

Juvenil osteoarthrose i hasens

Del 1: Prævalens og radiologiske forandringer



Summary

The objective of this study was to estimate the prevalence of juvenile osteoarthritis in the distal tarsal joints in Warmblood horses, and to describe the associated radiographic changes. Radiographs from routine examinations of 774 varmbloods below 5 years of age were used to identify the prevalence and radiographic changes of juvenile osteoarthritis in the distal tarsal joints. Osteoarthritis was detected in 50 horses (6,5%), and the distal intertarsal joint was predominantly affected (94%). Periarticular osteofytosis was the most common finding (72%), and the osteoarthrotic changes were most frequently localised dorsolaterally in the joint (93%).

Sammendrag

Formålet med dette studie var at estimere prævalensen af juvenil osteoarthrose i hasens glideded hos varmbloodshestene samt at beskrive de radiologiske forandringer i tilknytning dertil. Røntgenbilleder fra rutineundersøgelser af 774 varmbloodshestene under 5 år blev anvendt til estimering af prævalensen og beskrivelse af de radiologiske forandringer ved juvenil osteoarthrose i hasens glideded. Osteoarthrose blev konstateret hos 50 heste (6,5%), og midterste glideded var hyppigst afficeret (94%). Periartikulære osteofytter var det hyppigste fund (72%), og de osteoarthrotiske forandringer var oftest lokaliseret dorsolateralt i leddet (93%).

[Jacob Greve]

**Fagdyrlæge
vedr. sygdomme hos heste
Dyrlægerne Nørhald**

Indledning

Osteoarthrose i hasens glideded, almindeligvis kaldet spat, er en degenerativ ledlidelse, som hyppigst involverer det midterste glideded (articulatio centrodistalis), det nederste glideded (articulatio tarsometatarsalis) og i mere sjældne tilfælde det øverste glideded (articulatio talocalcanea-centroquadratis)^{1,2}. Det er en almindelig årsag til bagbenshalthed og nedsat præstation hos hesten. Den kliniske manifestation er varierende, og radiografi samt intrasynovial anæstesi er essentiel i diagnostikken¹⁻³.

Prævalens

Osteoarthrose i glidededene er en diagnose, som oftest stilles hos midaldrende til ældre heste, der har haft en aktiv karriere^{2,4,5}. Det er imidlertid også beskrevet hos unge individer, inden de er taget i arbejde

(juvenil osteoarthrose, ungdyrsspat)⁶⁻¹¹. Hartung *et al.*⁶ beskrev første gang juvenil osteoarthrose i glidededene hos travheste i alderen 18-23 måneder og fandt radiologiske forandringer hos 49,6%. I et tilsvarende studie af Münzer *et al.*⁷ på føl og åringer fandt man en prævalens af osteoarthrotiske forandringer i glidededene på henholdsvis 49% og 57%. Kane *et al.*¹² fandt ved gennemgang af røntgenbilleder i forbindelse med auktion af fuldblodsåringer en forekomst af knoglenydanter på 17,5% og subchondrale opklaringer i glidededene på 7,3%. En samlet forekomst af osteoarthrose hos disse fuldblodshestene var ikke angivet. Prævalensen hos varmbloodshestene er ikke tidligere undersøgt.

Årsagsforhold

Årsagen til at osteoarthrotiske forandringer dannes i glidededene hos unge individer, kendes ikke. Watrous *et al.*⁹ fandt ledbruskforandringer, som forfatterne anså for osteochondrose, i glidededene hos en stor andel af ungheste, der i forvejen var disponerede for osteochondrose. Hos de samme heste var der tillige forskel-

glideled hos varmbloodshest

lige grader af osteoarthrose til stede i glideleddene, og forfatterne konkluderede, at juvenil osteoarthrose let kunne opstå sekundært til osteochondrose i glideleddene. I et senere studie blev der fundet lignende ledbruskforandringer i glideleddene hos føl, men forfatterne anså disse for degenerative forandringer frem for osteochondrose i leddet¹⁰. I samme studie fandt man ingen sammenhæng mellem antallet af læsioner i ledbrusken og føllets generelle osteochondrosestatus. Osteochondrose blev derfor anset som en mulig, men langt fra hyppig årsag til osteoarthrose i glideleddene.

