

En jämförelse och utveckling av olika objektiva rörelseanalyssystem vid bedömning av hältor.

Projektnummer: H1247074

Rapportens författare: Marie Rhodin

Bakgrund

Vid en hältutredning bedöms symmetrin i hästens rörelser och veterinären avgör när en asymmetri är tillräckligt stor för att anses kliniskt signifikant (hälta). Denna bedömning är helt avgörande för en korrekt diagnos och behandling av den halta hästen. Flertalet studier visar dock att variationen mellan veterinärers bedömningar är stor. Keegan et al. (2010) visade att vid lindriga frambenshältor på rakt spår var överensstämmelsen mellan erfarna veterinärers bedömningar ca 66% om hästen var halt eller ej och för bakbenshältor var resultatet ca 58%. Även vetskapen om att hästen har bedövats påverkar den subjektiva bedömningen vilket Arkell et al. (2006) visade i en studie. I den verkliga hältutredningssituationen borde denna felkälla kunna vara ännu större när både djurägare och veterinären kan ha en önskan att hästen ska påverkas i en viss riktning efter en bedövning eller behandling vilket påverkar kvalitén i diagnostiken.

Vid hältutredningar är longering ett viktigt inslag och många hästar kan vara ohalta på rakt spår men visa en hälta på böjt spår. Vid bedömning av hältor hos hästar som longeras är överensstämmelsen mellan veterinärer ännu sämre än för rakt spår (Hammarberg et al 2014). En förklaring kan vara att vid longering blir även friska hästars huvud- och bäckenrörelser asymmetriska, en. s.k. voltorsakad asymmetri, till en grad som skulle klassats som en hälta om den setts på rakt spår (Rhodin et al. 2013).

Objektiva rörelsesystem har blivit allt vanligare hjälpmedel i klinisk verksamhet samt vid ortopedisk forskning. Med ny teknik möjliggörs mätningar av hästars rörelsemönster i fält och i den kliniska situationen då de är lätta att använda och man inte längre behöver vara i ett laboratorium. Små sensorer (accelerometrar och mikrogyros) fästs till hästen och registrerar hästens rörelsemönster. Data överförs sedan trådlöst till en dator där man beräknar symmetrin i hästens rörelser. Systemen kan upptäcka en hälta, beräkna graden av asymmetri och ange vilket ben den kommer ifrån. Systemen är mer konsekventa och har större noggrannhet än subjektiv visuell bedömning.

Syftet med projektet

Syftet var att jämföra fyra system, med avseende på sensortyp, sensorplacering, algoritmer samt symmetriindexberäkningar, mot höghastighetsfilm och kraftmätningar. Detta för att om möjligt kombinera styrkor från flera analysmetoder samt att optimera systemen men även för att relevanta jämförelser ska kunna göras av mätningar gjorda med olika system. Syftet var även att studera kompensatoriska hältmekanismer och relatera de kinetiska (krafterna vid belastningen) och kinematiska (förändringarna i rörelsemönstret) som uppstår som ett resultat av hältan.

Genomförande

Två studier har genomförts, en i Zurich, Schweiz 2013 och en i UK 2014.

Material och metoder

Hästar

10 ridhästar, friska vid en klinisk undersökning och utan signifikanta initiala rörelseasymmetrier har studeras i skritt och trav på en rullmatta med ett inbyggt kraftmätningssystem i Schweiz. De har även studeras på rakt spår utomhus i skritt och trav. Reversibla hältor, på alla ben men ett i taget, på varje häst har inducerats. Etiskt tillstånd för detta har utfärdats i Schweiz.

Utrustning

Hästarna utrustades med inertial measure units (IMUs) som vardera består av en tre-axlad accelerometer samt mikroyro. Reflektoriska hudmarkörer placerades över anatomiska punkter så att hela hästens rörelsemönster kunde registreras. Placeringen av sensorerna täckte alla de punkter som respektive system använder. Hudmarkörerna filmades med höghastighetskameror (Proreflex[®]) vilket är Gold standard för rörelseanalys. Två kamerasystem användes där ett placerades runt rullmattan och ett utomhus. Totalt användes 24 kameror.

