	0,176
Punkt 3	\bar{x} breddn.	2,63	3,21	2,95	3,29	3,38	3,08	3,61	3,81
	trakttrång	$\pm 0,84$	$\pm 0,25$	$\pm 0,25$	$\pm 0,88$	$\pm 0,50$	$\pm 0,96$	$\pm 0,91$	$\pm 1,04$
	\bar{x} breddn.	0,97	1,76	1,85	2,03	1,95	1,99	1,98	1,88
	övriga	$\pm 0,76$	$\pm 1,24$	$\pm 1,34$	$\pm 1,39$	$\pm 1,12$	$\pm 1,27$	$\pm 1,12$	$\pm 1,13$
	p-värde	0,029	0,001	0,003	0,131	0,038	0,111	0,091	0,085
Punkt 4	\bar{x} breddn.	1,28	2,25	2,21	2,33	2,31	2,44	2,52	2,45
	trakttrång	$\pm 0,73$	$\pm 0,36$	$\pm 0,18$	$\pm 0,50$	$\pm 0,31$	$\pm 0,54$	$\pm 0,46$	$\pm 0,44$
	\bar{x} breddn.	0,63	1,60	1,84	1,88	1,73	1,82	1,76	1,53
	övriga	$\pm 0,67$	$\pm 0,93$	$\pm 0,82$	$\pm 0,98$	$\pm 0,72$	$\pm 0,93$	$\pm 0,68$	$\pm 0,75$
	p-värde	0,174	0,038	0,028	0,261	0,085	0,105	0,103	0,069

Genomsnittlig procentuell breddning för trakttrånga respektive icke trakttrånga hovar (i tabellen refererade till som "övriga"), barfota och med samtliga beslag, samt beräknade p-värden (2-tail) med enkelt t-test för jämförelse av de båda.

5. Diskussion

Studiens syfte var att undersöka om och i så fall hur olika typer av beslag inverkar på hovbroskens och traktens rörelse i sidled, och om detta varierar mellan traktrånga hovar och icke traktrånga hovar. Hypotesen gällande traktens breddning var att denna skulle minska med beslag jämfört med barfota, och att minskningen skulle variera mellan de olika beslagen. Hypoteser gällande hovbroskens breddning sattes inte upp. Då trakt rörelsen under belastning generellt visade sig öka på skodda hovar fick vår hypotes förkastas.

5.1 Hovbroskens rörelse i sidled

Resultaten visade att en vanlig järnsko gav en signifikant minskad breddning i både punkt 1 och punkt 2 jämfört med barfota. Hovar skodda med långt fasad heartbar fick däremot en signifikant ökad breddning i punkt 1 jämfört med barfota. Vid jämförelse av breddningen i punkt 1 och punkt 2 mellan de olika beslagen sågs också signifikanta skillnader, implicerande att hovens breddning påverkas av och varierar mellan olika beslag, med en större breddning med än utan bar och en större breddning med än utan fas. Baren verkar dock ha mindre betydelse än fasningen, då skillnaden i hovbroskens breddning var mindre mellan fasad vanlig sko och fasad heartbar med samma längd på fasningen än vad den var för samma modell av sko men med olika längd på fasningen. Det är dock oklart hur väl studiens mätmetod, med på huden fastlimmade markörer, för hovbroskrörelsen överensstämmer med hovbroskens faktiska rörelse. Detta då det finns en sannolikhet att deras förflyttning vid belastning av benet inte överensstämmer med hovbroskens faktiska förflyttning. Det är därför viktigt att i framtida *in vitro*-studier även inkludera slakthovar där huden avlägsnats lokalt så att det går att jämföra hudens inverkan på resultaten.

5.2 Traktens rörelse i sidled

Samtliga beslag hade på alla ben en positiv inverkan på breddningen av både den proximala och den distala delen av trakten jämfört med breddningen som sågs vid

pressning av oskodda ben. Detta är något som skiljer sig från bland annat studien gjord av Brunsting *et al.* (2019), som kom fram till att vanlig metallsko hade en negativ inverkan på traktens breddning. Skillnaden mellan vår studie och deras är dock stor; vår studie utfördes på hästben från slaktmaterial som belastades i en press och med en metallplatta som underlag, till skillnad från deras studie som utfördes på hästar i rörelse på löpband med gummiunderlag. En annan skillnad är att Brunsting *et al.* endast mätte traktrörelsen i en punkt på trakten, medan vi mätte på fyra nivåer. Våra resultat visade att traktrörelsen proximalt och distalt påverkas olika av olika beslag, vilket sågs som en förändrad kvot mellan de proximala och distala punkterna på trakten.

