



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för Kliniska vetenskaper

Visualisering av hovleden hos häst med magnetresonanstomografi

Maria Pylkkänen

Uppsala

2013

Examensarbete inom veterinärprogrammet

*ISSN 1652-8697
Examensarbete 2013:54*

Visualisering av hovleden hos häst med magnetresonanstomografi

Maria Pylkkänen

*Handledare: Kerstin Hansson
Inst.för kliniska vetenskaper*

*Biträdande handledare: Margareta Uhlhorn
Universitetsdjursjukhuset*

Examinator: Bernt Jones, Institutionen för kliniska vetenskaper

*Examensarbete inom veterinärprogrammet, Uppsala 2013
Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper
Kurskod: EX0239, Nivå X, 30hp*

Nyckelord: magnetresonanstomografi, MRT, biddiagnostik, hovled, häst

*Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>
ISSN 1652-8697
Examensarbete 2013:54*

INNEHÅLL

Summary.....	5
Sammanfattning.....	5
Inledning.....	6
Litteraturoversikt	7
Hälor	7
Bilddiagnostik.....	7
Röntgen	8
Ultraljud	9
Scintigrafi	9
MRT	11
Artroskopi.....	12
Sövning av hästar	13
Material och metoder	14
Inledande försök	14
Material.....	15
Mätningar	16
Statistisk bearbetning	18
Resultat	19
Hela ledspringan	19
Kronbenets ledbrosk.....	20
Hovbenets ledbrosk.....	20
Ledvätska.....	21
Hovledens dorsala ledficka	21
Diskussion	23
Litteraturförteckning	25

SUMMARY

Lameness localized to the hoof is a common problem in horses. Magnetic resonance imaging (MRI) as a diagnostic tool is becoming more common and is well suited for examination of the distal limb and the hoof capsule. Today there are two different methods of MRI where in one the horse is under general anesthesia and in the other the horse is standing and only sedated. In this study we have compared the visualization of the distal interphalangeal joint using these two methods in two different groups of horses with unknown clinical problems referred to two different equine hospitals. The width of the joint structures including thickness of joint cartilage and joint fluid and also the width of the dorsal pouch of the distal interphalangeal joint were measured. The results showed that there was no significant difference between the width of the summarized joint structures, the thickness of the joint cartilage on the hoof bone or on the width of the joint fluid. The joint cartilage of the distal P2 was significantly thicker on the standing horse, which was an unexpected result. The dorsal pouch was wider on the standing horse, which you should be aware of when assessing MRI scans of the foot of standing horses. There are several sources of error to consider and it would be desirable with a larger study where clinically healthy horses were examined with MRI both standing sedated as well as under general anesthesia in a short interval of time.

SAMMANFATTNING

Låga hältor är vanligt förekommande hos dagens sporthästar. Magnetresonanstomografi (MRT) är en diagnostikmetod som blir alltmer vanlig. Den är mycket väl lämpad för undersökningar av det distala hästbenet, även för hovkapseln. Idag finns två olika varianter av MRT för hästar, den ena där undersökningen genomförs på liggande häst i full narkos och den andra med hästen sederad och stående. I denna studie har en sammanställning av visualiseringen av hovleden med de båda undersökningsmetoderna i två olika grupper med hästar gjorts. Hästarna är undersökta på två olika djursjukhus och deras kliniska frågeställning är okänd. Studien gjordes genom att mäta tjockleken av hovledens ledbrosk samt bredden på ledspringan på en punkt så mitt i leden som möjligt. Även bredden på hovledens dorsala ledficka mättes. Resultaten visade ingen signifikant skillnad på den totala bredden på ledens strukturer, tjockleken på hovbenets ledbrosk eller på utrymmet för ledvätskan. På kronbenets brosk uppmättes en signifikant skillnad där det tjockare brosket kunde ses på stående häst vilket var ett oväntat resultat. Hovledens ledficka var signifikant bredare hos de stående hästarna och detta är viktigt att vara medveten om vid bedömning av bilderna. Det finns ett antal felkällor att ha i åtanke och det vore önskvärt med en större studie där kliniskt friska hästar undersöks såväl med stående som liggande MRT inom ett kort tidsintervall.

INLEDNING

Låga hältor hos hästar har tidigare varit svåra att exakt diagnosticera. Med lokalanestesi och nervblock kan hältan lokaliseras (Pharmacia & Upjohn, 1997) och med röntgen kan förändringar i skelettet ses (Butler et al. 2000). Mjukdelsskador däremot har varit i princip omöjliga att visualisera eftersom det endast går att se begränsat innanför hovkapseln med ultraljud. Nu finns ett nyare hjälpmedel för att ställa diagnos, nämligen magnetresonanstomografi (MRT). MRT blir allt vanligare på hästkliniker idag och ger möjlighet att visualisera både skelett och mjukdelar i hästens distala ben (Dyson, 2003b).

De första MRT-systemen som användes krävde att undersökningen utfördes på liggande häst under narkos. Detta medför stora risker för patienten (Johnston et al. 2002) och är därutöver kostsamt samt kräver stora resurser med tanke på personal och lokaler. Numer finns magneter utformade för att användas på stående sederade hästar. Detta har gjort att det är mindre riskfyllt och resurskrävande att utföra MRT-undersökningar på hästar. Flera kliniker i Sverige har investerat i MRT-system och tekniken utvecklas hela tiden. Samtidigt har även utvecklingen på humansidan gått fort framåt. Med hjälp av MRT görs idag ledbroskdiagnostik och även små förändringar i broskets sammansättning och struktur kan ses (Recht et al. 2005).

Osteoartrit i hovleden är en anledning till låg hälta hos häst (Dyson, 2003b). Vid osteoartrit ses förändringar i ledbroskan tidigt under patogenesen. Genom att upptäcka dessa förändringar kan man på ett tidigt stadium sätta in adekvat behandling och få fler hästar att återgå till normalt arbete efter att de tillfrisknat.

Hästar med odiagnosticerade låga hältor kan idag få en remiss till MRT. Beroende på den närmast tillgängliga teknologin och den remitterande veterinärens preferens görs undersökningen under narkos eller på stående sederad häst. Vid en subjektiv jämförelse av bilder tagna på hovleden på liggande respektive stående häst tycks ledspringan bredare då hästen är under narkos och benet därmed obelastat. Syftet med denna studie var först att försöka få bilder av hovleden med MRT på avlastat framben hos stående sederad häst. När detta visade sig vara svårt ändrades studien till att mäta hela ledens bredd, i studien benämnd som ledspringans bredd vilket kan liknas vid det som man på en röntgenbild kallar ledspringa. Denna struktur består egentligen av både ledbrosk och ledvätska. Hela ledbredden, ledbroskens tjocklek i hovleden samt bredden på hovledens dorsala ledficka mättes på två olika grupper av hästar. En grupp hästar som är undersökta liggande under narkos och en grupp hästar som undersökts stående. Resultaten jämfördes för att se om någon skillnad förelåg.

LITTERATURÖVERSIKT

Hältor

Hältor är ett vanligt förekommande problem hos dagens sporthästar. I Agrias databas finns statistik över de vanligaste skadorna hos hästar och där är åtta av de tio vanligaste diagnoserna hältrelaterade. Hovledsförändringar hittas på plats åtta (Agría, 2010).