Inducering av hälta

Hästarna skoddes med skor där en mutter svetsats på insidan av skon (Merkens and Schamhardt, 1988). Sedan skruvade man i en skruv som åstadkom ett tryck mot sulan och genom att justera skruven kunde olika grader av reversibel belastningshälta åstadkommas.

Planen var att även genomföra en annan metod för inducering av hälta men försöket blev långt mer omfattande än vi räknat med från början varför detta ej var möjligt varken tidsmässigt eller ekonomiskt.

Tillvänjning av hästarna på rullmattan

Hästarna tränades under en vecka på rullmattan för att de skulle röra sig så avspänt och naturligt som möjligt.

Utförande

När hästarna utrustats med sensorer och markörer mättes de i skritt och trav på rullmattan, före och efter inducering av hälta (Fig 1). Alla sensorer, höghastighetskameror och kraftmätningssystemet i rullmattan var synkroniserade. Kraftmätningssystemet mätte de vertikala krafterna från varje enskilt ben och är det system som direkt kan mäta hur hästen avlastar ett ben vid en hälta. Detta korrelerades sedan till de indirekta förändringarna i hästarnas rörelsemönster som hältan orsakade som sensorer och höghastighetskamerorna kunde registrera. Hästarnas rörelsemönster registrerades sedan utomhus i skritt och trav på rakt spår för att resultaten vid mätningarna på rullmattan ska kunna generaliseras på hästar som springer på. Detta är mycket viktigt då det inte finns studier på hur halta hästars rörelsemönster påverkas på rullmattan. Vid alla registreringar filmades hästarna med tre vanliga videokameror fram- och bakifrån samt från sidan varav en var synkroniserad med de övriga systemen. Tyvärr fanns det ingen möjlighet att longera hästarna pga brist på utrymme. Därför genomfördes longeringen vid ett senare tillfälle (april 2014) i England.



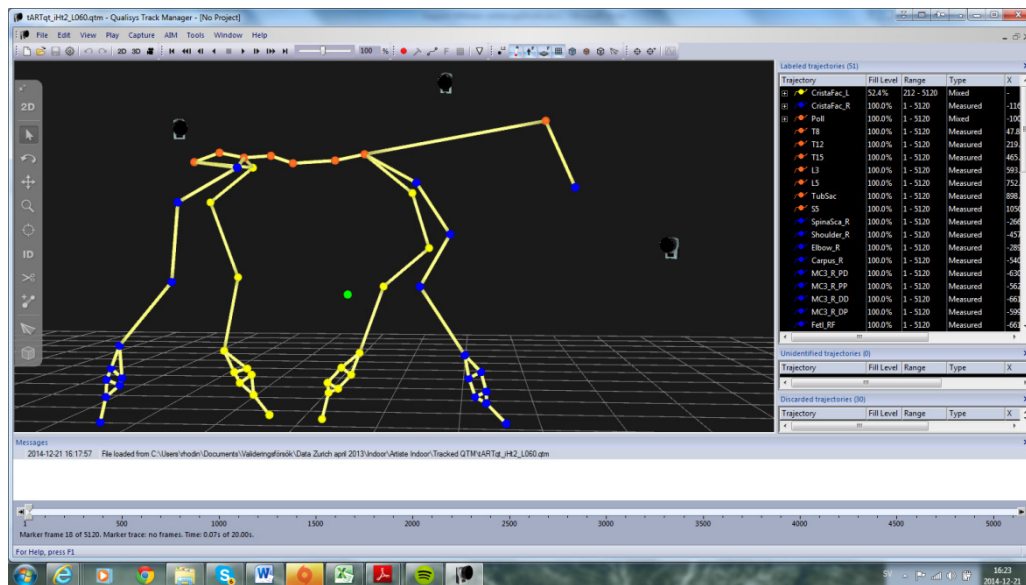
Figur 1 En av försökshästarna på rullmattan med integrerad kraftmätningstrustning. Hästen är utrustad med markörer som höghastighetsfilmats. Den har även sensorer på sig som mäter accelerationer och rotationer av olika kroppssegment.

