

## Lättridningens påverkan på hästens rörelsemönster i trav



**Helena Back**

Handledare: Karin Roethlisberger Holm  
Inst. För Kliniska Vetenskaper, avd. för kirurgi och medicin

Biträdande handledare: Christopher Johnston  
Inst. För Anatomi och Fysiologi

## **Innehållsförteckning**

<b>SUMMARY .....</b>	<b>3</b>
<b>INLEDNING .....</b>	<b>4</b>
<b>KOTLEDENS ANATOMI OCH DESS RÖRELSE I TRAV .....</b>	<b>5</b>
<b>MATERIAL OCH METOD .....</b>	<b>9</b>
Hästar .....	9
Studiens genomförande.....	9
Kinematiska mätningar .....	11
Databearbetning .....	12
Statistisk analys .....	12
<b>RESULTAT .....</b>	<b>13</b>
<b>DISKUSSION .....</b>	<b>15</b>
<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>16</b>
<b>ACKNOWLEDGEMENTS .....</b>	<b>16</b>
<b>LITTERATURFÖRTECKNING.....</b>	<b>17</b>

## Summary

The interest in horses and equestrian sport is constantly increasing, and so is the will in both riders and trainers to learn more about the effect the rider and its equipment have on the horse. The last twenty years, more and more studies have been performed where the horse and its kinematics have been in focus. The access to more advanced technology has made it possible to study areas, which earlier have been hard to reach. The knowledge about kinematics in the horse, and how riders and their equipment interact with the horse's movement, is also of great interest to veterinarians in equine practice. How to help the horse in a prophylactic purpose and how to make better programs for rehabilitations, are important fields for both riders and veterinarians.

Earlier studies have shown that the angle in the fetlock joint well reflects the amplitude of the Ground Reaction Force (Rimersma et al 1988a,b). Therefore the fetlock joint was chosen for this study of the effect of rising trot on equine movement.

The purpose of the present study was to evaluate how the load from the rising trot of the rider effects the angle of the fetlock joint.

The study contained 4 healthy dressage horses in full training, which all competed on Intermediare or Grand Prix level. The horses and their riders, saddles and schabrak were provided with 85 spherical, light reflecting markers. The markers were placed on the horse's head, neck, caudal back and some of the joints on the legs. The horses then trotted with their heads in different head positions and at various paces on a treadmill with their regular riders. Twelve ProReflex® cameras registered the markers' three dimensional movements. The data obtained was worked up in Qualisys Track Manager, Matlab and Excel.

The study shows that there is a significant difference in the angle of the left fetlock joint in the rising trot when the rider is sitting down on the right or the left forelimb respectively. When the rider sit down on the left frontleg and the right hindleg, there is an decrease in the angle of the fetlock joint during the loading and stance for these two legs, which suggests that the vertical force on these legs increases at the moment when the rider sits down in the rising trot. The angle was even more decreased in the hindleg than in the frontleg, so it might be that the hindlegs take more pressure than the frontlegs in the rising trot. Further investigations are suggested to get more knowledge about the interaction between the horse and the rider.

## Inledning

Hästen har under många århundraden varit viktig för människan främst inom krigsmakten, jordbruket och som transportmedel. Under slutet av renässansen, 1450-1650, grundades den första veterinärutbildningen i Frankrike, som kom att visa vägen för resten av Europa. Det var också i Frankrike som man började studera hästarnas rörelser redan på 1800-talet. M. Goiffon och hans medarbetare Vincent försökte med stor noggrannhet avbilda hästens rörelser med tabeller och skisser. Arbetet resulterade i en bok som främst var avsedd att hjälpa konstnärer att avbilda hästar på ett mer naturligt sätt (Back, W. och Clayton, H. C. 2001). 1882 experimenterade E. Muybridge och E. J. Marey i Kalifornien med dåtidens kameror för att analysera rörelsemönster hos djur, vilket resulterade i boken *Animals in Motion* (Muybridge, E. 1899). I början av 1900-talet fanns många framstående forskare i Tyskland som intresserade sig för anatomi och som studerade hur rörelser sker genom muskelaktivitet. Efter andra världskrigets slut låg stora delar av Europa i ruiner, och man fokuserade mer på att bygga upp vad kriget lagt i ruiner, än på att utveckla nya vetenskapliga metoder. Under denna period förlorade hästen sin tidigare roll inom krigsmakten, jordbruket och som transportmedel. När ekonomin återigen började blomstra under 1960-talet, växte intresset för ridsporten på ett helt nytt sätt. Från att tidigare ha varit endast få förunnat, nådde nu sporten ut till allmänheten, och därmed ökade också antalet tävlingar, tävlingsformer och tävlingsklasser (Back, W. och Clayton, H. C. 2001). Det var svensken Ingvar Fredricson och hans grupp, som under denna tidsperiod återuppväckte forskningen på hästens rörelser, bland annat genom att använda sig av höghastighetskameror (Fredricson et al 1970). Det var denna forskargrupp som för första gången använde en rullmatta som hjälpmedel för att studera hästens rörelsemönster (Fredricson et al 1983).

Under de senaste åren har Sverige fått fram ett antal ekipage inom både dressyr och hoppning, som placerat sig högt upp i prislistorna på internationella tävlingar. Det finns många svenskfödda tävlingshästar som presterar bra och som utbildats och tränats i Sverige (Söderstrand, S. et al 2001). Trots detta är kunskapen fortfarande förhållandevis liten om hur hästens rörelsemönster påverkas av ryttaren och den utrustning som används i samband med ridning. Hittills har ryttare och tränare främst arbetat utifrån metoder baserade på beprövad erfarenhet. Detta är kunskap som inte på något vis ska förringas, men den bör kompletteras med vetenskapligt baserad kunskap. I takt med att modernare metoder och tekniker utvecklas kommer man att få mer kunskap om hur interaktionen mellan häst och ryttare sker. Detta kan få stor betydelse för hur man utbildar unghästar, men även för hur en redan utbildad häst bäst ska tränas för att hålla för de prestationer som krävs av den. Vidare kan kunskap om ryttarens inverkan på hästens rörelsemönster vara till stor nytta vid utarbetande av program för konvalescens och rehabilitering efter skador. Vikten av dessa kunskaper i det förebyggande arbetet kan inte nog poängteras.

