



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för Anatomi, fysiologi och biokemi

Asymmetrier i travhästars rörelsemönster vid långsam och snabb trav

Elisabet Fellman

Uppsala

2011

Examensarbete inom veterinärprogrammet

*ISSN 1652-8697
Examensarbete 2011: 33*

Asymmetrier i travhästars rörelsemönster vid långsam och snabb trav

Elisabet Fellman

Handledare: Lars Roepstorff, Institutionen för Anatomi, fysiologi och biokemi
Biträdande handledare: Christopher Johnston, Universitetsdjursjukhuset, Uppsala
Examinator: Agneta Egenvall, Institutionen för Kliniska vetenskaper

Examensarbete inom veterinärprogrammet, Uppsala 2011
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för Anatomi, fysiologi och biokemi
Kurskod: EX 0239 Nivå AXX, 30hp

Nyckelord: travhäst, trotter, håla, lameness, asymmetri, lameness locator, accelerometer, gyroskop

Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>
ISSN 1652-8697
Examensarbete 2011:33

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	1
SUMMARY.....	2
INLEDNING	3
BAKGRUND	4
Subjektiv och objektiv hältbedömning.....	4
Sensorbaserad kinematisk mätteknik	5
<i>Accelerometer – gyroskopbaserad mätteknik</i>	<i>5</i>
<i>Lameness locator - bakgrund.....</i>	<i>6</i>
Mätbara kinematiska parametrar.....	6
<i>Kompensatoriska rörelseförändringar vid hälta</i>	<i>9</i>
MATERIAL OCH METOD	9
STATISTISK BEARBETNING.....	11
RESULTAT	11
Resultat baserat på A1/A2 värden	12
Resultat baserat på min/max värden	15
Resultat från körning.....	18
Jämförelse mellan subjektiva bedömningar av kuskar och mätresultat.....	20
Jämförelse mellan subjektiva bedömningar från veterinär och mätresultat	21
DISKUSSION.....	22
REFERENSER.....	25

SAMMANFATTNING

Bakgrund Travsporten är stor i Sverige med knappt 60 000 varmblodiga travhästar. Många av dessa hästar undersöks av veterinär för hältor och rörelsestörningar varje år och tävlingsveterinärer har till uppgift att se till att halta hästar får startförbud i samband med travtävlingar. Studier har visat att korrelationen mellan veterinärers subjektiva bedömningar av hältor varierar och har därmed belyst ett behov av objektiva mätmetoder. Flera objektiva mätmetoder finns utarbetade sedan många år. En typ av metod är Lameness locator, vilket är ett kommersiellt utvecklat accelerometer-gyroskop kroppssensor-baserat system avsett för mätning av hästar i långsam trav. Få studier finns dock där travhästars symmetri och asymmetri mätts med objektiva mätmetoder i snabb trav körda med sulky på bana, då de flesta studier gjorts under experimentella former på rullmatta.

Syfte Syftet med denna studie var att undersöka sambandet mellan eventuella asymmetrier och hältor hos varmblodiga travhästar vid snabb trav med sulky på bana och vid långsam trav ledda för hand före och efter körning med hjälp av mätningar med Lameness locator. Hypotesen var att signifikanta hältor visar ett liknande mönster vid långsam trav och vid snabb trav körda med sulky.

Material och metod 21 hästar mättes med Lameness locator vid körning med sulky på raksträcka i tempo mellan 10,2 och 12,5 m/s och i långsam trav ledda för hand efter körning. Av dessa 21 hästar mättes även 14 hästar före körning i långsam trav. Hästarna filmades vid samtliga mättillfällen simultant med mätningen. Lameness locator bygger på mätning med två accelerometrar och ett gyroskop med tillhörande mjukvaruprogram i en laptop där kontakten sker via blåstandsteknik mellan sensorer och laptop. Sensorerna mäter symmetrin i hästens rörelse i trav genom den vertikala accelerationen av huvud och bäcken samt vinkelhastigheten hos höger framben för att korrelera symmetrin till stegcykeln.

Resultat och diskussion Resultatet visade vid jämförelse av alla asymmetrier, även inkluderat de osignifikanta hältorna, en precis acceptabel överensstämmelse mellan grupperna före, under och efter körning. Bäst överensstämmelse sågs vid jämförelse mellan grupperna före och under körning respektive före och efter körning med ett kappa-värde på $K=0,5$ dvs bra samstämmighet. Vid jämförelser baserade på Lameness locators gränsvärden för signifikanta hältor bedömdes inga kappa-värden som acceptabla och därmed sågs ingen positiv överensstämmelse mellan grupperna. Vid dessa jämförelser var den högsta relativa överensstämmelsen vid jämförelsen mellan grupperna före och efter körning.

En underbyggd slutsats kan dock inte dras huruvida mönstret för signifikanta hältor i långsam och snabb trav hos travhästar överensstämmer eller inte, eftersom materialet baserades på för litet antal hästar och på hältor som inte var kliniskt undersökta och lokaliserade. Dessutom var mätförhållandena inte standardiserade och deltagande hästar inte slumpmässigt valda. Dock tyder resultatet på en dålig överensstämmelse mellan jämförda grupper. Detta ger därmed en anledning att vidare studera dessa samband i framtida forskning under mer standardiserade förhållanden.

SUMMARY

Background In Sweden Standardbred trotting is a big industry including almost 60 000 trotters. Many of these horses will be examined by a veterinarian for suspected lameness and at competitions veterinarians have to prevent lame horses participating in races. Studies have shown bad agreement at subjective lameness-evaluations between veterinarians, which enhance the need for objective lameness-evaluation methods. A few objective evaluation methods have already been produced during the years. One method is the Lameness locator, which is a commercial accelerometer-gyroscope body sensor-based system made for measurements of horses during slow trot. In addition, very few studies have been done measuring symmetry and asymmetry in trotters in high speed trot with a sulky on a track, as experimental treadmillstudies have so far dominated.

Objective The objective was to investigate the association between asymmetries and lameness in Standardbred trotters comparing high speed trot with a sulky on a track and slow trot by hand before and after high speed trot. The hypothesis was that significant lameness would show a similar pattern during slow and high speed trot.

Material and method 21 horses were measured with the Lameness locator during high speed trot with sulky on a straight track in 10,2-12,5 m/s and during slow trot by hand after high speed session. Among these horses, 14 horses were also measured in slow trot before high speed trot as well. Measurement sessions were recorded with video camera. The Lameness locator is based on measurements with two accelerometers and one gyroscope and a laptop with special designed software, which communicate through bluetooth technique. The symmetry in trot is measured from the vertical acceleration of head and pelvis, and the angle-velocity by the right forelimb, for correlation of the symmetry to the stride cycle.

Results and discussion The results showed a just acceptable association when comparing all kinds of asymmetries including non-significant lameness before, during and after high speed trot. The best association was seen when comparing before and during high speed trot and when comparing before and after high speed trot, where kappa was $K=0,5$ which is a relatively good association. When comparing horses based on significant lameness according to Lameness locators limits for lameness, no kappa-values were acceptable (<0.3) and therefore no positive association between the groups were deemed as seen. Among these groups compared, the highest relative connection was seen when comparing before and after high speed trot. The conclusion can not be drawn though, whether significant lameness patterns in slow and high speed trot among trotters are connected or not connected, since there are too few horses included and in addition that no clinical lameness evaluation was performed to for example pinpoint the within-limb location of the suggested lameness. Additionally the conditions were not standardized and horses were not randomly chosen.

Despite what's just been said, the results indicate a non-optimal association between the groups compared. This enhances the need for more research during better standardized conditions.

INLEDNING

Hästsporten är stor i Sverige med ca 280 000 hästar totalt (ATG), av vilka ca 57 000 är varmblodiga travhästar (ASVT). Travet, samt i mindre utsträckning galoppsporten, omsatte tillsammans 12,7 miljarder kronor i Sverige år 2009 och har stadigt ökat i omsättning senaste fem åren (www.atg.se).

Travsporten ställer stora krav på hästens prestationsförmåga och inte sällan bidrar träning och tävling till skador i rörelseapparaten. Hältor och rörelsestörningar utgör därmed en stor prestationsbegränsande faktor inom sporten. Detta ställer krav dels på tränarna och kuskarna, vilka är de första att upptäcka avvikelser i hästens rörelsemönster, men det ställer även krav på veterinärerna som ska diagnostisera och behandla för att ge tillfredsställande resultat och återgång till arbete.