Studie i England

13 halta och ohalta hästar utrustades med rörelsesystemen Lameness Locator, X-sens samt markörer för höghastighetsfilmning (Qualisys). Hästarnas rörelsemönster registrerades på rakt spår på hårt och mjukt underlag samt vid longering i båda varven. Tyvärr fick data från en häst exkluderas pga. tekniska problem.

Tekniska system

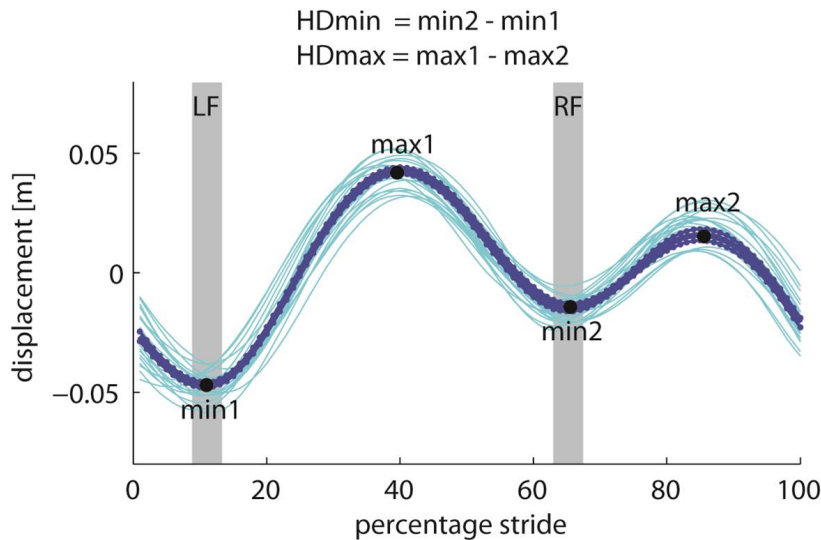
Qualisys är ett höghastighetskamerasystem (240 Hz) som med reflektoriska hudmarkörer mätte hästens rörelsemönster (fig 2). Två system med totalt 24 kameror användes där ett placerades runt rullmattan och ett utomhus. Totalt gjordes över 800 registreringar av de 10 hästarna.



Figur 2 Bearbetning av Qualisys data där alla markörer identifieras och sedan exporteras data till Matlab för vidare analys.

Symmetriberäkningar

Huvudet och korsets högsta (HeadMax och PelvisMax) och lägsta position (HeadMin och PelvisMin) kan beräknas från både optisk- samt accelerationsdata. Därefter beräknas differensen mellan dessa positioner (HDmin, HDmax, PDmin, PDmax) när höger respektive vänster ben belastas (Fig 3). Dessa asymmetrier kopplas sedan till vilket ben hästen belastar samt var i stegcykeln hältan är som störst (vid isättning, maximal belastning eller frånskjut). Även respektive tuber coxae rörelse samt skillnaden i max och min värde kan beräknas och ger olika mått på symmetrin.