Då avståndet mellan den laterala och mediala trakten på levande häst ofta mäts med hjälp av potentiometrar som har en tunn tråd/vajer som löper över trakten måste man, som potentiell felkälla, ta hänsyn till att en rörelse i vertikalplan kan påverka resultatet för måttet på traktens breddning. Roepstorff *et al.* (2001) såg en signifikant skillnad i rörelse i den proximala och distala delen av trakten mellan barfotahov och hov med lyft bärrand (motsvarande vanlig sko), vilket överensstämmer med våra resultat. Dock skiljer sig både värdena för proximala-distala traktens rörelse liksom resultaten för traktens breddning mellan våra studier. Roepstorff *et al.* (2001) kom fram till att traktens breddning minskade om hovens bärrand lyftes så att strålens och sulans avstånd till underlaget ökade. En förklaring till skillnaderna i resultat kan kanske finnas i studiernas design. Roepstorff *et al.* (2001) gjorde upprepade mätningar på samma ben med samma ”beslag” vilket inte gjordes i denna studie. De utförde dessutom sina mätningar med hjälp av en potentiometer som fästes halvvägs ner mellan kronrand och bärrand vilket eventuellt kan tänkas vara mer objektivt än att mäta för hand med skjutmått. De nämnda faktorerna kan bidra till en högre repeterbarhet för deras mätresultat jämfört med våra. Dock var böjsenorna inte uppfästa i deras studie, vilket är något som skulle kunna ha stor betydelse för resultaten och därmed talar i vår studies favör då de distala skelettdelarnas rörelse vid belastning påverkas av böjsenornas stöd. De använde också en automatiserad press som inte alltid tryckte med exakt samma belastning varje gång.

Utöver en större breddning av trakten med än utan beslag sågs också skillnader i traktens breddning mellan några av beslagen. För samtliga jämförelser mellan plant och fasat beslag sågs en större breddning av trakten både proximalt och distalt med det fasade beslaget. Skillnaderna var inte statistiskt signifikanta i varje jämförd parameter, men då utfallet var så genomslående är det sannolikt att det kan finnas en signifikant skillnad även om den inte framgår av denna studies resultat. Detta talar för att användandet av fasade beslag, som under flera hundra år använts till takttränga hästar, kan bidra till en ökad breddning av trakten.

Utifrån detta kan det antas att traktens breddning sannolikt påverkas av och varierar mellan olika beslag, men mer uttalat i den proximala delen av trakten än i den distala. Fasade beslag ökade traktens rörelse signifikant mer än plana beslag, och långt fasad vanlig sko verkar öka breddningen i den distala delen av trakten mest, medan långt fasad heartbar verkar ha störst effekt på breddningen i den proximala delen av trakten. Längden på fasningen verkar också ha betydelse, men skiljer sig eventuellt mellan fasad vanlig sko och fasad heartbar. Det kan dock inte uteslutas att den, av praktiska skäl kopplade till skotillverkning, standardiserade ordningen på beslagen som benen i vår studie pressades i kan ha påverkat resultatets utfall.

5.3 Kvot övre och nedre hovbrosk begränsningen

Då vi ville se hur mätpunkterna 1 och 2 rörde sig i förhållande till varandra beräknades kvoten mellan det genomsnittliga kvantitativa värdet för de två punkterna, och jämfördes sedan mellan barfota och beslag samt mellan vardera beslag. Ingen statistiskt signifikant skillnad mellan barfota och beslag kunde ses, men däremot sågs statistiskt signifikant skillnad mellan flera av beslagen. I stort kan resultaten tolkas som att fasade beslag ökade breddningen vid punkt 2 mer än vad plana beslag gjorde. Även skons bar/spång och fasningens längd verkar kunna ha betydelse för hur breddningen i punkt 1 och punkt 2 förhåller sig till varandra. Detta baserat på den signifikant minskade kvoten för långt fasad vanlig sko jämfört med kort fasad vanlig dito, liksom den signifikant minskade kvoten för kort fasad heartbar jämfört med kort fasad vanlig sko. En minskad kvot sågs även för långt fasad heartbar jämfört med både kort fasad heartbar och långt fasad sko, men skillnaderna för dessa var inte signifikanta.

5.4 Kvot proximala och distala delen av trakten

Liksom för punkterna 1 och 2 var skillnaden mellan kvoten för punkterna 3 och 4 för skodda hovar (oavsett sko) jämfört med barfota inte signifikant. Skillnader kunde dock ses, implicerande en ökad kvot med samtliga fasade beslag och en minskad kvot med samtliga plana beslag. Detta innebär att även om en ökad breddning kunde ses i både den proximala och den distala delen av traktväggen för samtliga beslag jämfört med barfota, så var ökningen förhållandevis större proximalt än distalt för fasade beslag än för barfota och icke fasade beslag. Vid jämförelse mellan de olika beslagen kunde det ses en signifikant skillnad med större ökning av kvoten för långt fasade beslag jämfört med kort fasade beslag och likaså för fasad heartbar jämfört med fasad vanlig sko.