Ytterligare måste säkerheten och djurskyddet upprätthållas i tävlingssammanhang (www.sjv.se). Den ansvariga tävlingsveterinären måste kunna bedöma om hästarna är halta och därmed ha möjlighet att lägga startförbud på de hästar som inte uppfyller villkoren för att få starta. Statens jordbruksverk ställer kraven enligt författningssamlingen och det är upp till varje tävlingsarrangör att uppfylla villkoren som ställs (SJV). Vid travtävlingar sker idag besiktning av hästarna före start vid defilerings och vid den sk provstarten som sker direkt efter defileringen. Vid provstarten ska hästarna framföras i tävlingstempo över upploppsraksträckan för att dels veterinären ska få en möjlighet att bedöma hästarnas tävlingsskick (www.travsport.se). Ekipagen får inte heller lämna banan efter defilerings, vilket innebär att veterinären även har möjlighet att bedöma hästarna mellan provstarten och starten, en tidsrymd på ca 5 min. Måldomarnämnden kan även i samråd med banveterinären ge en häst startförbud efter ett lopp om hästen visat sig halt under loppet. Då tävlingen innefattar totalisatorspel, vilket är fallet vid travtävlingar, krävs att veterinären är närvarande hela tävlingsdagen (www.sjv.se). Till skillnad från travhästar besiktigas ridhästar i de flesta fall en och en vid tävlingar före start och då utan sadel och ryttare.

Traditionellt har hältutredningar enbart baserats på subjektiva bedömningar av bl a veterinären. Vid hältutredning av travhäst i Sverige bedömer veterinären hästen oftast enbart i långsam trav ledd för hand och i samband med bøjprov. Vissa kliniker använder sig även av rullmatta för att se hästen i ett högre tempo. Då möjlighet finns och då man anser det nödvändigt bedömer man ibland hästarna i snabb trav med sulky på bana, men i de flesta fall finns inte tid och möjlighet till detta.

Ett antal metoder för objektiv mätteknik har utprovats genom åren, då behovet av objektiva mätmetoder har uppmärksammats i ett flertal studier. Man har t ex visat dålig överensstämmelse mellan subjektiva bedömningar, trots många års erfarenhet av hältbedömning, hos personer som deltagit i dessa studier (Keegan et al, 1998, Keegan et al, 2010). Indikationer för användande av objektiva metoder har varit både vid studier av hästens rörelse, som analysmetod vid behandlingsstudier men även för kliniska ändamål. Det har även föreslagits att vissa objektiva mätmetoder skulle kunna användas av travhästar med sulky på bana (Leleu et al, 2002, Leleu et al, 2003).

Syftet med denna studie var att undersöka sambandet mellan eventuella asymmetrier och hältor som kan registreras hos travhästar vid snabb trav med sulky och vid långsam trav ledda för hand före och efter körning. Detta gjordes dels för att studera hur hältor uppträder i de olika situationerna och dels för att få insikt i vilken situation som bäst lämpar sig för utredning av hältor eller besiktningar av travhästar. Studien skulle även jämföra subjektiva bedömningar från kuskar och veterinärer med mätresultaten. Mätdata från snabbkörningen skulle också analyseras i sin helhet för att karaktärisera asymmetrier i den studerade gruppens trav vid snabbkörning.

Hypotesen var att signifikanta hältor uppträder likvärdigt i snabb trav med sulky och långsam trav för hand före och efter körning.

BAKGRUND

Subjektiv och objektiv hältbedömning

Bedömningar av rörelsemönster och hältor är ofrånkomligen subjektiva så länge bedömningen härrör från människans uppfattning av hur hästen rör sig. Studier har visat att variationen är stor mellan hästveterinärers värderingar av hältor (Keegan et al, 2010). Keegan et al utförde en stor studie där man jämförde veterinärers bedömningar vid fullständiga hältutredningar med resultatet från mätningar gjorda med hjälp av ett sensorbaserat accelerometer-gyroskop system. Resultatet visade att överensstämmelsen mellan veterinärernas bedömningar av hälsa vad gällde aktuellt ben och grad av hälsa varierande. Vid hältor > 1.5 AAEP* grader var överensstämmelsen 93,1% i medeltal för fram- och bakben, dock med sämre överensstämmelse för bakben. Vid hältor med AAEP grad <1,5 var motsvarande siffra 61,9% och för bakben endast 57,9%. Sammantaget menar Keegan et al att resultatet ger incitament för en fortsatt utveckling av objektiva mätmetoder vid hältediagnostik.

I en annan studie (Keegan et al, 1998) jämförde man erfarna hästkliniker med mindre erfarna och kunde även där se en skillnad i subjektiv hältbedömning mellan grupperna. Vid mer subtila hältor framkom en betydligt sämre samstämmighet, både mellan var och ens bedömning före och efter ledningsanestesi av hältorsakande områden, samt mellan personerna.

Behovet av objektiva mätmetoder för hältediagnostik har lett fram till utprovning av olika typer av biomekaniska hjälpmedel för mätning av symmetrier och asymmetrier i hästens rörelsemönster. På 80-talet utvecklades höghastighetskameran, senare kom kraftmätningsskivan och videobaserade rörelseanalyssystemet och från slutet av 90-talet har ett flertal kinematiska metoder utvecklats, vilka baserats på signaldekomposition med hjälp av accelerometrar och gyroskop.

Biomekaniken kan i sammanhanget indelas i kinetik och kinematik (Keegan, 2007). Kinetik är den förklarande parametern som mäts i krafter, medan kinematik är beskrivande och bl a mäts i nivå, längd, duration och hastighet. Enligt Keegan finns endast ett bra mätinstrument för att mäta krafter kontinuerligt i flera steg i

hästens rörelse, vilket är ett specialtillverkat kraftmätningrullband som finns i Schweiz. Rullbandet mäter den vertikala kraften från hoven vid isättningsfasen. Dock är detta det enda exemplaret i sitt slag och kräver expertis för att användas. Dessutom finns sedan tidigare kraftmätningsskivan som mäter kraften från hoven vid isättningsfasen men enbart för ett steg i taget (Keegan, 2004). Kinetik är enligt Keegan (2007) en säker mätmetod för kvantifiering av hältor, men inte alltid applicerbar för alla typer av hältor. Anledningen är att vissa hältor ger ett sådant rörelsemönster att den maximala vertikala kraften i varje steg inte ändras, men däremot att kraften över tid förändras i stegcykeln vilket gör att dessa hältor måste tolkas på ett annat sätt än bara genom observation av skillnader i vertikala krafter.

Objektiva mätmetoder har i större utsträckning utarbetats inom kinematiken då den möjliggör utvärdering av fler parametrar jämfört med kinetiken enligt Keegan (2007). Kinetiska metoder innebär ofta svårigheter att samla tillräckligt många och bra steg, medan kinematiska metoder är lättare ur den aspekten. Olika kinematiska parametrar som möjliggör rörelseanalys är exempelvis huvudets och bäckenets rörelser under stegcykeln samt flexion och extension av olika leder (t ex carpalen och kotled) i stegcykeln (Keegan, 2007).

* **American association of equine practitioners = riktlinjer för hältdiagnostik med gradskala från 0-5, där 0 motsvarar ohalt och 5 ej vikt bärande / blockhalt. (Keegan, 2007)**

Sensorbaserad kinematisk mätteknik

Accelerometer – gyroskopbaserad mätteknik

På flertal platser i världen utarbetas just nu teknik med kropps-sensor baserade objektiva mätinstrument för rörelseanalys (Keegan, 2007). Lameness locator är ett registrerat varumärke för en kommersiellt producerad typ av ett kropps-sensor baserat objektiva mätinstrument som Keegan et al står bakom (Equinosis). Systemet består dels av två accelerometrar, en fastsatt i grimmans nackstycke på nackens högsta punkt och den andra över den mest dorsala punkten av korset mellan de två tuber sacrale, vilka mäter den vertikala accelerationen. Dorsalt över den proximala falangen på höger framben fästs även ett gyroskop som mäter vinkelhastigheten för benet i stegcykeln. Signaler skickas trådlöst från de tre komponenterna med hjälp av blåstandsteknik till en laptop där ett speciellt utvecklat mjukvaruprogram mottar, analyserar och bearbetar den kinematiska informationen. Vidare erhålls resultatet i numeriska värden och grafer för symmetri och asymmetri i den mätta rörelsen, vilket kan avläsas på datorns skärm efter mindre än 30 sekunder. Systemet mäter enligt produktinformationen med en räckvidd upp till 91 m.

Lameness locator systemet är delvis validerat i en studie där man jämförde ett liknande accelerometer-gyroskop system med ett videobaserat rörelseanalys system (Keegan et al, 2004) som antogs som referens eller "Gold standard". Åtta hästar mättes med båda system samtidigt i trav på rullband i en hastighet på 4 m/s. Resultaten visade hög korrelation mellan de båda systemen och då det videobaserade rörelseanalys systemet i tidigare studier visats effektivt och säkert var slutsatsen att även det accelerometer-gyroskop baserade systemet ger säkra resultat. Författarna befarade att en svaghet i systemet kunde vara felplacering av accelerometrarna så att den vertikala accelerationen hamnade utanför

vertikalplanet och på så vis gav fel värden, men studiens resultat visade inte några tecken på avvikelser orsakade av detta.