Det är ett allmänt vedertaget påstående att då ryttaren rider lätt, avlastas hästens diagonala benpar som är i marken i det moment då ryttaren reser sig ur sadeln. Vidare antas det vara mer bekvämt för ryttaren att rida lätt. Vikten av att sitta på "rätt" sittben, samt att ryttare i allmänhet rider lätt under hästens uppvärmning, är faktorer som hittills saknar vetenskapliga belägg, men som genom beprövad erfarenhet bedömts vara bäst för hästen. Med "rätt" sittben menas att ryttaren

sitter ned när yttre frambenet är i marken, det vill säga när vänster framben är i marken i höger varv och tvärtom (Hedlund, G. 1978).

Ryttare rekommenderas att rida lätt under hela unghästens utbildning (Klimke, R. 1998). Även en framstående svensk unghästutbildare, Jens Fredricson, föredrar att ryttaren rider lätt under hästens utbildningsperiod (personlig kommunikation). Han poängterar också att ryttaren måste vara i lodrät position över hästen under själva lätttridningen, eftersom en felaktig tyngdpunkt hos ryttaren tros påverka hästen negativt.

Ett sätt att analysera hästens rörelser är att höghastighetsfilma markörer som är fästa på hästens hud över olika anatomiska strukturer. Därigenom kan man indirekt beräkna hästens rörelser, men man måste ta hänsyn till de fel som kan uppstå på grund av hudens förskjutning över det område där markören placerats (van Weeren, 1989). Man har dock funnit att korrigering för hudens förskjutning av en markör fäst på kotleden, inte ändrar mönstret för hur ledvinkeln förändras under ett steg (Back, W. och Clayton H. 2001).

I tidigare studier har man visat att vinkeln i kotleden reflekterar amplituden av Ground Reaction Force, GRF, (GRF mäts då hästen trampar på en kraftplatta och man får då den externa belastningen på hästens ben under understödsfasen.) (Riemersma et al 1988a,b). Detta gör att man kan använda denna led som en indikator på den kinematiska responsen för belastning på hästens ben. Man har sett att kotledens vinkel ökar i den senare delen av understödsfasen då hästen belastas med en ryttare på ryggen, jämfört med utan ryttare (Clayton et al 1999). Syftet med den här studien var att studera hur vinkeln (Figur 1), och därmed belastningen av det distala benet, i hästens kotleder påverkas av lätttridning, och beroende på dessa resultat avgöra huruvida de distala delarna av hästens ben påverkas av belastningen från ryttarens lätttridning. De ryttare som deltog i studien höll lägst intermediär-nivå, vilket betyder att alla höll en upprättad och korrekt position över hästen i lätttridningen.

### **Kotledens anatomi och dess rörelse i trav**

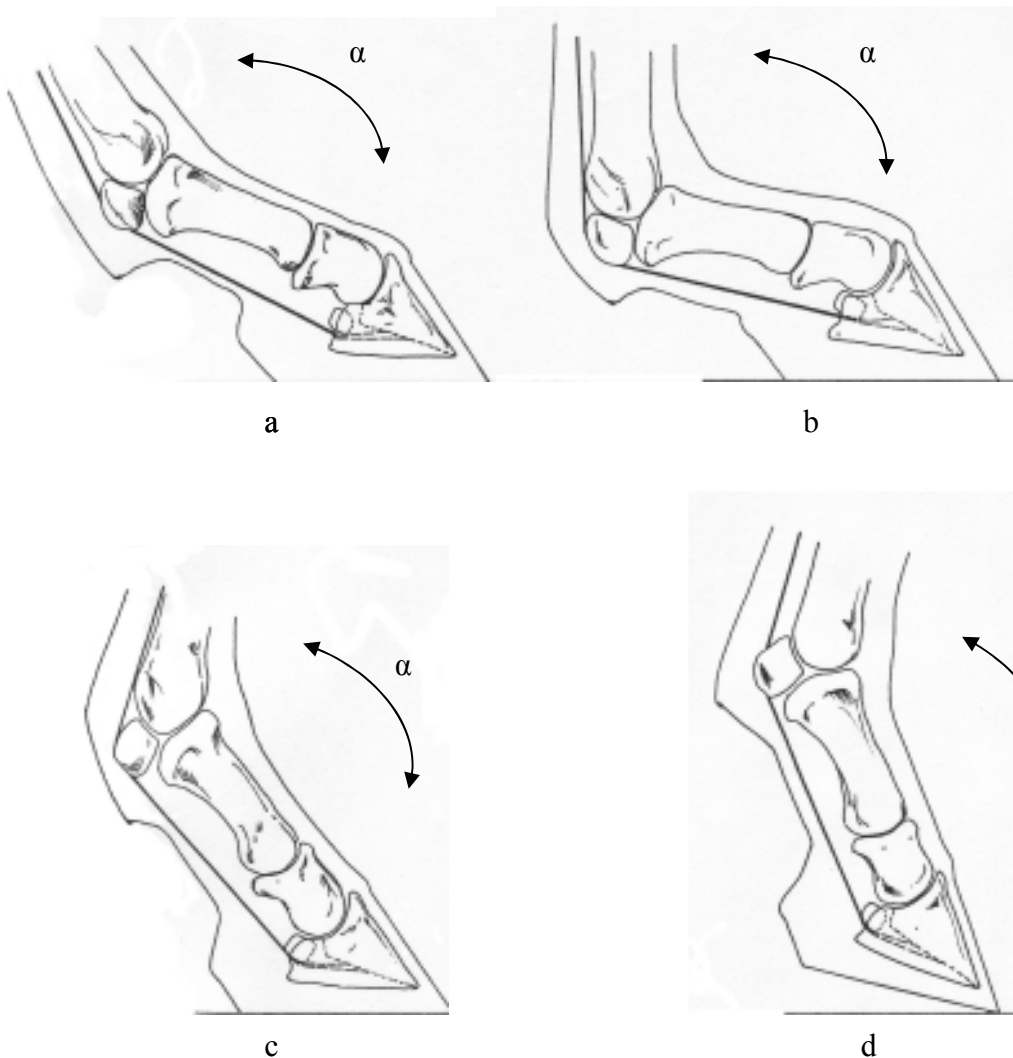
Kotleden utgörs av ledytorna mellan metacarpal/tarsalben 3, proximala falangbenet samt två proximala sesamoidben. De stora benen hålls samman av mediala och laterala kollateralligament, medan sesamoidbenen fästs till metacarpal/tarsalkondylen och proximala tuberkeln på proximala falangbenet med hjälp av ett antal mindre kollateralligament. Ett antal sesamoidala ligament binder samman sesamoidbenens bas till första falangen, vilket gör att dessa rör sig i enighet med proximala falangen. De djupaste ligamenten är små och raka, de yttligare är längre och sneda.