5.5 Skillnad mellan trakttrånga och icke trakttrånga hov

Hur trakttrånga hovar skiljer sig från icke trakttrånga hovar undersöktes genom att jämföra de båda gruppernas både procentuella breddning i alla fyra punkter, samt kvoterna mellan hovbroskens och traktväggens vardera två punkter, både barfota och med samtliga beslag. Skillnaden i procentuell breddning påverkades inte signifikant av hovformen men följde ett tydligt mönster som visade på en större breddning för trakttrånga hovar än för icke trakttrånga hovar, i samtliga fyra punkter. Detta var något förvånande då det, med tanke hur väggens hornör träffar markplanet, hade varit mer logiskt om den procentuella breddningen vid punkt 4 varit mindre hos trakttrånga hovar.

Även kvoterna mellan punkt 1 och 2 respektive punkt 3 och 4 implicerade skillnader mellan trakttrånga och icke trakttrånga hovar, med en genomgående, om än inte signifikant, mindre kvot mellan punkt 1 och 2 för trakttrånga hovar än för icke trakttrånga hovar. För kvoten mellan punkt 3 och 4 sågs det omvända; kvoten var genomgående större för trakttrånga hovar än för icke trakttrånga hovar, med en signifikant skillnad mellan de båda för vanlig sko, sko med plasticsula, kort fasad vanlig sko och långt fasad heartbar. Gruppen trakttrånga hovar var mycket liten varför det inte går att dra några säkra slutsatser av resultaten.

Jämförelse av traktväggens breddning hos trakttrånga och icke trakttrånga hovar har inte kunnat hittas i litteraturen. Detta gör ändå våra resultat extra intressanta och ämnet bör utvärderas vidare i framtida studier.

Jämförelse av traktväggens breddning hos trakttrånga och icke trakttrånga hovar har inte kunnat hittas i litteraturen. Detta gör våra resultat extra intressanta och ämnet bör utvärderas vidare i framtida studier.

5.6 Felkällor

Några potentiella felkällor har redan lyfts i diskussionen, men fler felkällor bör tas hänsyn till vid tolkning av denna studies resultat. Exempelvis hade samtliga ben varit frysta innan pressning, och ben nummer 7-16 hade också legat i kylrum i 1-3 veckor vid pressningstillfällena, beroende på när i ordningen de pressades. Detta påverkade bland annat benens hydreringsgrad. Hur mycket hydreringsgraden påverkar traktrörelsen vid dylika studier är ej studerat.

En annan relevant felkälla är, som sagt, ordningen som de olika beslagen effekt studerades. Av praktiska skäl, huvudsakligen med avseende på tids- och materialåtgång, var ordningen på beslagen i stort sett densamma för samtliga ben: vanlig

sko, sko med plastsula, kort fasad vanlig sko, långt fasad vanlig sko, plan heartbar, kort fasad heartbar och slutligen långt fasad heartbar. Dessutom gjordes ingen kontrollmätning för avståndet mellan mediala och laterala markeringen för vardera mätpunkt på avlastat ben mellan pressningarna av varje ben med nytt beslag. Detta försvårade ytterligare bedömningen av vad för inverkan beslagens ordning hade på resultatet, liksom betydelsen av föregående pressningars inverkan på mätresultaten för nästföljande pressning med nytt beslag. Båda dessa faktorer skulle kunna vara möjliga felkällor till varför en ökad breddning sågs vid fasade traktarmar. Då hovarna pressades med plana beslag innan fasade kan de ha blivit pressade till plastisk formändring som resulterat i en ökad breddning vid pressning med fasat beslag då vävnadens mothåll möjligen inte varit densamma som vid de först pressade beslagen. Detta bör tas hänsyn till vid framtida liknande *in vitro*-studier. För att kompensera för dessa potentiella felkällor hade det varit lämpligt att randomisera ordningen på beslagen för varje ben, men också att mäta avståndet mellan den laterala och mediala markeringen för vardera anatomiska hållpunkt på avlastat ben på nytt efter varje pressning. Det nya mätvärdet för avlastat ben hade sedan fått vara det värde som det nya mätvärdet för pressat ben med efterföljande beslag hade fått sättas i förhållande till.