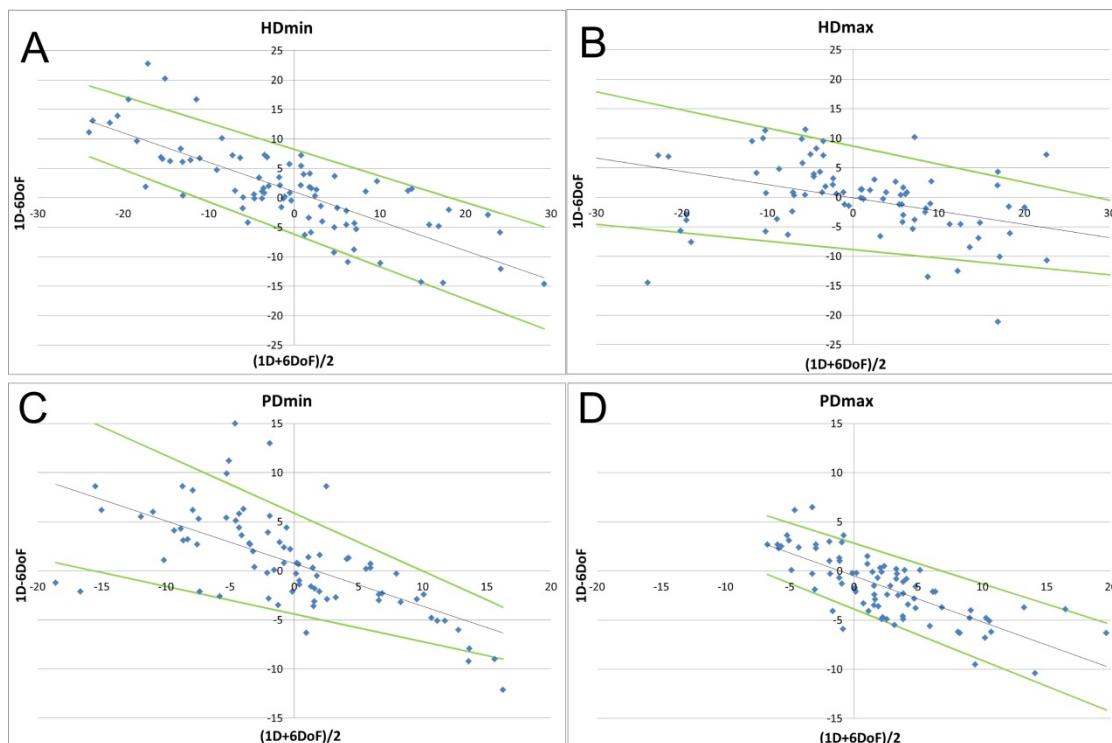


Figur 3 Här visas symmetriberäkningen av huvudets rörelse. Huvudet och korset har en sinusformad rörelse där minima och/eller maxima ändras vid en hälta.

Resultat

Studie UK

Jämförelsen mellan Lameness Locator och X-sens på rakt spår samt vid longering visar på en systematisk metodskillnad som det går att korrigera för om man vill använda data insamlade från de olika systemen i en multi-centrisk studie (Fig4).