Hos normale føl begynder ossifikationen af tarsalknoglerne to måneder før termin og fortsætter den første måned efter fødslen^{13,14}. På fødselstidspunktet omgives de delvis ossificerede tarsalknogler således af et tykt lag brusk, og overbelastning af haserne på dette tidspunkt kan medføre deformation og atrofi af bruskens især hos præmature og dysmature føl^{14,15}. Nogle forfattere fremfører derfor, at dette kan resultere i et spektrum fra lette osteoarthrotiske forandringer til kollaps af tarsalknoglerne hos føllene².

Endelig fandt Smallwood *et al.*⁸ periartikulære nydannelser i glideleddene hos 7 ud af 9 normalt udviklede føl i et radiologisk studie af hasens udvikling de første seks levemåneder. Nydannelserne forekom hyppigst mellem dag 43 og 98 efter fødsel, men forekomsten kunne i dette sparsomme materiale ikke korrelere til føllets vægt eller skelettets modningsgrad. Forfatterne anså disse periartikulære nydannelser som en følge af forstyrrelser i ossifikationen i takt med tarsalknoglernes vækst - en anskuelse som deles med Hartung *et al.*⁶

Diagnostik

Osteoarthrose i hasens glideled kan have mange forskellige radiologiske manifestationer. Forskellige benævnelser for samme eller næsten identiske røntgenforandringer er udbredt i litteraturen. De generelt accepterede radiologiske forandringer

forbundet med osteoarthrose i hasens glideled inkluderer: periartikulære osteofytter, udviskning af ledspalten, periosteale knoglenydannelser på tarsalknoglerne, subchondral osteolyse og ankylose af leddet^{1,2,9,16}.

Det kan i nogle tilfælde være vanskeligt at skelne radiologisk mellem marginale osteofytter og enthesiofytter, som er knoglenydannelser i ligament-, sene- og ledkapseltilhæftninger¹⁷. I flere lærebøger er knoglenydannelser dorsoproksimalt på pibeknoglen (os metatarsale III; MT3) – også benævnt »Adams' spat« – konsekvent angivet som osteofytter^{2,4,18-20}, og de er dermed anset for tegn på osteoarthrose i nederste glideled. Butler *et al.*¹ forklarer imidlertid disse knoglenydannelser som enthesiofytter i tilhæftningen af m. peroneus tertius, m. tibialis cranialis eller lig. metatarsalis dorsalis. De er som sådan ikke forbundet med osteoarthrose. Verschooten & Schramme²¹ angiver, at disse nydannelser ikke er forbundet med halthed, sjældent bliver større med tiden, og at det nederste glideled ofte ikke er afficeret. I et histologisk studie af hasens glideled har man desuden fundet væsentlige histologiske forskelle mellem marginale osteofytter i midterste glideled og knoglenydannelser dorsoproksimalt på MT3²². Dette antyder, at disse har forskellig patogenese. Der kan dog undertiden ses osteoarthrose i nederste glideled samtidig med tilstedeværelsen af knoglenydannelse på

MT3, og i de tilfælde er radiologisk differentiering mellem enthesiofyt og osteofyt vanskelig.

Formål

Ved rutinemæssige røntgenundersøgelser af ungheste er osteoarthrotiske forandringer i hasens glideled et lejlighedsfund. Deskriptive studier af juvenil osteoarthrose hos varmbloodshest findes ikke, og dyrlægen står ofte i en vanskelig situation, når hesteejeren skal rådgives.

Formålet med dette retrospektive studie var, at estimere prævalensen af osteoarthrose i hasens glideled hos varmbloodsungheste samt at beskrive de radiologiske forandringer i tilknytning dertil.