Underlaget som hovarna pressades på är också det en möjlig felkälla. Metallplattan som användes som underlag hade en något skrovlig yta, vilket kan ha inverkat negativt på hovens breddning vid belastning barfota, medan underlaget för den skodda hoven utgörs av en skos eller en plastsulas yta som är slätare, vilket skulle kunna resultera i mindre friktion mot bärranden. Detta skulle hypotetiskt sett kunna påverka traktens och hovbroskens breddning i sidled barfota på ett sätt som inte överensstämmer med dess breddning på ett mer eftergivligt underlag, så som grus. Att jämföra resultaten i denna studien med en liknande studie utförd på för hästar mer vanligt förekommande underlag hade därför varit ett möjligt sätt att lättare kunna utvärdera underlagets inverkan på resultatet. Valet av underlag begränsar vår studies resultat till att gälla endast för just metallplatta, vilket är ett sällsynt underlag för hästar att röra sig på och därför begränsar studiens relevans. Hur hovens breddning skiljer sig åt mellan hovar hos döda och levande hästar och hur den påverkas av olika typer av underlag har inte utvärderats. Detta är en betydande svaghet för studien då underlaget i sig, beroende på dess styvhet och hur väl det understödjer stråle och sula, bör kunna ha stor inverkan på hovens interaktion med underlaget och således också på hur hoven påverkas i form av elastisk formändring under belastning.

En annan faktor att ta hänsyn till är att hästbenen var kapade i carpus/tarsus, vilket gör att böj- och sträcksenors muskelbukar är avlägsnade och senornas naturliga upphängning således saknas. Böjsenorna fästes i denna studie upp i ett elastiskt mothåll, vilket inte verkar vara fallet i tidigare publicerade *in vitro*-studier. Hur väl

uppfästningsanordningen efterliknar det naturliga mothållet från muskelbukarna är oklart. Slutsatser om hur väl mätresultat från hästben kapade i carpus/tarsus och utsatta för belastning i en press överensstämmer med samma beslags inverkan på hovens och hovbroskens breddning *in vivo* kan inte dras utifrån våra resultat. Det är med andra ord fullt möjligt att mätningar på levande hästar skulle ge helt andra mätresultat.

Skons tillpassning till hoven och dess kontakt med bärranden lär också kunna ha betydelse för beslagets inverkan på hovens rörelse. Samtliga skor tillpassades genom kallskoning och det är då svårt att få till en helt optimal kontakt mellan sko och bärrand. Att uppnå bra kontakt visade sig vara svårast för fasade beslag. En bristande kontakt mellan hovens bärrand och skon kan således ha påverkat resultatet, och bör tas i beaktande vid utformning av nya studier. En idé är att istället använda sig av varmskoning. Dock skulle varmskoning kunna orsaka problemet att optimering av tillpassning för nästföljande beslag blir svårt då hovväggens bärrand formats efter tidigare pressat beslag. Bränning av samma hov sju gånger skulle dessutom, utöver att mängden horn minskar vid varje bränning, påverka hornets hydreringsgrad ytterligare vilket, som tidigare nämnts, även det eventuellt kan påverka mätresultatet.

Att mäta med skjutmått ger ett mått med noggrannhet på ner till två hundradelars millimeter, men mätmetoden i sig kan innehålla andra felkällor. Både val av nålhuvudens position för vardera hästben, liksom själva mätningen, gjordes manuellt och kan därför ha påverkat resultaten något. Dessa variationer, om än potentiellt små, skulle kunna ha en relativt stor inverkan på mätresultatet då skillnaderna i position för markörerna mellan obelastat och belastat ben i många fall var små och utrymmet för felmarginaler då blir litet. Framförallt gäller detta nålhuvudena som markerade punkterna 1 och 2. Dessa var fastlimmade på huden, och kunde därmed lätt förskjutas några hundradels till tiondels millimeter i sidled bara av att skjutmättet lades an med ett litet tryck.

5.7 Slutsats

Trots studiens brister är resultatet intressant just för att det skiljer sig från antagandet att skoning har en hämmande effekt på traktens breddning. Vår studies resultat indikerar att skons inverkan på breddningen av hovens trakt och hovbrosk inte nödvändigtvis måste vara hämmande trots att tidigare studiers resultat pekat i den riktningen. Hur hovens mekaniska egenskaper påverkas av olika beslag är ett relevant och aktuellt ämne som fortsatt bör studeras vidare med bättre, mer kvalitetssäkrade metoder för fortsatt kunskapsutveckling. Att mäta avståndet mellan utmarkerade anatomiska hållpunkter med hjälp av skjutmått är en billig metod, om

än något tidskrävande, som potentiellt skulle kunna vara användbar för framtida försök att ta fram en mer teknisk och effektiv mätmetod applicerbar på levande hästar i arbete. Hur variationer i hovens utformning skulle kunna påverka resultatet är också av stort intresse, varför en större vikt på detta bör läggas vid framtida studier.

En stor andel av de hästar som idag används inom hästsporten är skodda. Många av dessa fungerar väl med beslag och utvecklar varken hälta eller sjuklig hovform. Detta indikerar att skoning i sig inte nödvändigtvis behöver vara negativt för hästen. Många ryttare upplever att skoning ger en positiv effekt på hästens balans och rörelse kvalitet, vilket är något som bör ha i åtanke. Även om hästen inte är evolutionärt anpassad för att bära skor är den inte heller evolutionärt anpassad för den typ av användning som idag är vanlig för tamhästar. Trots att det mest naturliga för både hästar och människor är att vara barfota är det därför sannolikt inte alltid det bästa alternativet för individer aktiva inom hästsporten.