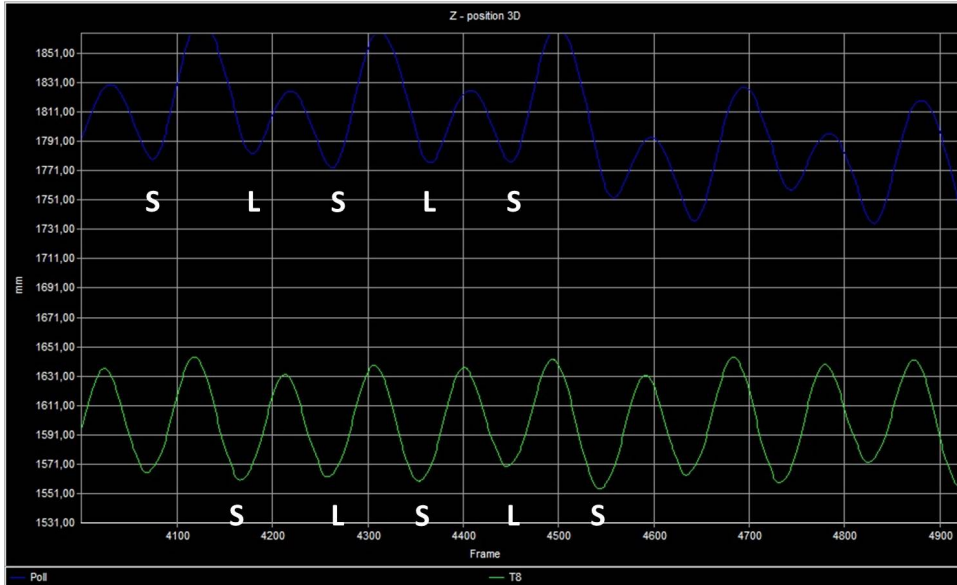


Figur 4 Skillnader mellan Lameness Locator (1D) och X-sens (6DoF) som en funktion av medelvärdet från båda systemen för de 81 mätningarna från de 12 hästarna. WLoA (Widths of limits of agreement) illustreras av en grön linje inkluderat ± 2 SD. **A:** Skillnad mellan huvudets minima (HDmin), **B:** Skillnad mellan huvudets maxima (HDmax), **C:** Skillnad mellan korsets minima (PDmin), **D:** Skillnad mellan korsets maxima (PDmax).

Studie Zurich

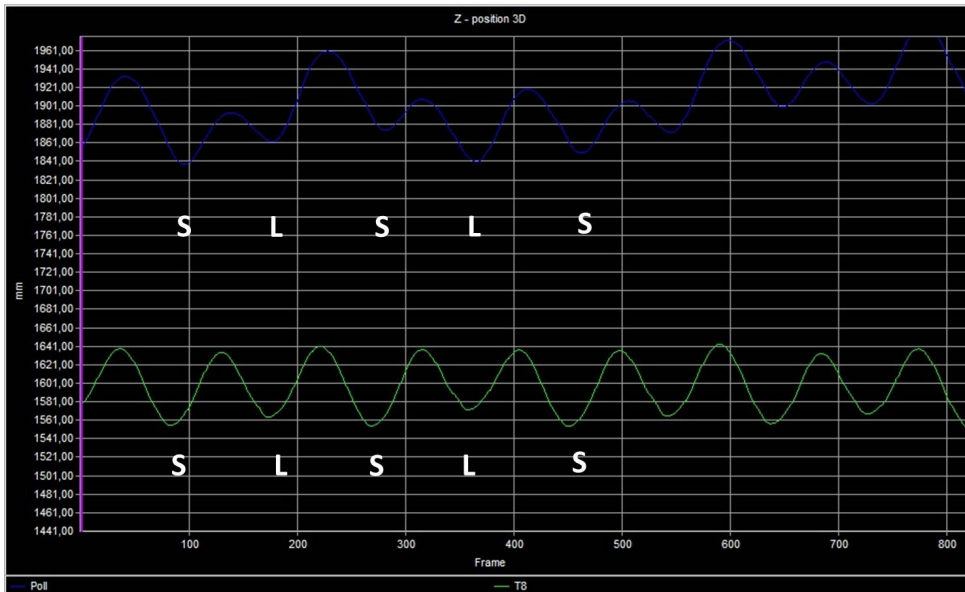
Kinematiska (Qualisys) data är bearbetade och mycket intressanta resultat finns om de kompensatoriska hältmekanismerna när hästen avlastar ett ben. Mankens rörelsesymmetri verkar spela en avgörande roll för att undvika överbelastning vid kompensatoriska hältor. När vi inducerar en vänster bakbenshälta börjar vissa av hästarna att nicka med huvudet vilket gör att de även ser vänster frambenshalta ut. Detta återspeglas inte i den vertikala belastningen uppmätt från kraftmätningssystemet där båda frambenen belastas ungefär lika mycket. Tittar man på mankens rörelse visar den dock en asymmetri på det högra diagonala frambenet (Fig. 5) och detta kan vara förklaringen till att frambenen belastas likvärdigt. Vid en primär frambenshälta ses dock en asymmetrisk rörelse av huvudet och manken på samma ben (Fig. 6). Detta medför att man skulle kunna mäta symmetrin i rörelsen av huvudet, manken samt korset och därmed skilja på en primär respektive kompensatorisk hälta vilket kan ha en mycket bra klinisk användbarhet men detta måste först studeras på kliniska fall för att se att dessa mekanismer även stämmer in på kliniska hältor. Mankens rörelseasymmetri är mycket liten och svår att uppfatta för det mänskliga ögat och när hästen springer mot veterinären skymms den av hästens huvud.