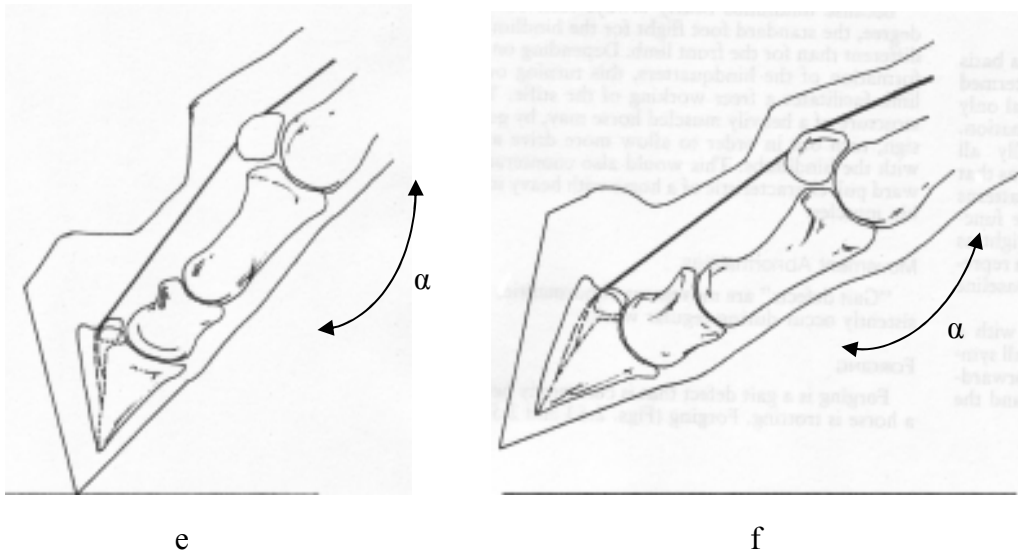
Ledkapseln är rymlig, vilket möjliggör den stora rörlighet som finns i kotleden. (Dyce et al. 1996)

Trav är en två-taktig gångart, då de diagonala benparen rör sig samtidigt (Ross, M. W. och Dyson, S. J. 2003). Ett steg kan delas in i fem olika faser: landning, belastning, understöd, överrullning och svävning.

1. Landningsfas (a): Hoven vidrör marken och benet börjar bära upp den belastning som fås av kroppsvikten i nedslaget.

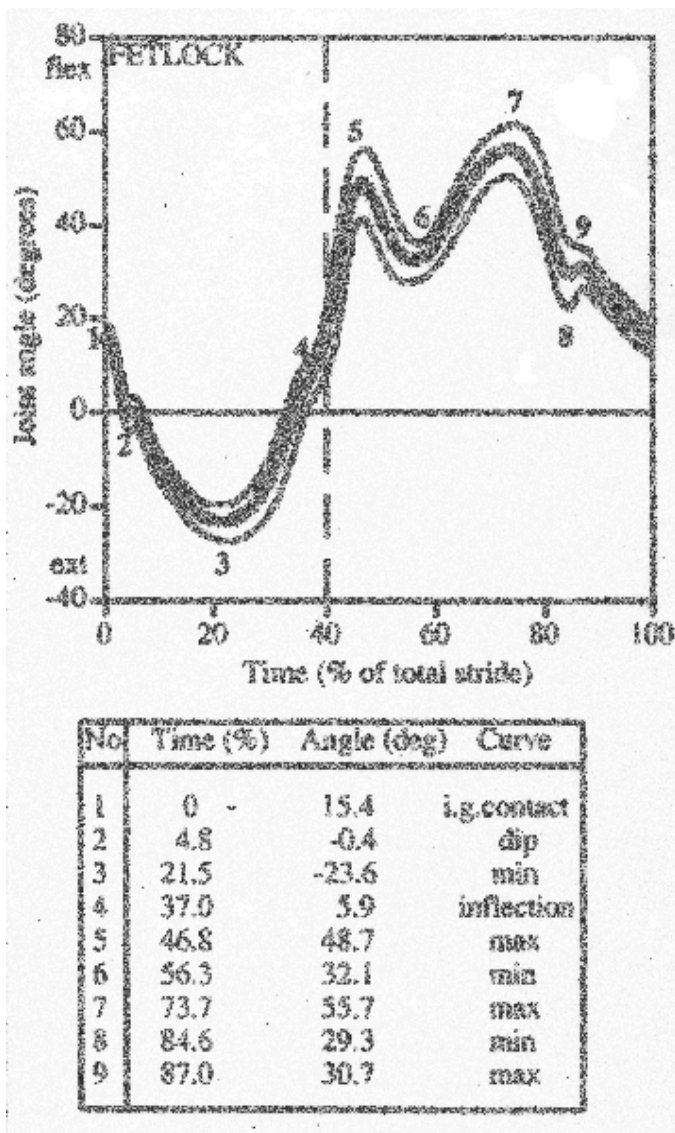
2. Belastningsfas (b): Hästens kropp rör sig framåt och dess tyngdpunkt flyttas över hoven. Detta sker när kotleden är sträckt i sin lägsta punkt, vilket ibland resulterar i ett nästan horisontellt kotben.
3. Understödsfas (c): Kotleden rätas upp tills den har ungefär samma kontur som hos en häst som belastar sitt ben i vila. Övergången mellan belastnings- och understödsfasen är mycket påfrestande för benets distala delar samt hovens interna strukturer. Hästens tyngdpunkt flyttas över hoven, komponenterna i flexionsapparaten lyfter hästens vikt och kotleden börjar röra sig uppåt. Karleden rätas upp och benet lyfts från marken.
4. Överrullningsfas (d+e): Är den fasen då hoven lämnar marken, det vill säga från det att hovens trakter lyfts från marken till dess hovens tå lämnar marken. Djupa böjsenan är fortfarande sträckt, och motverkar det nedåtriktade trycket från hästens kroppsvikt
5. Svängningsfasen (f): Benet rör sig framåt genom luften, sträcks ut och förbereds för nästa landning (Stashak, T.S. 2002).