Vid en inledande hälutredning lokaliseras hältan ofta med hjälp av bedövningar. Till dessa används ett lokalbedövningsmedel utan vasokonstriktor. Bedövningar av nerver bör få verka i 10 min, ibland 20 min, innan hältundersökningen utförs. De nervblockader som släcker en hälsa distalt i hästens framben är låg digitala palmar nervblockad, blockad av palmara digitala nerver i höjd av proximala sesamoidbenen, sk ordinär bedövning, samt ringblock i höjd med griffelbensspetsarna (Pharmacia & Upjohn, 1997). Hovleden kan bedövas med en intraartikulär anestesi. Injektion av anestesivätska i hovleden och kring palmara digitala nerver ger även bedövning av sulan och är därför inte tillförlitligt när det gäller att lokalisera hältan till hovleden (Schumacher et al. 2000). Vid injektion av anestesivätska till strålbensbursan sker en viss diffusion av anestesivätska (Gough, Mayhew & Munroe, 2002) vilket innebär att om hältan släcks inom 10 min härrör den sannolikt från strålbensområdet men om hältan däremot släcks efter 20 min är det inte säkert smärtan kom från strålbensområdet eftersom anestesivätskan då diffunderat till hovleden och därigenom även bedövar sulan (Schumacher et al. 2000; Schumacher et al. 2003). I en studie av Arkell et al. (2006) har det visats att hältbedömningen är subjektiv och att vetskapen om att hästen är bedövad kan påverka bedömningen av hältan. Detta ger ett bias som är större hos mer oerfarna veterinärer. Det finns även en studie som visar att bedövningar av hästens ben resulterar i ett ändrat rörelsemönster även hos den friska hästen (Drevemo et al. 1999). Allt som allt ger detta att även om nervblockader och intraartikulära bedövningar ger en bra fingervisning om var hältan är lokaliserad så finns där många osäkerhetsmoment och det är kanske klokt att gå vidare med noggrannare diagnostik metoder innan en definitiv diagnos ställs.

Efter den inledande hältundersökningen med rörelsekontroll och diagnostiska bedövningar är det vanligt att gå vidare med en bilddiagnostisk metod. De vanligaste är röntgen och ultraljud, men idag finns även scintigrafi, datortomografi (DT) och MRT att tillgå. Olika skador i det distala benet har tidigare samlats under ospecifika diagnoser såsom låg hälsa samt strålbenshälta. Med den nya tekniken kan dessa diagnoser idag delas upp i mer specifika skador i och kring hovleden (Dyson, Murray & Schramme, 2005).

Bilddiagnostik

En hälsa distalt i benet kan ha många orsaker och många av dem är skador på mjukdelar (Dyson, 2003a). Oavsett grundorsak för osteoartrit ses skador på ledbrosken som ett gemensamt symptom när sjukdomen nått ett kronisk stadium (McIlwraight, 2002). För att tidigt kunna diagnosticera en begynnande osteoartrit krävs att man kan visualisera ledbrosket, något som tidigare varit i princip

omöjligt vad gäller hovleden men nu till viss del är möjligt med hjälp av MRT (Dyson, 2003b).

Röntgen

Röntgen är en mycket använd bilddiagnostisk metod som är både lättillgänglig, enkel att utföra och inte alltför kostsam. Det går att få detaljerade och tydliga bilder av skelettet men tekniken har en begränsning vad gäller mjukdelar. Det går ej att skilja på olika mjukdelstäthet eller vätska med hjälp av röntgen. Röntgen ger endast en tvådimensionell bild även om olika projektioner tas för att den veterinär som läser av bilderna ska kunna för sig själv skapa en tredimensionell bild. Med datortomografi (DT) används röntgentekniken för att skapa tredimensionella bilder där det också går att se olika snitt av vävnaden. Då detta examensarbete påbörjades fanns DT för häst inte tillgå i Sverige och därför har det inte inkluderats i arbetet.

Vid röntgen av hoven är risken stor att det blir artefakter av att det finns smuts i hoven eller av luften som finns i strålfårorna. För att undvika detta bör skon tas av, hoven rengöras och lösa flagor på strålen bör putsas bort innan röntgen. Ofta packas hoven under sulan noga med leklera eller så ställs hoven i ett vattenbad för att undvika artefakter från de luftfyllda sidostrålfårorna (Butler et al. 2000). Beroende på frågeställning tas ett flertal olika projektioner. Signifikanta fynd som kan ses vid en röntgenundersökning av hoven är tecken på osteit i hovbenet och frakturer på hovbenet (Butler et al. 2000). Hovbroskförbening kan ses men räknas oftast som ett bifynd som inte orsakar signifikant hälta (Ruohoniemi, Mäkelä & Eskonen, 2004). Det finns studier som tyder på att en omfattande hovbroskförbening kan vara en orsak till skador på hovledens kollateralligament och därför bör en hovbroskförbening ändå noteras och vägas mot kliniska fynd samt fynd vid en eventuell MRT-undersökning (Dyson et al. 2010). Tumörer kan också misstänkas, den vanligaste typen är keratom. Bencystor i anslutning till hovleden kan tyda på artros i hovleden eller ligamentskada i hovledens kollateralligament. Entesiofyter kan ses på processus extensorius och djupa böjsenans infästning (Butler et al. 2000). Det finns även dokumenterat fall där främmande föremål hittats i hovleden med hjälp av röntgen (Giraldo & Redding, 2005). Misstanke om artros eller artrit i hovleden kan också finnas efter en inledande hältundersökning och det är då viktigt att även bedöma omkringliggande strukturer runt leden eftersom bedövningarna som ofta används i hältutredningen är relativt ospecifika (Schumacher et al. 2000; Schumacher et al. 2003; Gough, Mayhew & Munroe, 2002). En septisk artrit bör kunna differentieras från en kronisk osteoartros genom dels kliniska fynd men även genom röntgenfynd. Vid septisk artrit ses bl a en ökad ledfyllnad, breddad ledspringa och subchondral destruktion av ben jämfört med en smalare ledspringa och subchondral skleros vid osteoartros (Park, 2002).

Vid osteoartros i hovleden uppkommer röntgenfynd oftast längre fram i sjukdomsutvecklingen då det redan gått så långt att prognosen är dålig (Butler et al. 2000). Osteofyter kan ses vid hovbenets processus extensorius vid osteoartros i hovleden men i området finns stora individuella variationer som inte ska övertolkas som onormal förändring. Osteofyter kan ses distalt på den palmara/plantara delen av kronbenet och dorsoproximalt på strålbenet. Ledytans

form och kongruitet bör bedömas (Dyson, 2003b) men detta samt ledspringans bredd kan vara svårbedömt och påverkas av hur hästen belastar hoven. I det subchondrala benet ses ibland skleros samt bencystor. I strålbenets distala kant kan områden med lägre röntgentäthet symbolisera synoviala invaginationer från hovleden som kan indikera kronisk synovit i hovleden (Dyson 2003b).

Ultraljud

Ultraljud används mycket inom veterinärmedicinen för att bedöma senor och andra mjukdelar. Inom hästmedicinen är det en vanlig bilddiagnostisk metod som ofta ingår i hältutredningar samt används för undersökning av reproduktionsorganen. Ultraljudet har flera begränsningar och i hoven är den främsta begränsande faktorn hovkapseln, eftersom ultraljudsvågorna inte kan passera denna. Det går däremot till viss del att visualisera delar av hoven genom ballarna (Bolen et al. 2007; Rabba et al. 2010) och genom strålen (Busoni & Denoix, 2001; Grewal et al. 2004; Rabba et al. 2010).