Referenser

- Behrens, H. (1894). *Englischer Hufbeschlag*. 2nd ed. Berlin: Verlag von Paul Parey.
- Bertram, J.E. & Gosline, J.M. (1987). Functional design of horse hoof keratin: the modulation of mechanical properties through hydration effects. *Journal of Experimental Biology*, 130, 121–136
- Brunsting, J., Dumoulin, M., Oosterlinck, M., Haspeslagh, M., Lefère, L. & Pille, F. (2019). Can the hoof be shod without limiting the heel movement? A comparative study between barefoot, shoeing with conventional shoes and a split-toe shoe. *Veterinary Journal*, 246, 7–11. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.01.012>
- Buchner, H.H.F., Savelberg, H.H.C.M., Schamhardt, H.C., Merkens, H.W. & Barneveld, A. (1994). Kinematics of treadmill versus overground locomotion in horses. *Veterinary Quarterly*, 16 (sup2), 87–90. <https://doi.org/10.1080/01652176.1994.9694509>
- Butler, P. (2019). *The Heart Bar Shoe*. Butler Professional Farrier School. <http://butlerprofessionalfarrierschool.com/archives/1982>
- Clark, B. (1809). *A Series of Original Experiments on the Foot of the Living Horse, Exhibiting the Changes Produced by Shoeing, and the Causes of the Apparent Mystery of this Art*. London: Sherwood, Neely, and Jones, Paternoster Row.
- Clark, J. (1995). *The Medieval Horse and its Equipment*. London: HMSO. (Medieval Finds from Excavations in London; 5). [2022-12-09]
- Colles, C.M. (1989). A technique for assessing hoof function in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 21 (1), 17–22. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1989.tb02083.x>
- Davies, H.M.S., Merritt, J.S. & Thomason, J.J. (2007a). Biomechanics of the Equine Foot. In: Floyd, A.E. & Mansmann, R.A. (eds.) *Equine Podiatry*. 42–56. <https://doi.org/10.1016/B978-072160383-4.50007-4>
- Davies, H.M.S., Philip, C.J. & Merritt, J.S. (2007b). Functional Anatomy of the Equine Digit: Determining Function from Structure. In: Floyd, A.E. & Mansmann, R.A. (eds.) *Equine Podiatry*. 25–41. <https://doi.org/10.1016/B978-072160383-4.50006-2>
- Douglas, J.E., Biddick, T.L., Thomason, J.J. & Jofriet, J.C. (1998). Stress/strain behaviour of the equine laminae junction. *Journal of Experimental Biology*, 201 (15), 2287–2297. <https://doi.org/10.1242/jeb.201.15.2287>
- Fleming, G. (1869). *Horse-shoes and Horse-shoeing: Their Origin, History, Uses, and Abuses*. London: Chapman and Hall. <https://archive.org/details/horseshoes00flem/page/n11/mode/2up>

- Goodman, A.M. & Haggis, L. (2008). Regional variation in the flexural properties of the equine hoof wall. *Comparative Exercise Physiology*, 5 (3–4), 161. <https://doi.org/10.1017/S1478061509356157>
- Hinterhofer, C., Weißbacher, N., Buchner, H.H.F., Peham, C. & Stanek, C. (2006). Motion analysis of hoof wall, sole and frog under cyclic load in vitro: Deformation of the equine hoof shod with regular horse shoe, straight bar shoe and bare hoof. *Pferdeheilkunde*, 22 (3), 314–319. <https://doi.org/10.21836/PEM20060311>
- Hunt, R.J. (2012). Farriery for the hoof with low or underrun heels. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 28 (2), 351–364. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2012.06.002>
- Johnston, C. & Back, W. (2006). Hoof ground interaction: When biomechanical stimuli challenge the tissues of the distal limb. *Equine Veterinary Journal*, 38 (7), 634–641. <https://doi.org/10.2746/042516406X158341>
- Möller, H. (1880). *Die Hufkrankheiten des Pferdes, ihre Erkennung, Heilung und Verhütung*. Berlin: Wiegandt, Hempel & Parey. https://books.google.se/books?hl=en&lr=&id=3QVVAAAAYAAJ&oi=fnd&pg=PA1&ots=xfy9XoKxPH&sig=rrczUhjZm5AnKg5yWeWfdnoI6ww&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Pollitt, C.C. (2007). Chapter 6 - Microscopic Anatomy and Physiology of the Hoof. In: Floyd, A.E. & Mansmann, R.A. (eds.) *Equine Podiatry*. Saint Louis: W.B. Saunders. 90–101. <https://doi.org/10.1016/B978-072160383-4.50010-4>
- Roepstorff, L., Johnston, C. & Drevemo, S. (2001). In vivo and in vitro heel expansion in relation to shoeing and frog pressure. *Equine Veterinary Journal*, 33 (S33), 54–57. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2001.tb05359.x>
- Rooney, J.R. (2007). Functional Anatomy of the Foot. In: Floyd, A.E. & Mansmann, R.A. (eds.) *Equine Podiatry*. 57–73. <https://doi.org/10.1016/B978-072160383-4.50008-6>
- Sampaio, B.F.B., Zúccari, C.E.S.N., Shiroma, M.Y.M., Bertozzo, B.R., Leonel, E.C.R., Surjus, R. da S., Gomes, M.M.M. & Costa e Silva, E.V. da (2013). Biometric hoof evaluation of athletic horses of show jumping, barrel, long rope and polo modalities. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14 (3), 448–459. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402013000300017>
- Senderska-Płonowska, M., Zielińska, P., Żak, A. & Stefaniak, T. (2020). Do metal shoes contract heels? - A retrospective study on 114 horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 95. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103293>
- Thomason, J.J. (1998). Variation in surface strain on the equine hoof wall at the midstep with shoeing, gait, substrate, direction of travel, and hoof shape. *Equine Veterinary Journal*, 30 (S26), 86–95. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1998.tb05126.x>
- Wilson, A. & Weller, R. (2011). Chapter 26 - The Biomechanics of the Equine Limb and Its Effect on Lameness. In: Ross, M.W. & Dyson, S.J. (eds.) *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, 2nd ed. Saint Louis: W.B. Saunders. 270–281. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6069-7.00026-2>

