

NAGELTRED BIJ HET PAARD

DEEL 3: PERI- EN POSTOPERATIEVE TOEDIENING VAN MEDICATIE

F. Pille, P. Desmet, M. Steenhaut, A. Martens, A. De Moor

Vakgroep Heelkunde en Anesthesie van de Huisdieren, RUG,
Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke
frederik.pille@rug.ac.be

SAMENVATTING

Peri- en postoperatief gebruik van antibiotica is essentieel bij infecties van de diepere structuren van de hoof. De antibiotica die in aanmerking komen voor algemene toediening bij paarden met ernstige infecties tengevolge van nageltred, worden in detail besproken. Daarnaast worden de verschillende technieken voor lokale toediening van antibiotica beschreven. Lokaal toedienen van antibiotica leidt meestal tot langdurig hogere concentraties ter hoogte van de infectiehaard. In bepaalde gevallen geeft het lokaal en vooral intrasynoviaal gebruik van antibiotica aanleiding tot irritatie. Intrasynoviale toediening van hyaluronzuur in aansluiting met het spoelen van een geïnfecteerde synoviale holte mildert de ontstekingsreactie. Omwille van hun analgetisch effect is algemene toediening van niet-steroidale anti-inflammatoire middelen aangewezen bij patiënten met erge pijn. Een afdoende pijnbestrijding is belangrijk om contralaterale overbelasting te voorkomen; verschillende alternatieven worden kort besproken. Ook het gebruik van lage doses acetylpromazine verkleint mogelijk de kans op collaterale hoofbevangenheid. Volledigheidshalve wordt herinnerd aan het belang van tetanusprofylaxis.

INLEIDING

Bij osteomyelitis of bij synoviale infecties is het gebruik van antibiotica vanzelfsprekend (Orsini, 1984). Antibioticagebruik is bij voorkeur gebaseerd op de resultaten van het antibiogram (Hanie, 1989a). Omdat bij het starten van een behandeling vaak geen antibiogram voorhanden is, zullen conclusies uit retrospectieve studies als leidraad dienen bij de keuze van een antibioticum (Moore *et al.*, 1992). De resultaten uit dergelijke studies moeten echter ten dele worden gerelativeerd. Resistentiepatronen zijn immers meestal nauw verbonden met het antibioticagebruik en het uitslecteren van resistente species binnen een bepaald gebied of kliniek (Snyder *et al.*, 1987; Moore *et al.*, 1992). Bij negatieve culturen mag eveneens de betrokkenheid van anaëroben niet over het hoofd worden gezien (Moore *et al.*, 1992). De dosis en de toedieningswijze van een bepaald antibioticum spelen uiteraard een belangrijke rol. Optimaal antibioticagebruik resulteert in bactericide concentraties ter hoogte van de aangetaste weefsels en het geïnfecteerde synoviaalvocht zonder aanleiding te geven tot algemene of lokale toxische effecten (Bertone, 1996). Uit economische overwegingen worden echter vaak

goedkopere, minder effectieve antibiotica gebruikt (Moore *et al.*, 1992).

In elk geval moet geïnformeerd worden naar de vaccinatiestatus betreffende tetanus. Omdat bij verwondingen van de voet vaak anaëroben betrokken zijn, is het aangewezen systematisch antitoxine toe te dienen (Gatcott en Smithcors, 1972; DeBowes en Yovich, 1989; Fessler, 1989; Harrison, 1994).

Infecties van de dieper gelegen structuren van de ondervoet gaan vaak gepaard met intense pijn. Bij gevaar voor contralaterale overbelasting is een efficiënte pijnbestrijding noodzakelijk. Na toediening van analgetica wordt het manken echter gemaskeerd en kan het effect van de antibiotica en de chirurgische behandeling moeilijker worden beoordeeld (Hanie, 1989a).

ANTIBIOTICA

Algemene toediening

Met het algemeen aanwenden van antibiotica wordt elke toediening bedoeld die a-priori niet lokaal of regionaal is. Naast de intraveneuze, intramusculaire (en subcutane) toediening wordt eveneens het per-

oraal antibioticagebruik bedoeld. De resorptie van antibiotica na perorale toediening is bij paarden echter individueel sterk verschillend. Perorale toediening van antibiotica wordt daarom het best beperkt tot de nabehandeling (Hanie, 1989a; Bertone, 1999).

In de gevallen van nageltred waarbij de letsels zich beperken tot het integument, is het nut van een algemene toediening van antibiotica voor discussie vatbaar. Meestal worden enkel bij letsels tot diep in de dermis algemeen breedspectrum antibiotica toegediend (Gatcott en Smithcors, 1972; Debowes en Yovich, 1989; Parks, 1997). Volgens Fessler (1989) is de algemene toediening van antibiotica niet effectief en als dusdanig niet noodzakelijk bij letsels van het integument.

