

21ème journée d'étude



1er mars 1995

Pathologie ostéo-articulaire juvénile chez le cheval - Etat actuel des recherches en France

J.M. Denoix, D. Houliez, H. Moreau, F. Audigié, Céline Robert, Laure Blanchard,
Patricia Perrot, B. Bousseau, Valéria Busoni, P. Heiles, L. Tavernier

- Laboratoire d'anatomie - Equipe Associée «Biomécanique du Cheval» - INRA
- E.N.V. d'Alfort - 7, avenue du Général de Gaulle 94704 Maisons-Alfort cedex
Garde Républicaine - Boulevard Henri IV, 75004 Paris
CEZ de Rambouillet - Parc du château 78120 Rambouillet

Résumé

L'objectif de cette étude est de présenter l'état actuel des recherches sur les affections ostéoarticulaires juvéniles dans des effectifs de chevaux de races françaises (Selle-Français et Anglo-Arabs).

Ce travail est principalement orienté sur le diagnostic radiographique précoce de ces affections chez les poulains et les chevaux de 3 ans, sur la prévalence des lésions dans les diverses articulations des membres, ainsi que sur les corrélations entre les signes radiographiques anormaux et les manifestations cliniques.

Mots-Clés : Cheval - Croissance - Ostéochondrose - Radiographie - Boiterie.

Summary

The purpose of this paper is to describe the present status of the research on developmental orthopedic disease in French horses (Selle-Français and Anglo-Arabe).

This research is focused on early radiographic diagnosis of the condition in foals and 3 year-old horses, prevalence of injuries in the different limb joints as well as correlations between abnormal radiographic findings and clinical manifestations.

Key-Words : Horse - Growth - Osteochondrosis - Radiography - Lameness.

INTRODUCTION

Les affections ostéo-articulaires du jeune cheval constituent un problème préoccupant pour l'éleveur, le cavalier et l'entraîneur. Elles sont en effet une cause majeure de boiteries chez le cheval en cours d'exploitation sportive et induisent des pertes économiques substantielles pour l'industrie des courses et du cheval de sport.

Durant ces dernières années, les images radiographiques normales des articulations chez le poulain ont été établies (collaboration avec l'Institut de pathologie du cheval et l'I.N.R.A. de Theix). Elles constituent une base de travail pour l'interprétation des images anormales ou pathologiques de la croissance dans l'espèce équine.

Dans la continuité de ces travaux, une étude prospective des lésions ostéo-articulaires juvéniles sur des poulains Selle-Français et Anglo-Arabs de 3 ans est réalisée depuis 1991. Cette étude consiste à radiographier systématiquement les articulations de jeunes chevaux avant le début de leur carrière sportive.

I - OBJECTIFS

L'objectif de la présente communication est de faire le point sur l'état actuel des recherches poursuivies depuis 1991 en matière de dépistage précoce, de tolérance et de contrôle des troubles ostéo-articulaires chez le cheval sur des effectifs de chevaux de races françaises.

Cette étude a 2 orientations privilégiées :

- 1 - **Dépistage** : déterminer la nature et la répartition des images anormales présentées par des chevaux jeunes au moment de l'examen, c'est-à-dire identifier les régions les plus exposées à des lésions ostéo-articulaires ;
- 2 - **Tolérance** : le suivi de ces chevaux et la connaissance de leurs éventuels problèmes locomoteurs permettent d'établir la signification pronostique des images radiographiques identifiées précocement et d'établir le degré de tolérance de chaque anomalie.

Objectifs généraux

- Connaître la prévalence d'images radiographiques suspectes ou anormales sur un effectif de races françaises (Selle-Français et Anglo-Arabe) ; savoir si cette prévalence est différente dans ces 2 races.
- Connaître la répartition des signes anormaux (prévalence régionale) identifiés dans les diverses articulations des membres de l'effectif radiographié (439 chevaux).
- Connaître la prévalence d'images radiographiques suspectes ou anormales sur des effectifs dont le recrutement et le prix d'achat est différent (C.E.Z. : 10 à 15 000 F, G.R. : 30 à 50 000 F ; H.N. : 100 à 250 000 F).
- Connaître l'évolution des images radiographiques suspectes ou anormales au cours de la vie et la carrière des chevaux (entre 3 et 6 ans).
- Connaître les manifestations cliniques corrélées à la présence et à l'évolution des images radiographiques suspectes ou anormales au cours de la vie et la carrière des chevaux (incidence clinique des signes radiographiques).