Populärvetenskaplig sammanfattning

Hästens hov är en väldigt speciell och fascinerande struktur som utformats över flera miljoner år till att kunna hantera de mycket stora krafter som uppstår när hästen med sin stora tyngd färdas i höga hastigheter eller hoppar. Hästen är helt beroende av att dess hovar fungerar som de ska, vilket lett till uttrycket ”ingen hov, ingen häst”. Trots detta är hovar något som inte alla hästpraktiserande veterinärer befattar sig med något större djup. Mycket av det som har med hovar att göra lämnas till hovslagaren att ta hand om. Dyligt agerande kan bli ett problem då hovslagare saknar medicinsk utbildning och därför kan missa viktiga kliniska tecken på problem som hovarna kan drabbas av. Ett annat problem är att den tillgängliga kunskapen inom många områden som berör hovar och hovvård fortfarande är ganska bristfällig.

Man vet att en av hovens viktiga funktioner är att fördela belastningsutbytet mellan häst och mark över tid när hoven träffar underlaget. Detta kan man på ett förenklat sätt säga att den delvis gör genom att bredda sin bakre del i sidled under tiden hoven utsätts för belastning, det vill säga under stegets belastningsfas, för att sen dra ihop sig igen när hoven lämnar marken. För alla föremål gäller att när det träffar ett hårt underlag med en viss hastighet utsätts föremålet för en viss kraft, eller belastning, från underlaget som hindrar föremålet från att fortsätta färdas med samma hastighet i samma riktning. Hur föremålet påverkas av denna kraft beror mycket på hur elastiskt/eftergivligt både föremål och underlag är. Ett exempel på ett elastiskt föremål är en studsboll. När en studsboll träffar ett hårt underlag kommer den att tryckas ihop och plattas ut, för att sen dra ihop sig igen, vilket gör att studsbollen skjuts upp från underlaget. I och med att det tar en viss tid för studsbollen att tryckas ihop och plattas ut när den träffar underlaget för att sen dras ihop och skjutas upp från underlaget igen så fördelas den totala belastningen som studsbollen utsätts för när den träffar underlaget över en viss tid, vilket gör att belastningen fördelas över tid och toppbelastningen blir lägre, vilket i sin tur gör att studsbollen och förhoppningsvis inte heller underlaget går sönder. Jämför detta med en porslinsfigur. Porslin är ett mycket oelastiskt material, vilket innebär att det inte kan ändra form. När porslinet träffar ett hårt underlag i en viss hastighet kan därför belastningen som porslinet utsätts för inte fördelas över tid, vilket gör att toppbelastningen blir högre än vad porslinet kan hantera, resulterande i att porslinsfiguren går sönder. Hovens förmåga till att bredda sin bakre del är viktig funktion

som gör att hoven får elastiska egenskaper, och därmed kan hantera belastning mer som en studsboll än som en porslinsfigur. Genom att fördela belastningen över tid minskar toppbelastningen, eller den maximala belastningen, på hästens ben och därmed minskar också risken för skador på stödjeapparaten och då framförallt leder och senor.