Lameness locator - bakgrund

Den teknik som Lameness locator består av har utarbetats och undersökts i ett flertal studier. I en studie utrustades hästarna med två en-axlade accelerometrar, en fastsatt över den mest dorsala delen av nacken i grimmans nackstycke och den andra mellan de båda tuber sacrale över den mest dorsala delen av korset (Keegan et al, 2004). Två piezoelektriska gyroskop fästes över dorsala hovväggen över höger framben respektive höger bakben. Över thorax-lumbar regionen fästes en konverterare och transformator som med kablar länkades med accelerometrarna och gyroskoperna över hästen. Från transformatorn överfördes signalen vidare till en annan mottagare kopplad till en laptop. Data analyserades i ett grafiskt gränssnitt i datorn där grafer ritades för vardera av de fyra sensorerna; huvudets och bäckenets vertikala acceleration genom accelerometrarna och höger framhovs respektive höger bakhovs vinkelhastighet genom gyroskoperna.

Huvudets och bäckenets vertikala acceleration mättes med hjälp av sensorerna. Gyroskoperna mätte isättningsfasens början och slut för höger fram respektive höger bakben. Ett genom studien utvecklat datorprogram beräknade i två steg integralen av accelerationen för att för varje given tidpunkt få en bestämd sträcka. Med hjälp av tid och position bestämdes höjden för huvud och bäcken genom hela rörelsen. Den vertikala rörelsen beskrevs genom 8 komponenter varav tre komponenter var beroende och varierande (Keegan et al, 2001). Av de tre varierande var två harmoniska komponenter, den ena med frekvensen $2w$ ($w = \text{steg/s}$) ($=A_2$) som beskrev den normala bifasiska och vertikala rörelsen och den andra med frekvensen w , som sammanförde ensidig hälta med vertikal rörelse ($=A_1$). Den tredje komponenten var en lågfrekvent övergående del som beskrev extraordinära rörelser. Keegan kvadrerade de beroende komponenterna för högsta respektive lägsta punkten för huvud och bäcken i varje steg i mätningen. Efter kvadrering räknades medelvärdet av kvadraterna ut för att slutligen räkna ut kvadratroten och erhålla de effektiva amplituderna. Effektiva amplituder räknades för båda harmoniska komponenter som sedan dividerades med varandra (A_1/A_2) efter att den lågfrekventa komponenten räknats bort. Tack vare gyroskopets simultana mätning kunde amplituderna lokaliseras i relation till stegcykeln. Slutligen kunde kvoten för vardera ben räknas ut, med ett värde på det benets symmetri/asymmetri i förhållande till den bifasiska rörelsen.

I en studie (Keegan et al, 2003) sågs ingen skillnad i orientering av stegcykeln vid användning av flera gyroskop fastsatta på benet jämfört med att bara använda ett fastsatt distalt på benet. Slutsatsen drogs därför att det räcker med ett gyroskop distalt över benet för att veta var i steget asymmetrin uppstår.

Mätbara kinematiska parametrar

Metoden att mäta skillnaden i nackens höjd i stegcykeln och korrelera dessa skillnader till frambenshälta undersöktes i en studie där 9 hästar mättes på rullband efter inducerad frambenshälta (Keegan et al, 2001). Mätinstrumentet som användes var ett dator-kinematiskt analysystem där markörer fästes på hästen, bl a över nacken och framben, för att ge en 3-dimensionell bild. I studien visade man

en signifikant skillnad i nackens höjd i mitten av isättningsfasen mellan det inducerat halta frambenet och det ohalta frambenet, vilket delvis validerar nackens position i stegcykeln som en parameter vid kinematisk rörelseanalys.

Systemet bygger på att hästen i en stegcykel lyfter och sänker huvudet två gånger vilket ger en bifasisk rörelse (Buchner et al, 1996). Detta ger möjlighet till jämförelse mellan höger och vänster framben med avseende på symmetri och håltä. I den normala stegcykeln är huvudet som högst precis före isättningsfasen och som lägst i mitten av isättningsfasen enligt Buchner et al. Vidare poängteras att huvudets sänkning i mitten av isättningsfasen av det halta frambenet inte sänks lika mycket och därmed ger den typiska nickningen vid unilaterala frambenshåltor. Keegan et al (2001) menade dock att den typiska huvudnickningen inte alltid är kontinuerlig vid alla typer av håltor, utan att den kan vara intermitterande. Detta leder till ett behov av mätning av många kontinuerliga steg vid objektiv rörelseanalys för att få ett sant medelvärde.

Vid en studie (Kramer et al, 2004) där man studerade och mätte bakbenshåltors korrelation till bäckenets vertikala rörelse poängterades att bäckenet får sin lägsta punkt i mitten av isättningsfasen och sin högsta punkt precis efter frånskjutningsfasen. I samma studie framkom att ett halt bakben leder till att bäckenet sänks i mindre grad vid isättningsfasen jämfört med det kontralaterala ohalta bakbenet och att bäckenet höjs i mindre grad vid det halta bakbens frånskjutningsfas jämfört med det kontralaterala bakbens frånskjutningsfas. Detta mättes i form av högsta punkt och lägsta punkt som bäckenet intar för respektive bakben i stegcykeln och jämfördes på liknande sätt som beskrivet för framben med en kvot mellan A1 (den harmoniska komponenten som svarar för ensidig håltä) och A2 (den andra harmoniska komponenten som svarar för den normala bilaterala rörelsen). Resultaten bearbetades statistiskt och ett klart signifikant samband fanns mellan höjdskillnader i bäckenet korrelerat till bakbenshåltä. Även Kramer et al (2004) underströk vikten av att mäta många steg vid ett måttillfälle för att få ett så sant medelvärde som möjligt och därmed att extraordinära tillfälliga steg får mindre betydelse för medelvärdet.

Buchner et al (1996) gjorde en studie på halvblodshästar där man analyserade rörelsen i skritt och trav för att finna de bästa kännetecknen för håltä vad gäller förändringar i rörelsen. Resultatet visade att huvudets acceleration och bäckenets nivåskillnad mitt mellan de båda tuber sacrale gav de bästa mätbara och signifikanta indicium för håltäbestämning för frambenshåltä respektive bakbenshåltä. Även mankens punkt och förändring i rörelsen analyserades, men visade sig mindre föränderlig oavsett håltä eller ej och ansågs därför inte vara en bra mätpunkt. Även punkter vid tuber coxae gav signifikanta resultat, men pga praktiska aspekter ansågs området mellan tuber sacrale bättre.

Church et al (2009) jämförde i en studie bakbenssymmetri genom signaldekomposition med hjälp av två sensorer fästa över tuber coxae på vardera sida, samt en mellan tuber sacrale och en över manken. Sensorerna vid tuber coxae fungerade som ett system som kunde mäta både håltä och vilket ben som var halt. Sensorn vid tuber sacrale mätte grad av håltä och sensorn vid manken mätte var i stegcykeln håltän uppkom och fungerade tillsammans som ett system. På detta sätt krävdes ingen utrustning över benen, vilket författarna ansåg önskvärt då de menade att utrustning på benen dels kan ändra rörelsemönstret

genom sin vikt och dels att det är mer tidseffektivt att fästa alla sensorer över kruppan. Church et al hävdade alltså i motsats till Bachner et al (1996) att den mest praktiskt applicerbara metoden var att fästa sensorerna över tuber coxae.

Argument mot Keegans kropps-sensor baserade system är att dessa beskrivna metoder använder en-axlade accelerometrar som bara mäter tvådimensionellt i ett plan. Felplacering av sensorerna eller mätning av hältor som framträder mest i en sidwärts rörelsestörning kan då leda till feltolkning menade Pfau et al (2007). Vid användning av fleraxlade accelerometrar med inbyggda gyroskop och hastighetsmätare kan man mäta hälsa med enbart sensorer fästa över tuber coxae på båda sidor och därmed få svar på dorso-ventral och kaudo-kranial rörelse och hastighet utan komplettering med gyroskop distalt på något av benen. Tack vare 3D mätning kan bestämning av isättningsfas och frånskjutningsfas bestämmas enbart med sensorn fäst över tuber coxae. Dessutom ger den fleraxlade acceleometern mer information och en mer nyanserad bild över rörelsen i flera plan, vilket leder till en möjlighet att mäta fler typer av rörelsestörningar och därmed erhålla ett säkrare mätresultat. Vidare skulle ett klassifieringssystem för att gradera hälsa baserat på mätresultat från objektiva sensorbaserade mätmetoder kräva ett stort antal hästar (Pfau et al 2007).

Sedan den signal-baserade mättekniken utvecklats studeras området friskt av olika forskarteam runt om i världen. Målet tycks vara att hitta den mest effektiva metoden vad gäller att minska antalet sensorer utan på bekostnad av kvalitet och riktighet. Också ett danskt team provade en tre-axlad sensor genom att mäta hästens acceleration så nära centrum av kroppsvikten som möjligt, dvs vid lägsta punkten på ryggen ungefär vid T13. Sensorn mätte acceleration vertikalt, transversellt och longitudinellt. Gyroskop användes inte för lokalisation av stegcykeln, utan detta skedde delvis manuellt med hjälp av videoupptagning och bearbetning efteråt. Resultatet visade en repeterbar mätning av symmetri i rörelsen i trav hos hästarna, dock bättre vid upprepade mätningar för varje häst än vid jämförelse mellan hästarna. Dessa hästar var dock kliniskt ohalta och målet med studien var just att mäta ohalta hästars symmetri i trav.

