



Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap

Institutionen för kliniska vetenskaper

Påverkan av olika kraftförhållanden på hovledens kollateralligaments utseende vid magnetisk resonans tomografi, ”magisk vinkeleffekt”

Emma Lindell

Uppsala

2013

Examensarbete inom veterinärprogrammet

ISSN 1652-8697

Examensarbete 2013:56

Påverkan av olika kraftförhållanden på hovledens
kollateralligaments utseende vid magnetisk
resonans tomografi, ”magisk vinkeleffekt”

Effect of different forces on the collateral
ligaments, of the distal interphalangeal joint,
appearance on magnetic resonance tomography
imaging, “magic angle effect”

Emma Lindell

*Handledare: Ove Wattle, Institutionen för kliniska vetenskaper
Biträdande handledare: Helena Treffenberg-Pettersson, och
Henrik Jansson, Universitetsdjursjukhuset*

*Examinator: Karin Holm, Institutionen för kliniska vetenskaper
Examensarbete inom veterinärprogrammet, Uppsala 2013
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper
Kurskod: EX0736, Nivå A2E, 30hp*

Key words: magic angle effect, collateral ligament, distal interphalangeal joint, force, pressure, leg conformation, magnetic resonance tomography,

Nyckelord: magisk vinkel effekt, kollateralligament, hovled, kraft, tryck, benställningar, magnetisk resonans tomografi

Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>

ISSN 1652-8697

Examensarbete 2013:56

SAMMANFATTNING

Vid undersökningar med stående lågfälts magnetisk resonans tomografi (MRT) har en artefakt i form av magisk vinkeleffekt i hovledens kollatteralligament (HKL) rapporterats vid T1-sekvenser. Den magiska vinkeleffekten ger en ökad signalintensitet i HKL och kan misstas för en desmit. Medio-lateral obalans i hoven och en suboptimal positionering av hoven har tidigare visats ge upphov till magisk vinkeleffekt på kadaverben.

Studien som utfördes på levande hästar utvärderade om medio-laterala kraftskillnader i hoven påverkade MRT-bildernas utseende avseende HKL, i form av en magisk vinkeleffekt. För att mäta den medio-laterala kraftskillnaden utvärderades en metod där en tryckfilm användes för mätning av hovbelastningen före och efter verkning på 7 hästar. Av de 7 hästarna genomgick 4 hästar MRT-undersökning av en hov i sekvenserna T2 FSE (4 hovar) och T1 SE (2 hovar). Resultaten indikerar att medio-laterala kraftskillnader påverkar MRT-bildens utseende avseende HKL i både sekvenserna T2 FSE och T1 SE hos levande hästar. Vid tolkning av MRT-bilder är det viktigt att ta hänsyn till den magiska vinkeleffekten i HKL för att minimera risken för falskt positiva resultat.

SUMMARY

The magic angle effect is an artefact that can occur during Magnetic Resonance Imaging (MRI) examination of the collateral ligaments of the distal interphalangeal joint in T1-sequences. Magic angle effect appears as a hyper intense signal in the collateral ligaments and can be misinterpreted as desmitis. Medio-lateral imbalance in the hoof or suboptimal positioning of the hoof has been reported to cause such a magic angle effect in cadaver legs.

This study was performed on 7 horses. We evaluated if medio-lateral differences in loading had an effect on the collateral ligaments of the distal interphalangeal joint on MRI images and whether this imbalance in loading caused the magic angle effect or not. To measure the medio-lateral loading we used a pressure film placed between the hoof and the ground. The pressure film was used in 7 horses and a total of 8 hoofs before and after trimming. MRI examination was performed on 4 of the horses, one hoof each, in the sequence T2 FSE (all 4 hooves) and T1 SE (2 of the hooves). The results indicated that differences in medio-lateral loading affect the appearance of the collateral ligaments of the distal interphalangeal joint on MRI images in both T1 SE and T2 FSE sequences in live horses. When interpreting MRI images of the hoof it is important to recognise the magic angle effect to avoid false positive results.

FÖRKORTNINGAR

MRT Magnetisk Resonans Tomografi

HKL Hovledens kollateralligament

UL Ultraljud

UDS Universitetsdjursjukhuset

SLU Sveriges lantbruksuniversitet

VF Vänster framben

HF Höger framben

INNEHÅLL

Inledning.....	1
Material & metod	3
Resultat.....	6
MRT och magisk vinkeleffekt.....	9
Diskussion	11
Tack.....	13
Referenser.....	14

INLEDNING

Hältor som har sitt ursprung från hovarna är ett mycket vanligt problem hos hästar. Det finns ett stort antal strukturer inom hovkapseln som kan skadas. Hovledens inre och yttre kollateralligament (HKL) är exempel på sådana strukturer och skador i dessa har diagnostiserats i en ökande omfattning under 2000-talet. De rörelser som normalt begränsas av HKL är passiv abduktion och adduktion samt rotationsrörelse mellan hovben och kronben (Denoix 1999). Det mediala respektive det laterala kollateralligamentets origo är i en sulcus distal och medialt, respektive lateralt, på kronbenet och deras insertio är en fossa dorsomedialt respektive dorsolateralt på hovbenet.

Belastning av en obalanserad hov, vinklade benställningar, rörelse på ojämnt underlag, simultan inbromsning och vändning förmodas öka risken för skador i HKL (Zubrod *et al.* 2005). HKL-skador (desmit) kan förekomma i hela kollateralligamentens utsträckning inklusive dess infästningar. Vart skadan uppkommer beror sannolikt på den typ av belastning som verkade på leden/ligamenten i samband med skadetillfället (Zubrod *et al.* 2005). Skador i HKL är som sagt vanligt förekommande bland hästar som har en hälta utgående från hoven. Särskilt vanligt är det i samband med hovrelaterade frambenshältor. Dyson *et al.* (2004) visade att 94 % av diagnostiserade HKL-skador var lokaliserade till framhovarna.