Bij aantasting van het bot of bij infectie van één of meerdere synoviale ruimten is de toediening van antibiotica via algemene weg gebruikelijk. Bij aanwezigheid van necrose en ischemie, zoals bijvoorbeeld bij een bacteriële osteïtis, wordt de afgifte van antimicrobiële middelen ter hoogte van de infectiehaard echter sterk geremd (Honnas *et al.*, 1994). Lokale factoren, zoals pH-veranderingen en een lage zuurstofspanning, zijn bovendien verantwoordelijk voor een verminderde werking van bepaalde antibiotica (Hanie, 1989a). Het chirurgisch verwijderen van al het necrotisch of ischemisch (been)weefsel heeft een merkbaar gunstige invloed op de penetratie en de werking van algemeen toegediende medicatie (Hanie, 1989b). De algemene toediening van antibiotica moet worden verdergezet tot 3 weken nadat het defect ter hoogte van de weke weefsels volledig met granulatieweefsel is bedekt (Van Harreveld *et al.*, 2000).

Wanneer geen antibiogram voorhanden is, wordt het best gestart met het toedienen van breedspectrum antibiotica of combinatietherapieën. Meestal wordt een aminoglycoside toegediend in combinatie met penicilline (Richardson *et al.*, 1986). Gentamicine is effectief tegen een groot aantal soorten bacteriën, maar vertoont belangrijke zwakke punten in zijn spectrum (bijvoorbeeld streptococceïnfecties). In combinatie met penicilline is gentamicine echter voldoende effectief en routinematig bruikbaar voor profylaxis bij orthopedische chirurgie (Moore *et al.*, 1992). De aanbevolen dosis voor dit antibioticum bedraagt 2 tot 4 mg/kg twee tot vier maal daags (Robinson, 1992). Op basis van recentere gegevens moet echter de voorkeur worden gegeven aan intraveneuze toediening van 6,6 mg/kg eenmaal daags. Dit leidt tot hogere weefselconcentraties, effectievere en langer aanhoudende doding van bacteriën (het zogenaamde

post-antibiotisch effect) en een kleiner risico op nefrotoxicose (Godber *et al.*, 1995). Omdat plasmaconcentraties nogal sterk individueel kunnen verschillen, zouden deze in principe telkens opnieuw moeten worden bepaald (Moore *et al.*, 1992). Het aminoglycoside amikacine (niet geregistreerd in België voor paarden) lijkt een uiterst effectief antibioticum te zijn tegen een groot aantal soorten bacteriën, waaronder ook een aantal dat resistent geworden is tegen gentamycine (Moore *et al.*, 1992). Wanneer geen antibiogram beschikbaar is, geniet de gecombineerde toediening van dit aminoglycoside met penicilline of een breedspectrum cefalosporine de voorkeur (Snyder *et al.*, 1987; Moore *et al.*, 1992). Deze combinatie wordt het best niet routinematig gebruikt om het uitselcteren van resistente stammen te vermijden. Toediening van deze medicatie moet worden gereserveerd voor ernstige infecties (Moore *et al.*, 1992). Doses voor algemene toediening van amikacine variëren van enerzijds 1 tot 10 mg/kg twee maal daags IV of IM (Robinson, 1992) of 15 mg/kg een maal daags IV (Hance, 1998) voor veulens, tot anderzijds 6,6 tot 7 mg/kg drie maal daags IV of IM (Orsini, 1984; Nixon, 1996a) voor volwassen paarden. De combinatie van een aminoglycoside met een cefalosporine verhoogt echter de nefrotoxiciteit. Bij volwassen paarden is het algemeen gebruik van amikacine (in combinatie met een cefalosporine) vaak financieel niet haalbaar.

Onder praktijkomstandigheden wordt bij curatieve toediening van penicilline bijna steeds ondergedoeseerd. Voor natrium-penicilline en procaïne-penicilline worden respectievelijk doses van 10 000 tot 50 000 IU/kg vier maal daags (IV of IM) en 20 000 tot 50 000 IU/kg twee of drie maal daags (IM) vooropgesteld (Robinson, 1992). Langdurig gebruik van de beschikbare commerciële procaïne-penicilline suspensies aan de vooropgestelde dosis is echter praktisch niet haalbaar, daar frequent te grote injectievolumes intramusculair zouden moeten worden toegediend.

Ceftiofur en cefquinone zijn veterinair gebruikte cefalosporines met activiteit tegen zowel grampositieven als gramnegatieven. Ze zijn echter in België niet geregistreerd voor toediening bij paarden. Ceftiofur wordt meestal toegediend aan een dosis van 1 tot 2,2 mg/kg een tot twee maal daags IV of IM (Robinson, 1992; Nixon, 1996a). Bij ernstige infecties bij veulens kan tot 5 mg/kg vier maal daags worden toegediend (Hance, 1998).