De flesta studier som nämnts har utförts på rullband. Leleu et al (2002) visade dock vid en jämförelse mellan videobaserad kinematisk analys och ett 3-dimensionellt accelerationsbaserat signalsystem vid körning av hästar med sulky på bana en hög korrelation mellan mätmetoderna. Denna studie talar för användandet av dessa metoder även i naturliga situationer. Observeras bör dock att skillnad har visats mellan mätning på bana och på rullband vad gäller rörelsemönster och regelbundenhet i stegcykeln (Couroucé et al, 1999). Denna skillnad kan enligt Couroucé et al förutom underlaget även bero på flera faktorer såsom att hästen på banan travar med drag från sulky och kusk medan den på rullbandet travar fritt och att luftmotståndet inte är det samma i de båda situationerna. För att visa användbarhet vid mätning på bana upprepade Leleu et al (2003) mätningarna gjorda i studien för att visa att resultaten blev de samma vid upprepade mätningar av samma hästar men vid olika tillfällen. I studien visades god korrelation mellan mättillfällena vilket antyder att metoden är att rekommendera för rörelseanalys.

Kompensatoriska rörelseförändringar vid hälta

Vid hälta är det känt att hästens rörelsemönster förändras även för de ohalta benen, vilket är viktigt att känna till för att göra rätt bedömningar vid hältutredningar. Detta är studerat med hjälp av olika objektiva mättekniker. Weishaupt et al (2004) kunde genom kraftmättningsrullband och inducerad vikt bärande bakbenshälta på 8 hästar mäta bl a hur krafterna vid hovens isättning och duration vid isättningsfas, svävningssfas och uppskjutningsfas samt hela stegets duration förändrades före och efter den inducerade hältn. Stegen analyserades i förhållande till varandra i olika tidpunkter i stegcykeln med och utan hälta. Resultatet visade att den maximala vertikala kraften sänktes vid isättning av det halta bakbenet, men var oförändrad vid isättning av de övriga tre benen. Dock höjdes impulsen för frambenet vid isättning av diagonalparet med det halta bakbenet och för det kontralaterala bakbenet vid isättningsfasen av det ohalta diagonalparet. Impulsen är integralen av kraften, dvs kraften mätt under en angränsad tidsperiod. Genom att impulsen ökade utan att den maximala vertikala kraften ökade, kunde den totala kraften öka för isättningsfasen av de ben som tog större belastning för att kompensera det halta benet.

Studier har bekräftat den allmänna uppfattningen att bakbenshälta ger en falsk kompensatorisk hälta i det ipsilaterala frambenet, medan en ensidig frambenshälta ger en falsk kompensatorisk hälta i det kontralaterala bakbenet (Uhlir, 1997). Bakbenshältn ger dock en markant större kompensatorisk hälta i det ipsilaterala frambenet jämfört med frambenshälta som endast ger en mindre hälta i det kontralaterala bakbenet (Kelmer et al, 2003). Kelmer et al undersökte hur mycket de kompensatoriska hältorna ökade vid ökad hälta i det primärt halta benet och kom fram till att en dubbelt så stor hälta i ett bakben ger en hälften så stor kompensatorisk hälta i det ipsilaterala frambenet, medan en dubbelt så stor hälta i ett framben endast ger en 5% större kompensatorisk hälta i det kontralaterala bakbenet.

För att göra hältutredningar krävs även en förståelse av hur hästen rör sig då den inte är halt. Liksom hos människor som uppvisar en medfödd preferens att använda antingen höger eller vänster hand, för att exempelvis skriva med, har det visats att även hästar kan ha en medfödd starkare sida de använder i större utsträckning än den andra, sk sidighet. Drevemo et al (1987) kunde i en studie bekräfta detta hos unga travhästar och även visa hur träning gjorde fenomenet mer markant.

MATERIAL OCH METOD

21 varmblodiga travhästar av båda kön, 3-8 år gamla, med varierande tränings- och tävlingsnivå mättes under loppet av 2 veckor i oktober och november månad med ett accelerometer-gyroskop baserat signalsystem i form av Lameness locator. Hästarna fanns i 7 olika stall hos både professionella kuskar och amatörer i Sverige och Finland. Både ostartade hästar och hästar med insprungna pengar på flera miljoner ingick i gruppen. Inklusionskriterier för att hästarna skulle kunna ingå i studien var en ålder på minst 3 år samt att hästarna inte var konvalescenta utan att de för tillfället var i träning. Urvalet skedde genom den praktiska

omständigheten att hästar som skulle köras den dagen mätningen gjordes på respektive stall då också 'kvalade' in i materialet. En del hästar valdes dock bort, pga att de var osäkra individer som inte bedömdes klara mätsituationen eller att gruppen som hästarna ingick i var för stor för att mätningen skulle vara genomförbar.

Mätningar gjordes med ett 1-dimensionellt accelerometer-gyroskop baserat signalsystem vid snabbkörning och efter körning i långsam trav ledda för hand. Av de 21 hästarna mättes även 14 stycken i långsam trav ledda för hand före körning. Mätningen skedde i direkt anslutning till ordinarie träningstillfälle. Mätningarna vid körning utfördes på plana raksträckor av grus och sandblandningar där sträckan antingen utgjordes av en rakbana eller raksträcka av en rundbana. Hastigheten hästarna höll vid mättillfället klockades och varierade mellan 12,5 m/s (1,20 tempo (min/km)) och 10,2 m/s (1,38 tempo (min/km)) med ett medelvärde på 11,5 m/s (1,27 tempo (min/km)). Då mätningar gjordes på rundbana varierade varvet mellan med- eller motsols. Pga väderförhållandena var majoriteten av banorna halvtunga. Mätningarna vid långsam trav för hand mättes på hårt plant underlag. Hästarna värmdes mellan 3 och 7 km före mätning vid snabbkörning. Hästarna som mättes före körning var uppvärmda. Samtliga hästar mättes omedelbart efter körning och vissa av dessa hade seldon och benskydd kvar vid mätningen. Professionella kuskar körde 11 av hästarna och amatörer körde 10 stycken. Vid samtliga mättillfällen filmades hästarna samtidigt som mätningen pågick. Vinkeln för bilden varierade dock, vilket gav sekvenserna varierande kvalitet.

Hästarna utrustades med tre sensorer med en storlek på ca 2 x 3 x 4 cm och en vikt på ca 40 g för respektive sensor samt en trasig sensor med samma storlek. Två av sensorerna var 1-dimensionella accelerometrar som mätte den vertikala accelerationen och en var ett gyroskop som mätte vinkelhastigheten på höger framben. Av accelerometrarna fästes en med hjälp av tejp i grimma så sensorn hamnade på högsta punkten på nacken och grimman spändes i sin tur ovanpå huvudlaget i samband med mätningarna vid snabbkörning. Den andra sensorn fästes mha självhäftande tejp och silvertejp över högsta punkten på korset i området mellan de båda tuber sacrale. Båda framben lindades med tunt bandageunderlägg avsett för tävling och tävlings- och träningsbandage. Ovanpå det lindade benet fästes gyroskopet mha självhäftande tejp och självhäftande bandage på dorsalsidan av benet strax proximalt om kotleden på höger framben. Den trasiga sensorn fästes på samma sätt på vänster framben för att utesluta eventuell ensidig påverkan av gyroskopet på höger framben.

För att möjliggöra mätning i samband med körning med sulky var det nödvändigt att åstadkomma ett specialtillverkat ryggstycke eftersom en sensor skulle fästas i området där ett ryggstycke normalt placeras, varför en sadelmakare kontaktades. Designen utprovades och justerades vilket resulterade i ett vadderat och läderklätt bockat ihåligt metallrör som bildade en bygel av storleken 20 x 25 cm och därmed med en inre tom area av 500 cm². Till bygeln tillverkades remmar för fastsättning i seldon och en extra kort svanskappa för att möjliggöra korrekt placering av bygeln även vid varierande storlek på hästar. Bygeln omslöt således sensorn samtidigt som ryggstycket fyllde sin funktion att hålla seldonet på plats. Förutom det speciella ryggstycket selades hästarna på som vanligt inför mätningarna vid körning. Vissa hästar bar löst fastspänt uppkäk vid körning.