Ultraljud (UL), men även andra bilddiagnostiska metoder, kan vara till hjälp vid evalueringen av misstänkt skada i HKL (Denoix 1998, Denoix *et al.* 2011; McDiarmid 1998; Sage and Turner 2000; Turner and Sage 2002). Det finns dock begränsningar med UL eftersom den distala tredjedelen av HKL inklusive dess infästning på hovbenet inte kan visualiseras med denna metod (Turner and Sage 2002; Dyson *et al.* 2004). En förändring i ligamenten vid deras kurvatur över den distala kondylen på kronbenet är också svår att bedöma med UL (Denoix *et al.* 2011). Röntgen kan vara användbart i de fall det finns en avulsionsfraktur i ligamentinfästningen eller i mer kroniska fall där det har skett en entesophyt-formation eller en nedsatt bentäthet i anslutning till sidoligamentinfästningarna (Turner and Sage 2002; McDiarmid 1998). Scintigrafi kan visa upptag vid kollateralligamentens infästning på hovbenet om detta är involverat i skadan (Dyson *et al.* 2004).

Magnetisk resonans tomografi (MRT) är sannolikt dagens ”gold standard” för att diagnostisera en desmit i något av hovledens två kollateralligament (Zubrod *et al.* 2005). Normalt har HKL en låg signalintensitet på MRT-bilder, detta beror på att ligamenten är uppbyggda av hårt packat kollagen och att det i sin tur ger vätekärnorna minskat utrymme att röra sig (Busoni *et al.* 2005). Vid stående lågfälts MRT har HKL en heterogent låg signalintensitet i hela ligamentet med undantag för ett område med ökad signalintensitet i höjd med infästningen på kronbenet (Gutierrez-Nibeyro *et al.* 2010). En desmit ger normalt en ökad signalintensitet i det skadade ligamentet (Busoni *et al.* 2005; Zubrod *et al.* 2005; Murray *et al.* 2006; Dyson *et al.* 2008)

Men, en ökad signalintensitet kan också uppkomma i HKL till följd av ett bildfenomen som kallas den ”magiska vinkeleffekten”. Detta fenomen orsakar en ökad signalintensitet då den

undersökta strukturen har en 55 ± 10 grader vinkel mot magnetfältet (B_0) och vid T1 sekvenser med kort ekotid (Erickson *et al.* 1991). Ekotid är tiden mellan excitationspulsen i en sekvens och det eko som uppstår och används som en MR signal. Det finns två sätt att mäta protonernas hastighet (spin) dessa kallas relaxationstider och benämns som T1 (longitudinell relaxation) och T2 (transversell relaxation). Både T1 och T2 är konstanta och specifika för varje vävnad. Hur lång relaxationstid en vävnad har beror på hur stora vävnadsmolekylerna är och vilken typ av omgivning molekylerna befinner sig. T2 är oberoende av T1 och motsvarar hur lång tid det tar för individuella molekyler att spinna ur fas. Urfasningen beror på att individuella molekylers spin påverkar varandra. T1 bilder har högre anatomisk upplösning än T2 men T2 kan vara mer användbart vid vätskebaserade skador som ödem och inflammation (Murray 2011). Inom hovkapseln har den magiska vinkeleffekten observerats i HKL (Smith *et al.* 2008; Spriet and Zwingenberger 2009; Werpy *et al.* 2010), de distala oblika sesamoidligamenten (Smith *et al.* 2008) och i den distala delen av djupa böjsenan (Spriet and Zwingenberger 2009). Magisk vinkeleffekt i HKL har observerats både vid högfälts MRT-undersökning (Werpy *et al.* 2010) och vid lågfälts MRT-undersökning (Spriet *et al.* 2007; Spriet and Zwingenberger 2009). Den ökade signalintensiteten som den magiska vinkeleffekten ger, kan tolkas som en desmit i något av HKL (Spriet and Zwingenberger 2009). Man vet att HKL naturligt har en vinkel i hoven som kan infalla i vinkelspannet för den magiska vinkeleffekten. Vidare kan en suboptimal positionering av hästen under MRT-undersökning, en lateral eller medial rotation av hoven eller en sned position av hela benet gentemot B_0 ge upphov till magisk vinkeleffekt (Murray 2011).

I en studie utförd av Dyson *et al.* (2005) undersöktes 199 hästar med hovrelaterad hälta med högfälts-MRT, av dessa hade 31 % förändringar i det ena eller båda av hovledens kollateralligament. I en annan studie av Dyson och Murray (2007) där 264 hästar genomgick MRT-undersökning hade 28,2% av de undersökta hästarna lesioner i mediala HKL och 12,4 % lesioner i det laterala HKL. Gutierrez *et al.* (2012) visade att av 79 undersökta hästar med hälta från hoven hade 39 % förändringar i HKL, vid undersökning med stående lågfälts-MRT.

En studie på sex isolerade kadaverben (Spriet and Zwingenberger 2009) visade att magisk vinkeleffekt uppstod vid T1 sekvenser då hoven var roterad lateralt eller mediant i förhållande till B_0 . Dessa författare menade att magisk vinkeleffekt därför kan uppstå vid undersökning av en naturligt inåt-tåad respektive en naturligt utåt-tåad häst eller om hoven hade en medio-lateral obalans. Smith *et al.* (2008) studerade fyra belastade kadaverben som lutades 4° - 12° från det vertikala planet. I denna studie fann man att vid en lutning av benet 8° - 12° från vertikallplanet uppstod en magisk vinkel effekt i HKL.

Hur hästens hov är utformad, hur hoven positioneras i förhållande till B_0 och hur vikten fördelas på hoven kan uppenbarligen orsaka en risk för att MRT-bilden feltolkas. Spriet and Zwingenberger (2009) och Smith *et al.* (2008) studerade kadaverben och dessa hovar belastades med andra ord inte normalt. Det är därför svårt att helt extrapolera deras resultat till en klinisk situation där hästen fördelar vikten på hovens olika delar. Arbetshypotesen var att MRT-undersökning av en överkad obalanserad hov kan innehålla en felkälla i form av en

magisk vinkeleffekt i HKL. Syftet med denna studie var att undersöka hur den medio-laterala viktbelastningen i hoven påverkade MRT-bilden i sin helhet och om en medio-lateral kraftskillnad gav upphov till en magisk vinkeleffekt i HKL. Målet var att försöka säkerställa en verknings- och balanseringsrutin av hästar för att minimera risken för feltolkning av MRT-bilder avseende HKL.

MATERIAL & METODER

Studien inkluderade två delar.

- Bedömning av hur belastningen av hoven kan förändras genom verkning och kilning.
- Bedömning av hur en ändrad belastning kunde påverka bildresultatet vid en MRT-
underökning av HKL.