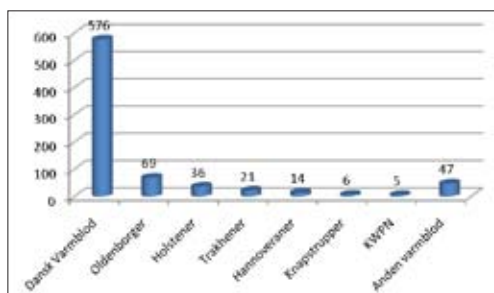
Materiale og metoder

Patientmateriale

I perioden 1. januar 2001 til 31. juli 2007 blev der hos Dyrlægerne Nørhald røntgenundersøgt 774 varmbloodshest under 5 år. Aldersgrænsen på maks. 4 år blev valgt, da disse heste endnu ikke eller kun i begrænset omfang havde været i arbejde på undersøgelsestidspunktet. Der forelå på undersøgelsestidspunktet ikke eksakt fødselsdato på samtlige heste, så hestene blev i stedet inddelt i 5 aldersgrupper. Heste, som blev røntgenundersøgt samme år, som de var født, udgjorde aldersgruppe 0. Heste, som blev røntgenundersøgt året efter, som de var født, udgjorde aldersgruppe 1, og så fremdeles.

Tabel 1. Anvendte projektioner ved røntgenundersøgelsen af 774 ungheste.

Region	Projektioner
Tå	Latero-medial (L-M) med fokus på hovseneben Latero-medial (L-M) med fokus på kodeled
Has	Latero-medial (L-M) Dorso-plantar (D-Pl) Dorso35°lateral-plantaromedial oblique (DL-PIMO, skrå medial) Plantaro145°lateral-dorsomedial oblique (PIL-DMO, skrå lateral)
Bagknæ	Caudo60°lateral-craniomedial oblique (CaL-CrMO)



Figur 1. Racefordelingen af de 774 undersøgte ungheste.

Radiologisk undersøgelse

Røntgenundersøgelserne blev foretaget i forbindelse med: handel, før ibrugtagning, med henblik på konstatering af osteochondrose, før kåring eller som følge af kliniske symptomer. Bedømmelse af røntgenbillederne blev foretaget individuelt af to dyrlæger med henholdsvis seks og 32 års erfaring. Røntgenundersøgelsen af samtlige ungheste omfattede 18 projektioner af tåled, haseled og bagknæled (tabel 1).

Til de første 331 af de 774 røntgenundersøgelser blev der anvendt filmkassetter af mærket AGFA Curix Casette® med forstærkningfolie MR400, og den anvendte røntgenfilm var AGFA Curix Blue HC-S Plus®. Til de efterfølgende 443 undersøgelser blev der anvendt digital røntgen (CR) af mærket Fuji CR500.

Dataindsamling

Journalerne på samtlige undersøgte heste blev gennemgået, og røntgenfundene i såvel haseled som tåled og bagknæled blev registreret. Røntgenbilleder af heste med anmærkninger til hasens glideled blev reevalueret, og der blev registreret, hvilke røntgenforandringer som var til stede, hvor i leddene de var lokaliseret og på hvilke projektioner de var synlige. Osteoarthrose blev registreret, hvis der i glideleddene fandtes periartikulære osteofytter, udviskning af ledspalten, periosteale knogledannelser på tarsalknoglerne, subchondral osteolyse eller ankylose af leddet. Knogledannelser dorsoproksimalt og/eller dorsolateroproksimalt på

MT3 blev betragtet som enthesiofytter, såfremt de radiologisk fremstod inaktive, og såfremt der ikke samtidig fandtes tegn på osteoarthrose i det nederste glideled. Disse forandringer blev registreret separat fra osteoarthrosen.