A terme, les retombées attendues de ce travail pluriannuel sont nombreuses et le but de ces travaux est triple :

- 1 - identifier les régions articulaires qui présentent le plus d'intérêt à être radiographiées (par exemple, savoir quelles sont les régions à prendre en considération dans l'examen radiographique lors de visite d'achat) ;
- 2 - évaluer sur un effectif important, la signification clinique de divers signes radiographiques (peut-être revoir à la baisse la valeur de certains signes radiographiques auxquels on attribue injustement une signification défavorable),
- améliorer la sanction pronostique des images anormales, en particulier sur les pieds au niveau de la phalange distale et de l'os sésamoïde distal, de façon à mieux répondre aux problèmes posés par la commercialisation des produits ;
- 3 - tenter de faire la part des lésions résultant de facteurs congénitaux et du mode d'élevage par rapport aux lésions acquises au cours de l'exploitation sportive des sujets.

II - MATERIEL ET METHODES

Des clichés radiographiques ont été réalisés sur plusieurs régions articulaires de 439 sujets appartenant à des effectifs différents. Le protocole mis en oeuvre (prise des clichés, interprétation) a été le même quel que soit l'effectif.

A - Effectifs

Trois types principaux d'effectifs ont été étudiés, en association avec des objectifs différents (Tableau 1) :

1) Des opérations de dépistage de lésions ostéo-articulaires précoces ont été réalisées dans un élevage de Selle-Français sur 2 générations de poulains de 6 à 8 mois (objectif dépistage précoce) en 1992 et 1993, soit au total 32 sujets. La génération de 1992 a également été radiographiée à 18 mois.

2) L'examen radiographique des membres des chevaux de 3 (et 4) ans achetés par la Garde Républicaine (G.R.) pour les uns, et mis à la disposition du C.E.Z. de Rambouillet pour les autres, a été systématiquement effectué depuis 1991 (60 à 75 chevaux par an). Les chevaux de la G.R ont été suivis cliniquement et la première génération (1991) a été contrôlée radiographiquement en 1994 au niveau des pieds et des anomalies identifiées lors du premier examen (objectif tolérance).

3) Un examen radiographique complet des membres a été réalisé sur les étalons de 3 ans achetés par les Haras nationaux en 1993 et 1994, sur respectivement 43 et 33 sujets (objectif contrôle).

Tableau 1 : effectifs contrôlés

DEPISTAGE	EFFECTIF	91	92	93	94	Totaux
6 mois	<i>Elevage Eure</i>			21	17	45 Cvx = 450 Rx
	<i>Ile de France</i>			7		
3 ans	<i>GR</i>	55	50	59	66	385 Cvx = 5390 Rx
	<i>CEZ</i>	14	18	15	10	
	<i>HN</i>			43	55	
SUIVI	<i>6 mois -> 18 mois (Elevage Eure)</i>				18	18 Cvx
	<i>3 ans -> 6 ans (GR)</i>				47	47 Cvx
TOTAL						430 Cvx (495 examens)

B - Personnel et matériel

- Le personnel nécessaire sur place comprenait un opérateur, 2 aides techniciens en radiologie et 2 aides pour la manipulation, la préparation et la contention des chevaux.

- Lorsque les clichés devaient être effectués sur place (dans le haras ou sur le site d'examen des chevaux), le matériel nécessaire à leur réalisation était apporté (Tableau 2). Tous les chevaux de la G.R. et du C.E.Z. ont été examinés à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort dont l'équipement garantit une qualité homogène des dossiers radiographiques.

C - Technique radiographique

Les régions radiographiées et les incidences mises en oeuvre ont été codifiées (Fig.1).

Les constantes utilisées variaient évidemment en fonction de la taille du cheval et de la nature du couple film-écran.

Les clichés ont été développés soit à l'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort soit dans une clinique ou un hôpital du voisinage.

Tableau 2 : Mode de classification des images radiologiques

N= NORMAL ET V= VARIANTE

Dans cette catégorie entrent les images qui correspondent à des états considérés non pathologiques c'est-à-dire rencontrés chez des chevaux ne présentant **jamais de signes cliniques associés**. Par exemple, les récessus synoviaux en forme de cône situés sur le bord distal des os sésamoïdes distaux sont considérés comme normaux.