Vid ultraljudsundersökning genom ballarna är det viktigt att noga raka området där proben ska vara. Ultraljudsgel bör användas för bästa kontakt eftersom ytan där proben anläggs är ojämn (Bolen et al. 2007). Endast begränsade delar av hovleden går att visualisera med denna metod. Hovledens proximala palmara ledficka kan ses och bedömas med avseende på ledfyllnad och förtjockning av synoviala strukturer (Rabba et al. 2010; Bolen et al. 2007).

För att kunna få bedömbar bildkvalitet vid ultraljudsundersökning av hoven genom strålen är det viktigt med förberedelser. Strålen bör putsas från all hård torr vävnad och gärna blötläggas en tid innan undersökningen. I en studie av Grewal et al. (2004) blötlades hoven i 12 timmar innan undersökningen medan Busoni och Denoix (2001) endast blötlade hoven i 10-15 minuter. Ultraljudsgel användes för bästa kontakt mellan proben och strålen i båda studierna. Med denna metod kan hovledens distala palmara ledficka ses som en tunn hypoekoisk kant dorsalt om lig impar (Busoni & Denoix, 2001).

Hovledens kollateralligament kan visualiseras med transversa bilder eller longitudinella bilder genom kronranden dorsolateralt och dorsomedialt på hoven (Evrard et al. 2012).

Sammanfattningsvis kan sägas att ultraljud är en bra metod för att visualisera mjukdelar i hoven då MRT inte är tillgänglig eller möjlig av olika skäl, men det går inte att få lika bra detaljerade och kompletta bilder av alla anatomiska strukturer i hoven som med MRT (Bolen et al. 2007).

Scintigrafi

Scintigrafi är en diagnostisk metod där man använder sig av en radioaktiv isotop av ett ämne som ges intravenöst till patienten (Lamb & Koblik, 1988). Det ämne som används för skelettscintigrafi är Technetium^{99m} som bundet till methylene diphosphonat, Tc^{99m}-MDP, ackumuleras i benvävnad genom att MDP binder till hydroxyapatitkristallerna i vävnaden. En bestämd tid efter injektionen registreras det radioaktiva ämnets spridning i kroppen med en gammakamera, denna tid beror

på vad man är intresserad av att titta på och oftast används tre olika faser, fas 1 som är den vaskulära faser, fas 2 som är mjukdelssfasen och fas 3 som är skelettfasen (Lamb & Koblik, 1988). För hältutredningar hos häst används oftast fas 3 men även fas 1 och 2 kan vara aktuellt i vissa fall (Steyn, 2002). Den sjuka vävnaden ger en annan bild än den friska, då det blir en ändrad blodgenomströmning och ämnesomsättning i dessa områden (Lamb & Koblik, 1988). Ökad osteoplastisk aktivitet ger ökat upptag av det radioaktiva ämnet (Steyn, 2002). Även vissa icke-patologiska tillstånd i vävnaden ger upphov till ökat upptag, t ex tillväxtzoner hos den växande hästen samt områden kring leder där det trabeculära benet tar upp mer av Tc^{99m} -MDP än det kortikala benet i diafyserna (Lamb & Koblik, 1988; Devous & Twardock, 1984).

Scintigrafi kan vara indicerat som diagnosticeringsmetod i en hältutredning av olika orsaker. T ex om hästen är halt på mer än ett ben, om den ej går att bedöva på grund av sitt temperament, vid frakturmisstanke som inte syns på röntgen, när man ej hittat något med röntgen eller ultraljud eller vid intermitterent hälta (Ross & Stacy, 2003; Steckel, 1991) Eftersom scintigrafi ger en bild av funktionella förändringar snarare än strukturella förändringar så är det en metod som tidigt detekterar skador som ännu inte gett synliga strukturella förändringar (Devous & Twardock, 1984). Det betyder också att man med scintigrafi kan få hjälp med att skilja gamla skador från nya skador och även avgöra om en skada som upptäckts med en annan diagnosticeringsmetod, t ex MRT, är signifikant och orsakar smärta (Dyson & Murray, 2007). Metoden är också mycket användbar som komplement till röntgen vid skador högt upp i extremiteterna där man p.g.a. hästens storlek ej får bra röntgenbilder (Davidsson & Martin, 2004; Vallance, Lumsden & O'Sullivan, 2009; O'Sullivan & Lumsden, 2003).

Vid scintigrafi av hoven tas både laterala samt dorsala, plantara samt solara bilder för bästa resultat (Steyn, 2002). På en frisk häst ses ett relativt högt upptag i hoven eftersom den har relativt mycket blodförsörjning. Ökat upptag i dorsala och palmara/plantara delen av hovbenet kan ibland ses normalt hos hopphästar i träning. Trauman mot distala benet som ger ökat blodflöde ses som ökat upptag i fas 1 (vaskulära faser). I fas 2 (mjukdelssfasen) kan orsaker till akuta hältor ofta påvisas, t ex hyperemi i synovian eller ledkapseln. Vid akut synovit och inflammation i ledkapseln ses ett ökat upptag i fas 2 men normalt i fas 3 (skelettfasen). Ökat upptag i både fas 2 och fas 3 ger mer kronisk karaktär åt den degenerativa sjukdomen (Steyn, 2002).

I hoven kan scintigrafi vara användbart för att identifiera en skada på ledkapseln eller det subchondrala benet men däremot ger det inget bra resultat vid tidig diagnosticering av osteoartrit i hovleden där endast ledbroskan är påverkade (Dyson, 2003b). Strålbenet syns bäst på de solara bilderna (Steyn, 2002; Keegan et al. 1996) men bör på en frisk häst inte ha något tydligt upptag (Devous & Twardock, 1984) och därför kan man med scintigrafi skilja skelettskador på strålbenet från mjukdelsskador (Steckel, 1991). Det kan dock finnas vissa hästar som normalt har ett ökat upptag i området för strålbenet (Dyson, 2002). Osteomyelit samt frakturer på strålbenet och hovbenet kan ses med scintigrafi men kan vara svåra att upptäcka med röntgen (Steckel, 1991). Vid fång ses ett ökat upptag på distala delen av hovbenet (Steyn, 2002). I en studie av Dyson och Murray (2007) jämfördes scintigrafibilder med MRT-bilder av hoven för att se om

scintigrafi kan ge vägledning i diagnosticering av bl a mjukdelsskador i hoven. Resultatet av studien blev att scintigrafi är en bra undersökningsmetod för att hitta skador på strålbenet, djupa böjsenans infästning och hovledens kollateralligament. Däremot kan man inte utesluta att skador finns även om scintigrafien inte visar något förändrat upptagsmönster.

Magnetresonanstomografi

Magnetresonanstomografi (MRT) är en bilddiagnostisk teknik som är relativt ny inom veterinärmedicinen. Den har funnits för häst sedan mitten på 1990-talet då Washington State University i USA fick det första MRT-systemet anpassat för hästar. Utvecklingen har snabbt gått framåt och idag finns möjlighet till MRT-undersökningar på flera håll i Sverige. Tekniken baseras på det magnetfält som omger alla kroppar och all vävnad i kroppen (Schild, 1994). Genom att skicka en radiovåg genom en kropp som befinner sig i ett yttre magnetfält kan kroppens egna magnetfält störas. Denna störning kan mätas. När magnetfältet sedan återgår till det ursprungliga så tar det olika lång tid för olika vävnader. Denna tid kan mätas. Genom att bearbeta den information som fås fram i mätningarna kan bilder av kroppen skapas där de olika vävnaderna ses i gråskala (Schild, 1994).