Belastningsmätning av framhovar utfördes på 8 hästar (Tabell 1) och totalt 9 ben undersöktes.

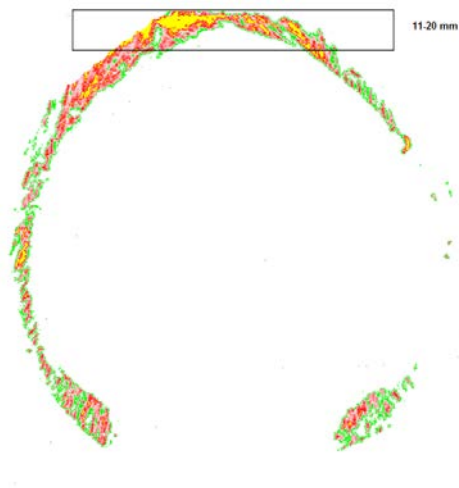
Tabell 1. Förteckning över ingående hästar. Sv Hbl = Svenskt halvblod = svensk varmblodig häst)

	Ras	Kön	Född	Vikt (kg)
Häst 1	Sv Hbl	Sto	1998	537
Häst 2	Varmblodig travare	Val	2006	455
Häst 3	Varmblodig travare	Sto	2001	462
Häst 4	Sv Hbl	Sto	2005	553
Häst 5	Irländsk import	Sto	2000	589
Häst 6	Sv Hbl	Val	2003	662
Häst 7	Sv Hbl	Val	1996	568
Häst 8	Varmblodig travare	Val	2000	480

Hästarna valdes slumpvis från hovslageriets verksamhet vid Universitetsdjursjukhuset (UDS), SLU. Om det fanns misstanke om att en häst inte skulle kunna belasta båda framhovarna naturligt på grund av exempelvis kraftig hälta exkluderades den ur studien. Alla undersökta framhovar/framben fotodokumenterades och bedömdes subjektivt avseende benställningar och hovform. Bedömning av benställningar gjordes efter skalan; normalt, lindrigt, måttlig, kraftigt avseende varus- och valgus-ställningar, bakåt- eller framåt bruten tå-axel, parallellförskjutning, och utåt vridning av ben-axel. För bedömning av hovform användes graderingen normalt, lindrigt, måttlig, kraftigt avseende utflutenhet, väggens lutning/upprätning och hur hög alternativt låg en del av hoven var.

Belastningsskillnader mättes med hjälp av en tryckkänslig indikator film, Fuji Super Low Pressure (LLW) Prescale film (Caltech AB, Vällingby Sverige). Tjockleken på den använda

2-lagersfilmen var under 200 μ m och mätområdet var mellan 0,5-2,5 mPa/mm². Vid tryck krossades färgampuller i filmen och beroende på hur högt det anlagda trycket var fick filmen en skiftande färgdensitet. Filmerna skannades därefter i en Epson scanner Perfection V33 och den skannade bilden analyserades för kraft- och tryckvariation i en dator med mjukvaruprogrammet "Fujifilm pressure distribution mapping system for prescale" (FPD-8010E, ver. 2,0) (Caltech AB, Vällingby Sverige). Då det var omöjligt att exakt definiera storleken på den yta som mättes användes måtenheten Newton i stället för Pascal då den senare avser kraft per ytenhet. Vid analyserna exkluderades hovens tå-del, de mest dorsalt belägna 11-20 mm, då den fick ett icke representativt värde i samband med att hoven sattes ner (Figur 1). Jämförelserna gjordes i kraftenheten Newton. Kraftmätningarna gjordes på stillastående hästar med alla fyra extremiteterna placerade jämnt på ett plant och hårt underlag. Samtliga mätningar utfördes av samma två personer, författaren och hovslagarmästare Henrik Jansson. För att åstadkomma ett plant underlag så lades en 8 mm tjock träfiberskiva (MDF-skiva) under den tryckkänsliga filmen. En person höll det ben/hov som skulle undersökas upplyft medan en person positionerade tryckfilm och platta vid hovens tänkta nedslagsplats.



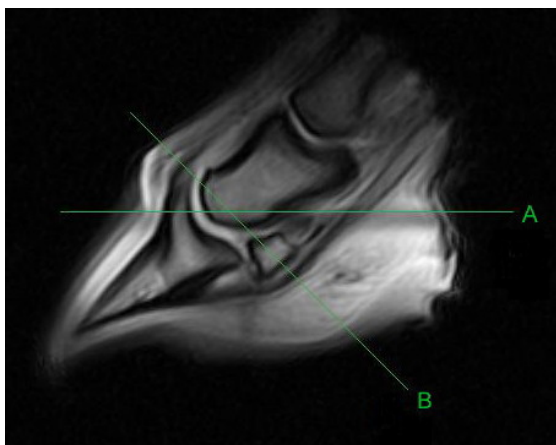
Figur 1. Exkluderingsmetod av hovens tådel. Området innanför rektangeln exkluderades vid mätningen.

Mätningar gjordes efter avtagning av eventuell sko på överkad hov och efter det att hoven verkats. Verkningarna utfördes med målet var att uppnå en så balanserad hov som möjligt. Två hästar, häst 6 och häst 7, verkades inte då det inte fanns något överflödigt horn att verka bort. På två hästar, nr 6 och nr 8, utfördes 4 mätningar vardera utan att man ändrade förutsättningarna, detta för bedömning av metodens reproducerbarhet. Häst 8 användes enbart för metodens reproducerbarhet och inga övriga bedömningar eller mätningar utfördes på denna häst. På 6 hovar, häst 2-7, utfördes mätningar med en plastkil som anlagts på hovens lateral- eller medialsida. Plastkilen (11 mm hög i trakt och 7 mm centralt under hovsidoväggen) limmades fast mot sulan med Vettec Super Fast (Vettec hoof care, Oxnard, CA, USA), (Figur 2).



Figur 2. Hov med anlagd medial kil.