Une variante est une image témoin d'une variation anatomique n'étant jamais responsable de signes cliniques. La *crena marginis* de P3 est un exemple de variante, l'extrémité distale de la lèvre médiale du talus et le processus extensorius de la phalange distale en présente de nombreuses.

I= INHABITUEL

Ici sont répertoriées les images radiographiques, rencontrées occasionnellement, dont la nature n'a pas été décrite, et sans conséquences cliniques ayant été documentées. Des exemples sont fournis par les différentes formes que peut prendre la phalange distale (triangulaire, évasée) ou son processus extensorius, l'asymétrie de certains os sésamoïdes distaux, etc ..

S= SUSPECT

Cette catégorie renferme les anomalies dont les conséquences cliniques sont mal connues, à vérifier, ou mineures. Au sein de cet ensemble, 3 types d'images suspectes peuvent être distingués :

- Sd : suspect par défaut de **documentation** ou désaccord dans la littérature internationale, les nodules calcifiés dans le ligament sésamoïdien distal en sont un exemple.

- St : forme **transitionnelle** entre une image normale et une image pathologique.

Les ostéophytes sur le processus extensorius de la phalange distale sont une forme transitionnelle vers des lésions d'affection dégénérative articulaire.

- Sa : suspect par **ambiguïté** d'image, qui ne permet ni de conclure ni d'écarter la présence d'une image anormale sur les clichés réalisés, soit en raison d'un nombre insuffisant d'incidences, soit en raison des limites inhérentes à la méthode.

Un certain nombre d'exemples pourrait être cité (irrégularité de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal, OCD des malléoles du tibia, suspicion d'OCD de l'épine tibiale).

- Si : suspect mais liée (concomitante) à une autre anomalie déjà répertoriée.

A= ANORMAL

Dans cette catégorie sont incluses les images ayant une **signification pathologique**, qui sont associées à des troubles passés, présents, ou qui sont connues comme pouvant engendrer des troubles locomoteurs à l'avenir. Un exemple assez fréquemment rencontré est l'ostéochondrite disséquante (OCD) des boulets postérieurs, ou encore les images en ballonnet visibles sur le bord distal de l'os sésamoïde distal.

Selon l'expression clinique présumée de ces anomalies, 3 catégories ont été envisagées (la tolérance pouvant être dépendante de la discipline du sujet)

- Ai : image anormale dont l'expression clinique présente ou future est **incertaine** ou peu probable (exemple, certains cas d'ostéochondrite disséquante du relief intermédiaire de la cochlée tibiale).

- Ap : image anormale dont l'expression clinique présente ou future est **probable** (exemple certains cas d'ostéochondrite disséquante de la trochlée fémorale).

- Ac : image anormale dont l'expression clinique présente ou future est **certaine** (exemple, certains cas d'affection dégénérative articulaire juvénile interphalangienne ou métatarsophalangienne).

D - Lecture et interprétation

Les clichés radiographiques ont tous été lus sur un négatoscope à intensité variable et à caches sombres par au moins 2 ou 3 lecteurs différents.

L'interprétation des clichés et la codification des lésions a donné lieu à l'établissement d'une classification des images radiographiques (Tableau 2).