Databehandling

Materialet gennemgik databehandling og statistisk analyse ved hjælp af programmet Epi Info 2000 (CDC®). Statistiske sammenhænge mellem kategoriske data blev testet med χ^2 -test. Aldersgruppe blev anset for en kontinuert variabel og sammenhænge med kategoriske variabler blev testet ved lineær regression. Signifikansniveauet blev i dette studie valgt til $P < 0,05$.

Resultater

Af de 774 undersøgte heste var 256 hopper (33,1%), mens 244 var hingste (31,5%) og 274 var vallakker (35,4%) på undersøgelsestidspunktet. Dansk Varmblod var den hyppigst undersøgte race (figur 1), og fordelingen af varmblodhestene i aldersgrupper fremgår af tabel 2.

Prævalens

Radiologiske forandringer forenelige med osteoarthrose i hasens glideled blev konstateret hos 50 ud af de 774 undersøgte heste (6,5%). Heraf var 15 heste bi-

lateralt afficeret (30%), og der var ikke signifikant forskel mellem forekomsten i henholdsvis højre ($n=28$) og venstre has ($n=37$).

Der blev ikke fundet signifikant forskel i prævalensen af osteoarthrose ved røntgenundersøgelser med brug af henholdsvis digital røntgen og traditional røntgenfilm, og der var heller ikke signifikant forskel mellem observatørens bedømmelse af billederne.

Hos de 50 heste med osteoarthrose i glideleddene var i alt 65 haser afficerede. Midterste glideled var med 61 tilfælde hyppigst afficeret (94%), mens nederste glideled var afficeret i ni haser (14%) og det øverste glideled i én has (2%). I seks haser (9%) var mere end ét led afficeret.

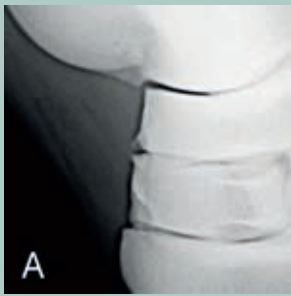
Elleve hopper havde radiologiske tegn på osteoarthrose i hasens glideled (4,3%), mens 39 hingste/vallakker havde samme diagnose (7,5%). Tendensen til højere prævalens hos handyrene var imidlertid ikke signifikant ($P=0,09$). Der var ikke signifikant forskel i prævalensen af osteoarthrose mellem de undersøgte racer, og prævalensen inden for de enkelte aldersgrupper fremgår af tabel 2. Yngste hest med osteoarthrose var på undersøgelsestidspunktet 19 måneder gammel. Prævalensen steg markant fra aldersgruppe 1 til 2 (tabel 2), og ved lineær regres-

Tabel 3. Prævalensen af røntgenforandringer i 61 undersøgte haser.

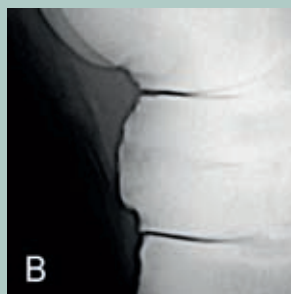
Røntgenforandringer	Antal
Periartikulære osteofytter	44 (72 %)
Udviskning af ledspalten	37 (61 %)
Periosteale knogledannelser på tarsalknoglerne	30 (49 %)
Subchondral osteolyse	21 (32 %)
Delvis eller total ankylose af leddet	12 (20 %)

Tabel 2. Antal heste samt prævalens af henholdsvis osteoarthrose i hasens glideled og enthesiofytter dorsoproksimalt på MT3 fordelt på aldersgrupper.

Aldersgruppe	0	1	2	3	4
Antal	22 (100 %)	50 (100 %)	183 (100 %)	240 (100 %)	279 (100 %)
Osteoarthrose	0 (0 %)	1 (2 %)	11 (6,0 %)	16 (6,7 %)	22 (7,9 %)
Enthesiofyt MT3	2 (9 %)	3 (6 %)	14 (7,7 %)	24 (10 %)	27 (9,7 %)



Figur 2. Latero-medial (A) samt skrå lateral (B) projektion af hasens glideled. Osteoarthrose i midterste glideled i hasen karakteriseret ved læbedannelse som følge af osteofytter (A) samt udviskning af ledspalten, subchondral osteolyse og periosteal knogledannelse på T3 (B). Bemærk enthesiofytt dorso-proksimalt på MT3 (B).