Att hästskor påverkar hovens mekanik negativt genom att begränsa dess förmåga till att bredda sin bakre del under belastning finns det flera studier som pekar på. Studier har dock alltid svagheter och allt som framkommer av en studies resultat behöver inte nödvändigtvis vara sant. Likaså behöver något inte nödvändigtvis vara falskt bara för att resultaten inte explicit visar att det är sant. Därför är det viktigt att alltid ifrågasätta både sina egna och andras resultat, och ta hänsyn till så många felkällor som möjligt. För att kunna ifrågasätta resultat behöver det finnas resultat att ifrågasätta vilket kräver att man studerar ämnet. Detta är en klar bristvara när det kommer till hur hoven påverkas av olika typer av hästskor.

För att öka kunskapen om detta ämnet har vi därför i detta examensarbete valt att titta på om olika typer av hästskor kan påverka hovens hovbrosk- och traktrörelse i sidled och om så är fallet denna inverkan skiljer sig mellan olika typer av hästskor. Detta gjordes genom att på 16 hästben inköpta från ett slakteri markera ut hovbrosken på två nivåer ovanför ballarna samt traktväggens övre och nedre begränsning. Avståndet mellan markeringarna på hovens ut- och insida mättes först på obelastat och därefter när benet belastats med cirka 300 kilo vilket motsvarar belastningen hos en normalstor häst i skritt. Detta gjordes genom att placera benet i en hydraulisk press. Först belastades hovarna barfota och därefter med olika typer av hästskor. Skillnaden mellan de värdena som uppmättes på belastat ben och de värdena som uppmättes på obelastat ben räknades ut. Därefter skoddes benen med en vanlig järnsko, sattes i pressen igen, och avståndet mellan markeringarna på belastat ben med sko mättes. Samma sak gjordes med ytterligare 6 olika typer av skor; sko med plasticsula, vanlig järnsko med först kort och därefter långt fasade (=lutade) traktarmar (=de så kallade "skänklarna" på skon), heartbarsko och heartbarsko med kort och långt fasade traktarmar. Heartbarsko är en sko med en "bar" i form av en avlång triangel, precis som strålen, placerad mellan skons båda skänklar där skon normalt sett är "öppen". Baren v-form gör att skon nästan liknar ett hjärta, bortsett från dess runda form i tån till skillnad från ett hjärtas spetsiga form. Baren syfte är att täcka strålen så att denna får kortare väg till underlaget när hoven belastas, vilket är tänkt ska göra att en del av belastningen på hovväggen, eller bärranden, flyttas över till strålen och belastningsfördelningen därmed i större utsträckning efterliknar den belastning som ses barfota. När varje ben pressats både barfota och med alla sju varianter av skor jämfördes skillnaden mellan värdena för obelastat ben och belastat ben för barfota och alla sju typer av hästskor.

Resultaten vi fick fram skiljer sig en del från tidigare studiers resultat, då vi såg en tydlig ökning i traktens breddning med sko jämfört med utan sko. Denna ökning var för samtliga hästsko statistiskt signifikant, innebärande att det med 95 % sannolikhet kan sägas att skillnaden mellan barfota och hästsko är ”sann” och inte bara beror på slumpen. Skillnader mellan de olika typerna av skor sågs också, med störst breddning av den nedre delen av trakten med kort fasad heartbar och störst breddning av den övre delen av trakten med långt fasad heartbar. För hovbrosken sågs störst breddning i både den främre och bakre begränsningen med långt fasad heartbar, och minst breddning med vanlig sko. Skillnaden mellan beslagen var dock inte i alla fall statistiskt signifikant. Vi såg också skillnader mellan trakttrånga hovar och icke trakttrånga hovar, med en tydligt större procentuell ökning i både den övre och den nedre delen av trakten hos trakttrånga hovar än hos icke trakttrånga hovar för vanlig sko och sko med plastsula. Samma gällde för barfota och långt fasad vanlig sko, men då bara i den övre delen av trakten. En större procentuell ökning hos trakttrånga hovar sågs för samtliga beslag i både den övre och den nedre delen av trakten, men i resterande fall var skillnaden inte statistiskt signifikant.

En ökad kunskap i hur hoven påverkas av olika typer av hästskor viktig för att på sikt kunna minska risken för att påverka hovens funktion negativt genom felaktig skoning. Med denna studie har vi tagit ytterligare ett litet steg på vägen. Det är dock först när vi ännu mer kunskap om vad detta innebär för hoven och hästens välbefinnande som vi får faktisk nytta av vårt kunnande. Det är därför viktigt att fortsätta forska på detta mycket intressanta område! Av samma orsak är det också viktigt för många hästpraktiserande veterinärer att öka sin kompetens om hovar och deras mekaniska egenskaper. Detta skulle ytterligare befrämja ett bra samarbete mellan veterinär och hovslagare och därmed också det förebyggande arbetet för en god hovhälsa.