Genom att använda sig av olika serier av radiovågor kan olika sekvenser som ger olika bilder av vävnaden skapas. T1-viktade sekvenser ger en god anatomisk bild där de flesta strukturer lätt kan urskiljas. Andra ofta använda sekvenser är T2-viktade, protein density (PD) och fat suppression (STIR). Ofta används kombinationer av olika sekvenser vid en undersökning för att på bästa sätt kunna bedöma vävnaderna. Senor och ligament har generellt låg signalintensitet på både T1 och T2-viktade sekvenser. Akuta skador på senor ses som ökad signalintensitet på båda, mer kroniska skador ses som lägre intensitet på T2 men hög på T1. Vad gäller ledbrosk så kan både skillnader i signalintensitet och konturstörningar ses om brosket är tillräckligt tjockt. Både T1-, T2-viktade och fat-suppressed sekvenser används vid undersökning av olika leder för bästa resultat av undersökningen (Murray & Dyson, 2011)

De första MRT-systemen för häst var utformade för liggande hästar i narkos vilket medförde både stora kostnader och stora risker. För några år sedan började det komma tekniker för att minska rörelseoskärpa och då öppnades möjligheten för att utföra MRT på stående, sederade hästar. Med hjälp av MRT kan både skelett och mjukdelar i hoven visualiseras, något som tidigare inte varit möjligt i samma omfattning.

Sedan början på 2000-talet har flera studier gjorts med MRT på distala hästben. Det har visat sig att skador på många olika anatomiska strukturer innanför hovkapseln kunnat identifieras (Dyson, Murray & Schramme, 2005; Dyson et al. 2003; Scherlock, Kinns & Mair, 2007) samt att MRT är en möjlig bilddiagnostisk metod för att utvärdera det subchondrala benet och ledbroskets tjocklek på hästar (Murray et al. 2005). I en studie beskrivs onormalt brosk i hovleden, onormalt subchondralt ben vid hovleden, periartikulära osteofyter, ledfyllnad och synovial proliferation (Dyson et al. 2003). Av de 15 hästar som ingick i studien hade 3 hästar onormala fynd i hovleden som tydde på artros. Vid inledande hältutredning hade en förbättring av hältan vid ordinär bedövning av palmara digitala nerver och

bedövning av hovleden noterats hos dessa. Hos en av dessa hästar sågs vid röntgenundersökning osteofyter i anslutning till hovleden och hos en annan av hästarna sågs entesiofyter vid strålbenets proximala kant. En av hästarna hade vid scintigrafi onormalt ökat upptag i hoven.

I en senare studie (Dyson, Murray & Schramme, 2005) undersöktes 199 hästar med låg hälta där man inte hittat orsaken med andra diagnostiska metoder. De vanligaste skadorna som hittades med MRT var skador på djupa böjsenan samt på hovledens kollateralligament. Det var även vanligt att samma häst hade flera skador.

Sherlock, Kinns och Mair (2007) beskriver i en artikel hur de med MRT undersökt 41 hästar med låg hälta. Undersökningarna gjordes på stående sederade hästar. Hos dessa kunde de diagnosticera skador i djupa böjsenan, strålbenet, stålbenets kollateralligament, hovledens kollateralligament, hovbenet, kotsenskidan samt vätskefyllnad i hovleden. De beskriver också att efter att deras undersökning utförts har tekniken förbättras ytterligare med en bättre bildkvalitet som följd.

Författarna till artiklarna ovan drar slutsatser som att MRT är en bra metod för diagnosticering av skador innanför hovkapseln samt på ledbrosk och subchondralt ben men att det kräver noggranna undersökningar innan och inte lämpar sig för screening.

Artroskopi

Artroskopi av hovleden görs under narkos (McIlwraith et al. 2005), vilket medför stora risker (Johnston et al. 2002). Den dorsala delen av hovleden nås via hovledens dorsala ledficka (Boening et al. 1990). Via den kan delar av hovleden visualiseras (McIlwraith et al. 2005). Det finns två olika tillvägagångssätt att nå hovledens plantara eller palmara delar. Ett sätt är underifrån, dvs. palmart eller plantart ifrån (Vacek, Welch & Honnas, 1992). En nyare variant är att nå hovleden lateralt eller mediallyt (Fowlie et al. 2011). I en studie av Fowlie et al (2011) jämfördes de två olika tillvägagångssätten för att nå hovledens plantara eller palmara delar. Det kunde inte påvisas någon skillnad i hur lätt hovleden kunde nås eller visualiseras med de två olika sätten. Vid det klassiska tillvägagångssättet med en palmar/plantar approach var det en något större risk att orsaka iatrogena skador på ledbrosket i hovleden eller att perforera böjsenans senskida eller bursa podotrochlearis. Vid septisk artrit och spolning av denna så är risken för spridning stor om perforation av ovan beskrivna strukturer skett.

Sövning av hästar

Vid MRT av en häst i liggande position krävs att hästen är sövd vilket är en nackdel med tanke på att det finns stora risker med att söva hästar. En stor studie gjord i Storbritannien visar att nästan en procent av sövda hästar dör i komplikationer av narkosen (Johnston et al. 2002). I studien ingick över 41 000 hästar under en tidsperiod på sex år. Eftersom hästar som sövs på grund av kolik och buköppning löper större risk att dö av komplikationer (Proudman et al. 2006) så uteslöts dessa ur studien. Övriga hästar observerades i sju dygn postoperativt och därefter kategoriserades de som levande, döda eller avlivade. De avlivade hade då avlivats av annan icke narkosrelaterad orsak, t ex hälta. Resultatet blev att totalt 0,9 % av hästarna sju dygn postoperativt var döda. Den vanligaste orsaken var att hjärtat stannade eller cirkulatorisk kollaps. Denna grupp utgjorde 33,2 % av de döda hästarna. 25,6 % av de döda hästarna hade ådragit sig frakturer i samband med uppvakning ur narkosen. 13,1 % fick koliksymtom och abdominella besvär som ledde till död. Övriga orsaker till att hästarna dog var myopati, CNS-symtom, respiratoriska symtom, postoperativ blödning eller annat. I en annan studie jämfördes hästar som sövts för MRT med hästar som sövts för icke-abdominell kirurgi (Andersen et al. 2006). Det kunde visas att signifikant fler av de som genomgått kirurgi fick koliksymtom än av de som sövts enbart för MRT. De flesta av hästarna som sövdes för MRT blev snabbt återställda efter narkos och kunde åka hem från kliniken nästa dag.

MATERIAL OCH METODER

Inledande försök

Den initiala tanken med detta examensarbete var att kunna göra en MRT-undersökning av stående häst med obelastad hovled för att kunna undersöka ledens olika strukturer närmare. Genom att fästa en vinklad kloss av trä på en oskodd hov på en undervisningshäst provades olika vinklar i hovleden (figur 1). Det visade sig dock vara svårt att få hästen att stå tillräckligt stilla tillräckligt länge för att få bra bilder. Då de flesta låga hältor är lokaliserade till frambenen så provades tekniken endast där. Det gick inte att få hästen att stå stilla så pass länge att bilderna blev klara eftersom det inte är naturligt för en häst att avlasta ett framben. Det är naturligt för en häst att vila och avlasta ett bakben och där kan metoden med en kloss möjligen fungera men eftersom det är ovanligare med låga hältor på bakben valdes att inte fortsätta med det. Planen för de fortsatta försöken blev att undersöka om det är någon skillnad mättnässigt på hovleden på belastat respektive obelastat ben. Detta gjordes genom en jämförande studie av material från ATG Hästsjukhuset Skara (Skara) och från Universitetsdjursjukhuset i Uppsala (UDS). De frågeställningar som ställdes var hur tjockt är ledbrosket på kron- respektive hovbenet och bredden på mellanliggande vätskeskikt på belastat respektive obelastat ben samt bredden på hovledens dorsala ledficka på belastat respektive obelastat ben.