Figur 3. Latero-medial projektion af hasens glideled. Osteoarthrose i midterste og nederste glideled karakteriseret ved periosteal knogledannelse på tarsalknoglerne samt en aktiv knogledannelse dorso-proksimalt på MT3 (A). Ankylose af midterste glideled (B)

sion blev der fundet en stærk tendens til, at prævalensen steg proportionalt med hestens alder ($P=0,06$).

Radiologiske forandringer

Røntgenbilleder fra tre af de 50 heste med osteoarthrose i glideleddene var bortkommet, og reevaluering af røntgenforandringer og lokalisering var derfor ikke mulig. Røntgenbilleder fra 47 heste (61 haser) udgjorde derfor grundlaget for beskrivelsen af de radiologiske forandringer (tabel

3). Eksempler på radiologiske forandringer fremgår af figur 2 og 3.

De osteoarthrotiske forandringer var hyppigst lokaliseret dorsolateralt i glideleddet og dermed synlige på skrå lateral projektion (tabel 4). Skrå medial var imidlertid den projektion, hvor der sjældnest fandtes røntgenforandringer.

Enthesiofytter dorso-proksimalt og/eller dorsolatero-proksimalt på MT3 blev fundet hos 70 af de 774 undersøgte heste (9,0%). Heraf var 22 heste bi-

lateralt afficeret (31%). Af de 50 heste med osteoarthrose i hasens glideled havde 8 heste tillige enthesiofytter på MT3 (16%), men denne forøgede forekomst var ikke signifikant ($P=0,08$). Hos disse 8 heste blev enthesiofytterne fundet lige hyppigt i den osteoarthrotiske has som i den modstående. I modsætning til osteoarthrose i glideleddene var der ingen korrelation mellem forekomsten af disse enthesiofytter og hestens alder (tabel 2).

Der blev ikke fundet nogen signifikant sammenhæng mellem forekomsten af osteoarthrose i hasens glideled og forekomst af røntgenforandringer i hovledet, kronledet, kodeledet, knæledet og øvrige forandringer i haseleddet – herunder osteochondrose.

Diskussion

En generelt accepteret aldersgrænse for juvenil osteoarthrose eksisterer ikke. I dette studie blev heste indtil fjerde leveår medtaget for mest muligt at reducere selektion i materialet. Ungheste med kliniske symptomer var inkluderet i studiet for ikke at udelukke heste, som var halte på grund af juvenil osteoarthrose, hvilket ville føre til underestimering af prævalensen. Det drejede sig imidlertid om meget få heste, og årsagen til røntgenundersøgelse var hovedsagelig galle i et led.

Prævalens

Der blev i nærværende undersøgelse

Tabel 4. Lokalisering af røntgenforandringerne i 61 undersøgte haser. Den procentuelle forekomst angiver tillige projektionernes sensitivitet.

Projektioner med synlige røntgenforandringer	Antal	Lokalisering i haseleddet	Antal
Plantaro145°lateral-dorsomedial oblique (PIL-DMO, skrå lateral)	57 (93 %)	dorsolateralt	57 (93 %)
Latero-medial (L-M)	48 (79 %)	dorsalt	48 (79 %)
Dorso-plantar (D-PI)	40 (66 %)	lateral	34 (56 %)
		medialt	19 (31 %)
Dorso35°lateral-plantaromedial oblique (DL-PIMO, skrå medial)	31 (51 %)	dorsomedialt	27 (44 %)
		plantarolateralt	8 (13 %)