Att denna studiens resultat skiljer sig från tidigare studier är intressant, och kan innebära antingen att tidigare studiers slutsatser varit felaktiga, eller för den delen likväl att denna studiens slutsatser är felaktiga. Det enda sättet att ta reda på vilket av de två scenarierna som är sant är att göra fler och mer kvalitetssäkrade studier som tar hänsyn till och kompenserar för fler potentiella felkällor. Tills dess får vi helt enkelt leva kvar i spektionernas värld.

Tack

Jag vill tacka min handledare Ove Wattle för god vägledning i detta arbete. Likaså vill jag tacka hovslagarna Henrik Jansson och Martin Gessbo, vilka bistått med fantastisk hjälp till utförandet av de mätningar som studien grundar sig på. Vidare vill jag tacka min fantastiska vän och tillika kursare, Elin Fogelberg, som varit en trogen studiekamrat genom hela arbetet och löpande kommit med konstruktiv feedback. Sist men inte minst vill jag tacka min far, Frank Helmer, som hjälpt mig överkomma alla de mentala utmaningar som detta arbetet inneburit.

Bilaga 1

Bilaga 1. Genomsnittlig differens samt beräknat p-värde med enkelt t-test för vardera beslag, jämfört med barfota. Differensen presenteras samman med standardavvikelsen, $\pm SD$.

	Punkt 1							
	barfota	Vanlig sko	Plastsula	kort fas vanlig sko	lång fas vanlig sko	heartbar	Kort fas heartbar	Lång fas heartbar
Diff (mm)	9,29 $\pm 2,35$	8,88 $\pm 2,26$	9,21 $\pm 2,44$	9,30 $\pm 2,21$	9,41 $\pm 2,18$	9,43 $\pm 2,15$	9,30 $\pm 1,98$	9,31 $\pm 1,86$
Diff (%)	16,40 $\pm 4,79$	15,74 $\pm 4,85$	16,56 $\pm 5,09$	16,30 $\pm 4,58$	16,57 $\pm 4,73$	16,72 $\pm 4,75$	16,40 $\pm 4,66$	16,50 $\pm 4,71$
p-värde (enkelt t-test, 2-tail)	-	0,476	0,903	0,990	0,836	0,798	0,991	0,974
	Punkt 2							
	barfota	Vanlig sko	Plastsula	kort fas vanlig sko	lång fas vanlig sko	heartbar	Kort fas heartbar	Lång fas heartbar
Diff (mm)	5,22 $\pm 1,83$	4,81 $\pm 1,59$	5,06 $\pm 1,62$	5,28 $\pm 1,58$	5,45 $\pm 1,50$	5,38 $\pm 1,56$	5,52 $\pm 1,62$	5,66 $\pm 1,66$
Diff (%)	11,43 $\pm 4,27$	10,69 $\pm 4,28$	11,35 $\pm 4,15$	11,74 $\pm 4,35$	12,06 $\pm 4,60$	11,94 $\pm 4,44$	12,41 $\pm 5,01$	12,71 $\pm 5,37$
p-värde (enkelt t-test, 2-tail)	-	0,499	0,943	0,793	0,618	0,652	0,479	0,407
	Punkt 3							
	barfota	Vanlig sko	Plastsula	kort fas vanlig sko	lång fas vanlig sko	heartbar	Kort fas heartbar	Lång fas heartbar
Diff (mm)	1,04 $\pm 0,75$	1,62 $\pm 0,87$	1,64 $\pm 0,84$	1,76 $\pm 0,94$	1,76 $\pm 0,81$	1,73 $\pm 0,82$	1,78 $\pm 0,79$	1,79 $\pm 0,87$
Diff (%)	1,38 $\pm 1,05$	2,13 $\pm 1,25$	2,16 $\pm 1,24$	2,30 $\pm 1,37$	2,25 $\pm 1,17$	2,27 $\pm 1,27$	2,33 $\pm 1,26$	2,33 $\pm 1,36$
p-värde (enkelt t-test, 2-tail)	-	0,031	0,035	0,027	0,016	0,014	0,014	0,028
	Punkt 4							
	barfota	Vanlig sko	Plastsula	kort fas vanlig sko	lång fas vanlig sko	heartbar	Kort fas heartbar	Lång fas heartbar
Diff (mm)	0,65 $\pm 0,56$	1,56 $\pm 0,72$	1,70 $\pm 0,65$	1,74 $\pm 0,80$	1,70 $\pm 0,70$	1,67 $\pm 0,65$	1,64 $\pm 0,53$	1,54 $\pm 0,66$
Diff (%)	0,79 $\pm 0,67$	1,77 $\pm 0,93$	1,95 $\pm 0,87$	1,98 $\pm 0,98$	1,86 $\pm 0,77$	1,97 $\pm 0,96$	1,92 $\pm 0,83$	1,74 $\pm 0,80$
p-värde (enkelt t-test, 2-tail)	-	0,0008	0,0003	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0011

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. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

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

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