Gepotentieerde sulfamiden zijn relatief goedkoop en gemakkelijk toe te dienen, doch ze zijn enkel effectief tegen een klein aantal soorten bacteriën. Hun ge-

bruik moet worden vermeden bij de behandeling van infectieuze artritis, tenosynovitis en osteomyelitis, tenzij dit verantwoord zou zijn op basis van het antibiogram (Moore *et al.*, 1992). Sulfamiden dringen immers zeer moeilijk door in synoviaalvocht. Trimethoprim-sulfadiazine wordt meestal toegediend aan een dosis van 15 tot 30 mg/kg twee maal daags, hetzij intraveneus, hetzij peroraal (Robinson, 1992; Vandijkere *et al.*, 1994).

Bij aantasting van het bot wordt bij voorkeur enrofloxacin toegediend (Hance, 1998). Vroeger werd vaak chloramfenicol gebruikt. Chloramfenicol is echter mogelijk schadelijk voor de volksgezondheid en zijn gebruik is aldus niet langer verantwoord. Intraveneuze toediening van enrofloxacin bij volwassen paarden (5 mg/kg, een maal daags) is effectief en veilig. Verschillende auteurs suggereren dat het gebruik van enrofloxacin bij veulens mogelijk kraakbeenabnormaliteiten veroorzaakt (Schneider, 1998; Bertone, 1999). Het voorkomen van kraakbeenbeschadigingen na toediening van enrofloxacin aan de vooropgestelde dosis werd inderdaad waargenomen bij onvolwassen honden, doch zou anderzijds nooit effectief zijn aangetoond bij veulens (Hance, 1998). Beluche *et al.* (1997) concludeerden naar aanleiding van een *in vitro* studie dat enrofloxacin niet toxisch is voor kraakbeen wanneer het toegediend wordt aan de gebruikelijke dosis. Significant hogere doses van enrofloxacin leiden tot concentraties die wel toxisch zijn voor kraakbeen (vanaf 1000 µg/ml) en dit echter onafhankelijk van de leeftijd van het paard (Beluche *et al.*, 1997). Enrofloxacin kan verder peroraal worden toegediend aan een dosis van 2,5 mg/kg twee maal daags (Nixon, 1996a; Hance, 1998) of 7,5 mg/kg een maal daags (Schneider, 1998).

Daar er bij nageltred een reële kans is op infectie met anaëroben, is het gebruik van metronidazole aanbevolen, hetzij lokaal (Cauvin en Munroe, 1998), hetzij algemeen (Richardson *et al.*, 1986; Moore *et al.*, 1992). Metronidazole mag echter niet aan voedselproducerende dieren worden toegediend.

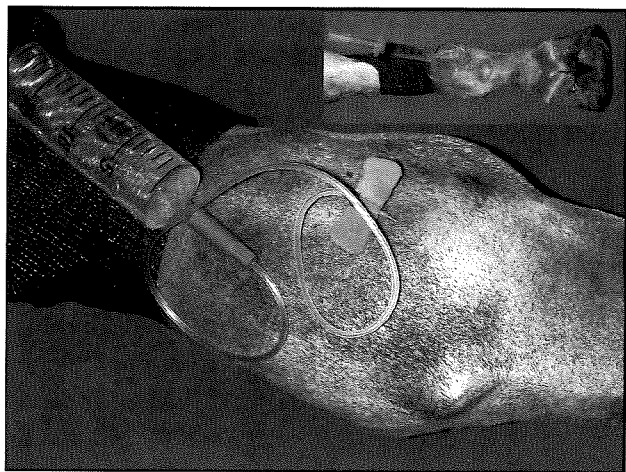
Lokale toediening

Bij wonden is het lokaal gebruik van antibiotica courant, hoewel de effectiviteit ervan steeds meer in vraag wordt gesteld (Swaim en Lee, 1987). Daarenboven zijn er alsmear meer indicaties voor een mogelijk negatief effect van deze medicatie op de wondhealing. De fysische toestand van de weefsels na chirurgie is veel belangrijker voor een ongecompliceerde heling dan het lokaal gebruik van een zoge-

naamd voldoende hoeveelheid van een actief antibioticum (Fessler, 1989).

Intrasynoviale toediening van antibiotica is standaard bij infectieuze synovitiden. Meestal wordt na een eerste drainage van het geïnfecteerd vocht gedurende 3 dagen om de 24 uur antibiotica intrasynoviaal ingespoten. Afhankelijk van de evolutie wordt eventueel een tweede maal gespoeld en wordt gedurende 3 dagen nog verder intrasynoviaal behandeld (Bertone, 1999). Het meest gebruikt voor intrasynoviale toediening zijn aminoglycosiden en cefalosporines. Doses zijn vaak empirisch (Bertone, 1999). Na intra-articulaire toediening van 150 mg ceftiofur blijven lokale concentraties gedurende 24 uur boven hun minimale inhibitorische concentratie (MIC) voor de meeste bacteriën. Gelijkaardige intrasynoviale spiegels kunnen slechts worden bereikt na intraveneuze toediening van 2,2 mg/kg drie maal daags. Intra-articulaire inspuiting van ceftiofur had geen enkele negatieve invloed op het gewricht (Mills *et al.*, 2000). Na intrasynoviale toediening van gentamicine werd een voorbijgaande aseptische synovitis waargenomen (Stover en Pool, 1985). Intrasynoviale toediening van antibiotica kan eveneens gebeuren via een permanente katheter. Het gebruik van een dergelijk systeem bij een infectieuze artritis van het hoefgewricht na nageltred werd beschreven bij één enkel geval door McClure *et al.* (1993). Hierbij werd gedurende 10 dagen om de 2 uur 25 mg amikacine in het gewricht gebracht. Het paard herstelde volledig. Volgens andere auteurs is intrasynoviale injectie van antibiotica niet noodzakelijk (Orsini, 1984). De meeste van de op heden beschikbare antibioticapreparaten passeren immers vlot de synoviaalmembraan na algemene toediening. Gezien de kans op irritatie wordt volgens Orsini (1984) de intrasynoviale toediening van antibiotica beter achterwege gelaten.