konstateret juvenil osteoarthrose i hasens glideded hos 6,5% af de undersøgte ungheste. Denne prævalens er væsentlig lavere end rapporteret i tidligere undersøgelser på ungdyr^{6,7,12}. Hos islandske heste har man fundet høje prævalenser af osteoarthrose i hasens glideded, og denne race synes derfor prædisponeret for lidelsen^{23,24}. En racedisposition kan også være tilfældet for trav- og fuldblodsheste, som langt overvejende udgør patientmaterialet i de tidligere prævalensstudier^{6,7,12}. I undersøgelsen af Münzer *et al.*⁷ var det hyppigste radiologiske tegn på osteoarthrose afrunding af ledrandene; en forandring, som ikke blev fundet i eget materiale. I de tidligere undersøgelser på travheste er der heller ikke redegjort for vurderingen af enthesiofytter dorsoproksimalt på MT3, hvilket også kan have bidraget til den højere prævalens, som er fundet i disse studier^{6,7}. Kane *et al.*¹² har i undersøgelsen af fuldblodsåringer angivet en samlet forekomst af osteofytter og enthesiofytter og har dermed medregnet forandringer, som ikke med sikkerhed kan henføres til osteoarthrose. De diagnostiske kriterier for osteoarthrose i tidligere og nærværende undersøgelser er derfor så forskellige, at en direkte sammenligning ikke er mulig.

Juvenil osteoarthrose i glidededene forekom bilateralt i 30% af tilfældene, og det midterste glideded var det hyppigst afficerede led. Disse observationer er ikke rapporteret i de tidligere prævalensstudier på travheste^{6,7}, men hos fuldblodsheste fandt man osteofytter og/eller enthesiofytter bilateralt hos 36% af åringerne, og subchondrale opklaringer bilateralt hos 31% af åringerne¹². Hos udvoksede islandske heste har man fundet bilaterale osteoarthrotiske forandringer hos henholdsvis 65% og 53% af de afficerede heste^{23,24}. I samme studier fandt man ligeledes det midterste glideded hyppigst afficeret, mens nederste glideded var involveret i mere end 47% af

tilfældene^{23,24}. Disse forskelle kan skyldes fornævnte racedisposition, mere fremskredne osteoarthroses i disse undersøgelser samt inkludering af enthesiofytter dorsoproksimalt på MT3.

En tendens til lavere prævalens hos hopperne kunne konstateres i materialet (4,3% kontra 7,5%). Hos islandske heste har man også fundet en lavere prævalens hos hopperne, men her var forholdet heller ikke signifikant ($P=0,062$)²⁴. Endelig fandtes en tendens til stigende prævalens med hestens alder. Dette indikerer, at de radiologiske forandringer opstår løbende inden for de første fire leveår, og måske særligt i 1-2 års alderen. Dette stemmer ikke overens med, at ufuldstændig ossifikation af tarsalknoglerne i perioden umiddelbart efter fødsel skulle være årsagen, som tidligere fremført^{2,14}. Et større studie vil kunne klarlægge, hvorvidt kønsdisponeringen og sammenhængen mellem prævalens og stigende alder er signifikante forhold. Desuden vil et retrospektivt case-control studie med sammenligning af drægtighedslængder kunne klarlægge, hvorvidt præmaturitet spiller en afgørende rolle for udviklingen af juvenil osteoarthrose i hasens glideded.

Radiologiske forandringer

Nogle forfattere angiver, at marginal subchondral osteolyse er et tidligt tegn på osteoarthrose, som senere efterfølges af udviskning af ledspalten og periartikulære osteofytter². Andre mener, at typen, graden og udviklingen af osteoarthrotiske forandringer er underlagt stor individuel variation^{1,18,25}, og at hastigheden, hvormed forandringer udvikles, tilmed er varierende og uforudsigelig^{1,2,25}. Ankylose er dog generelt anset for osteoarthrosens slutstadium^{2,18}. Alle typer af osteoarthrotiske forandringer var repræsenteret i nærværende materiale, og periartikulære osteofytter var den hyppigste radiologiske manifestation. Ankylose blev iagttaget i færrest tilfælde, og materialet be-

skriver således tidlige radiologiske forandringer ved osteoarthrose i glidededene. En sammenligning med ældre heste med mere fremskredne osteoarthroses giver derfor ikke mening. En sammenligning med resultaterne i tidligere undersøgelser hos ungheste er heller ikke mulig, da samme diagnostiske kriterier for osteoarthrose ikke er anvendt^{7,12}.