Figur 1. Inledande försök med kloss på framhov.

Material

I studien ingick 20 MRT-undersökningar på hästar gjorda i Skara av olika kön, ras och ålder. Dessa hästar har slumpmässigt valts ut av datorn. På dessa hästar var endast ett framben undersökt, och får då antas vara det benet de haft problem med. Sju hästar uteslöts på grund av att de saknade passande sekvenser eller att ledbrocken inte gick att utlinjera på bilderna så att deras tjocklek kunde mätas. Även de hästar som var av ponnyras uteslöts p.g.a. storleken. 14 hästar behölls och ingick i studien men ytterligare en fick senare uteslutas eftersom mätningarna inte kunde göras tillräckligt noggrant p.g.a. otydligt utlinjerat ledbrock. Från UDS valdes ett material ut som så långt det var möjligt skulle matcha hästarna från Skara. Ålder och ras var parametrar som togs hänsyn till vid detta urval. Alla hästarna är patienter som av någon anledning undersökts vid de två hästsjukhusen. Mest troligt är att hästarna har någon form av frambenshälta men ingen hänsyn har tagits till eventuell sjukdomshistoria, sjukdomsbild eller diagnos i denna undersökning. Inga journaler och inga remissvar på MRT-undersökningarna har inkluderats i undersökningen av den anledningen att vi inte hade tillgång till dessa uppgifter från Skara.

I mätningarna av den dorsala ledfickan togs 16 hästar från Skara och 14 hästar från UDS med (tabell 3). Det var alla de hästar ur det ursprungliga materialet som hade lämpliga sekvenser där ledfickan utlinjerades tydligt. Sekvenserna som valdes ut var T2-viktade, STIR och en av hästarna hade en T1-viktad 3D sekvens.

Både Skara och UDS har låg-tesla system. På UDS används ett system designat för stående hästar. Det kommer från engelska Hallmarq och är på 0,27T. I Skara används en GE 0,23T magnet där hästarna undersöks liggande i narkos.

Mätningar

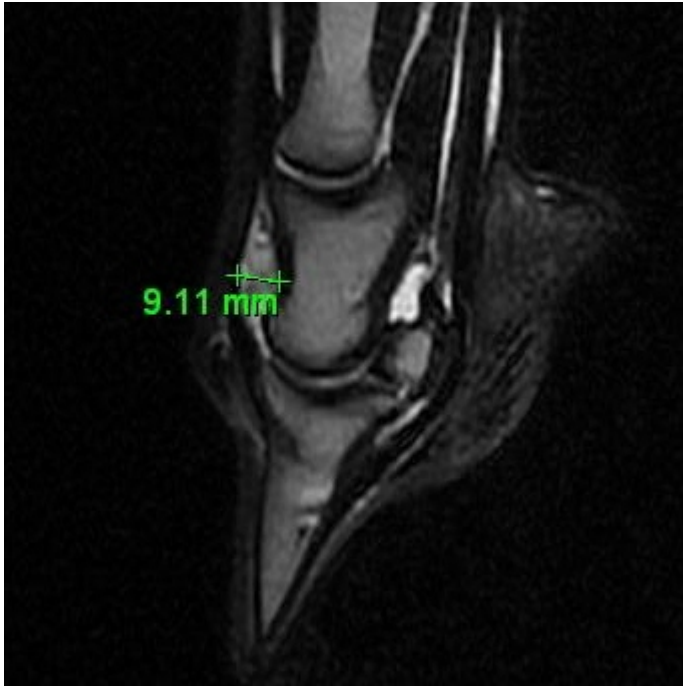
Mätningarna gjordes med programmet Centricity RA 600 (GE) på datorer med högupplösningsskärmar (2k) på Bilddiagnostiska Kliniken vid UDS. Alla mätningar är gjorda av samma person och varje mätning gjordes tre gånger vid samma tillfälle. Om de tre mätningarna gav skilda resultat valdes värdet som låg i mitten, medianvärdet.

Till studien valdes T1-viktade sekvenser som ger en erkänt bra anatomisk bild (Murray & Dyson, 2011). På dessa syns kontrasten mellan brosk och ledvätska bra, samt även kontrasten mellan subchondralt ben och brosk. På sekvenser med sagittala snitt valdes ett snitt mitt i hoven ut för att minimera påverkan av ojämn belastning. Mitten lokaliserades med hjälp av dorsala snitt. Mätningarna gjordes rakt över leden i 90° vinkel mot kronbenets distala ledyta (figur 2). Hela bredden på ledstrukturerna mättes vilket vid mätningarna och resultatredovisningen kallas "ledspringan". Detta inkluderar brosket på distala kronbenet, ledvätska och brosket på proximala hovbenet. Ledbroskets tjocklek på kronbenet samt på hovbenet mättes separat och dessa värden subtraherades från hela ledspringans bredd för att få fram ett värde för bredden på utrymmet för ledvätskan.



Figur 2. Mätningarna gjordes på en punkt mitt i hovleden. På sekvenser med sagittala snitt valdes ett snitt mitt i hoven ut för att minimera påverkan av ojämn belastning. Mitten lokaliserades med hjälp av dorsala snitt. Mätningarna gjordes rakt över leden i 90° vinkel mot kronbenets distala ledyta.

För att jämföra den dorsala ledfickan på stående och liggande hästar mättes i sagittalsnitt på den bild där ledfickan var bredast. Mätningen gjordes på det bredaste stället av ledfickan i 90 graders vinkel mot kronbenet (figur 3). Till dessa mätningar användes olika sekvenser beroende på att materialet varierade; T2 och STIR var vanligast och en av hästarna hade en T1 viktad 3D sekvens.



Figur 3. Mätning av hovledens dorsala ledficka på det bredaste stället i 90° vinkel mot kronbenet. Mätningen gjordes i sagittalsnitt på den bild där ledfickan var bredast.

Statistisk bearbetning

För jämförelsen av de uppmätta värdena i de två grupperna användes Mann-Whitney, U-test. Det är ett icke-parametriskt test som jämför medianerna i två oberoende grupper av slumpmässiga stickprov. Värdena i de två grupperna behöver inte vara normalfördelade vilket är lämpligt då antalet värden i undersökningen är lågt. Ett p-värde beräknas och med en signifikansnivå på 5 % innebär det att ett p-värde under 0,05 ger en statistiskt signifikant skillnad mellan de två grupperna.

RESULTAT

Hela ledspringan

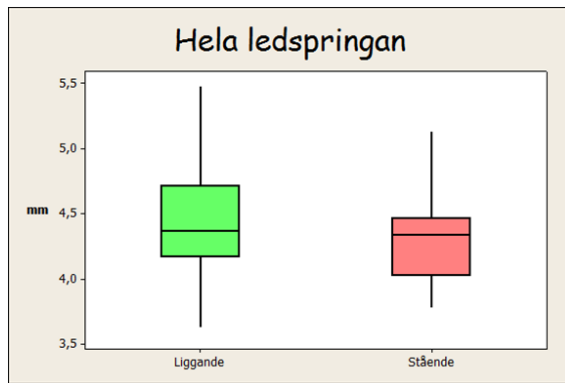
I gruppen med liggande hästar (tabell 1) varierade värdena för hela ledspringan mellan 3,7 mm och 5,4 mm. Medianvärdet för hela ledspringan var 4,4 mm. I gruppen med stående hästar (tabell 2) varierade värdena för hela ledspringan mellan 3,8 mm och 5,1 mm. Medianvärdet var 4,3 mm. Efter beräkning med Mann-Whitney U-test fås ett p-värde på 0,505 vilket innebär att skillnaden mellan grupperna inte är signifikant (figur 4).