Hindlimb lameness



Figur 5 Vid en bakbenschälta visar både huvudet (poll, blå linje) samt manken (T8 grön linje) ett asymmetriskt rörelse mönster men på olika ben (S=sound, ohalt, L= lame, halt).

Forelimb lameness



Figur 6 Vid en frambenschälta visar både huvudet (poll, blå linje) samt manken (T8 grön linje) ett asymmetriskt rörelse mönster på samma ben (S=sound, ohalt, L= lame, halt).

Pga. tekniska problem med analysen av IMU-data är inga manuskript klara. Tekniska problem uppstod när IMUerna skulle synkroniseras med varandra samt rättas in i det globala koordinatsystemet vilket har krävt ett stort ingenjörsarbete. Därav har dataanalysen från dessa försenats men problemet är löst och data ska vara klart att analysera i slutet av januari 2015.

Via ett Formasanslag kommer vi att kunna utöka forskargruppen med en postdoc som hjälper till att bearbeta data vilket gör att arbetet kommer att gå fortare.

Diskussion

Då hältor är den allra vanligaste orsaken till att djurägare uppsöker veterinärvård för sina hästar är detta ett mycket angeläget forskningsområde. Genom att öka kunskapen om hur hästar kompenserar sitt rörelsemönster vid smärtsamma ortopediska lidanden kan diagnostiken förbättras vilket är en förutsättning för korrekt diagnos, behandling och rehabilitering. Detta skulle även bidra till att minska utgifterna för hästägare och försäkringsbolag samt minska lidandet för hästen. Det kan även bidra till att fler hästar kan återgå till det tänkta användningsområdet samt att färre hästar måste avlivas vilket är en viktig välfärdsaspekt för hästen.

Idag används allt mer objektiva metoder för rörelseanalys i det kliniska arbetet. Det vanligaste är sensorbaserade hältsystem (Lameness Locator, X-sens). Resultaten i studien är mycket värdefulla då många olika system för att objektivt beskriva hästars rörelsemönster är under utveckling. Vi har kunnat jämföra två av de kommersiellt tillgängliga systemen för objektiv hältbedömning och det visar på en systematisk skillnad mellan systemen. Detta är mycket viktig information då detta möjliggör att data som genererats av de båda systemen kan jämföras och användas i multicentriska studier. Då klinisk forskning på patienter kräver mycket stora datamängder är det en fördel om data kan samlas in på många kliniker samtidigt.

Genom att analysera samma accelerationssignal från Zurichförsöket med båda systemens analysprogram kommer vi att kunna identifiera var dessa systematiska skillnader uppstår. Det kan vara i filtreringsprocessen, stegselektionen eller de specifika algoritmerna som respektive system använder. Detta kommer att ge oss viktig kunskap som kan optimera analyserna av data i framtiden.

När en häst avlastar ett ben pga. smärta kan den få en kompensatorisk hälta på ett annat ben. Den kompensatoriska hältan är ej smärtutlöst och försvinner när den ursprungliga hältan till exempel bedövas bort vid en hältutredning. Detta är framförallt ett problem vid en primär bakbenshälta då en nickrörelse med huvudet kan ses, en ”falsk” kompensatorisk hälta på samma sidas framben (ex vänster bak och vänster fram). Vid utredningen ses två hältor och ibland misstas den kompensatoriska ”falska” hältan som en riktig hälta och veterinären kan börja utreda frambenet som inte har någon skada.

Försöket i Zurich har genererat enorma mängder data som håller på att sammanställas. Specifika asymmetrimönster för manken har upptäckts som eventuellt kan skilja en primär frambenshälta från en ”falsk” kompensatorisk frambenshälta orsakad av en primär bakbenshälta. Ytterligare studier på kliniska fall krävs för att bekräfta detta resultat. Om resultatet är applicerbart på kliniska patienter finns en enorm potential med objektiv rörelseanalys att förbättra resultatet vid hältutredningar.