Hoge lokale antibioticumspiegels kunnen ook bekomen worden door middel van regionale perfusie. Na het plaatsen van een knelband proximaal van de kogel wordt meer distaal een voldoende dosis van een effectief antibioticum ter diffusie in de vena of arteria palmaris (plantaris) ingespoten (Fig. 1). Het gebruik van regionale perfusie van de ondervoet bij paarden met nageltred werd beschreven door Wright *et al.* (1999). Hierbij werd gebruik gemaakt van gentamicine en kristallijne penicilline. Na regionale perfusie van de ondervoet met 125 mg amikacine opgelost in 60 ml fysiologische oplossing werden in het hoefgewricht concentraties gemeten die 25 maal hoger waren dan de MIC voor de meeste pathogenen (Murphey *et al.*, 1999). In onze kliniek wordt bij de behandeling van



Figuur 1. Regionale perfusie van de ondervoet van het paard.
Na het plaatsen van een knelband wordt ter hoogte van de kogel de medicatie via de laterale digitaalvene toegediend.

nageltred onder algemene anesthesie, standaard 1 gram ceftiofur regionaal intraveneus toegediend.

Bij slepende infecties kan het lokaal gebruik van met antibioticum geïmpregneerd polymethyl-methacrylaat (PMMA) worden overwogen. Meestal wordt het PMMA onder de vorm van kleinere sferische of cilindrische massa's samengebracht op een stuk niet-resorbeerbaar monofilament. Wanneer de infectie onder controle blijkt te zijn, wordt het implantaat verwijderd. In de humane geneeskunde wordt onderzocht of het PMMA eventueel gewoon ter plaatse kan worden gelaten (Tobias *et al.*, 1996). Omdat het chirurgisch verwijderen van het implantaat vaak ingrijpend is, worden momenteel als matrix eveneens resorbabele materialen gebruikt. Summerhays (2000) beschreef het succesvol gebruik van met gentamicine geïmpregneerde collageensponsjes voor de behandeling van intrasynoviale infecties. Als antibiotica worden omwille van hun fysische en antimicrobiële eigenschappen bij voorkeur gentamicine, tobramycine, amikacine of een cefalosporine voor deze toepassing weerhouden. De resultaten van het antibiogram zijn hierbij voor de clinicus weinig relevant, daar zij geen rekening houden met de eventueel hoge lokale spiegels (Tobias *et al.*, 1996). De interpretatie van antibiogrammen is immers gebaseerd op de bepaling van het gevoeligheidsniveau van de bacteriën ten opzichte van de meest waargenomen bloed- en weefselconcentraties van antibiotica na algemene toediening. Elutie van deze antibiotica is maximaal gedurende de eerste 24 uur. Daarna wordt gedurende weken tot maanden geleidelijk de rest van het antibioticum vrijgesteld (Tobias *et al.*, 1996). Na een week is de elutie van ami-

kacine of gentamicine echter duidelijk superieur ten opzichte van die van ceftiofur (Ethell *et al.*, 2000). Bij gebruik van gentamicine worden lokaal soms concentraties tot 50 maal de *algemeen* toxische limiet gemeten. In het voorkomend geval werd evenwel nooit een algemene toxiciteit aangetoond (Tobias *et al.*, 1996). Het gebruik van een met antibioticum geïmpregneerde matrix heeft nog meer voordelen. Bij dieren die moeilijk herhaaldelijk parenteraal te behandelen zijn, kunnen eventueel toch met effectieve antibiotica, tegen een uiteindelijk lagere kostprijs, hoge lokale spiegels worden verkregen, zelfs indien de vascularisatie ter hoogte van de infectiehaard serieus gecompromitteerd is (Tobias *et al.*, 1996). Het gebruik van dergelijke preparaten kan echter nooit de chirurgische behandeling vervangen (Tobias *et al.*, 1996).