Signaler från sensorerna skickades via blåandsteknik till en mottagande laptop med tillhörande mjukvaruprogram tillverkat för att analysera data och ge hanterbara och överskådliga värden och grafer för symmetri och asymmetri i hästens rörelsemönster. Vid mätningar av långsam trav hanterade en person samtidigt laptopen med start och stopp på mätningen och filmupptagningen medan en person ledde hästen fram och tillbaka i trav på en raksträcka av hårt underlag. Sträckan var ca 20 m en väg. Hästen leddes i trav de flesta gånger två gånger fram och tillbaka. Vid mätningar av snabb trav styrdes laptopen och filmupptagningen av en person från bil som kördes bredvid eller snett bakom hästen på ett avstånd av ca 15 m av en annan person.

Vid analys av data tillämpades gränsvärden från Lameness locators användarmanual. A1/A2 gränsvärden för frambenshältor var $\geq 0,5$ och för bakbenshältor $\geq 0,17$. Gränsvärden för min och max var för frambenshältor ± 6 mm och för bakbenshältor ± 3 mm. En rekommendation finns i användarmanualen att mätningen ska innehålla minst 25 steg, men denna rekommendation följdes inte alltid, pga praktiska aspekter.

STATISTISK BEARBETNING

Resultatet analyserades flera gånger utgående från olika kriterier. Dels grupperades materialet baserat på A1/A2 värden och dels enligt min/max värden. För respektive grupp uppdelades data ytterligare dels enligt Lameness locators gränsvärden för hälta för fram- respektive bakben och dels totalt för alla värden oavsett storlek på asymmetri. Materialet analyserades också utifrån vilka typer av hältor (isättningshältor eller påskjutningshältor) som förekom mest frekvent.

Samstämmighet före, under och efter körning baserades på om hästen visade hälta/asymmetri på samma ben vid de olika tillfällena. Hästar som visade sig ohalta enligt gränsvärdena räknades som en egen kategori, dvs om en häst var ohalt före körning men halt på ett ben vid körning ansågs den hästen inte vara samstämmig i jämförelsen. Den största hältan för fram- respektive bakben räknades hos de hästar som visade hälta på två framben eller två bakben. Samstämmighet vid de olika mättillfällena definierades då den största hältan hittades på samma ben som den enda eller den största hältan vid den jämförande mätningen.

Mätvärdena analyserades med Cohen's kappavärden. Graderingen av kappavärden utgick från Keegan et al (2004), där värden mellan 0,3-0,5 ansågs acceptabla, 0,5-0,7 ansågs bra och värden över 0,7 ansågs utmärkta.

Teckenförklaring av jämförelser: Före=vid körning (f=v), före=efter körning (f=e) och vid=efter körning(v=e) för fram- respektive bakben.

RESULTAT

Data består av 21 hästar vilka mättes under och efter körning, samt även före körning för 14 av dessa 21 hästar.

Resultat baserat på A1/A2 värden

Ingen häst i studien gav resultatet 0 för A1/A2 för båda framben eller båda bakben samtidigt, vilket troligen alltid är ett faktum vid mätning av hästar. Tack vare detta sågs dock alltid en asymmetri, om än i vissa fall mycket liten, för fram- respektive bakben vilket kunde jämföras före, under och efter körning. Resultatet analyserades baserat på data som visas i tabell 1, 2 och 3 med hjälp av Cohen's kapp.

Tabell 1

FÖRE KÖRNING						
Häst	FRAMBEN		Högst kvot	BAKBEN		Högst kvot
	A1/A2 vänster	A1/A2 höger		A1/A2 vänster	A1/A2 höger	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8	0,67	0,07	VF	0,12	0,17	HB
9	0,39	0,34	VF	0,09	0,13	HB
10	0,57	0,31	VF	0,49	0,00	VB
11	0,00	1,46	HF	0,04	0,26	HB
12	0,28	0,36	HF	0,37	0,04	VB
13	0,58	0,71	HF	0,05	0,30	HB
14	0,63	0,16	VF	0,01	0,23	HB
15	0,22	0,40	HF	0,08	0,15	HB
16	0,42	0,54	HF	0,12	0,09	VB
17	0,48	0,88	HF	0,33	0,14	VB
18	0,66	0,78	HF	0,53	0,00	VB

19	1,11	0,26	VF	0,04	0,30	HB
20	0,44	0,58	HF	0,36	0,05	VB
21	0,86	0,00	VF	0,10	0,18	HB

Tabell 2

VID KÖRNING						
Häst	FRAMBEN			BAKBEN		
	A1/A2 vänster	A1/A2 höger	Högst kvot	A1/A2 vänster	A1/A2 höger	Högst kvot
1	0,00	0,58	HF	0,02	0,10	HB
2	0,01	0,56	HF	0,40	0,03	VB
3	0,00	1,82	HF	0,43	0,23	VB
4	0,00	0,98	HF	0,05	0,29	HB
5	0,74	0,01	VF	0,16	0,02	VB
6	0,37	0,02	VF	0,22	0,04	VB
7	0,97	0,00	VF	0,07	0,34	HB
8	0,52	0,00	VF	0,02	0,48	HB
9	0,00	0,75	HF	0,12	0,26	HB
10	0,65	0,05	VF	0,12	0,14	HB
11	0,10	0,47	HF	0,00	0,44	HB
12	0,00	0,45	HF	0,49	0,00	VB
13	0,03	0,45	HF	0,07	0,24	HB
14	0,68	0,00	VF	0,05	0,22	HB
15	0,00	0,44	HF	0,07	0,17	HB
16	0,30	0,16	VF	0,26	0,10	VB
17	0,01	0,57	HF	0,07	0,10	HB
18	1,00	0,00	VF	0,38	0,12	VB
19	0,85	0,01	VF	0,22	0,02	VB

20	1,79	0,00	VF	0,29	0,25	VB
21	0,20	0,09	VF	0,00	0,30	HB

Tabell 3

EFTER KÖRNING						
	FRAMBEN			BAKBEN		
Häst	A1/A2 vänster	A1/A2 höger	Högst kvot	A1/A2 vänster	A1/A2 höger	Högst kvot
1	0,29	0,40	HF	0,13	0,09	VB
2	0,00	1,94	HF	0,01	0,43	HB
3	0,50	0,02	VF	0,05	0,25	HB
4	0,70	0,11	VF	0,09	0,16	HB
5	0,93	0,02	VF	0,38	0,25	VB
6	0,93	0,04	VF	0,25	0,13	VB
7	0,16	1,34	HF	0,20	0,13	VB
8	0,83	0,16	VF	0,21	0,15	VB
9	0,47	0,41	VF	0,09	0,15	HB
10	0,95	0,00	VF	0,02	0,25	HB
11	0,00	0,98	HF	0,20	0,09	VB
12	0,14	0,35	HF	0,44	0,01	VB
13	0,50	0,26	VF	0,00	0,51	HB
14	0,42	0,40	VF	0,05	0,22	HB
15	0,08	0,42	HF	0,02	0,23	HB
16	0,47	0,22	VF	0,06	0,12	HB
17	0,18	0,41	HF	0,32	0,07	VB
18	0,09	0,73	HF	0,34	0,11	VB
19	0,47	0,37	VF	0,04	0,32	HB
20	1,55	0,33	VF	0,40	0,08	VB

21	0,90	0,53	VF	0,13	0,18	HB
----	------	------	----	------	------	----

Resultat baserat på A1/A2 värden oavsett storlek jämfördes som helhet. Totalt stämde alla jämförelser f=v, f=e och v=e för fram- respektive bakben överens till 70,4 %. Detta gav K=0,41, dvs acceptabel överensstämmelse. För f=v för fram- respektive bakben stämde 75%, vilket gav K=0,5, dvs bra överensstämmelse. För v=e för fram- respektive bakben stämde 64,3%, vilket gav K=0,28, dvs ett värde under acceptabel nivå för överensstämmelse. För f=e för fram- respektive bakben stämde 75%, vilket gav K=0,5, dvs bra överensstämmelse.

Vidare jämfördes resultatet baserat på A1/A2 värden över gränsvärdena. Vid jämförelse av asymmetrier som var lika med eller större än gränsvärdet av A1/A2 kvoten för vad som Lameness locators tillverkare ansåg kliniskt signifikanta hältor var överensstämmelsen betydligt sämre. För f=v stämde det till 57% vilket gav K=0,14, dvs under acceptabel nivå. För f=e stämde det till 64%, vilket gav K=0,29, vilket också var under acceptabel nivå. För v=e var antalet som stämde färre än antalet som inte stämde vilket gav ett negativt kappa-värde och därmed under acceptabel nivå.

Resultat baserat på min/max värden

Då resultatet analyserades utgående från min- och maxvärdena som ses i tabellerna 4, 5 och 6 sjönk ytterligare överensstämmelsen mellan de tre mättillfällena jämfört med analys av A1/A2 kvoten. Kravet här var att min eller max måste anta ett högre absolut värde än standardavvikelsen (SD) för att anses giltiga. Vid de min- eller maxvärden där de absoluta värdena var högre än standardavvikelsen ses i tabellen vilket ben som hade det högsta värdet och kunde anses som mest halt (benämnt "Ben" i tabellen). Då standardavvikelsen var högre än min- eller maxvärdet lämnades fältet för "Ben" istället tomt. I många fall sågs en dubbelsidig hälta, men det ben med den största hältan eller högsta värdet räknades som det halta benet i jämförelsen mellan mättillfällena.