Figur1. Hästens rörelse under ett steg från landningsfasen(a) till svävningsfasen(f) (Stashak, T.S. 2002). I samtliga faser är kotledsvinkeln  $\alpha$ , gällande för denna studie inritad.

Det har tidigare studerats hur vinklarna i hästens kotled på vänster fram ser ut hos häst utan ryttare. Man har då studerat hur vinkeln ändrar sig under ett steg i förhållande till hur vinkeln i kotleden ser ut när hoven just har landat. (Figur 2)(Back et al 1995a). Kurvan för höger framben blir då, på en mätning som grundar sig på att steget börjar när vänster framben tar i marken, förskjuten åt höger.



Figur 2. Medelvärde av hur kotledens vinklar ändras på vänster framben under ett steg hos en grupp hästar som travar på rullmatta (4m/s). Strax efter att hoven tagit i marken (1) sträcks kotleden ut i en plåt (2), därefter sträcks den ut till att nå sitt minimivärde under mitten av understödsfasen (3). Just innan hoven lyfts från marken (4) inleds den första maximala flexionspeaken (5). Under svävningsfasen sker en extension (6) och en flexion (7) av leden. Mot slutet av svävningsfasen, bromsas den sista extensionen abrupt (8) (Back et al 1995a).



## **Material och metod**

### **Hästar**

Sju hästar inkluderades i studien, varav sex höll Grand Prix-nivå och en Intermediare. I denna presentation tas endast fyra av hästarna med på grund av tekniska problem under mätningarna vid lätttridningen. Hästarna var i regelbunden träning och i tävlingskondition då studien genomfördes. Hästarna var  $14 \pm 4.3$  år gamla,  $170 \pm 7$  cm i mankhöjd och vägde  $609 \pm 62.3$  kg. Innan hästarna inkluderades i studien genomgick de en klinisk undersökning utförd av en erfaren klinikveterinär. Om en häst bedömdes ha onormala palpationsreaktioner av huvud, ben, rygg, hals eller om den var halt, exkluderades den ur studien. Under studien reds hästarna på en rullmatta i skritt och trav av sina ordinarie ryttare, de hade sin vanliga väl tillpassade dressyrsadel samt reds på träns med ett tvådelat, normaltjockt tränsbett. Hästarna tränades först utan ryttare på rullmattan (Fredricson et al 1983).

### **Studiens genomförande**

Mätningarna genomfördes med ett kinematiskt analyssystem (ProReflex®) på en rullmatta. Hästarna studerades i sex olika huvudpositioner (Head and Neck Postions, HNP) se figur3.

HNP1) Fri, naturlig huvudposition. Hästen gick med fria tyglar

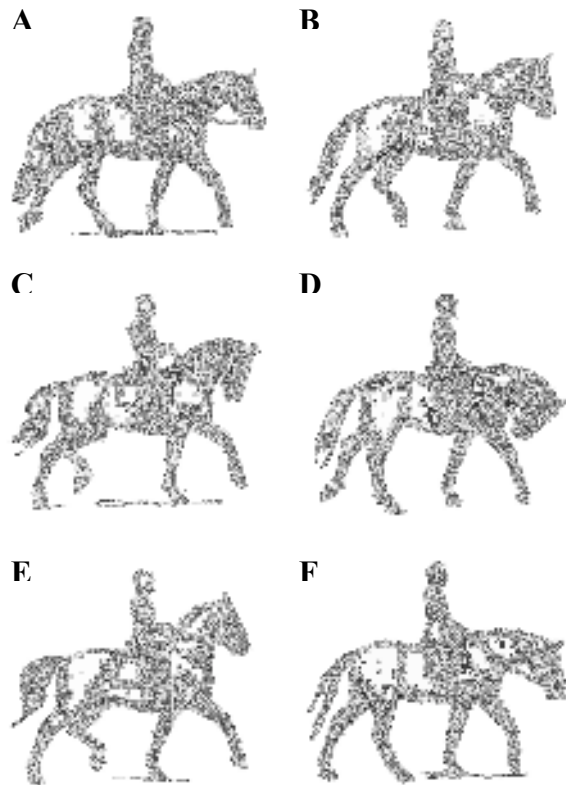
HNP2) Hög nacke, nosen strax framför lodplanet