ANTI-INFLAMMATOIRE MIDDELEN EN PIJNBESTRIJDING

Wanneer men gedurende enkele dagen NSAID's toedient, kunnen de zwelling van de weke weefsels en de uitpuiling ter hoogte van het hoorndefect worden beperkt (Parks, 1997). Bij erg manke paarden zijn ze noodzakelijk in het kader van pijnbestrijding (Fessler, 1989; Harrison, 1994; Honnas *et al.*, 1994; Parks, 1997). De steunname op het gekwetste lidmaat moet worden bevorderd om overbelasting van het contralaterale lidmaat te voorkomen. Collaterale overbelasting leidt bij volwassen paarden veelal tot hoefbevangenheid (Richardson *et al.*, 1986; Honnas *et al.*, 1994; Nixon, 1996b; Stokes *et al.*, 1998). Omwille van zijn vasodilerende eigenschappen wordt ter preventie van collaterale hoefbevangenheid soms acetylpromazine gebruikt. De aanbevolen dosis bedraagt 0,02 tot 0,04 mg/kg q.i.d. intramusculair (Nixon, 1996a). Voor dit product is echter geen Maximale Residu Limiet (MRL) voorhanden, waardoor het product ongeschikt is voor gebruik bij voedselproducerende dieren. Bij jonge paarden en veulens kan overbelasting van het contralaterale lidmaat vaak tot relatief erge standafwijkingen leiden (Nixon, 1996b). Honnas *et al.* (1992c; 1995) beschreven twee gevallen van nageltred bij veulens met uitgesproken varusdeformatie ter hoogte van de contralaterale carpus.

Bij intrasynoviale infecties wordt soms, in aansluiting met het draineren van het geïnfecteerd vocht en het spoelen van de synoviale holte, lokaal hyaluronzuur geïnjecteerd (Magee *et al.*, 1997; Honnas *et al.*, 1992b). Brusie *et al.* (1992) stelden bij een experi-

mentele studie vast dat na intra-articulaire toediening van 10 mg hyaluronzuur direct in aansluiting met het spoelen van een geïnfecteerd gewricht er een duidelijke afname van het manken en van de opzetting van het gewricht was. Er was tevens een significante daling van het aantal witte bloedcellen in het gewrichtsvocht.

Wanneer na het instellen van een behandeling de steunname op het gekwetste lidmaat ingevolge aanhoudende pijn niet verbetert, moet verder aandacht worden besteed aan pijnbestrijding om collaterale overbelasting te voorkomen. In onze kliniek wordt bij erge pijn vaak overgegaan tot algemene toediening van narcotica (morfine). Hierbij wordt 80 tot 120 µg/kg morfine twee tot vier maal daags intramusculair toegediend. De resultaten zijn wisselend. Soms is er ileus (Nixon, 1996a; eigen waarnemingen). Intra-synoviale toediening van morfine (6 tot 10 mg) werd eveneens beschreven (Nixon, 1996a). Bij erge pijn ter hoogte van de achterhand kan worden geopteerd voor toediening van narcotica en alfa-2-agonisten via een epidurale katheter (Syssel *et al.*, 1996).

In zeer uitzonderlijke gevallen kan zelfs worden beslist tot tijdelijke chemische neurectomie van de nn. digitales palmares (plantares). Honnas *et al.* (1992a) beschreven het gebruik van ammoniumsulfaat (0,75%) als neurolyticum in het vooruitzicht van een ankylose van het hoefgewricht na nageltred bij één enkel geval. Gezien de aanhoudende pijn en de ondertussen reeds ontwikkelde ernstige varusdeformatie ter hoogte van de contralaterale carpus werd neurolyse als alternatief voor euthanasie voorgesteld. Secundaire ruptuur van de diepe buigpees bij herbelasten, beschadiging van de bloedvaten ter hoogte van de injectieplaats van het neurolyticum en een onopgemerkte uitbreiding van het infectieus proces worden vermeld als mogelijke complicaties (Honnas *et al.*, 1992a). Ankylose van het hoefgewricht werd bereikt na negen maanden, doch de ondertussen ontwikkelde varusdeformatie bleef echter bestaan.