På hästarna 4 - 7 undersöktes en framhov med MRT. Hästarna som alla genomgick MRT-undersökning på grund av kronisk hälta var patienter från hästkliniken UDS, och valdes ut slumpmässigt och inkluderades först efter det att djurägaren informerats och godkänt studien. Hovarna undersöktes med MRT med specifik avsikt på HKL både utan anlagd kil och med lateral eller medial kil. Tryckmätningar genomfördes vid två tillfällen; efter det att hästarna sederats inför MRT-undersökningen och efter det att en kil anlagts på den undersökta hoven. Stående lågfälts MRT-utrustning från Hallmarq, 0,27 Tesla, användes. Hästarnas ben positionerades centralt i magneten med tån rakt fram och med en för ögat jämn belastning av hoven. Beroende på hovstorlek användes karpusspole (Hästarna 4, 5 och 7) eller hovspole (Häst 6). Alla fyra hovarna undersöktes i sekvensen T2 FSE i två transversala plan; ett transversellt oblikt plan parallellt med sulans plan och ett transversellt plan perpendikulärt mot strålbenets ventrala lutning (Figur 3). Två hovar (Häst 6 och Häst 7) undersöktes även med sekvensen T1 SE i ett transversellt plan, perpendikulärt mot strålbenets ventrala lutning (Figur 3). För pulssekvensparametrar se tabell 2. Samma bilddiagnostiker, Helena Pettersson-Treffenberg, läste samtliga bilder. Helena var inte informerad om vid vilka undersökningar en kil anlagts. HKL graderades på MRT-bilderna efter följande; (1) symmetriskt låg signalintensitet genom hela ligamenten, (2) ökad signalintensitet i någon del av det mediala HKL jämfört med det laterala HKL, (3) ökad signalintensitet i någon del av det laterala HKL jämfört med det mediala HKL.



Figur 3. A = Transversellt oblikt plan (parallellt mot sulans plan), B = transversellt plan (perpendikulärt mot strålbenets ventrala lutning).

Tabell 2. Pulsekvensparametrar; TR = time of repetition; TE = time of echo; NSA = number of signal averages; FA= flip angle; SE = spin echo, FSE = fast spin echo

Sekvens	TR (m/s)	TE (m/s)	NSA	FA (grader)	Snitt tjocklek (mm)	Sekvenstid (minuter, sekunder)
T1 SE Transversal	430	17	2	90	5	2,48
T2 FSE Transversal	2125	84	3	90	5	3,52

RESULTAT

Benställningar och hovform redovisas i tabell 3 respektive tabell 4. Avseende tryckfilmsmodellens reproducerbarhet var den inte reproducerbar sett till den totala belastningskraften då hela hoven var inräknad. Resultaten var däremot reproducerbara avseende det medio-laterala kraftförhållandet räknat i procent när tådelen hade exkluderats. När hoven sattes ner på filmen så gjordes det med tådelen först. Det var med andra ord svårt att reproducera belastningen av tån i samband med att hoven sattes ner. Hos häst nr 8 var skillnaden mellan mätningarna som mest 9 % och hos häst 6 som mest 12 % (Tabell 5). Det har tagits hänsyn till denna felmarginal vid tolkning av övriga resultat. Inget samband kunde ses mellan benställning och medio-lateralt kraftförhållande i hoven (Tabell 6 och Tabell 7). Tryckmätningarna före och efter verkning visade att verkning påverkade de medio-laterala kraftförhållandena om än i lindrig omfattning (Tabell 6 och Tabell 7). Medial eller lateral kil gav en ökad belastning på den kilade sidan av hoven och det oavsett naturlig (hov utan beslag) medio-lateralt kraftförhållande (Tabell 8). Hovens naturliga medio-laterala kraftförhållande, det vill säga hovens medio-laterala balans, påverkade hur hög kraften blev på den sida kilen var anlagd.

Tabell 3. Bedömning av benställningar, – normalt, 1 lindrigt, 2 måttlig, 3 kraftigt.

Benställningar	Häst 1	Häst 2	Häst 3	Häst 4 VF	Häst 4 HF	Häst 5	Häst 6	Häst 7
Parallellförskjutning	1	1	1	-	1	1	1	1
Fransysk	-	-	2	1	-	-	-	1
Karpus valgus	-	3	-	-	-	1	-	-
Karpus varus	-	-	-	-	-	-	-	-
Kotled valgus	-	-	1	-	-	-	1	-
Kotled varus	-	1	-	-	-	-	-	-
Hovled valgus	-	-	-	-	-	-	-	-
Hovled varus	1	2	2	1	-	1	1	2
Framåtbruten tåaxel	-	-	-	-	1	-	-	-
Bakåtbruten tåaxel	-	-	-	-	-	-	1	1
Sabelbent	-	1	-	-	-	1	-	-

Tabell 4. Bedömning av hovform, – normalt, 1 lindrigt, 2 måttlig, 3 kraftigt.

	Häst 1	Häst 2	Häst 3	Häst 4 VF	Häst 4 HF	Häst 5	Häst 6	Häst 7
Bockhov	-	-	-	-	1	-	-	-
Utfluten vägg mediant	-	1	-	-	-	-	-	-
Utfluten vägg lateralt	-	-	1	-	-	-	1	-
Upprät vägg mediant	-	-	1	-	-	-	-	-
Upprät vägg lateralt	-	1	-	-	-	-	-	-
Höga trakter	1	-	-	-	1	-	-	-
Högre medial trakt	-	3	-	-	-	-	-	-
Högre lateral trakt	-	-	-	-	-	-	-	-
Understuckna trakter	-	-	-	1	-	-	2	-
Låga trakter	-	-	-	-	-	-	-	1
Trånga trakter	-	-	-	-	1	-	-	-
Lång i tå	-	-	-	1	-	-	-	-

Tabell 5. Kontroll av tryckfilmsmetodens reproducerbarhet, N = Newton, Totalt = hela hovens kraftbelastning.