HPN3) Hög nacke, nosen strax bakom lodplanet

HPN4) Låg nacke, nosen bakom lodplanet

HPN5) Extremt hög hals, nosen framför lodplanet

HPN6) Huvud och hals framåt och nedåt



**Figur3:** De olika huvudpositionerna. **A**, HNP1; **B**, HNP2; **C**, HNP3; **D**, HNP4; **E**, HNP5; **F**, HNP6

I studien tittade man på samtliga ovanstående huvudpositioner och gjorde olika jämförelser mellan dessa. I denna presentation valdes det att endast studera hästarna i HNP1, eftersom man då har hästen i en neutral huvudposition utan påverkan från ryttarens tyglar och man här endast var intresserad av förändringarna i vinklarna på hästens kotleder, för att bedöma belastningen på hästens ben. En erfaren och välmeriterad tränare bedömde när hästen befann sig i rätt huvudposition. Hastigheten på rullmattan anpassades efter hästen, utifrån när ryttaren och ovanstående tränare ansåg att hästen befann sig i god balans, rytm och harmoni. Hastigheten ändrades i de olika huvudpositionerna och en referensmätning gjordes i HNP2. Denna referensmätning utfördes genom hastighetsserier som först påbörjades i skritt, där mätningar gjordes i intervall med 0.1 m/s. Därefter fick hästarna en kort paus, innan mätningarna för trav genomfördes, vilket skedde i nedsittning med hastighetsintervall på 0.2 m/s. Denna hastighetsserie kom sedan att fungera som referens till de övriga huvudpositionerna, för att utvärdera effekten av dessa. I trav red ryttarna lätt på höger respektive vänster sittben, samt trav i nedsittning. Stegparametrar beräknades från kinetisk data som erhållits från de kraftplattesystem vilket fanns i mattan och som synkroniserats med de kinematiska mätningarna. Inspelning av hästarna under mätningarna på rullmattan skedde också med vanlig videokamera.

## Kinematiska mätningar

85 sfäriska infraröda ljusreflekterande markörer med diametern 19 mm (ProReflex®) limmades eller tejpades fast på hästen, sadeln, vojlocken och ryttaren. En person avgjorde med hjälp av palpation markörernas position på hästens huvud, hals, kaudala ryggen samt på vissa av benens leder.

Tolv ProReflex® kameror användes. Dessa sänder ut infrarött ljus och detekterar sedan ljuset som reflekteras av markörerna. Kamerorna var utställda runt om rullmattan på sådant sätt att ett område skapades där alla markörer sågs av minst två kameror samtidigt. Den tredimensionella rörelsen av varje markör registrerades och rekonstruktionen av den tvådimensionella rörelsen skedde enligt Faber et al. 2001b. Mätningarna gjordes i tre plan, med x-axeln parallell med rullmattan, den positiva z-axeln orienterad uppåt samt y-axeln vinkelrät mot x- och y-axeln. Data samlades i 12-15 sekunder för varje gångart. På grund av tekniska problem registrerades tre av hästarnas data vid 240Hz och de övriga fyra hästarna vid 140Hz. En detaljerad beskrivning av den utrustning och teknik som används vid insamlingen av data har beskrivits av Johnston et al 2002.



*Bild 1: Häst och ryttare på rullmatta. Foto: Helena Back*

Mätningar av de vertikala krafterna för varje ben gjordes på rullmattan via ett instrumentellt kraftmätningssystem (Weishaupt et al 2002). Detta system bryter ned ”reaction force” från de multipla bärarpunkterna på rullmattans plattform till fyra vertikala hovkrafter, vilket avgör hovens position under understödsfasen på rullmattan.

## **Databearbetning**

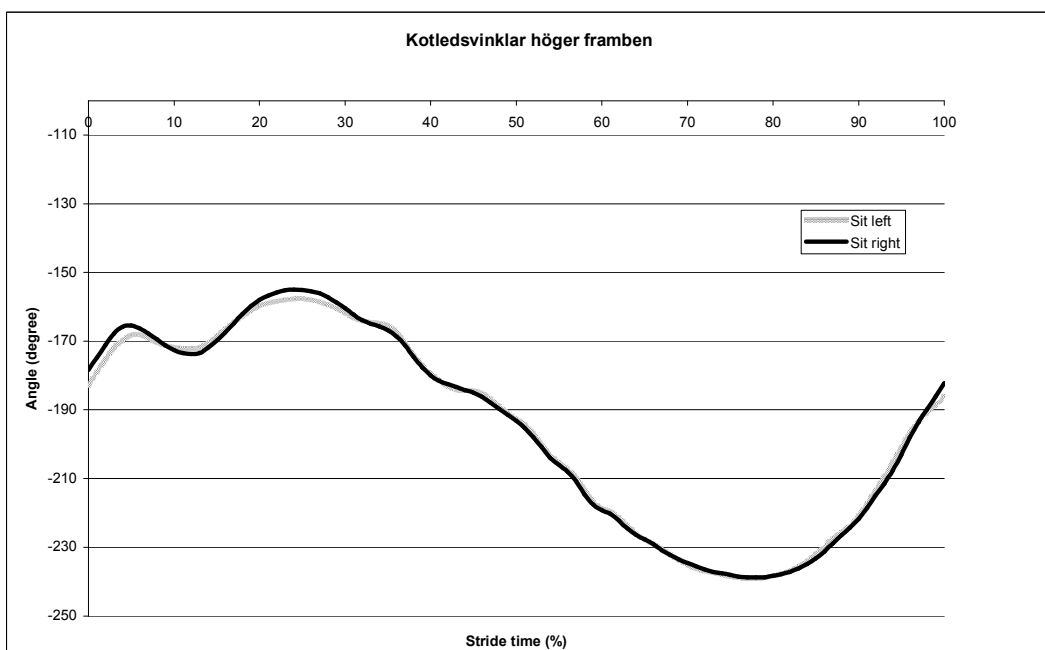
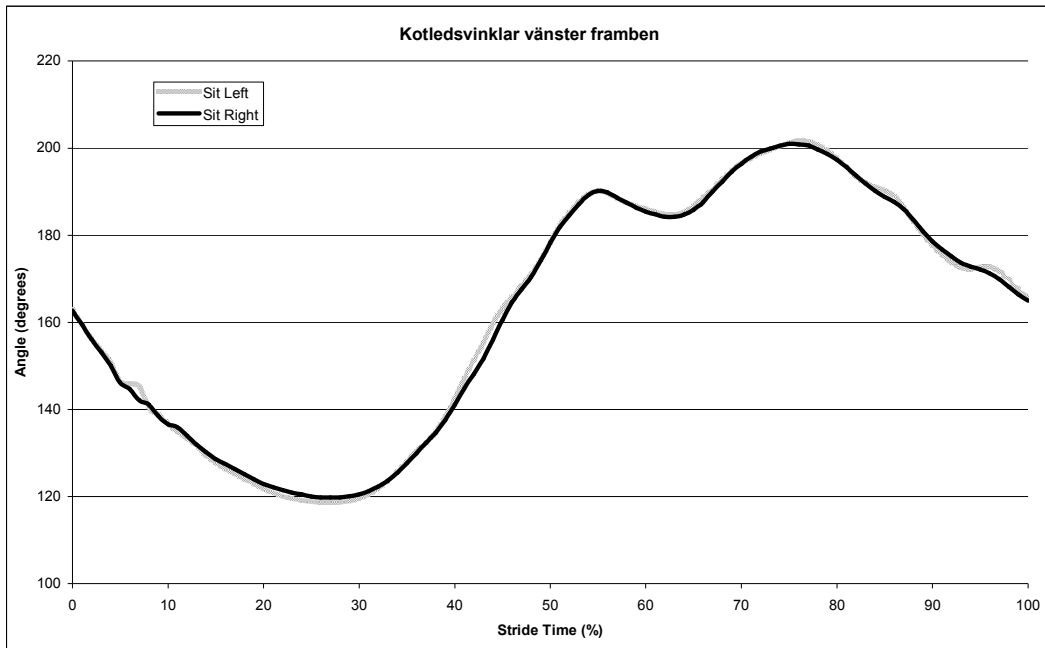
Qualisys Track Manager software användes för att bearbeta data. Rekonstruktionen av den tredimensionella positionen för varje markör baseras på en direkt linjär algoritm (QTrack<sup>TM</sup>). X-, y- och z- koordinaterna bearbetades i Matlab® för vidare databearbetning samt beräkning av vinklar. Utifrån de individuella stegcyklarna bestämdes att en stegcykel började när vänster framhov fick markkontakt. Exakt när markkontakten skedde avgjordes med hjälp av kinematiska data för hovmarkören. De värden som erhöles i Matlab® bearbetades sedan statistiskt i Excel.