LITERATUUR

- Adair H.S., Goble D.O., Vanhooser S., Blackford J.T., Rohrbach B.W. (1991). Evaluation of use of dimethyl sulfoxide for intra-articular lavage in clinically normal horses. *American Journal of Veterinary Research* 52, 333-336.
- Baird A.N., Seahorn T.L., Morris E.L. (1990). Equine distal phalangeal sequestration. *Veterinary Radiology* 31, 210-213.
- Beluche L.A., Bertone A.L., Anderson D.E., Kohn C.W., Weisbrode S.E. (1997). Dose dependent effect of enrofloxacin on equine articular cartilage. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 10, 71.
- Bertone A.L. (1996). Infectious Arthritis. In: McIlwraith C.W. and Trotter G.W. (editors). *Joint Disease in the Horse*, W.B. Saunders Company, Philadelphia, p. 397-409.
- Bertone A.L. (1999). Update on infectious arthritis in the horse. *Equine Veterinary Education* 11, 143-152.
- Bertone A.L., McIlwraith C.W., Powers B.E., Radin M.J. (1986). Effect of four antimicrobial lavage solutions on the tarsocrural joint of horses. *Veterinary Surgery* 15, 305-315.
- Bertone A.L., Davis D.M., Cox H.U., Kamerling S.S., Roberts E.D., Caprile K.A., Gossett K.A. (1992). Arthroscopy versus arthroscopy and partial synovectomy for treatment of experimentally induced infectious arthritis in horses. *American Journal of Veterinary Research* 53, 585-591.
- Bowker R.M., Rockershouser S.J., Vex K.B., Sonea I.M., Caron J.P., Kotyk R. (1993). Immunocyto-chemical and dye distribution studies of nerves potentially desensitized by injections into the distal interphalangeal joint or the navicular bursa of horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 203, 1708-1714.
- Bowker R.M., Linder K., Van Wulfen K.K., Sonea I.M. (1997). Anatomy of the distal interphalangeal joint of the mature horse: relationship with navicular suspensory ligaments, sensory nerves and neurovascular bundle. *Equine Veterinary Journal* 29, 126-135.
- Brusie R.W., Sullins K.E., White N.A., Coffin P.C., Parker G.A., Anver M.R., Rosenberger J.L. (1992). Evaluation of sodium hyaluronate therapy in induced septic arthritis in the horse. *Equine Veterinary Journal* 24 (supplement 11), 18-23.
- Cauvin E.R.J., Munroe G.A. (1998). Septic osteitis of the distal phalanx: findings and surgical treatment in 18 cases. *Equine Veterinary Journal* 30, 512-519.
- Crabill M.R., Cohen N.D., Martin L.J., Simpson R.B., Burney N. (1996). Detection of bacteria in equine synovial fluid by use of the polymerase chain reaction. *Veterinary Surgery* 25, 195-198.
- DeBowes R.M., Yovich J.V. (1989). Penetrating wounds, abscesses, gravel and bruising of the equine foot. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 5, 179-193.
- Ethell M.T., Bennett R.A., Brown M.P., Merritt K., Davidson J.S., Tran T. (2000). In vitro elution of gentamicin, amikacin, and ceftiofur from polymethylmethacrylate and hydroxyapatite cement. *Veterinary Surgery* 29, 375-382.
- Fessler J.F. (1989). Hoof injuries. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 5, 643-664.
- Gatcott E.J., Smithcors J.F. (1972). Puncture wounds of the sole and subsolar abscesses. In: *Equine Medicine and Surgery*, American Veterinary Publications Inc., Illinois, p. 534-536.
- Gaughan E.M., Rendano V.T., Ducharme N.G. (1989). Surgical treatment of septic pedal osteitis in horses: nine cases (1980-1987). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 195, 1131-1134.