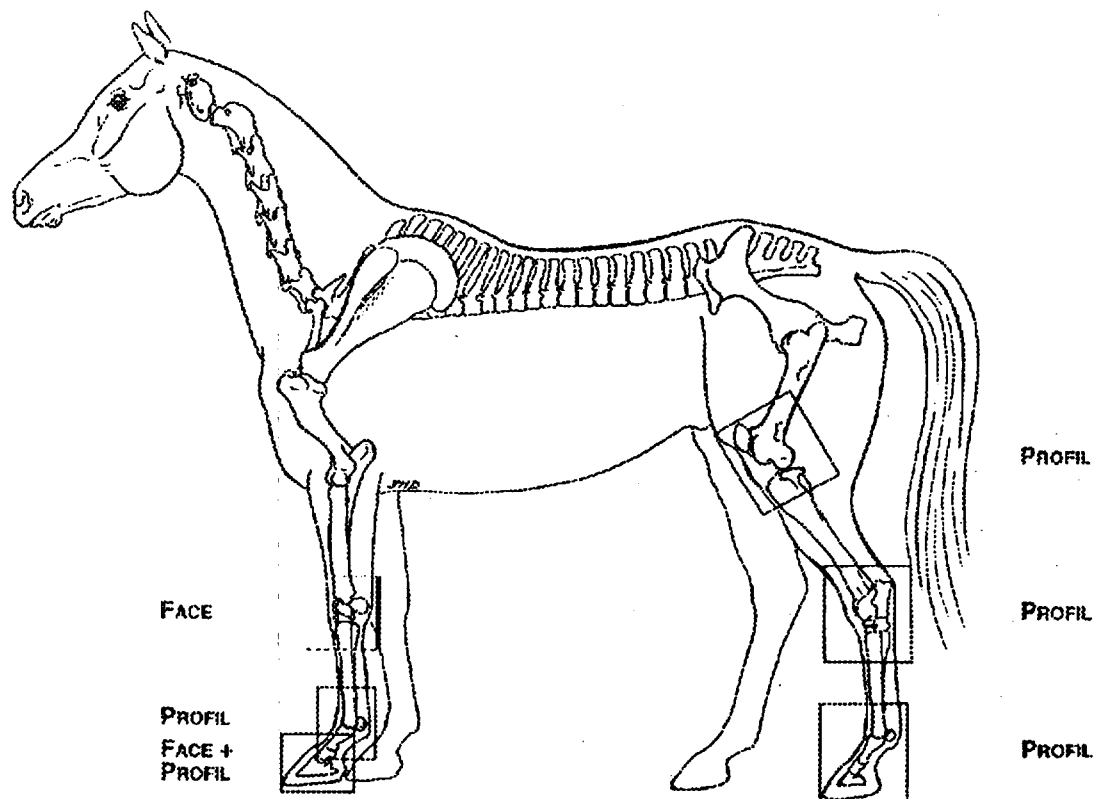


Figure 1 : Régions radiographiées et incidences

III - RESULTATS

1) L'examen précoce de poulains de 6 à 8 mois (*dépistage*) et le contrôle des mêmes sujets un an après ont permis de montrer qu'un grand nombre de lésions identifiées à 18 mois étaient présentes lors de la période du sevrage.

Sur les chevaux radiographiés à 3 ans, la prévalence des images radiographiques anormales dans les effectifs successifs a régulièrement diminué de 1991 à 1994. Elle apparaît différente dans les 3 effectifs.

2) L'étude de la *tolérance* des lésions ostéo-articulaires identifiées à 3 ans a fourni plusieurs types d'informations :
 - Sur l'effectif examiné en 1991, l'évolution radiographique des lésions sur une durée de 3 ans indique un comportement différent des articulations interphalangiennes des membres antérieurs (apparition d'une certaine évolution) et des articulations des membres postérieurs (relative stabilité).
 - La connaissance de l'évolution clinique des chevaux en fonction de leur activité, confrontée au contrôle radiographique des anomalies identifiées et des pieds permet d'établir des données relatives à la tolérance des lésions ostéo-articulaires chez le cheval de sport.

IV - DISCUSSION ET CONCLUSIONS

A - Apports de l'étude

1) L'étude « *dépistage* » a permis de confirmer la précocité de l'installation des troubles ostéoarticulaires chez le cheval au cours de son développement et d'objectiver la reproductibilité des informations fournies par l'examen radiographique.

2) Les premiers *contrôles de l'évolution* des signes radiographiques (de 3 à 6 ans) effectués sur la première génération de chevaux (nés en 1988) indiquent que cette évolution est plus marquée dans les articulations interphalangiennes que dans les jarrets et les grassets, ce qui permet d'apporter des nuances à l'interprétation des images radiographiques chez des chevaux jeunes.

3) Ces résultats conduisent à penser que pour un dépistage radiographique précoce chez les poulains, l'examen des postérieurs est fiable alors que les images radiographiques du rayon phalangien des membres antérieurs sont immatures.

4) Sur le plan *pratique*, les résultats de cette étude concernent à la fois l'éleveur, le vétérinaire et l'utilisateur de chevaux.

- Pour l'éleveur, la connaissance précoce de l'état ostéo-articulaire de ses poulains est une aide à la détermination de la valeur marchande de ses produits, ainsi qu'une aide à la conduite de son élevage en bénéficiant d'informations pour planifier la destination de ses produits.