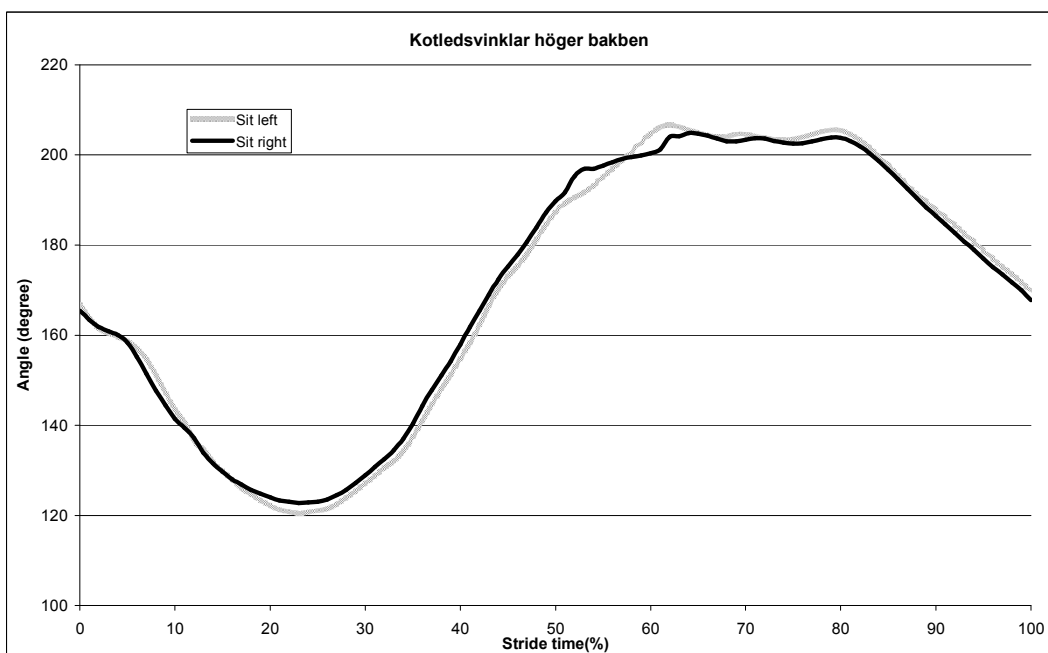
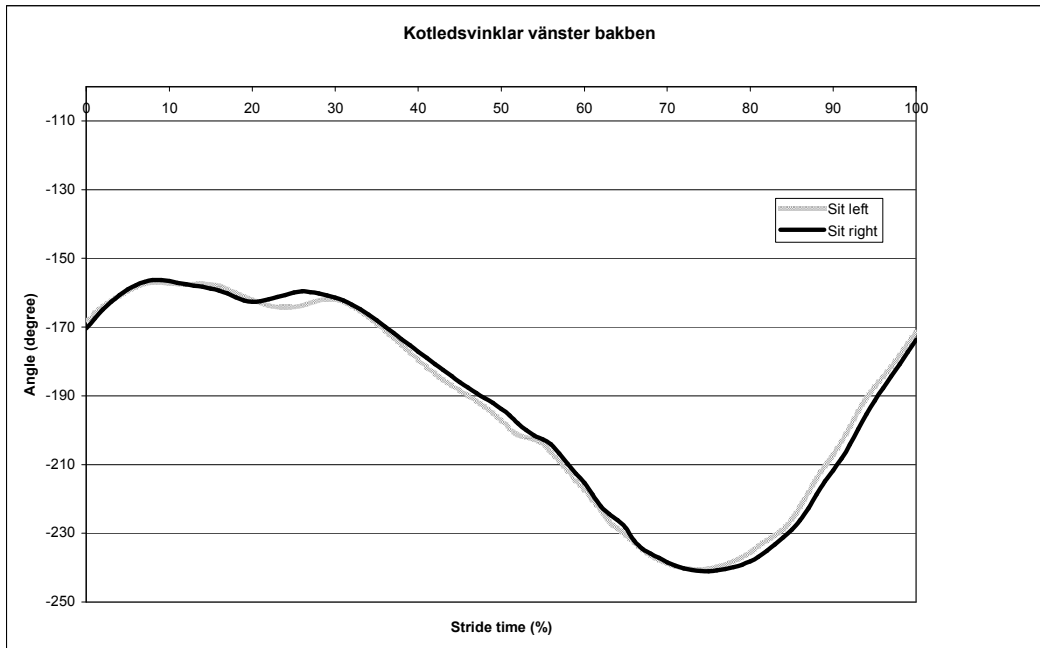
## **Statistisk analys**