Mätning	Häst 8			Häst 6		
	Lateralt N (%)	Medialt N (%)	Totalt N	Lateralt N (%)	Medialt N (%)	Totalt N
1	256 (46)	295 (54)	910	190 (39)	293 (61)	1091
2	288 (51)	282 (49)	818	599 (37)	1024 (63)	2580
3	211 (55)	172 (45)	664	376 (32)	790 (68)	2151
4	161 (47)	182 (53)	595	434 (44)	551 (56)	1913

Tabell 6. Kraftförhållanden mediala- och laterala hovsidoväggen före och efter verkning. iv = innan verkning; ev = efter verkning

Hovsidovägg	Häst 1		Häst 2		Häst 3	
	Kraft iv	(%) ev	Kraft iv	(%) ev	Kraft iv	(%) ev
Medialt	65	68	55	42	64	90
Lateralt	35	32	45	58	36	10

Tabell 7. Kraftförhållanden mediala- och laterala hovsidoväggen före och efter verkning för hästar som genomgick MRT-undersökning. iv = innan verkning; ev = efter verkning

Hovsidovägg	Häst 4 VF		Häst 4 HF		Häst 5		Häst 6		Häst 7	
	Kraft (%) iv	Kraft (%) ev	Kraft (%) iv	Kraft (%) ev	Kraft (%) iv	Kraft (%) ev	Kraft (%) iv	Kraft (%) iv	Kraft (%) iv	Kraft (%) iv
Medialt	59	72	67	78	71	75	61	50		
Lateralt	41	28	33	22	30	25	39	50		

Tabell 8. Kraftförhållande mellan den mediala- och laterala hovsidoväggen med anlagd lateral eller medial kil.

Hovsido- vägg	Häst 2 medial kil	Häst 2 lateral kil	Häst 3 medial kil	Häst 3 lateral kil	Häst 4 medial kil	Häst 4 VF	Häst 5 medial kil	Häst 6 medial kil	Häst 7 medial kil
	Kraft (%)	Kraft (%)	Kraft (%)	Kraft (%)	Kraft (%)	Kraft (%)	Kraft (%)	Kraft (%)	Kraft (%)
Medialt	59	41	100	30	70	100	75	78	
Lateralt	41	59	0	70	30	0	25	22	

MRT och magisk vinkeleffekt

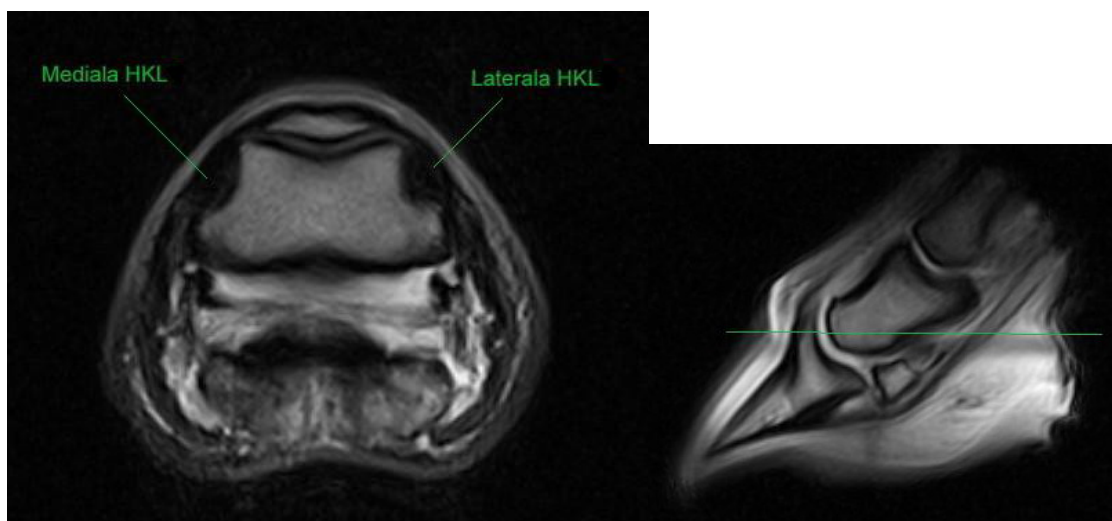
Det medio-laterala kraftförhållandet i hoven påverkade MRT-bildens utseende och ökade därigenom sannolikheten för feltolkning av MRT-bilden.

Häst 4 VF, hade symmetrisk låg signalintensitet i HKL vid T2 FSE och övriga sekvenser utan anlagd kil (Figur 4 och Figur 5). Med anlagd medial kil var signalintensiteten högre i hela det laterala HKL, det vill säga från proximala ligamentinfästningen till distala ligamentinfästningen i sekvensen T2 FSE (Figur 6 och Figur 7).

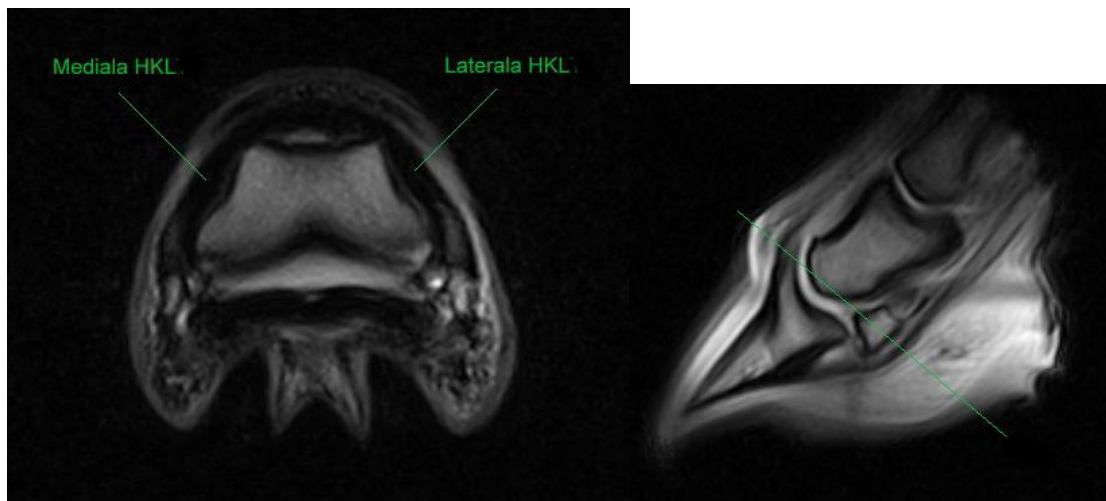
Häst 5, hade symmetrisk låg signalintensitet i HKL i sekvensen T2 FSE utan anlagd kil. Med anlagd medial kil var signalintensiteten högre i det mediala HKL strax innan den proximala infästningen men övriga delar av det mediala HKL hade låg signalintensitet. Det laterala HKL hade ökad signalintensitet i hela dess utsträckning. Noteras bör dock att hela den laterala delen av bilden var utsatt för artefakter.

Häst 6, hade symmetrisk låg signalintensitet i HKL i sekvenserna T2 FSE och T1 SE med och utan anlagd kil.