Tabell 4

FÖRE KÖRNING											
FRAMBEN						BAKBEN					
Häst	Max	SD	Min	SD	Ben	Max	SD	Min	SD	Ben	
1											
2											
3											
4											

5										
6										
7										
8	-0,62	3,93	-5,24	4,95	VF	2,78	3,06	-1,83	2,18	
9	-1,99	6,36	-0,89	7,27		0,81	2,06	0,02	3,06	
10	6,09	3,39	-0,04	2,62	VF	-5,52	3,48	-6,25	2,09	VB
11	2,98	5,36	11,64	4,88	HF	-0,30	1,47	5,20	1,99	HB
12	-3,54	10,21	1,17	9,62		-1,98	3,53	-6,13	4,78	VB
13	0,92	11,77	2,15	20,40		2,99	2,43	1,12	3,35	HB
14	4,72	5,54	-5,75	5,63	VF	3,84	2,73	1,56	1,99	HB
15	0,31	7,09	2,36	9,01		-0,12	3,82	2,00	4,33	
16	-7,23	9,29	1,84	10,89		-1,60	3,38	0,73	2,70	
17	2,88	8,04	2,55	13,58		0,73	4,65	-3,81	3,89	
18	-0,68	6,58	0,98	8,51		-6,39	2,81	-5,76	2,18	VB
19	-1,21	7,96	-10,86	15,75		1,01	3,10	4,67	4,07	HB
20	4,04	7,69	-0,52	6,62		-6,40	1,81	0,56	1,60	VB
21	-1,44	14,47	-9,26	8,73	VF	1,37	2,34	-0,36	1,95	

Tabell 5

VID KÖRNING											
	FRAMBEN						BAKBEN				
Häst	Max	SD	Min	SD	Ben	Max	SD	Min	SD	Ben	
1	-4,54	3,71	10,53	2,76	HF	0,58	1,87	1,30	0,89	HB	
2	-0,46	4,47	5,78	2,67	HF	-6,06	3,82	-0,08	1,26	VB	
3	5,41	4,76	23,11	5,46	HF	-2,27	5,46	-1,61	9,18		
4	-9,32	3,16	7,54	2,65	HF	4,62	3,60	-0,39	1,59	HB	

5	9,84	5,43	-7,52	3,51	VF	-0,67	1,94	-1,92	1,03	VB
6	-4,23	3,81	-5,34	3,80	VF	-0,98	3,54	-3,97	1,27	VB
7	2,05	4,65	-9,23	4,02	VF	2,42	5,51	2,44	1,92	HB
8	-2,99	3,47	-9,39	2,71	VF	8,53	3,24	0,25	1,13	HB
9	4,75	3,37	8,84	3,79	HF	6,09	3,71	-2,83	2,21	HB
10	-4,34	5,81	-4,59	3,76	VF	-0,79	4,22	1,10	1,42	
11	5,52	6,26	3,10	6,61		6,16	2,86	4,26	1,61	HB
12	-4,89	3,75	6,61	3,17	HF	-7,97	3,45	-3,09	1,73	VB
13	-7,21	4,90	4,04	3,17	HF	-1,30	2,76	5,83	1,39	HB
14	0,39	4,96	-8,06	3,34	VF	2,15	4,09	1,56	1,84	
15	-2,06	3,52	7,44	2,62	HF	0,33	4,36	1,95	1,75	HB
16	3,38	5,03	-1,06	3,16		-5,29	3,76	1,89	1,37	VB
17	-6,55	5,19	4,96	2,70	HF	1,59	2,47	-0,92	1,27	
18	13,12	5,72	-6,22	2,97	VF	-10,28	2,95	3,17	2,31	VB
19	1,87	6,12	-13,03	6,19	VF	-2,91	3,19	-2,28	2,01	VB
20	20,76	6,60	-15,29	5,59	VF	6,39	3,67	-7,29	1,53	VB
21	0,00	3,79	-1,63	3,04		4,75	2,61	2,07	1,10	HB

Tabell 6

EFTER KÖRNING										
	FRAMBEN					BAKBEN				
Häst	Max	SD	Min	SD	Ben	Max	SD	Min	SD	Ben
1	-2,60	4,33	1,31	7,44		1,96	1,17	-2,71	2,64	VB
2	12,31	5,12	16,58	7,89	HF	1,39	1,47	3,59	2,83	HB
3	-0,67	3,45	-6,71	5,10	VF	4,17	3,02	0,98	4,24	HB
4	-3,95	4,13	-5,53	5,65		2,85	1,81	-1,34	2,26	HB
5	0,38	2,95	-8,93	7,29	VF	4,60	2,76	-7,10	2,21	VB

6	-6,32	4,05	-7,13	3,96	VF	2,04	1,17	-3,93	2,33	VB
7	15,39	9,00	6,06	5,96	HF	2,25	3,66	-3,88	2,02	VB
8	-0,87	4,01	-4,47	6,19		2,01	2,22	-3,04	2,84	VB
9	-6,65	6,48	-0,52	6,65	VF	1,83	2,85	-0,72	1,95	
10	-3,74	4,95	-15,04	8,44	VF	3,92	2,88	1,04	1,39	HB
11	5,33	4,76	7,86	4,82	HF	-2,71	2,64	0,40	3,14	VB
12	-2,80	5,77	3,13	6,09		-3,93	2,93	-6,68	4,47	VB
13	-1,93	6,20	-2,53	10,70		7,19	2,71	4,81	3,04	HB
14	5,68	4,62	0,01	5,66	VF	0,60	2,50	2,78	2,80	
15	-0,76	4,01	4,53	5,63		1,12	2,65	5,14	3,26	HB
16	-9,76	4,66	-2,03	4,38	VF	0,39	2,43	1,04	2,86	
17	0,33	5,49	1,62	5,08		-1,26	3,18	-2,82	3,78	
18	-2,86	4,85	1,03	1,95		-6,03	2,15	1,85	2,51	VB
19	0,30	6,91	-0,45	10,48		1,47	2,37	3,76	3,71	HB
20	-0,67	9,98	-10,11	13,92		-6,46	2,06	0,93	2,23	VB
21	-1,41	20,00	-4,14	8,98		-0,01	2,21	0,88	5,01	

Totalt för fram- och bakben var samstämmigheten endast 46%, vilket gav ett negativt kappa-värde och därmed ej acceptabelt för samstämmighet. Även vid $f=v$ var kappa negativ. För $f=e$ var samstämmigheten 68% och $K=0,36$, vilket är acceptabelt. Slutligen gav även $v=e$ ett negativt kappa-värde. Följaktligen gav snävare kriterier, såsom att endast räkna de hältor som låg över gränsvärdena för enligt Lameness locators tillverkare kliniskt signifikanta hältor, ännu sämre samstämmighet, där det högsta värdet erhöles från $f=e$, med en samstämmighet på 64% och $K=0,29$. Dock räckte kappa-värdet inte till för att nå acceptabel nivå. Både $f=v$ och $v=e$ gav givetvis även här negativa kappa-värden.

Resultat från körning

Mätresultatet från hästarna då de kördes med sulky analyserades även i sin helhet utan jämförelse med de andra mättillfällena. Hältorna baseras på min- och maxvärden som kan ses i tabell 7, där endast de hältor som är lika med eller större än gränsvärdena satta enligt Lameness locators tillverkare för kliniskt signifikanta hältor finns med. Här har även hältorna beskrivits som antingen isättningshälta (Beg) eller frånskjutningshälta (End) för framben respektive isättningshälta (Imp) eller frånskjutningshälta (Push) för bakben. Alla signifikanta bakbenshältor visas i

tabellen, vilket leder till att vissa hästar visar hälta för båda bakben samtidigt. Hos de hästar som inte visade signifikanta hältor lämnades fältet för "Hälta" tomt.

Tabell 7

VID KÖRNING						
Häst	FRAMBEN		BAKBEN		BAKBEN 2	
	Hälta	Typ	Hälta	Typ	Hälta	Typ
1	HF	End				
2	HF	End	VB	Imp		
3	HF	Beg				
4	HF	End	HB	Push		
5	VF	End				
6			VB	Push		
7	VF	End				
8	VF	Beg	HB	Push		
9	HF	Beg	HB	Push		
10						
11			HB	Push		
12	HF	End	VB	Imp		
13	HF	End	HB	Imp		
14	VF	End				
15	HF	End				
16			VB	Imp		
17	HF	End				
18	VF	End	VB	Imp	HB	Imp
19	VF	End				
20	VF	End	VB	Push	HB	Push
21			HB	Push		

Tabell 8

SAMMANFATTNING AV HÄLTOR			
FRAMBEN		BAKBEN	
Totalt	16	Totalt	12
Beg	3	Imp	5
End	13	Push	7

Tabell 9

RESULTAT AV HÄLT-KOMBINATIONER	
Hästar med en frambenshälta	8
Hästar med en bakbenshälta	4
Hästar med en frambenshälta och en bakbenshälta	6
Hästar med en frambenshälta och två bakbenshältor	2
Hästar med två bakbenshältor	0
Hästar utan någon hälta	1
Hästar med hälta	20

I tabell 8 och 9 ses en sammanfattning över resultatet från mätningarna vid körning enligt min- och maxvärden över gränsvärdena för signifikanta hältor.