Tabell 1. Liggande häst, mått angivna i mm

Häst	Hela ledspringan	Kronbenets brosk	Hovbenets brosk	Ledvätska
A	4,1	1,6	1,6	1,0
B	4,5	1,9	1,8	0,7
C	3,6	1,5	1,8	0,4
D	4,8	1,8	1,6	1,4
E	5,5	1,6	2,0	1,9
F	4,4	1,5	1,7	1,2
G	3,7	1,5	1,7	0,5
H	4,4	1,8	1,8	0,9
I	4,7	1,3	1,8	1,6
J	4,4	1,6	1,6	1,2
K	4,2	1,5	1,6	1,2
L	4,7	1,4	1,9	1,5
M	4,2	1,6	1,8	0,9

Tabell 2. Stående häst, mått angivna i mm

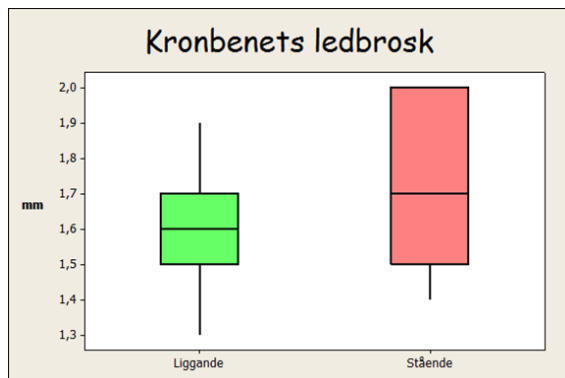
Häst	Hela ledspringan	Kronbenets brosk	Hovbenets brosk	Ledvätska
a	4,4	1,5	1,7	1,2
b	4,6	1,9	1,9	0,8
c	4,2	1,6	1,6	1,0
d	3,8	1,5	1,4	0,8
e	4,0	1,6	1,6	0,8
f	4,4	1,7	1,9	0,8
g	4,5	2,0	1,7	0,7
h	4,3	1,9	1,6	0,8
i	4,0	1,5	1,7	0,9
j	5,1	2,1	2,1	1,0
k	4,5	2,0	1,6	0,9
l	4,3	2,0	1,6	0,8
m	3,9	1,4	1,7	0,9



Figur 4. Boxplot av mätvärdena för bredden på hela ledspringan. Liggande häst 3,7 – 5,4 mm, median 4,4 mm. Stående häst 3,8 – 5,1 mm, median 4,3 mm. P-värde 0,505 ger ingen signifikant skillnad mellan de två grupperna.

Kronbenets ledbrusk

I gruppen med liggande hästar (tabell 1) varierade värdena för kronbenets brosk mellan 1,3 mm och 1,9 mm. Medianvärdet var 1,6 mm. I gruppen med stående hästar (tabell 2) varierade värdena för kronbenets brosk mellan 1,4 mm och 2,1 mm. Medianvärdet var 1,7 mm. Efter beräkning med Mann-Whitney U-test fås ett p-värde på 0,035 vilket innebär att skillnaden mellan grupperna är signifikant. Notera att de tjockaste broskarna ses på stående häst (figur 5).



Figur 5. Boxplot av mätvärdena för tjockleken på kronbenets ledbrusk. Liggande häst 1,3 - 1,9 mm, median 1,6 mm. Stående häst 1,4 – 2,1 mm, median 1,7 mm. P-värde 0,035 ger en signifikant skillnad mellan de två grupperna med det tjockare brosket hos de stående hästarna.

Hovbenets ledbrusk

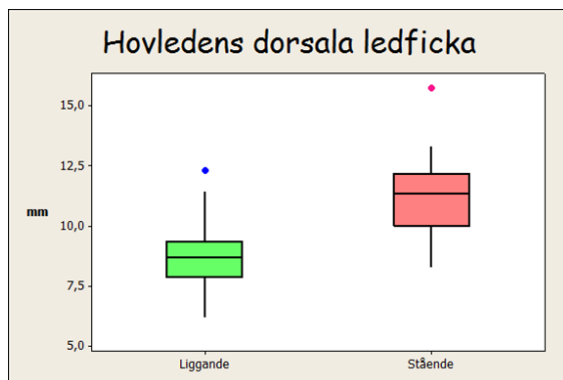
I gruppen med liggande hästar (tabell 1) varierade värdena för hovbenets brosk mellan 1,6 mm och 2,0 mm. Medianvärdet var 1,8 mm. I gruppen med stående hästar (tabell 2) varierade värdena för hovbenets ledbrusk mellan 1,4 mm och 2,1 mm. Medianvärdet var 1,7 mm. Efter beräkning med Mann-Whitney U-test fås ett p-värde på 0,44 vilket innebär att skillnaden mellan grupperna inte är signifikant.

Ledvätska

I gruppen med liggande hästar (tabell 1) varierade det uträknade värdet för utrymmet för ledvätskan mellan 0,4 mm och 1,9 mm. Medianvärdet var 1,2 mm. I gruppen med stående hästar (tabell 2) varierade värdena för ledvätskan mellan 0,7 mm och 1,6 mm. Medianvärdet var 0,8 mm. Efter beräkning med Mann-Whitney U-test fås ett p-värde på 0,082 vilket innebär att skillnaden mellan grupperna inte är signifikant.

Hovledens dorsala ledficka

I gruppen med liggande hästar varierade bredden på den dorsala ledfickan mellan 6,2 mm och 12,3 mm. Medianvärdet var 8,7 mm. I gruppen med stående hästar varierade bredden på den dorsala ledfickan mellan 8,3 mm och 15,8 mm. Medianvärdet var 11,4 mm. Efter beräkning med Mann-Whitney U-test fås ett p-värde på 0,001 vilket innebär att skillnaden mellan grupperna är signifikant (figur 6). Hovledens dorsala ledficka är signifikant bredare hos gruppen med stående hästar än hos gruppen med liggande hästar.



Figur 6. Boxplot av mätvärdena för bredden på hovledens dorsala ledficka. Liggande häst 6,2 – 12,3 mm, median 8,7 mm. Stående häst 8,3 - 15,8 mm, median 11,4 mm.

Tabell 3. Dorsala ledfickans bredd i mm

Liggande häst		Stående häst	
Ledfickan	Sekvens	Ledfickan	Sekvens
8,1	T2	11,76	STIR
9,45	STIR	11,36	STIR
6,62	T2	10,04	STIR
8,9	T2	13,32	STIR
8,26	STIR	10,87	STIR
8,97	T2	11,34	STIR
8,56	STIR	10,83	STIR
8,84	T2	11,88	STIR
7,82	STIR	15,76	STIR
11,43	T2	13,1	STIR
12,31	T2	11,63	STIR
8,94	T2	9,51	STIR
10,48	STIR	9,9	T1 W 3D
6,18	T2	8,27	STIR
8,12	STIR		
7,62	T2		

DISKUSSION

MRT är en bilddiagnostisk teknik som är på frammarsch inom veterinärmedicinen. Tekniken har visat sig vara utmärkt till att diagnosticera olika orsaker till låga hältor på hästar och används mycket till det. Eftersom det innebär stora risker att söva hästar så har system för stående sederade hästar tagits fram. Som veterinär måste man vara medveten om vilka eventuella skillnader detta ger i bilderna tagna med de olika teknikerna för att rätt kunna diagnosticera patologiska tillstånd även på stående häst.