Un certain nombre de travaux, tous fragmentaires, s'accordent néanmoins pour reconnaître une certaine hérédité des lésions d'ostéochondrose. Le dépistage systématique de celles-ci sur les sujets destinés à la reproduction a été mis en oeuvre par les Haras nationaux dès 1993 ; il devrait être généralisé, non pas nécessairement pour écarter tous les chevaux porteurs de lésions, mais pour être informé et contrôler le phénomène, apparemment en développement, des troubles ostéo-articulaires précoces.

- Pour le vétérinaire, la connaissance des régions les plus fréquemment affectées et celle de la tolérance des lésions doivent lui permettre de mieux conseiller ses clients lors de transactions.

- Dans le secteur de l'exploitation des chevaux, pour le cavalier ou l'entraîneur, professionnel ou amateur, la connaissance des sites potentiels de fragilité de ses pensionnaires leur permet d'accorder plus d'importance à la surveillance de certaines régions au cours de la carrière de ceux-ci.

B - Limites de l'étude

1- Relatives à la méthode

Les incidences choisies dans le protocole radiographique de dépistage ont été définies en fonction de 2 critères :

- leur faisabilité sur de jeunes sujets dont certains sont peu ou pas manipulés,
 - et surtout leur sensibilité à dépister le maximum de lésions ostéo-articulaires sur la région incluse sur le cliché.
- Cependant, il faut bien admettre que la méthode employée néglige un certain nombre, limité, de faux-négatifs ; c'est-à-dire que certaines anomalies ostéo-articulaires juvéniles ont pu ne pas être identifiées malgré un examen assez complet.

Un aperçu de ces faux-négatifs comprend :

- les lésions présentes sur d'autres régions que celles retenues dans l'étude : articulation de l'épaule, colonne cervicale ...,
- les lésions non identifiables sur les incidences mises en oeuvre, par exemple :

- . l'ostéochondrite disséquante des malléoles du tibia ou du tubercule distal du talus,
- . les kystes dans les condyles métacarpiens ou métatarsiens.

Cette limite avait été admise dès le début de l'étude et c'est pour ne pas accroître à la fois le coût des travaux et les risques d'irradiation que le protocole a privilégié les incidences les plus informatives sur un grand nombre d'articulations, plutôt que de multiplier des incidences complémentaires sur un nombre plus limité de régions.

- enfin, certaines lésions ostéo-chondrales ne peuvent être dépistées à l'examen radiographique quand elles intéressent seulement la composante cartilagineuse.

2- Relatives à l'effectif

Un certain nombre d'éléments concernant les sujets radiographiés sont connus (sexe, race, date de naissance, origines, région d'élevage ...) et mériteront d'être analysés séparément. Cependant, le mode d'élevage des sujets (mode d'entretien, alimentation ...) est inconnu et ne pourra être pris en considération ; par ailleurs il influence probablement la prévalence des lésions.

Cet aspect de l'étude des troubles ostéo-articulaires juvéniles ne faisait pas l'objet de la présente étude qui, rappelons-le, était destinée à connaître la prévalence régionale des lésions et leur tolérance sur des effectifs de chevaux nés et élevés en France.