Jämförelse mellan subjektiva bedömningar av kuskar och mätresultat

Bedömningarnas överensstämmelse med mätresultaten grundade sig på vedertagna samband mellan hur hästar avviker från det normala rörelsemönstret vid hältor. Exempelvis bedömdes utlåtandet att "hästen går på höger töm" som korrekt om den hästen var halt på höger framben och/eller på vänster bakben. I tabell 10 ses en sammanställning av kuskarnas bedömningar i förhållande till mätresultaten. Av proffsen visade 64% överensstämmelse med vilket ben hästen visade sig halt på och för amatörerna var motsvarande siffra 60%. Då bedömningarna var subjektiva och beskrivande kunde inte något kappa-värde beräknas. Siffrorna talar dock för en svag eller ringa överensstämmelse för båda grupper.

Tabell 10

Häst	Bedömning	Professionella Överensstämmelser	
		med mätresultat	
1	Ua	Ja	Nej
2	Går alltid på hö töm, bra häst annars	Ja	Ja
3	Lite störd av hf, gammal skada x-platta + ringband	Ja	Ja
4	Går alltid med huvud till hö och baken till vä	Ja	Ja
5	Går lite på hö töm	Nej	Nej
6	Ua	Nej	Nej
7	Går på vä töm, sämre idag än vanligt	Nej	Ja
8	Huvud åt vä	Nej	Ja
9	Går på hö töm	Nej	Ja
10	Ua	Ja	Ja
11	Kändes hö bakhalt	Ja	Ja
12	Allmänt svag, ny häst	Ja	Nej
13	Gick rakt, kändes bra	Ja	Nej
14	Lite på vä töm, annars bra	Ja	Ja
15	Får ej plats hö bak	Ja	Nej
16	Får ej plats vä bak	Ja	Ja
17	Ua	Nej	Nej
18	Sätter vä bak under sig	Nej	Ja
19	Ua	Nej	Nej
20	Går med huvud till vä	Nej	Ja
21	Drar höger bak	Nej	Ja

Jämförelse mellan subjektiva bedömningar från veterinär och mätresultat

En veterinär med många års erfarenhet av hältutredningar bedömde hältorna baserat på videospelningar tagna samtidigt som mätningarna gjordes. Av 20

filmade hästar var det endast 12 som ingick i jämförelsen då 8 hästar var mycket svårbedömda pga dålig kvalitet på filmsekvensen. För de 12 hästarna var veterinärens bedömning korrekt i 40% av fallen, vilket är under acceptabel nivå för samstämmighet.

DISKUSSION

Målet med studien var att studera hur hältor och asymmetrier hos travhästar överensstämmer i långsam trav för hand liknande en hältutredningssituation, eller en för ridhästtävlingar besiktningssituation, jämfört med snabb trav körd med sulky på bana representativt för en tränings- eller tävlingssituation. Resultatet analyserades genom att data grupperades i flera omgångar på basis av olika kriterier. Tempot hästarna höll vid körning var dock betydligt lägre än vad som allmänt ses vid travlopp vilket försvagar riktigheten i eventuella slutsatser om hästens symmetri och asymmetri vid tävlingssituationer. Travlopp löps i de flesta fall i hastigheter mellan 12,5-14,7 m/s vilket motsvarar 1,08-1,20 (min/km) tempo.

Då A1/A2 värden analyserades visade alla hästar olika grad av asymmetri för ett av frambenen och ett av bakbenen vid alla mätningar. Detta beror troligen delvis på att mätinstrumentet är så känsligt att få hästar, även kliniskt helt friska, uppnår kvoten noll. Ingen av hästarna i studien var dock undersökta kliniskt av veterinär, så det kan inte heller uteslutas att samtliga hästar hade relevanta asymmetrier vilket förklarar dessa A1/A2 värden. Då asymmetrierna analyserades i sin helhet utan gränsvärden och i en grupp för alla mätsituationer var överensstämmelsen acceptabel ($K=0,41$). Då dessa asymmetrier inte särskiljde mellan vad som Lameness locators tillverkare anser kliniskt signifikanta hältor, möjliga för det mänskliga ögat att uppfatta, och obetydliga asymmetrier kan inte slutsatsen dras att dessa asymmetrier som överensstämde väl för den skull hade upptäckts av en veterinär eller upplevts av den kusk som körde hästen. Det antyder endast att fler än majoriteten av asymmetrier, oavsett storlek, uppträder på samma sätt vid långsam och snabb trav. Detta resultat är dock intressant och ett observandum för de som letar hältor i olika sammanhang då en betydande del av hästarna (30%) inte uppvisade överensstämmelse vid mätningarna. Det måste dock understrykas att ett okänt antal av hästarna kan ha haft bakomliggande dubbelsidiga hältor som ledde till att de avlastade olika ben vid olika mättillfällen. Dubbelsidiga frambenshältor kan inte upptäckas med Lameness locator, medan dubbelsidiga bakbenshältor kan definieras. Vid analysen räknades dock det ben, oavsett fram eller bak, som uppvisade störst värde. Vid dubbelsidiga hältor kan hästar variera vilket ben de avlastar. Detta kan förvirra vid bedömningen då man söker den/de mest primära hältorna för att åtgärda dessa.

Då materialet delades in i smalare grupper visade jämförelsen mellan före körning och vid körning samt före körning och efter körning bra överensstämmelse ($K=0,5$). Sämre var jämförelsen mellan körning och efter körning med ett kappavärde under acceptabel nivå ($K=0,28$). Detta kan tolkas som att hästarna efter körning bytte ben i större utsträckning, kanske pga trötthet eller av överansträngning av det ben som tog större belastning vid körning. Den sista gruppen var också den enda grupp som bestod av samtliga 21 hästar, vilket

förklarar hur kappavärdena kan skilja sig åt mellan grupperna. De förra grupperna ger insikt om att en betydande majoritet av asymmetrierna ändå uppträder på samma sätt hos en uppvärmd häst i långsam trav och vid snabb trav. Vid hältutredningar är hästarna i de flesta fall uppvärmda och resultatet talar för att bedömning i denna situation är att föredra före en uppvärmd häst.

Att grupperna före och efter körning också stämde bra överens förklaras av att flera hästar visade asymmetri på samma ben vid långsam trav oavsett om mätningen var före eller efter körning och asymmetri på ett annat ben vid körning. Dessa hästar skulle alltså, givet att hältan i den snabba situationen kan antas vara mest kliniskt relevant, lura klinikern vid båda mättillfällena vid långsam trav.

Vid analys av asymmetrier baserade på kliniskt signifikanta hältor genom A1/A2 kvoten sågs sämre överensstämmelse mellan grupperna. Ingen av gruppernas kappavärden nådde acceptabel nivå. Grupperna före och efter visade högst korrelation med $K=0,29$, vilket är en tiondel från acceptabel nivå. Grupperna före och vid körning gav $K=0,14$ och vid och efter körning ett negativt kappavärde vilket är långt under acceptabel nivå. Kliniskt signifikanta hältor visade alltså inte acceptabel överensstämmelse för de olika mättillfällena. Detta material är för litet, hästarna inte kliniskt undersökta och hältorna, ensidiga eller dubbelsidiga, inte diagnostiserade. Dessutom kunde inte minst 25 steg uppnås vid flera fall vid mätning av långsam trav, vilket också måste tas i beaktande eftersom det sänkte kvaliteten på mätresultatet. Slutsatsen kan därför inte dras att hältor yttrar sig på olika sätt vid långsam och snabb trav, däremot så antyder materialet att så är fallet.

Dessa kliniskt signifikanta hältor representerar hältor som kusk, veterinär eller besiktningsman borde upptäckt vid ett snabbjobb, en hältutredning eller vid en provstart inför ett lopp. Om hältor generellt inte yttrar sig på samma sätt vid de olika situationerna kan kusk, veterinär eller besiktningsman i många fall göra felbedömningar som kan få större eller mindre konsekvenser.