Røntgenforandringer forbundet med osteoarthrose er mange steder beskrevet at forekomme først og i sværest grad dorsomedialt i hasens glideded^{2,16,20-22}. Skrå medial er derfor angivet at være den mest anvendelige projektion til vurdering af osteoarthrotiske forandringer. Til detektion af juvenil osteoarthrose i dette studie var skrå medial den projektion med laveste sensitivitet (51%), mens skrå lateral projektion havde højeste sensitivitet (93%). Sidstnævnte observation stemmer overens med et radiologisk studie på udvoksede islandske heste, hvor man ligeledes fandt højeste sensitivitet ved skrå lateral projektion (95%)²⁶. Her havde skrå medial projektion imidlertid næsthøjeste sensitivitet (93%) efterfulgt af latero-medial (88%) og dorso-plantar projektion (80%). I studiet indgik mere fremskredne tilfælde af osteoarthrose i glidededene, hvilket forklarer de relativt høje sensitiviteter sammenlignet med egne resultater.

Enthesiofytter på MT3 blev konstateret hos 9,0% af unghestene. Prævalensen af disse forandringer hos heste er ikke tidligere rapporteret. Enthesiofytternes forekomst var ikke korreleret med hestens alder, hvilket antyder, at disse forandringer dannes på et meget tidligt tidspunkt i hestens liv.

Der blev ikke fundet nogen sammenhæng mellem juvenil osteoarthrose i glidededene og hestens øvrige røntgenstatus – herunder osteochondrose. Sidstnævnte observation stemmer overens med histologiske studier¹⁰.

Konklusion

Formålet med dette studie var at estimere prævalensen af juvenil osteoarthrose i hasens glideled hos varmblodsheste samt at beskrive de radiologiske forandringer i tilknytning dertil. Undersøgelsen viste, at 6,5% af varmblodshestene i dette studie havde juvenil osteoarthrose i hasens glideled. Midterste glideled var hyppigst afficeret, og periartikulære osteofytter var hyppigste forandring. I de fleste tilfælde var forandringerne lokaliseret dorsolateralt i glideleddet, og skrå lateral projektion havde derfor den højeste sensitivitet til påvisning af osteoarthrosen.