Vinklarna i kotleden under ett steg beräknades för båda frambenen och båda bakbenen hos fyra av studiens hästar. Ett medelvärde räknades fram för när ryttaren satt på höger respektive vänster sittben på vart och ett av hästens ben. Dessa medelvärden jämfördes sedan med varandra för varje ben och en differens mellan om ryttaren satt på höger eller vänster sittben kunde erhållas. För att avgöra eventuell signifikans i skillnader i vinklarna i kotlederna då ryttaren satt på höger respektive vänster sittben gjordes utvärdering genom ett paired t-test. Nivån för signifikans sattes till  $p < 0,05$

## Resultat

När man studerar vänster framben och höger bakben ser man en signifikant skillnad i kotledens vinkel i genomtrampet när ryttaren sitter på höger eller vänster sittben. När ryttaren sitter ner och belastar benet minskar vinkeln i kotleden i genomtrampet, vilket betyder att genomtrampet ökar och följaktligen också belastningen. Skillnaden är ännu större för bakbenen än för frambenen.





*Figur4. Det beräknade medelvärdet för kotledens vinklar för respektive ben under ett steg. De två olika kurvorna visar om ryttaren sitter på höger eller vänster sittben. En signifikant skillnad kan tex. ses för vänster framben och höger bakben i fas 27-32 under ett steg, vilket är i genomtrampfasen.*

## Diskussion

Man har tidigare funnit att kotledens kinematik och GRF påverkas av belastningen från en ryttare som sitter ner när hästen travar (Clayton, H.M. et al 1999). Det har däremot ej tidigare undersökts om vinklarna i hästens kotleder påverkas av ryttarens lättridning.

I denna studie kunde en signifikant skillnad ses i kotledens vinklar i genomtrampsfasen, beroende på om ryttaren satt på höger eller vänster sittben. Då traven är en tvåtaktig rörelse, flyttas vänster framben ungefär samtidigt som höger bakben och tvärtom. När man undersöker vinklarna för dessa benpar, ses en signifikant skillnad i belastningen av benen när ryttaren sitter ner jämfört med när ryttaren står upp. När skillnaden mellan kotledens vinklar för både fram och bakben studeras, kan man se att vinkeln minskar mer på det belastade bakbenet, det vill säga att genomtrampet är större där. Dessa resultat tyder på att då ryttaren rider i höger varv och sitter på vänster sittben, det vill säga när hästen belastar vänster framben, så är det höger bakben som får ta den största belastningen av ryttaren. Resultaten i denna studie talar för att man som ryttare bör vara noga med att byta sittben även om hästen går utomhus på rakt spår, för att inte belasta en diagonal av hästens benpar mer än den andra. Hur belastningen ser ut när hästen rids på böjt spår, skulle vara av stort intresse att studera vidare. Då denna studie pekar på att hästens inre bakben belastas mest vid rörelse rakt fram, kan man kanske tro att på böjt spår belastas den inre sidan och dess bakben ännu mera och det finns anledning att överväga att sitta ner på höger sittben i höger varv. Det skulle också vara intressant att göra en liknande studie med hopphästar och hoppсадlar, för att se om det är någon skillnad mot resultaten i studien av dressyrhästar. Om det är så att ett korrekt ben klarar mer belastning än ett mindre korrekt ben, kanske ryttaren borde sitta på det sittben som belastar det korrekta benet oftare än på det andra sittbenet.

Resultaten i denna studie talar för att ryttarens sits spelar en betydande roll, inte bara för hästens prestation, utan också för dess hållbarhet. Om lättridning är skonsammare för unghästen är svårt att avgöra från denna studie, då det vore önskvärt att även studera hur lättridningen påverkar hästens rygg, vilket kommer att göras i andra delar av denna studie, men inte redovisas i den här presentationen. Hur olika huvudpositioner påverkar belastningen från ryttarens lättridning är också viktigt att veta. Andra intressanta parametrar att studera är påverkan av ryttaren i fältsits, lättridning i hopp-sadel och hur hästen med sin ryttare påverkas av böjt spår. Det är av största intresse att gå vidare med den här typen av forskning, där varje resultat är små bitar av kunskap som så småningom resulterar i en större förståelse för hur hästens rörelser påverkas av ryttaren och dess utrustning. Detta är kunskap som kan leda fram till bättre ridning till fördel för hästens hållbarhet och prestation, samt för hästen bättre konvalescensprogram vid rehabilitering efter skada.

## Sammanfattning

I takt med att intresset för hästar och ridsport ökar, ökar viljan hos både ryttare, tränare och hästpraktiserande veterinärer att lära sig mer om hur hästen påverkas av sin ryttare och dess utrustning. De senaste tjugo åren har fler och fler studier utförts där man har studerat hästen och dess kinematik. I takt med att forskningen får tillgång till allt bättre och mer avancerad teknik, kan man undersöka områden som tidigare varit svåra att studera med äldre metoder. Med goda kunskaper i detta område, kan man lättare utarbeta program för konvalescens och rehabilitering efter skador, men även hjälpa hästen i profylaktiskt syfte. Syftet med den här studien var att utvärdera huruvida vinkeln i hästens kotleder förändrades när ryttaren red lätt, och om det var någon signifikant skillnad när ryttaren satt på höger eller vänster sittben. Kotledens vinkel har visat sig väl spegla den vertikala belastning som hästens ben upptar (Rimersma et al 1988a,b) och valdes därför för denna studie.