- Gibson K.T., McIlwraith C.W., Park R.D. (1990). A radiographic study of the distal interphalangeal joint and navicular bursa of the horse. *Veterinary Radiology* 31, 22-25.
- Godber L.M., Walker R.D., Stein G.E., Hauptman J.G., Derksen F.J. (1995). Pharmacokinetics, nephrotoxicosis, and in vitro antibacterial activity associated with single versus multiple (three times) daily gentamicin treatments in horses. *American Journal of Veterinary Research* 56, 613-618.
- Groom L.J., Gaughan E.M., Lillich J.D., Valentino L.W. (2000). Arthrodesis of the proximal interphalangeal joint affected with septic arthritis in 8 horses. *Canadian Veterinary Journal* 41, 117-123.
- Hance S.R. (1998). Hematogenous infections of the musculoskeletal system in foals. *AAEP Proceedings* 44, 159-166.
- Hanie E.A. (1989a). Antibiotic therapy for infections of skeletal and synovial structures, part I. *Equine practice* 11, 50-53.
- Hanie E.A. (1989b). Antibiotic therapy for infections of skeletal and synovial structures, part II. *Equine practice* 11, 7-14.
- Harrison L. (1994). Puncture wounds of the equine foot. *In Practice*, 294-300.
- Honnas M.C. (1992). Puncture wounds of the podotrochlear (navicular) bursa. In: Auer J.A. (editor). *Equine Surgery*, Saunders Company, Philadelphia, p. 985-986.
- Honnas M.C., Schumacher J., Cohen N.D., Watkins J.P., Taylor T.S. (1991). Septic tenosynovitis in horses: 25 cases (1983-1989). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 199, 1616-1622.
- Honnas M.C., Vacek J.R., Schumacher J. (1992a). Diagnostic and therapeutic protocols for septic arthritis of the distal interphalangeal joint. *Veterinary Medicine*, 1215-1218.
- Honnas M.C., Welch R.D., Ford T.S., Vacek J.R., Watkins J.P. (1992b). Septic arthritis of the distal interphalangeal joint in 12 horses. *Veterinary Surgery* 21, 261-268.
- Honnas M.C., Schumacher J., Kuesis B.S. (1992c). Ankylosis of the distal interphalangeal joint in a horse after septic arthritis and septic navicular bursitis. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 200, 964-968.
- Honnas M.C., Peloso J.G., Carter G.K., Moyer W.A. (1994). Diagnosing and treating septic conditions of the equine foot. *Veterinary Medicine*, 1060-1071.
- Honnas M.C., Crabill M.R., Mackie J.T., Yarbrough T.B., Schumacher J. (1995). Use of autogenous cancellous bone grafting in the treatment of septic navicular bursitis and distal sesamoid osteomyelitis in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 206, 1191-1194.
- Keegan K.G., Wilson D.A., Kreeger J.M., Ellersieck M.R., Kuo K.C., Li Z. (1996). Local distribution of mepivacaine after distal interphalangeal joint injection in horses. *American Journal of Veterinary Research* 57, 422-426.
- Madison J.B., Sommer M., Spencer P.A. (1991). Relations among synovial membrane histopathologic findings, synovial fluid cytologic findings, and bacterial culture results in horses with suspected infectious arthritis: 64 cases. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 198, 1655-1661.
- Magee A.A., Ragle C.A., Howlett M.R. (1997). Use of tenoscopy for management of septic tenosynovitis caused by a penetrating porcupine quill in the synovial sheath surrounding the digital flexor tendons of a horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 210, 1768-1770.
- Malark J.A., Nixon A.J., Skinner K.L., Mohammed H. (1991). Characteristics of digital flexor tendon sheath fluid from clinically normal horses. *American Journal of Veterinary Research* 52, 1292-1294.
- Markel M.D., Meagher D.M., Ford T.S. (1985). Use of cancellous bone graft in treatment of navicular bone osteomyelitis in a foal. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 187, 278-280.
- McClure S.R., Hooper R.N., Watkins J.P. (1993). Intermittent antimicrobial infusion for management of a septic distal interphalangeal joint in a horse. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 202, 973-975.
- Mills M.L., Rush B.R., Jean G.S.T., Gaughan E.M., Mosier D., Gibson E., Freeman L. (2000). Determination of synovial fluid and serum concentrations, and morphologic effects of intra-articular ceftiofur sodium in horses. *Veterinary Surgery* 29, 398-406.
- Moore R.M., Schneider R.K., Kowalski J., Bramlage L.R., Mecklenburg L.M., Kohn C.W. (1992). Antimicrobial susceptibility of bacterial isolates from 233 horses with musculoskeletal infection during 1979-1989. *Equine Veterinary Journal* 24, 450-456.
- Murphey E.D., Santschi E.M., Papich M.G. (1999). Regional intravenous perfusion of the distal limb of horses with amikacin sulfate. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 22, 68-71.
- Nicoletti J.L.M., Hussni C.A., Thomassian A., Gandolfi W., Muniz L.M.R., Luna S.P.L. (1992). Distal interphalangeal arthrodesis in a horse. *Equine Practice* 14, 19-21.
- Nixon A.J. (1990). Endoscopy of the digital flexor tendon sheath in horses. *Veterinary Surgery* 19, 266-271.
- Nixon A.J. (1996a). Perioperative considerations. In: Nixon A. J. (editor). *Equine Fracture Repair*, 1st edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, p. 43-46.
- Nixon A.J. (1996b). Laminitis and contracture deformity. In: Nixon A. J. (editor). *Equine Fracture Repair*, 1st edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, p. 367-370.
- Orsini J.A. (1984). Strategies for treatment of bone and joint infections in large animals. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 185, 1190-1193.
- Parks A.H. (1997). Wounds of the equine foot: principles of healing and treatment. *Equine Veterinary Education* 9, 317-327.
- Pass M.A. (1999). New ideas on laminitis. *Abstracts of the 6th Geneva Congress of Equine Medicine and Surgery*, p. 54-56.
- Pleasant R.S., Moll H.D., Ley W.B., Lessard P., Warnick L.D. (1997). Intra-articular anesthesia of the distal interphalangeal joint alleviates lameness associated with the navicular bursa in horses. *Veterinary Surgery* 26, 137-140.