BIBLIOGRAPHIE

- Alvarado A., Marcoux M., Breton L. : Manifestations radiologiques de maladie articulaire dégénérative juvénile chez de jeunes chevaux Standardbreds avant l'entraînement. *Prat. Vet. Equine*, 1993, 25 : 11-18.
- Alvarado A., Marcoux M., Breton L. : The incidence of osteochondrosis in a Standardbred breeding farm in Quebec. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.*, 1989, 35 : 293-307.
- Alvarado A., Marcoux M., Breton L. : Ostéocondrose chez le cheval : pathogénie, étiologie, signes cliniques et diagnostic radiographique. *Le Point Vétérinaire*, 1989, 21(123) : 23-33.
- Audigé F., Denoix J.M., Heiles P., Regnault J., Tavernier L., Roux K. : Dépistage radiographique des lésions des jarrets sur 150 jeunes chevaux. *Pratique Vétérinaire Equine*, 1993, 25(2) : 123-128.
- Beard W.L., Bramlage L.R., Schneider R.K., Embertson R.M. : Postoperative racing performance in Standardbreds and Thoroughbreds with osteochondrosis of the tarsocrural joint : 109 cases (1984-1990). *JAVMA*, 1994, 204(10) : 1655-1659.
- Carlsten J., Sandgren B., Dalin G. : Development of osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints of Standardbred trotters. I. A radiological survey. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 42-47.
- Colles C.M. : Interpreting radiographs-I- The foot. *Equine Vet. J.*, 1983, 15 : 297-303.
- Crevier N., Denoix J.M., Collobert C., Perrot P. : Radiographie des membres chez le poulain de 0 à 6 mois - Images normales et pièges anatomiques. I - Carpe. *Pratique Vétérinaire Equine*, 1991, 23(3) : 13-18.
- Crevier N., Denoix J.M., Collobert C., Perrot P. : Radiographie des membres chez le poulain de 0 à 6 mois - Images normales et pièges anatomiques. II- Coude et épaule. *Pratique Vétérinaire Equine*, 1992, 24(3) : 185-192.
- Crevier N., Denoix J.M., Collobert C., Perrot P. : Radiographie des membres chez le poulain de 0 à 6 mois - Images normales et pièges anatomiques. III- Tarse. *Pratique Vétérinaire Equine*, 1992, 24(4) : 285-297.
- Crevier N., Denoix J.M., Collobert C., Perrot P. : Radiographie des membres chez le poulain de 0 à 6 mois. Images normales et pièges anatomiques - IV Grasset. *Pratique Vétérinaire Equine*, 1993, 25(2) : 111-122.
- Cymbaluk, N., Smart M.E. : A review of possible metabolic relationships of copper to equine bone disease. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 19-26.
- Dalin G., Sandgren B., Carlsten J. : Plantar osteochondral fragments in the metatarsophalangeal joints in Standardbred trotters ; result of osteochondrosis or trauma ? *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 62-65.
- Denoix J.M. : Valeur et limites de l'examen radiographique lors de la visite d'achat CEREOPA, 1991, 17ème Journée d'Étude : 133-141.
- Denoix J.M. : Sémiologie radiographique générale des articulations. *Pratique Vétérinaire Equine*, 1990, 21 (2) : 14-27.
- Douglas J., Clarke A.F. : Preliminary results of demineralised bone matrix implantation in horses. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 84-88.
- Glade M.J. : The role of endocrine factors in equine developmental orthopedic disease. *Proceed. Am. Assoc. Equine Pract.*, 1987 : 171-189.
- Grondahl A.M., Dolvik N.I. : Heritability estimations of osteochondrosis in the tibiotarsal joint and of bony fragments in the palmar/plantar portion of the metacarpo- and metatarsophalangeal joints of horses. *JAVMA*, 1993, 203(1) : 101-104.
- Grondahl A.M. : The incidence of bony fragments and osteochondrosis in the metacarpo- and metatarsophalangeal joints of Standardbred trotters. A radiographic study. *J. Equine Vet. Sc.*, 1992, 12(2) : 81-85.
- Grondahl A.M. : The incidence of osteochondrosis in the tibiotarsal joint of Norwegian Standardbred trotters. A radiographic study. *J. Equine Vet. Sc.*, 1991, 11(5) : 272-274.
- Hartung K., Munzer B., Keller H. : Radiologic evaluation of spavin in young trotters. *Vet. Radiol.*, 1983, 24 : 153-155.
- Hoppe F., Philipsson J. : A genetic study of osteochondrosis dissecans in swedish horses. *Equine Pract.*, 1985, 7(7) : 7-15.
- Hurtig M., Green S.L., Dobson H., Mikuni-Takagaki Y., Choi J. : Correlative study of defective cartilage and bone growth in foals fed a low-copper diet. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 66-73.
- Jeffcott L.B. : Problems and pointers in equine osteochondrosis. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 1-3.
- Jeffcott L.B. : Osteochondrosis in the horse - searching for the key to pathogenesis. *Equine Vet. J.*, 1991, 23(5) : 331-338.
- Knight D.A., Weisbrode S.E., Schmall L.M., Reed S.M., Gabel A.A., Bramlage L.R., Tyznik W.I. : The effects of copper supplementation on the prevalence of cartilage lesions in foals. *Equine Vet. J.*, 1990, 22(6) : 426-432.
- Knight D.A., Weisbrode S.E., Schmall L.M., Gabel A.A. : Copper supplementation and cartilage lesions in foals. *Proceed. Am. Assoc. Equine Pract.*, 1987, 33 : 191-193.