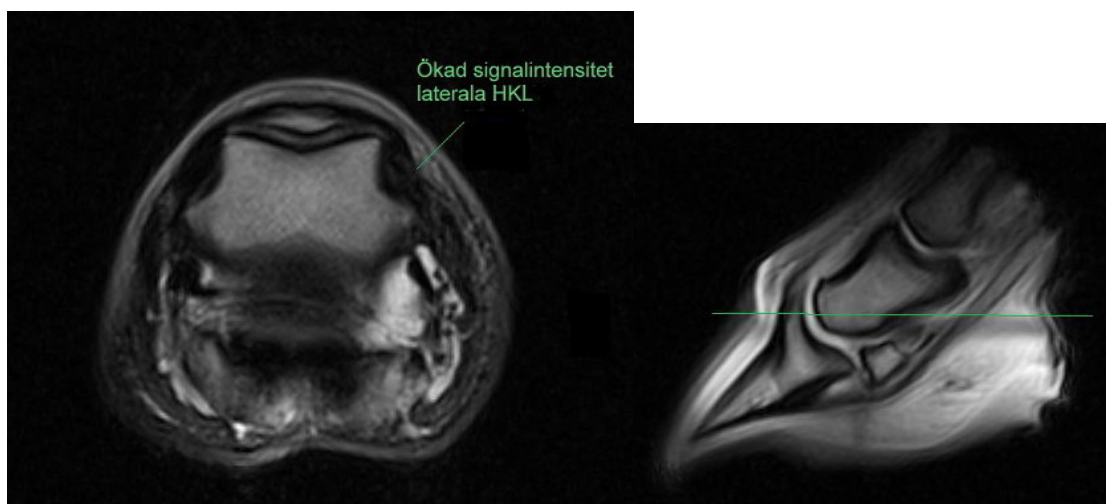
Häst 7, hade ökad signalintensitet i det laterala HKL från den proximala ligamentinfästningen till mitt över hovledens plan i sekvenserna T2 FSE och T1 SE utan anlagd kil. Med anlagd kil var signalintensiteten symmetrisk låg i sekvenserna T2 FSE och T1 SE.



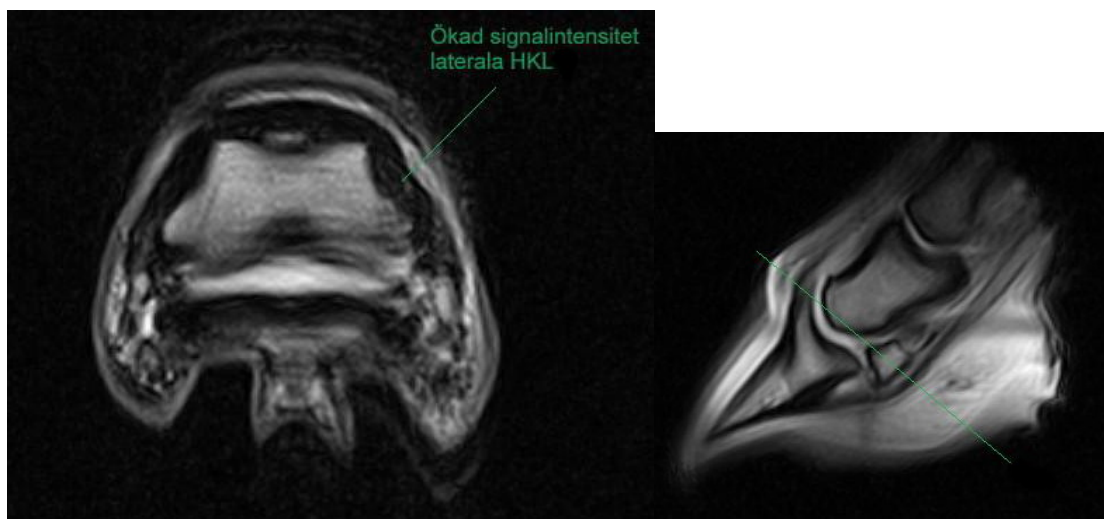
Figur 4. Häst 4, transversellt oblikt plan, sekvens T2 FSE, symmetriskt låg signalintensitet i HKL. Bilden till höger visar snittnivån.



Figur 5. Häst 4, transversellt plan, sekvens T2 FSE, symmetriskt låg signalintensitet i HKL. Bilden till höger visar snittnivån.



Figur 6. Häst 4, med medial kil, transversellt oblikt plan, sekvens T2 FSE. Ökad signalintensitet i det laterala HKL, låg signalintensitet i det mediala HKL. Bilden till höger visar snittnivån.



Figur 7. Häst 4, med medial kil, transversellt plan, sekvens T2 FSE. Ökad signalintensitet i det laterala HKL, låg signalintensitet i det mediala HKL. Bilden till höger visar snittnivån.

DISKUSSION

Att använda tryckfilm var en relativt enkel och förhållandevis billig metod för att mäta belastningsskillnader mellan hovens laterala och mediala sida i vila. En nackdel var att metoden endast kunde registrera en momentan belastning på en stillastående häst. För att fullt ut utvärdera belastningsskillnader i hoven i vila, till exempel före- och efter verkning, behöver metoden kunna mäta vid flera tillfällen utan att hästen lyft hoven däremellan. För tryckmätning innan MRT-undersökningen bedömdes filmen vara tillräcklig för att ge en vägledning över belastningsförhållandet då hästen under en MRT-undersökning står stilla. Hos de hästar som ingick i studien var den vanligaste benfelställningen lindrig parallellförskjutning (7/8) samt varus i hovled (7/8). Sex av åtta ben var både lindrigt parallellförskjutna och hade en varierande grad av varus i hovled, av dessa 6 ben hade 4 en högre kraftbelastning (>60 %) på den mediala hovsidoväggen. Detta styrker uppfattningen att parallellförskjutning samt hovled varus ökar belastning i den mediala delen av hoven. Nämnas bör att 5 av dessa 6 hästar hade ytterligare minst en benfelställning. Häst 2 hade flest antal benfelställningar men en förhållandevis jämn medio-lateral kraftbelastning i hoven. Man kan teoretisera om att de felställningarna kompenserade varandra så att vid marknivå var den medio-laterala belastningen relativt jämn. Reilly (2010) visade i en studie av en häst med medio-lateralt balanserad hov (bedömd radiologiskt) att vid stillastående häst var kraften högre på den mediala sidan (65 %). Reilly (2010) tog dock inte hänsyn till hästens benställning varför det är svårt att utläsa om den undersökta hästen verkligen var balanserad. De flesta hästarna i min studie hade en större kraftbelastning medialt då hoven var okulärt välbalanserad, bedömd i att centrum av hovleden korrelerar till centrum av hovens undersida. Detta skulle kunna tyda på att när hoven är så välbalanserad som möjligt är den mediala kraftbelastningen högre då hästen står stilla, lindrigt parallellförskjutning eller ej. Det är dock svårt att dra några djupare slutsatser av detta då antalet studerade hästar var för lågt för att tydliga samband mellan specifika benställningar, hovformer och den medio-laterala