Publikationer

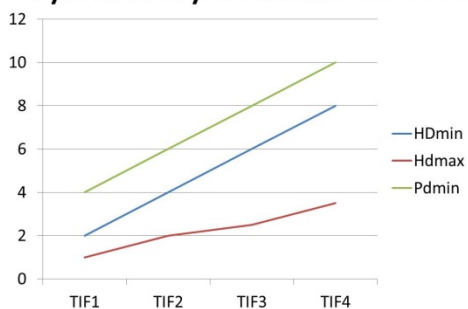
Pfau T., Boulton H., Davis H., Walker A. and Rhodin M. Comparing two inertial sensor gait analysis systems for lameness exams in horses. Submitted Equine Veterinary journal Sept 2014, major revision.

Planerade manuskript under bearbetning är följande:

1. *A comparison of different symmetry indexes used by different objective lameness detection systems*

Här använder vi data från höghastighetsfilmningen som vi korrelerar till kraftmätningen.

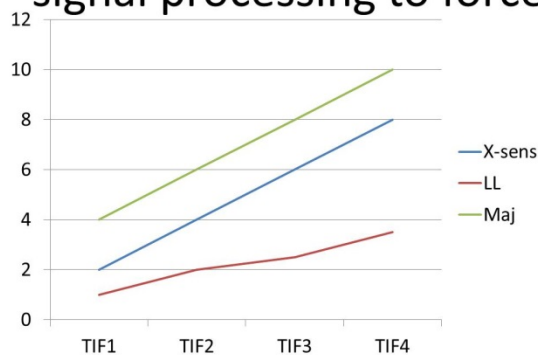
Correlation of different Symmetry Indexes to force



2. *A comparison of different algorithms used for calculation of lameness variables.*

Här använder vi samma accelerationssignaler från sensorerna som vi sedan analyserar med respektive systems algoritmer. Detta kommer att ge oss svar på var skillnaderna mellan Lameness Locator och X-sens uppstår.

Correlation of X-sens, LL different signal processing to force



3. *The effect of lameness on compensatory kinetic and kinematic variables in horses with induced lameness at trot.*

Här använder vi Qualisysdata från inomhusdata och kraftmättningsdata för att korrelera krafterna med rörelsemönstret och därmed förstå hur hästen rör sig för att avlasta ett ben och hur rörelsen i övriga kroppen påverkas av detta.

4. *Kinematics of the motion pattern of sound and lame horses on treadmill versus over ground locomotion.*

Här jämför vi kinematiken från mätningarna på rullmattan med rörelsen när hasten springer på marken.

Slutsatser

Resultaten visar att Lameness Locator och X-sens kan användas i multicentriska studier då man kan korrigera för de systematiska skillnader som uppstår mellan systemen. Preliminära data visar att objektiv rörelseanalys kan användas för att skilja en primär frambenshälsa från en kompensatorisk ”falsk” frambenshälsa men ytterligare studier på patienter med naturligt förekommande hältor krävs för att verifiera detta fynd.

Resultatförmedling till näringen

En vetenskaplig artikel har skickats till Equine Veterinary Journal och är i reviewprocessen. När vi har vetenskapliga publikationer accepterade kommer populärvetenskapliga rapporter att skrivas och publiceras på websidan HästSverige samt via nyhetsbrev på SLU (Framtidens djurhälsa och djurvälstånd) som har många prenumeranter från näringen. Resultaten kommer även att förmedlas till veterinärstudenterna via undervisning i rörelseanalys på häst. Resultat från jämförelsen av två sensorsystem i longeringsstudien har presenteras på en internationell kurs i biomekanik som arrangerades av SLU i dec 2014 där flera internationella forskare och PhD-studenter deltog från flera europeiska länder. Presentationer på vetenskapliga konferenser samt publikationer i populärvetenskapliga hästmagasin planeras också under 2015-2016.