Litteraturliste

1. Butler JA, Colles CM, Dyson SJ, Kold SE & Poulos PW. Clinical radiology of the horse. Blackwell Publishing Ltd., Oxford. 2000, 2. ed, 610 pp.
2. Sullins KE. The tarsus. In: Stashak TS (ed.). Adams' lameness in horses. Williams & Wilkins, Lippincott. 2001, 5. ed, pp. 930-987.
3. Jackman BR. Review of equine distal hock inflammation and arthritis. Proceedings of the annual convention of the American association of equine practitioners. 2006, 52, 5-12.
4. Gough M & Munroe G. Decision making in the diagnosis and management of bone spavin in horses. In Practice. 1998, 20:5, 252-259.
5. Baxter GM, Dechant JE & Southwood LL. Diagnosis of distal tarsal osteoarthritis in horses. Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian. 2003, 25:2, 138-147
6. Hartung K, Münzer B & Keller H. Radiologic evaluation of spavin in young trotters. Veterinary radiology. 1983, 24:4, 153-155.
7. Münzer B, Fries S & Hartung K. Röntgenuntersuchung der Sprunggelenke gesunder Fohlen. Ein Beitrag zur Spät-diagnostik. Tierärztliche Praxis. 1984, 12, 211-216.
8. Smallwood JE, Auer JA, Martens RJ, Morris EL, McCall VH, Roenigk WJ & Boyd CL. The developing equine tarsus from birth to six months of age. Equine Practice. 1984, 6:4, 7-48.
9. Watrous BJ, Hultgren BD & Wagner PC. Juvenile spavin as a manifestation of osteochondrosis. Proceedings of the annual convention of the American association of equine practitioners. 1991, 36, 313-322.
10. Barneveld A & van Weeren PR. Early changes in the distal intertarsal joint of Dutch Warmblood foals and the influence of exercise on bone density in the third tarsal bone. Equine Veterinary Journal. 1999, suppl. 31, 67-73.
11. Björnsdóttir S, Ekman S, Eksell P & Lord P. High retail radiography and histology of the centrodistal tarsal joint of Icelandic horses age 6 months to 6 years. Equine Veterinary Journal. 2004, 36:1, 5-11.
12. Kane AJ, Park RD, McIlwraith CW, Rantanen NW, Morehead JP & Bramlage LR. Radiographic changes in Thoroughbred yearlings. Part 1: Prevalence at the time of the yearling sales. Equine Veterinary Journal. 2003, 35:4, 354-365.
13. McLaughlin BG & Doige CE. A study of ossification of carpal and tarsal bones in normal and hypothyroid foals. Canadian Veterinary Journal. 1982, 23:5, 164-168.
14. McIlwraith CW. Diseases of joints, tendons, ligaments and related structures. In: Stashak TS (ed.). Adams' lameness in horses. Lea & Febiger, Philadelphia. 1987, 4. ed, pp. 339-485.
15. Dutton DM, Watkins JP, Walker MA & Honnas CM. Incomplete ossification of the tarsal bones in foals: 22 cases (1988-1996). Journal of the American Veterinary Association. 1998, 213:11, 1590-1594.
16. Shelley J & Dyson S. Interpreting radiographs 5: Radiology of the equine hock. Equine Veterinary Journal. 1984, 16:6, 488-495.
17. McIlwraith CW. General pathology of the joint and response to injury. In: McIlwraith CW & Trotter GW (ed.). Joint disease in the horse. Saunders, Philadelphia. 1996, 490 pp.
18. Dik KJ. Atlas of diagnostic radiology of the horse. Schlütersche, Hannover. 2002, 298 pp.
19. O'Brien TR. O'Brien's radiology: for the ambulatory equine practitioner. Teton NewMedia, Wyoming. 2005, 270 pp.
20. Farrow CS. Veterinary Diagnostic Imaging. The horse. Mosby Inc., St. Louis. 2006, 570 pp.
21. Verschooten F & Schramme M. Radiological examination of the tarsus. Equine Veterinary Education. 1994, 6:6, 323-332.
22. Laverty S, Stover SM, Bélanger D, O'Brien TR, Pool RR, Pascoe JR, Taylor K & Harrington T. Radiographic, high detail radiographic, microangiographic and histological findings of the distal portion of the tarsus in weanling, young and adult horses. Equine Veterinary Journal. 1991, 23:6, 413-421.
23. Axelsson M, Eksell P, Ronéus B, Broström H, Häggström J & Carlsten J. Relationship between hind limb lameness and radiographic signs of bone spavin in Icelandic horses. Acta veterinaria Scandinavica. 1998, 39, 349-357.
24. Björnsdóttir S, Axelsson M, Eksell P, Sigurdsson H & Carlsten J. Radiographic and clinical survey of degenerative joint disease in the distal tarsal joints in Icelandic horses. Equine Veterinary Journal. 2000, 32:3, 268-272.
25. May SA. Radiological aspects of degenerative joint disease. Equine Veterinary Education. 1996, 8:2, 114-120.
26. Eksell P, Uhlhorn H & Carlsten J. Evaluation of different projections for radiographic detection of tarsal degenerative joint disease in Icelandic horses. Veterinary radiology & ultrasound. 1999, 40:3, 228-232. ■