kraftbelastning i en stillastående hov skulle kunna ses. Caudron *et al.* (1998) visade att verkning påverkade det medio-laterala kraftförhållandet hos ponnyer som travade på ett rullband. Resultaten i den aktuella studien pekade mot att verkning påverkade det medio-laterala kraftförhållandet, av de 6 hästar som verkades förändrades den medio-laterala kraften hos 4 av hästarna med 11-26%. Hästar där kraften förändrades mindre än 10 % inkluderades inte då de var inom intervallet för tryckfilmens felmarginal.

Hos alla hovar som mättes för kraftförhållande med lateral eller medial kil, 8 av 8 hovar, var kraften högst på den sida där kilen var anlagd. Reilly (2010) hade motsvarande resultat vid anläggning av medial kil vid stillastående häst. En anlagd medial kil eller lateral kil ökar belastningen, på en stillastående häst, på den sida av hoven där kilen är anlagd. Belastningsökningen var dock inte lika stor på alla hästar.

Vid MRT-undersökning av hästar med hälta utgående från strukturer distalt om kotan har det visats att desmit i HKL är en relativt vanlig diagnos (Dyson *et al.* 2005; Dyson och Murray 2007; Gutierrez *et al.* 2012). I dessa studier nämns diskuteras det ej om hänsyn till den magiska vinkeleffekten. Det skulle därför kunna vara så att diagnosen är något överdiagnosticerad. I Dyson *et al.* (2004) redogjordes för kliniska symptom hos hästar med desmit i HKL, hästarna hade generellt en måttlig initial hälta i trav på rakt spår. Vid longering ökade hältan med 1-2 grader särskilt då det halta benet var innerst på volten men grad av hälta skiljde ej mellan hårt- och mjukt underlag. Hältan förbättrades hos 14 hästar (87 %) vid ordinär analgesi men endast 6 hästar (37 %) blev ohalta. Däremot, efter en abaxial sesamoid analgesi blev samtliga hästar ohalta. Bedövning av hovled minskade graden av hälta hos 40 % av hästarna, men inga blev ohalta. Då hästarnas kliniska symptom skulle varit likartade vid skada av otaliga strukturer distalt om kotleden bedömdes symtomen vid desmit i HKL som relativt ospecifika.

I min studie visades att MRT bilden av HKL kunde påverkas hos 3 av 4 undersökta hovar med en medial kil. Alla MRT-undersökta hästben hade varus i hovled och 3 av 4 hästar belastade den mediala hovsidoväggen mer. Då vi ville förstärka den mediala belastningen valde vi att använda en medial kil. Den mediala kilen gav upphov till magisk vinkeleffekt i det laterala HKL hos Häst 4 och Häst 5 emedan häst 7 som hade en ökad signalintensitet i det laterala HKL utan medial kil fick en symmetrisk signalintensitet (= mer normal) i HKL med medial kil. Häst 7 hade en jämn medio-lateral kraftbelastning utan medial kil medan Häst 4 och Häst 5 hade en ökad medial kraftbelastning utan kil. Dessa resultat motsade varandra men tyder på att en medio-lateral kraftskillnad kan påverka MRT-bildens utseende. Häst 6:s bilder påverkades inte av en medial kil, detta skulle kunna bero på att denna häst hade bredare hovar än övriga undersökta hästar. Hela hoven fick inte rum på det underlag som hästen stod på i magneten så kilen hängde något ”i luften” och ej belastades följaktligen inte fullt ut. De tre hästar som hade en ökad signalintensitet hade det i laterala kollateralligamentet. I studien av Spriet och Zwingenberger (2009) hade alla 4 undersökta hovar ökad signalintensitet i det laterala HKL och en medio-lateral obalans som definierades som att den laterala delen av kronranden var högre än den mediala delen av kronranden. I den aktuella studien har jag inte

fokuserat på skillnader i kronrandens medio-laterala höjd. Hästarna har bedömts som hovled varus om vinkeln mellan kronben och hovben har varit utåt bruten. Vid anlagd medial kil blir höjden på den mediala delen av kronranden högre. I Spriet och Zwingenbergers (2009) studie bedömdes benen som utåt-tåade emedan i den här studien bedömdes benen som hade varus i hovled som lindrigt inåt-tåade. I båda studierna har signalintensiteten varit högre i det laterala HKL. En förklaring skulle kunna vara det som Smith *et al.* (2008) förde fram, nämligen att det laterala HKL har en annan vinkel mot markplanet jämfört med det mediala HKL. I Smith *et al.* Studie (2008) hade det laterala HKL alltid en brantare vinkel jämfört med det mediala HKL. Detta skulle kunna göra det troligare med en magisk vinkel effekt i det laterala HKL jämfört med det mediala HKL oavsett om hovled är bruten inåt eller utåt. Studier av kadaverben (Spriet *et al.* 2007; Smith *et al.* 2008; Spriet and Zwingenberger 2009) har visat att uppkomsten av en magisk vinkeleffekt i HKL är mindre troligt vid T2 sekvenser än vid T1. Detta trots att HKL vid T2 befinner sig i vinkelspannet för magisk vinkeleffekt.

Våra resultat visade att på ett fysiologiskt belastat ben har den medio-laterala balansen och skillnader i den medio-laterala kraftbelastningen betydelse för MRT-bildens utseende även vid T2 sekvenser. Huruvida det var den medio-laterala obalansen eller de medio-laterala kraftskillnaderna i hoven som påverkade MRT-bildens utseende i denna studie är svårt att uttala sig om då dessa två faktorer sammanföll i vårt material.