Resultatet av studien visar något oväntat en statistiskt signifikant skillnad i tjocklek på kronbenets ledbrosk vid jämförelse av belastad och obelastad led där kronbenets ledbrosk i den belastade leden är tjockare än i den obelastade. Övriga mätningar i hovleden kan ej påvisa en signifikant skillnad. Det är ett resultat som troligtvis kan förklaras av hur kraften går genom hovleden. När hästen står på benet så belastas leden uppifrån men eftersom leden är vinklad och ledytan dessutom inte plan så kommer olika delar i leden att belastas olika mycket. Detta kan ha gjort att kronbenets brosk tryckts ihop mer på kanterna men att det i mitten där mätningen gjorts har fått mer plats att expandera. Det kan också vara ett felaktigt resultat eftersom det finns ett antal felkällor att ta med i beräkningen.

Om man försöker utlinjera ledbroskan så är det subjektiva intrycket att detta är lättare att göra på liggande häst. Ledvätskan sträcker sig längre ut i leden och trots att det på mätpunkten inte är någon skillnad i tjocklek så bildar den ändå en kontrast mot ledbrosket på en större yta i den obelastade leden. I denna studie har mätningarna av tidsskal begränsats till endast en punkt i leden. Genom att mäta centralt i hovleden hoppades vi få mindre effekt av hästarnas olika belastningar på medial respektive lateralsidan vilket kan ses vid stående undersökningar. Dessa belastningar kan delvis variera p.g.a. positioneringen av hästen. Det hade varit önskvärt att mäta på fler punkter för att få en mer rättvis bild av broskens tjocklek eftersom även ledvätskans utbredning hade kunnat mätas och beräknas. Som det är nu kan man på vissa bilder se att det ut mot kanterna inte går att utlinjera ledbroskan men detta syns inte i resultaten.

Jämfört med en liknande studie (Olive, 2010) är ledbroskan generellt tunnare i vår studie. Detta kan bero på ett flertal saker såsom olika hästmateriäl, den mänskliga faktorn i mätningarna eller det faktum att vår studie är gjord på levande hästar och den andra studien på kadaverben där ledvätskan ersatts med koksaltlösning och där leden inte är belastad.

Hovledens dorsala ledficka är bredare hos den stående hästen jämfört med den liggande hästen. Skillnaden är statistiskt signifikant och resultatet var väntat eftersom det är logiskt att ledvätskan trycks ut i ledfickan då hästen belastar benet. Detta är något man som veterinär måste vara medveten om för att inte felbedöma bilden nu när MRT för stående häst blir allt vanligare.

Vid bedömning av kurviga ytor förloras alltid en exakthet när den böjda linjen görs om till fyrkantiga pixlar och i och med den tredimensionella bild man får när tjockleken på snitten tas med; voxlar. I den tidigare nämnda studien av Olive (2010) kunde det visas att med upplösning 2,00 x 0,89 x 0,89 mm (tjocklek på

snitt x pixel höjd x pixel bredd) kunde de i studien åsamkade skadorna på brosket bedömas korrekt. Upplösningen på de bilder vi haft tillgång till i vår studie är 3 x 0,42 x 0,42 mm (Skara T1), 4 x 0,85 x 0,85 mm (Skara STIR), 4 x 0,39 x 0,39 mm (Skara T2) samt 3 x 0,66 x 0,66 (UDS T1) och 5 x 0,66 x 0,66 (UDS STIR), det vill säga att pixelstorleken är något mindre men snitten något tjockare. Dock måste man ha i åtanke att i studien av Olive (2010) användes kadaverben där ledvätskan ersatts med NaCl-lösning och benet var ej belastat så resultaten av studien går inte att översätta rakt av till den kliniska verkligheten. Eftersom voxelstorleken i de olika kategorierna inom vår studie skiljer sig en del så kan detta även påverka resultatet av studien. En voxel i de T1-viktade sekvenserna från UDS på stående hästar är större och ger därför en större osäkerhet vid mätningen av framförallt böjda linjer än en voxel i de T1-viktade sekvenserna från Skara. Samma gäller vid jämförelse av STIR-sekvenserna.

Det ska även påpekas att hästarna som inkluderats i studien har samtliga undersökts pga. misstanke om patologisk process i hoven men deras sjukhistoria, sjukdomsbild eller slutliga diagnoser är inte kända. Det är därför möjligt att en del hästar har haft en synovit i hovleden vilket kan påverka måtten på dorsala ledfickan. Vi har dock förutsatt att de båda grupperna har haft likartad fördelning av typer av fall. Det är också möjligt att några hästar faktiskt haft någon form av broskskada vilket kan påverka resultatet av ledbrosktjockleken. Dock har inga synliga förändringar på brosket eller det subchondrala benet identifierats i samband med mätningarna. I en helt optimal studie krävs att samma kliniskt friska hästar undersöks såväl med stående som liggande MRT i ett kort tidsintervall.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Agria Djurförsäkring. Hemsida. [online](2010-12-12) Tillgänglig:
<http://www.agria.se/agria/artikel/Statistik-over-hastarnas-skador> [2011-09-04]
- Andersen, M., Clark, L., Dyson, S. & Newton, J. (2006) Risk factors for colic in horses after general anaesthesia for MRI or nonabdominal surgery: absence of evidence of effect from perianaesthetic morphine. *Equine veterinary journal*. 38:4, 368-374
- Arkell, M., Archer, R., Guitian, F. & May, S. (2006) Evidence of bias affecting the interpretation of the results of local anaesthetic nerve blocks when assessing lameness in horses. *Veterinary record*. 159, 346-349
- Boening, K. (2002) Arthroscopic surgery of the distal and proximal interphalangeal joints. *Clinical techniques in equine practice*. 1:4, 218-225
- Bolen, G., Busoni, V., Jacqmot, O. & Snaps, F. (2007) Sonographic anatomy of the palmarodistal aspect of the equine digit. *Veterinary radiology & ultrasound*. 48:3, 270-275.
- Busoni, V. & Denoix J. (2001) Ultrasonography of the podotrochlear apparatus in the horse using a transcuneal approach: technique and reference images. *Veterinary radiology & ultrasound*. 42:6, 534-540
- Butler, J., Colles, C., Dyson, S., Kold, S. & Puolos, P. (2000) *Clinical radiology of the horse*. 2. uppl. Oxford : Blackwell Science
- Davidsson, E. & Martin, B. (2004) Stress fracture of the scapula in two horses. *Veterinary radiology & ultrasound*. 45:5, 407-410
- Devous, M. & Twardock, R. (1984) Techniques and application of nuclear medicine in the diagnosis of equine lameness. *Journal of the American veterinary medical association*. 184:3, 318-325
- Drevemo, S., Johnston, C., Roepstorff, L. & Gustås, P. (1999) Nerve block and intra-articular anaesthesia of the forelimb in the sound horse. *Equine veterinary journal supplement*. 30, 266-269
- Dyson, S. (2002) Subjective and quantitative scintigraphic assessment of the equine foot and its relationship with foot pain. *Equine veterinary journal*. 34:2, 164-170
- Dyson, S. (2003a) Navicular disease and other soft tissue causes of palmar foot pain. I: Ross, M. & Dyson, S. (Red.) *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 1. uppl. 286-299. St.Louis : Elsevier Science
- Dyson, S. (2003b) The distal phalanx and distal interphalangeal joint. I: Ross, M. & Dyson, S. (Red.) *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 1. uppl. 310-325. St.Louis : Elsevier Science
- Dyson, S. & Murray, R. (2007) Verification of scintigraphic imaging for injury diagnosis in 264 horses with foot pain. *Equine veterinary journal*. 39:4, 350-355
- Dyson, S., Murray, R. & Schramme, M. (2005) Lameness associated with foot pain: results of magnetic resonance imaging in 199 horses (January 2001–December 2003) and response to treatment. *Equine veterinary journal*. 37:2, 113-121
- Dyson, S., Brown, V., Collins, S. & Murray, R. (2010) Is there an association between ossification of the cartilages of the foot and collateral desmopathy of the distal interphalangeal joint or distal phalanx injury? *Equine veterinary journal*. 42:6, 504-511