I studien ingick 4 friska och vältränade dressyrhästar, som alla tävlade på Intermediare eller Grand Prix-nivå. Hästarna och deras ryttare, sadel och vojlock försågs med 85 sfäriska, ljusreflekterande markörer. Markörerna placerades på hästens huvud, hals, kaudala ryggen samt på vissa av benens leder. Hästarna fick sedan trava med olika huvudpositioner och i olika hastigheter på en rullmatta med sina ordinarie ryttare. Tolv ProRelex® kameror registrerade markörernas tredimensionella rörelse. De data som erhållits har bearbetats i Qualisys Track Manager, Matlab och Excel.

Det fanns en signifikant skillnad i vinklarna på hästens kotleder när ryttaren red lätt på höger respektive vänster sittben. När ryttaren satt ner på vänster fram och höger bakben och belastade dessa blev vinkeln i kotleden på det belastade benparet mindre, vilket betyder att belastningen på dessa ben ökar. Vinkeln i kotleden på bakbenen var mindre än vinkeln på frambenen i ryttarens nedsittningsfas, vilket tolkas som att hästens bakben är de som mest belastas av ryttarens lätttridning.

Resultaten i denna studie talar för att ryttarens sits har en betydande roll, inte bara för hästens prestation utan även för dess hållbarhet. Då resultaten i denna studie pekar på att det är hästens inre bakben som får ta störst belastning då ryttaren rider lätt, borde man som ryttare överväga att sitta på höger sittben i höger varv och tvärtom. Fler studier är viktiga för att få fram fler bitar av kunskap som slutligen kan leda fram till bättre ridning, samt för hästen bättre konvalescensprogram vid rehabilitering efter skada.

## Acknowledgements

Författaren önskar tacka:

Karin Roethlisberger-Holm, som är den bästa tänkbara handledare man kan ha Marie Rhodin, för all hjälp och goda råd

Chris Johnston och Lars Roepstorff, för hjälp med beräkningar

Erik Näslund och Mia Svensson, för datorteknisk support

Alla mina fantastiska vänner och familj, som stöttat mig i både med och motgång



## Litteraturförteckning

- Back, W., Clayton, H. M. (2001) Equine locomotion. WB Saunders. pp. 1, 8-9, 13, 16, 21-23, 100
- Back, W. Barneveld, A. Schamhardt, H.C., Svavelberg, H.H.C.M. et al. (1995a) How the horse moves: significance of graphical representations of equine forelimb kinematics. Equine Vet. J. 27 pp. 31-38
- Clayton, H.M., Lanovas J. L., Schamhardt, H. C. and R. Wessum van. (1999) The effects of a rider's mass on ground reaction forces and fetlock kinematics at the trot. Equine Veterinary Journal. Suppl. 30, pp. 218-221
- Dyce, K. M., Sack, W. O. and Wensing, C. J. G. (1996) Textbook of Veterinary Anatomy. 2<sup>nd</sup> edn. W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA, pp. 590-591
- Faber, M., Schamhardt, H., van Weeren, P.R. and Barneveld, A. (2001b) Methodology and validity of assessing kinematics of the thoracolumbar vertebral column in horses on the basis of skin-fixed markers. Am.J.vet.Res. 62, pp. 301-306
- Fredricson I., Adersson, S., Dandanell, R., Moen, K., and Andersson., B. (1970) Quantitative analysis of hoof motion patterns using high-speed films of harness horses. Proc. 9<sup>th</sup> Int. Congr. High-Speed Photogr., pp. 347-350
- Fredricson, I., Drevemo, S., Dalin, G., Hjertén, G., Björne, K., and Rynde, R. (1983) Treadmill for equine locomotion analysis. Equine Veterinary Journal, 15(2), pp. 111-115
- Hedlund, G. (1978) Detta är ridning. Albert Bonniers Förlag AB, Stockholm. P. 33
- Johnston, C., Holm, K., Faber, M., Erichsen, C., Eksell, P. and Drevemo, S. (2002) Effect of conformational aspects on the movement of the equine back. Equine vet.J., Suppl. 34, pp. 314-318
- Klimke, R. (1998) Unghästen, Grundutbildning-från föl till första tävlingsstart. Natur och Kultur/LTs förlag, Stockholm, Sverige. p 60
- Muybridge, E. (1889) Animals in Motion. Republished (1957):L.S.Brown (ed.). New York: Dover Publications.
- Riemersma, D.J., Schamhardt, H.C., Hartman, W. and Lammertink, J.L.M.A. (1988a) Kinetics and kinematics of the equine hind limb: In vivo tendon loads and force plate measurements in ponies. Am. J. vet. Res 49, pp.1344-1352
- Riemersma, D.J., Schamhardt, H.C., Hartman, W. and Lammertink, J.L.M.A. (1988b) Kinetics and kinematics of the equine hind limb: In vivo tendon loads and force plate measurements in ponies. Am. J. vet. Res 49, pp. 1353-1359
- Ross, M. W., Dyson, S. J. (2003) Diagnosis and management of lameness in the horse. Saunders, St. Louis, Missouri, USA, p 61
- Stashak, T. S. (2002) Adams' Lameness in horses. 5<sup>th</sup> edn. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, USA, pp 101-103
- Söderstrand, S., Bilock, L., Björe, L., Berggren, E., Kjellberg, L., Zetterqvist, M. (2001) Hopplära strömsholmsmetoden. Natur och Kultur/Fakta. Almqvist & Wiksell Tryckeri, Uppsala. p. 7
- Weeren, P.R. van (1989) Skin displacement in equine kinematic gait analysis. Thesis, Utrecht, The Netherlands.
- Weishaupt, M.A, Hogg, H.P., Wiestner, T., Denoth, J., Stussi, E. and Auer, J.A. (2002) Instrumented treadmill for measuring vertical ground reaction forces in horses. Am J Vet Res 63, pp. 520-527