- Pollit C.C. (1998). The anatomy and physiology of the hoof wall. *Equine Veterinary Education* 10, 318-325.
- Richardson G.L., O'Brien T.R. (1985). Puncture wounds into the navicular bursa of the horse; role of radiographic evaluation. *Veterinary Radiology* 26, 203-207.
- Richardson G.L., O'Brien T.R., Pascoe J.R., Meagher D.M. (1986). Puncture wounds of the navicular bursa in 38 horses; a retrospective study. *Veterinary Surgery* 15, 156-160.
- Robinson N.E. (1992). Table of drugs: approximate doses. In: *Current Therapy in Equine Medicine*, vol. 3, W.B. Saunders Company, Philadelphia, p. 815-821.
- Rose R.J., Love D.N. (1979). Staphylococcal septic arthritis in three horses. *Equine Veterinary Journal* 11, 85-89.
- Ross M.W., Orsini J.A., Richardson D.W., Martin B.B. (1991). Closed suction drainage in the treatment of infectious arthritis of the equine tarsocrural joint. *Veterinary Surgery* 20, 21-29.
- Schneider R.K., Bramlage L.R., Moore R.M., Mecklenburg L.M., Kohn C.W., Gabel A.A. (1992a). A retrospective study of 192 horses affected with septic arthritis/tenosynovitis. *Equine Veterinary Journal* 24, 436-442.
- Schneider R.K., Bramlage L.R., Mecklenburg L.M., Moore R.M., Gabel A.A. (1992b). Open drainage, intra-articular and systemic antibiotics in the treatment of septic arthritis/tenosynovitis in horses. *Equine Veterinary Journal* 24, 443-449.
- Schneider R.K., Bramlage L.R., Hardy J. (1993). Arthrodesis of the distal interphalangeal joint in two horses using three parallel 5.5-mm cortical screws. *Veterinary Surgery* 22, 122-128.
- Schneider R.K. (1998). Treatment of posttraumatic septic arthritis. *AAEP Proceedings* 44, 167-171.
- Schramme M.C., Boswell J.C., Hamhousias K., Toulson K., Viitanen M. (2000). An in vitro study to compare 5 different techniques for injection of the navicular bursa in the horse. *Equine Veterinary Journal* 32, 263-267.
- 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.
- Schummer A., Wilkens H., Vollmerhaus B., Habermehl K.-H. (1981). The digital organ of the horse. In: *The Anatomy of the Domestic Animals*, vol. 3, Paul Parey, Berlin, p. 541-550.
- Snyder J.R., Pascoe J.R., Hirsh D.C. (1987). Antimicrobial susceptibility of microorganisms isolated from equine orthopedic patients. *Veterinary Surgery* 16, 197-201.
- Speirs V. (1993). Management of acute soft tissue wounds in the distal limb. *Proceedings of the 3rd Geneva Congress of Equine Medicine and Surgery*, 122-126.
- Stashak T.S. (1987). Penetrating wounds of the foot. In: *Adams' Lameness in Horses*, 4th edition, Lea & Febiger, Philadelphia, p.529-532.
- Steenhaut M., Verschooten F., Desmet P., Gasthuys F. (1985). Arthrodesis als behandeling van een infectieuze arthritis van het hoefgewricht bij een veulen. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 54, 463-469.
- Stokes M., Hendrickson D.A., Wittern C. (1998). Use of an elevated boot to reduce contralateral support limb complications secondary to cast application in the horse. *Equine Practice* 20, 14-16.
- Stover S.M., Pool R.R. (1985). Effect of intra-articular gentamicin sulfate on normal equine synovial membrane. *American Journal of Veterinary Research* 46, 2485-2491.
- Summerhays G.E.S. (2000). Treatment of traumatically induced synovial sepsis in horses with gentamicin-impregnated collagen sponges. *The Veterinary Record* 147, 184-188.
- Swaim S.F., Lee A.H. (1987). Topical wound medications: a review. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 190, 1588-1597.
- Sysel A.M., Pleasant R.S., Jacobson J.D., Moll H.D., Modransky P.D., Warnick L.D., Sponenberg D.P., Eyre P. (1996). Efficacy of an epidural combination of morphine and detomidine in alleviating experimentally induced hindlimb lameness in horses. *Veterinary Surgery* 25, 511-518.
- Tobias K.M.S., Schneider R.K., Besser T.E. (1996). Use of antimicrobial-impregnated polymethyl methacrylate. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 208, 841-845.
- Trotter G.W. (1996). Osteomyelitis. In: Nixon A.J. (editor). *Equine Fracture Repair*, 1st edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, p. 359-366.
- Tulamo R.M., Bramlage L.R., Gabel A.A. (1989). Sequential clinical and synovial fluid changes associated with acute infectious arthritis in the horse. *Equine Veterinary Journal* 21, 325-331.
- Vacek J.R., Welch R.D., Honnas C.M. (1992). Arthroscopic approach and intra-articular anatomy of the palmaroproximal or plantaroproximal aspect of distal interphalangeal joints. *Veterinary Surgery* 21, 257-260.
- Vanduijkeren E., Vulto A.G., Vanmiert A. (1994). Trimethoprim sulfonamide combinations in the horse: a review. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 17, 64-73.
- Van Harreveld P.D., Gaughan E.M., Biller D.S. (2000). Diagnosis and treatment of septic navicular bursitis in horses. *Equine Practice* 22, 10-13.
- Vazquez de Mercado R., Stover S.M., Taylor K.T., Zarucco L., Willits N.H. (1998). Lateral approach for arthrocentesis of the distal interphalangeal joint in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 212, 1413-1418.
- Wilson D.G., Cooley A.J., McWilliams P.S., Markel M.D. (1994). Effects of 0.05 % chlorhexidine lavage on the tarsocrural joints of horses. *Veterinary Surgery* 23, 442-447.
- Wright I.M., Phillips T.J., Walmsley J.P. (1999). Endoscopy of the navicular bursa; a new technique for the treatment of contaminated and septic bursae. *Equine Veterinary Journal* 31, 5-11.