- Dyson, S., Murray, R., Schramme, M. & Branch, M. (2003) Magnetic resonance imaging of the equine foot: 15 horses. *Equine veterinary journal*. 35:1, 18-26
- Evrard, L., Bolen, G., Maquet, N. & Busoni, V. (2012) Ultrasonography of the collateral Ligaments of the Distal Interphalangeal Joint in Horses: Technique and Reference Images. *Journal of equine veterinary science*. 32, 584-589
- Fowlie, J., O'Neill, H., Bladon, B., O'Meara, B., Prange, T. & Caron, J. (2011) Comparison of conventional and alternative arthroscopic approaches to the palmar/plantar pouch of the equine distal interphalangeal joint. *Equine veterinary journal*. 43:3, 265-269
- Giraldo L. & Redding W.R. (2005) Radiographic diagnosis – foreign body in the distal interphalangeal joint. *Veterinary radiology & ultrasound*. 46:4, 304-305
- Gough, M., Mayhew I. & Munroe, G. (2002) Diffusion of mepivacaine between adjacent synovial structures in the horse. Part 1: forelimb foot and carpus. *Equine veterinary journal*. 34:1, 80-84
- Grewal, J., McClure, S., Booth, L., Evans, R. & Caston, S. (2004) Assessment of the ultrasonographic characteristics of the podotrochlear apparatus in clinically normal horses and horses with navicular syndrome. *Journal of the American veterinary medical association*. 225:12, 1881-1888
- Johnston, G., Eastment J., Wood, J. & Taylor, P. (2002) The confidential enquiry into perioperative equine fatalities (CEPEF): mortality results of phases 1 and 2. *Veterinary anaesthesia and analgesia*. 29, 159-170
- Keegan, K., Wilson, D., Lattimer, J., Twardock, R. & Ellersieck, M. (1996) Scintigraphic evaluation of ^{99m}Tc-methylene diphosphonate uptake in the navicular area of horses with lameness isolated to the foot by anesthesia of the palmar digital nerves. *American journal of veterinary research*. 57:4, 415-421
- Lamb, C. & Koblik, P. (1988) Scintigraphic evaluation of skeletal disease and its application to the horse. *Veterinary radiology*. 29 :1, 16-27
- McIlwraith, C. (2002) Diseases of joints, tendons, ligaments, and related structures. I: Stashak, T. (Red.) *Adams' lameness in horses*. 5. uppl. 459-644. Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins
- McIlwraith, C., Nixon, A., Wright, I. & Boening, K. (2005) Arthroscopic surgery of the distal and proximal interphalangeal joints. I: McIlwraith, C., Nixon, A., Wright, I. & Boening, K. *Diagnostic arthroscopy and surgery in horse*. 3. uppl. 347-364. Edinburgh : Mosby Elsevier
- Murray, R. & Dyson, S. (2011) Chapter 21: Magnetic resonance imaging. I: Ross, M. & Dyson, S. (Red.) *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 2. uppl. 239-245. St.Louis : Elsevier Saunders
- Murray, R., Branch, M., Tranquille, C. & Woods, S. (2005) Validation of magnetic resonance imaging for measurement of equine articular cartilage and subchondral bone thickness. *American journal of veterinary research*. 66:11, 1999-2005
- Olive, J. (2010) Distal interphalangeal articular cartilage assessment using low-field magnetic resonance imaging. *Veterinary radiology & ultrasound*. 51:3, 259-266
- O'Sullivan, C. & Lumsden, J. (2003) Stress fractures of the tibia and humerus in thoroughbred racehorses: 99 cases (1992-2000). *Journal of the American veterinary medical association*. 222:4, 491-498
- Park, R. (2002) Radiology. I: Stashak, T. (Red.) *Adams' lameness in horses*. 5. uppl. 185-214. Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins

- Pharmacia & Upjohn. (1997). *Hältdiagnostik II, Ledinjektioner och nervblockader*. Pharmacia & Upjohn, Animal Health AB
- Proudman, C., Dugdale, A., Senior, J., Edwards, G., Smith, J., Leuwer, M., & French, N. (2006) Pre-operative and anaesthesia-related risk factors or mortality in equine colic cases. *The veterinary journal*. 171, 89-97
- Rabba, S., Bolen, G., Verwilghen, D., Salciccia, A. & Busoni, V. (2010) Ultrasonographic findings in horses with foot pain but without radiographically detectable osseous abnormalities. *Veterinary radiology & ultrasound*. 52:1, 95–102
- Recht, M., Goodwin, D., Winalski, C. & White, L. (2005) MRI of articular cartilage: Revisiting current status and future directions. *American journal of roentgenology*. 185
- Ross, M. & Stacy, V. (2003) Nuclear medicine. I: Ross, M. & Dyson, S. (Red.) *Diagnosis and management of lameness in the horse*. 1. uppl. 198-212. St.Louis : Elsevier Science
- Ruohoniemi, M., Mäkelä, O. & Eskonen, T. (2004) Clinical significance of ossification of the cartilages of the front feet based on nuclear bone scintigraphy, radiography and lameness examinations in 21 Finnhorses. *Equine veterinary journal*. 36:2, 143-148
- Sherlock, C., Kinns, J. & Mair, T. (2007) Evaluation of foot pain in the standing horse by magnetic resonance imaging. *The veterinary record*. 161, 739-744
- Schumacher, J., Schumacher, J., Gillette, R., De Graves, F., Schramme, M., Smith, R., Perkins, J. & Coker, M. (2003) The effects of local anaesthetic solution in the navicular bursa of horses with lameness caused by distal interphalangeal joint pain. *Equine veterinary journal*. 35; 5, 502-505
- Schumacher, J., Steiger, R., Schumacher, J., De Graves, F., Schramme, M., Smith, R. & Coker, M. (2000) Effects of analgesia of the distal interphalangeal joint or palmar digital nerves on lameness caused by solar pain in horses. *Veterinary surgery*. 29, 54-58
- Schild, H. (1994) MRI made easy(...well almost). [CD-ROM] Wayne New Jersey: Berlex Laboratories
- Steckel, R. (1991) The role of scintigraphy in the lameness evaluation. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 7, 207-239
- Steyn, P. (2002) Nuclear medicine. I: Stashak, T (Red.) *Adams' lameness in horses*. 4.uppl. 347-375. Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins
- Vacek, J., Welch, R. & Honnas, C. (1992) Arthroscopic and intra-articular anatomy of the palmaroproximal or plantaroproximal aspect of distal interphalangeal joints. *Veterinary surgery*. 21:4, 257-260
- Vallance, S., Lumsden, J & O'Sullivan, C. (2009) Scapula stress fractures in thoroughbred racehorses: eight cases (1997-2006). *Equine veterinary education*. 21:10, 554-559