Resultatet baserat på min- och maxvärden visade överlag en ännu sämre överensstämmelse. Då alla asymmetrier oavsett storlek, där standardavvikelsen var tillräckligt låg, räknades hade endast grupperna före och efter körning en acceptabel överensstämmelse ($K=0,36$). Övriga kappavärden var negativa. Då materialet analyserades med kriteriet att hältorna skulle vara över gränsvärdena nådde inte heller den nämnda gruppen acceptabel nivå ($K=0,29$). Dessa resultat styrker i större utsträckning den dåliga överensstämmelse som finns mellan grupperna då min- och maxvärdena är mer tillförlitliga eftersom dessa värden tar hänsyn till standardavvikelsen, vilket inte A1/A2 kvoten gör. Resultatet som helhet visar relativt sett störst överensstämmelse mellan långsam trav före körning och efter körning, men en avvikelse mellan långsam och snabb trav.

I detta material bör dock hänsyn tas till att mätningarna gjordes över en begränsad sträcka, vilket eventuellt resulterade i att dubbelsidiga hältor inte framkom då vissa hästar kanske skulle visat sig halta på ett annat ben om mätningen gjorts på en annan raksträcka under samma träningsstillfälle. Detta skulle delvis kunna förklara den dåliga samstämmigheten mellan långsam och snabb trav. Det skulle även delvis kunna ge en förklaring till varför det ser ut som om hästarna bytte ben de var halta på. I detta sammanhang bör även förekomsten av lateralitet/sidighet beaktas.

Av alla 21 hästar var det endast en som under körning var ohalt enligt gränsvärdena (häst nr 10). Slutsatser om svenska och finska travhästar kan dock inte dras huruvida de är halta vid träning och tävling eftersom materialet var för litet och urvalet inte slumpmässigt. Att 20 av 21 hästar var halta under snabbkörning kan t ex förklaras av det faktum att metoden som använts endast är utprovad och gränsvärden satta enligt kliniskt signifikanta hältor i långsam trav med hästen ledd för hand och inte i samband med snabbkörning med sulky. Keegan kommenterar just att gränsvärden för vad som är halta måste definieras för olika mätsituationer (2007). Rörelsemönstret har visat sig förändras beroende på vilken hastighet hästen har där vissa hästar visat tydligare halta i snabb trav och vissa i långsammare trav (Peham et al, 1998). För att i framtiden kunna dra slutsatser om hältor i snabb trav måste mätmetoden först valideras för användning under liknande förutsättningar och gränsvärden sätts för vad som kan anses halta eller ej. Andra möjliga förklaringar till resultatet är att tränare till hästarna mer eller mindre medvetet kan ha valt ut hästar som gått dåligt senaste tiden för att få ett svar på om hästarna var halta eller så kan de valt bort fina hästar för att de inte ville att de skulle utsättas för mätningen. Antalet halta hästar kan även förklaras av att det slumpmässigt föll sig så att mindre fräscha hästar deltog i studien. Slutligen kan det inte heller uteslutas att hästarnas rörelsemönster påverkades av de sensorer som sattes fast på benen.

Av 20 hältor vid körning var ca hälften frambens- och hälften bakbenschältor. De största kombinationerna av hältor var de med antingen en frambenshälta eller de med en frambenshälta och en bakbenschälta. Endast två hästar visade signifikanta dubbelsidiga bakbenschältor. Resultatet visar en bredd och spridning på olika kombinationer av hältor. Endast två hästar visade signifikanta dubbelsidiga bakbenschältor vilket talar mot att det skulle vara förklaringen till varför samstämmigheten mellan mättillfällena var så dålig vad gäller bakbenschältor. De flesta hältor, både fram- och bakbenschältor, var frånskjutningshältor vilket är intressant ur ett ortopediskt perspektiv för ökad förståelse av rörelsestörningar. Att så många hästar uppvisade fram- och bakbenschälta samtidigt kan förklaras av att säkert flera av dessa hältor var kompensatoriska, eller falska, hältor. Om det primärt halta benet lokaliserats kliniskt och bedövats, hade säkert flera av dessa hästar blivit ohalta även på det andra benet.

Vid jämförelse mellan kuskarnas subjektiva bedömning och mätresultatet bedömdes överensstämmelsen som låg; 64% för professionella kuskare och 60% för amatörer. Förklaringar kan vara att hältorna var för små och eventuellt osignifikanta att det var omöjligt att uppleva dessa asymmetrier. Även tidigare diskuterade orsaker till dålig samstämmighet kan förklara detta, som att materialet var för litet för att en slutsats skulle kunna dras eller att urvalet av kuskare inte var representativt och jämförbart.

Veterinärens bedömning baserat på filmupptagning stämde endast i 40% av fallen. Förklaringen är till största delen att bildsekvenserna var av dålig och mycket varierande kvalitet, varför inga slutsatser kan dras av detta resultat. Vid denna typ av jämförelser bör filmkvaliteteten vara mycket bra och flera veterinärer bedöma bildsekvenserna för att ge statistiskt signifikanta resultat.

Studien ger en intressant inblick i hästens rörelsemönster. Den ger incitament för fortsatt forskning med större grupper och under mer standardiserade förhållanden,

så att statistiskt signifikanta slutsatser kan göras. Med bakgrund av denna studies resultat, där materialets storlek är begränsat, förkastas hypotesen att asymmetrimönstret i långsam trav för hand och vid snabb trav vid körning överensstämmer väl.

REFERENSER

ATG årsredovisning 2009. www.atg.se

Avelsföreningen för den svenska varmblodiga travhästen. www.asvt.se

Buchner, H., Savelberg, H., Schamhardt, H., Barneveld, A. 1996. Head and trunk movement adaptations in horses with experimentally induced fore- or hindlimb lameness. *Equine vet. J.* 28 71-76.

Church, E., Walker, A., Wilson, A., Pfau, T. 2009. Evaluation of discriminant analysis based on dorsoventral symmetry indices to quantify hindlimb lameness during over ground locomotion in the horse. *Equine vet. J.* 41 304-308.

Equinosis. www.equinosis.com

Couroucé, A., Geffroy, O., Barrey, E., Auvinet, B., Rose, R. 1999. Comparison of exercise tests in french trotters under training track, racetrack and treadmill conditions. *Equine vet. J. Suppl.* 30 528-532.

Drevemo, S., Fredricson, I., Hjertén, G. 1987. Early development of gait asymmetries in trotting Standardbred colts. *Equine vet. J.* 19 189-191.

Keegan, K., Dent, E., Wilson, D., Janicek, J., Kramer, J., Lacarrubba, A., Walsh, D., Cassells, M., Esther, T., Schiltz, P., Frees, K., Wilhite, C., Pollitt, C., Shaw, R., Norris, T. 2010. Repeatability of subjective evaluation of lameness in horses. *Equine vet. J.* 42 92-97.

Keegan, K. 2007. Evidence-based lameness detection and quantification. *Vet Clin Equine* 23 403-423.

Keegan, K., Yonezawa, Y., Pai, P., Wilson, D., Kramer, J. 2004. Evaluation of a sensor-based system of motion analysis for detection and quantification of forelimb and hind limb lameness in horses. *Am J Vet Res* 65 665-670.

Keegan, K., Pai, P., Wilson, D., Smith, B. 2001. Signal decomposition method of evaluating head movement to measure induced forelimb lameness I horses trotting on a treadmill. *Equine vet. J.* 33 446-451.

Kelmer, G., Keegan, K., Kramer, J., Wilson, D., Pai, P., Singh, P. 2005. Computer-assisted kinematic evaluation of induced compensatory movements resembling lameness in horses trotting on a treadmill. *Am J Vet Res* 66 646-655.

Kramer, J., Keegan, K., Kelmer, G., Wilson, D. 2003. Objective determination of pelvic movement during hind limb lameness by use of a signal decomposition

method and pelvic height differences. *Am J Vet Res* 65 741-747.

Leleu, C., Gloria, E., Renault, G., Barrey, E. 2002. Analysis of trotter gait on the track by accelerometry and image analysis. *Equine vet. J. Suppl.* 34 344-348.

Leleu, C., Bariller, F., Cotrel, C., Barrey, E. 2004. Reproducibility of a locomotor test for trotter horses. *The veterinary journal* 168 160-166.

Pfau, T., Robilliard, J., Weller, R., Jespers, K., Eliashar, E., Wilson, A. 2007. Assessment of mild hindlimb lameness during over ground locomotion using linear discriminant analysis of inertial sensor data. *Equine vet. J.* 39 40-413.

Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om träning och tävling med djur. SJVFS 2010:45. 2010. www.sjv.se

Svenska Travsportens Centralförbund (STC). www.travsport.se

Uhlir, C., Licka, T., Kubber, P., Peham, C., Scheidl, M., Girtler, D. 1997. Compensatory movements of horses with a stance phase lameness. *Equine vet. J. Suppl.* 23 102-105.

Walker, A., Wilson, A., Pfau, T. 2010. Comparison of kinematic symmetry index calculations and the effects of straight and circular trotting. *Equine vet. J.* 42 482-487.

Weishaupt, M., Wiestner, T., Hogg, H., Jordan, P., Auer, J. 2004. Compensatory load redistribution of horses with induced weightbearing hindlimb lameness trotting on a treadmill. *Equine vet. J.* 36 727-733.