Studier där man relativt enkelt kan utvärdera individens belastning på hoven är avgörande för att utveckla behandlingsstrategier för skador på HKL men också användbart vid andra skador i hoven. Korrekt tolkning av MRT-bilder är grundläggande för att MRT-undersökning skall kunna anses indicerad och fler studier skulle vara givande för att undvika feldiagnostisering av HKL vid MRT.

TACK

Till Ove Wattle för osedvanlig klokhet, rappa beslut och gott handledarskap. Studien hade varit betydligt svårare att genomföra utan hovslagarmästare Henrik Johnsson som bidragit med sin tid, stora kunskaper samt mycket gott humör. Helena Petersson-Treffenberg för vitsighet, förståelse och utbildning. Slutligen tack till institutionen för kliniska vetenskaper och Svenska hovslagareföreningen för ekonomiska bidrag.

REFERENSER

- Busoni, V. Heimann, M. Trenteseaux, J. Snaps, F. Dondelinger, R.F. (2005), Magnetic resonance imaging findings in the equine deep digital flexor tendon and distal sesamoid bone in advanced navicular disease – an *ex vivo* study. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, vol 43, 428-430.
- Caudron, I. Grulke, S. Farnir, F. Vanschepdael, P. Sertejn, D. (1998), In-shoe foot force sensor to assess hoof balance determined by radiographic method in ponies trotting on a treadmill. *The Veterinary Quarterly*, vol 20, No 4, 131-135.
- Denoix, J.M. (1998) The collateral ligaments of the distal interphalangeal joint. Anatomy, roles and lesions. *Hoofcare & Lameness*. 70, 29-32.
- Denoix, J-M. (1999) Functional anatomy of the equine interphalangeal joints. *Proc. Am. Ass. Equine Practns.* 45, 174-177.
- Denoix, J.M. Dupays, A.G. Bertoni, L. Werpy, N. Audigé, F. (2011) Ultrasonographic examination of the collateral ligaments of the distal interphalangeal joint in horses. Part B: Abnormal findings and lesions. *Equine vet. Educ.* 23 (12) 616-625.
- Dyson, S.J. Murray, R. Schramme, M. Branch, M. (2004), Collateral desmitis of the distal interphalangeal joint in 18 horses (2001-2002). *Equine vet. J.* 36 (2), 160-166.
- Dyson, S.J. Murray, R. Schramme, M.C. (2005), Lameness associated with foot pain: results of magnetic resonance imaging in 199 horses (January 2001-December 2003) and response to treatment. *Equine vet. J.* 37 (2), 113-121.
- Dyson, S. Murray, R. (2007), Magnetic resonance imaging evaluation of 264 horses with foot pain: The podotrochlear apparatus, deep digital flexor tendon and collateral ligaments of the distal interphalangeal joint. *Equine vet. J.* 39 (4), 340-343.
- Dyson, S. Blunden, T. Murray, R. (2008), The collateral ligaments of the distal interphalangeal joint: Magnetic resonance imaging and *post mortem* observations in 25 lame and 12 control horses. *Equine vet. J.* 40, 538-544.
- Erickson, S.J. Cox, I.H. Hyde, J.S. (1991) Effect of tendon orientation on MR imaging signal intensity: a manifestation of the “magic angle “ phenomenon. *Radiology*. 181, 389-392.
- Gutierrez-Nibeyro, S.D. Werpy, N.M. White II, N.A. McCutcheon, J.L. Weng, H-Y. Christopher, J.M. (2010), Standing low-field magnetic resonance imaging appearance of normal collateral ligaments of the equine distal interphalangeal joint. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, vol. 52, No. 5, pp 521-533.
- Gutierrez-Nibeyro, S.D. Werpy, N.M. White II, N.A. (2012), Standing low field magnetic resonance imaging in horses with chronic foot pain. *Australian Veterinary Journal*, vol. 90, No3.
- McDiarmid, A.M. (1998) Distal interphalangeal joint lameness in a horse associated with damage to the insertion of the lateral collateral ligament. *Equine vet. Educ.* 10 (3), 114-118.
- Murray, R.C. (2011). *Equine MRI*. New Jersey: Wiley-Blackwell.
- Murray, R.C. Schramme, M.C. Dyson, S.J. Branch, M.V. Blunden, T.S. (2006), Magnetic resonance imaging characteristics of the foot in horses with palmar foot pain and control horses. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, vol. 47, No. 1, pp 1-16.

- Reilly, P.T. (2010) In-Shoe Force Measurements and Hoof Balance. *Journal of Equine Veterinary Science*, vol 30, No 9, 475-478.
- Sage, A.M. Turner, T.A. (2000), Ultrasonography in the Horse with Palmar Foot Pain: 13 cases. *Proc. Am. Ass. Equine Practnrs.* 46, 380-381.
- Smith, M.A. Dyson, S.J. Murray, R.C. (2008), Is magic angle effect observed in the collateral ligaments of the distal interphalangeal joint or the oblique sesamoidean ligaments during standing magnetic resonance imaging. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, vol. 49 No. 6, pp 509-515.
- Spriet, M. Mai, W. McKnight, A. (2007), Asymmetric signal intensity in normal collateral ligaments of the distal interphalangeal joint in horses with a low-field MRI system due to the magic angle effect. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, vol. 48, No. 2, pp 95-100.
- Spriet, M. Zwingenberger, A. (2009), Influence of the position of the foot on MRI signal in the deep digital flexor tendon and collateral ligaments of the distal interphalangeal joint in the standing horse. *Equine vet J.* 41 (5) 498-503.
- Turner, T.A. Sage, A.M. (2002) Desmitis of the distal interphalangeal collateral ligaments: 22 cases. *Proc. Am. Ass. Equine practnrs.* 48, 343-346.
- Zubrod, C.J. Farnsworth, K.D. Tucker, R.L. Ragle, C.A. (2005), Injury of the collateral ligaments of the distal interphalangeal joint diagnosed by magnetic resonance. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, vol. 46, No. 1, pp 11-16.
- Werpy, N.M. Ho, C.P. Kawcak, C.E. (2010), Magic angle effect in normal collateral ligaments of the distal interphalangeal joint in horses imaged in a high-field magnetic resonance imaging system. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, vol. 51, No. 1, pp 2-10.