- Knight D.A., Gabel A.A., Reed SM, Embertson R.M., Tyznik W.J., Bramlage L.R. : Correlation of dietary mineral to incidence and severity of metabolic bone disease in Ohio and Kentucky. *Proceed. Am. Assoc. Equine Pract.*, 1986, 32 : 445-461.
- Mc Ilwraith C.W. : Inferences from referred clinical cases of osteochondritis dissecans. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 27-30.
- Mc Intosh S.C., McIlwraith C.W. : Natural history of femoropatellar osteochondrosis in three crops of Thoroughbreds. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 54-61.
- O'Donohue D.D., Smith F.H., Strickland K.L. : The incidence of abnormal limb development in the Irish Thoroughbred from birth to 18 months. *Equine Vet. J.*, 1992, 24(4) : 305-309.
- Park R.D. : Radiographic examination of the equine foot. *Vet. Clin. North Am. (Large Anim. Pract.)*, 1989, 5(1) : 47-66.
- Philipsson J., Andreasson E., Sandgren B., Dalin G., Carlsten J. : Osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints in Standardbred trotters. II. Heritability. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 38-41.
- Pool R.R. : Difficulties in definition of equine osteochondrosis ; differentiation of developmental and acquired lesions. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 5-12.
- Poulos P.W. : Correlation of radiographic signs and histologic changes in navicular disease. *Proceed. Am. Assoc. Equine Pract.*, 1983, 29 : 241- 255.
- Poulos P.W., Brown A., Brown E., Gamboa L. : On navicular disease in the horse. *Vet. Radiol.*, 1989, 2 : 54-58.
- Reid C.F. : Radiography, the pre-purchase examination and the reporting of the findings. *Proceed. Am. Assoc. Equine Pract.*, 1987 : 35-237.
- Reid C.F. : Radiography and the purchase examination in the horse. *Vet. Clin. North Am. (Large Anim. Pract.)*, 1980, 2 : 153-154.
- Riggs C.M., Evans G.P. : The microstructural basis of the mechanical properties of equine bone. *Equine Vet. Educ.*, 1990, 2(4) : 197-205.
- Ruff S.J., Wood C.H., Aaron D.K., Lawrence L.M. : A comparison of growth rates of normal Thoroughbred foals and foals diagnosed with cervical vertebral malformation. *J. Equine Vet. Sci.*, 1993, 13(10) : 596-599.
- Sandgren B., Dalin G., Carlsten J. : Osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints in Standardbred trotters. I. Epidemiology. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 31 -37.
- Sandgren B., Dalin G., Carlsten J., Lundeheim N. : Development of osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints of Standardbred trotters. II, Body measurements and clinical findings. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 48-53.
- Savage C.J., McCarthy R.N., Jeffcott L.B. : Effects of dietary energy and protein on induction of dyschondroplasia in foals. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 74-79.
- Savage C.J., McCarthy R.N., Jeffcott L.B. : Effects of dietary phosphorus and calcium on induction of dyschondroplasia in foals. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 80-83.
- Savage C.J., McCarthy R.N., Jeffcott L.B. : Histomorphometric assessment of bone biopsies from foals fed diets high in-phosphorus and digestible energy. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl. 16 : 89-93.
- Schougaard H., Falk Ronne J., Phillipson J. : A radiographic survey of tibiotarsal osteochondrosis in a selected population of trotting Horses in Denmark and its possible genetic significance. *Equine Vet. J.*, 1990, 22(4) : 288-289.
- Schryver H.F., Meakim D.W., Lowe J.E., Williams J., Soderholm L.V., Hintz H.F. : Growth and calcium metabolism in horses fed varying levels of protein. *Equine Vet. J.*, 1987, 19(4) : 280-287.
- Stashak T.S. : *Adam's lameness in Horses*. 4th Ed. 1987, Lea & Febiger, Philadelphia, 77-89.
- Thorp B.H., Farquharson C., Kwan A.P.L., Loveridge N. : Osteochondrosis / dyschondroplasia : a failure of chondrocyte differentiation. *Equine Vet. J.*, 1993, Suppl 16 : 13-18.
- Trotter G.W. : Osteochondrosis of the tarsocrural joint. *Current Practice of Equine Surgery*. J.B. Lippincott Company. 1990, Philadelphia, 526-529.
- Trotter G.W. : Osteochondrosis of the femoropatellar / femorotibial joint. *Current Practice of Equine Surgery*. J.B. Lippincott Company. 1990, Philadelphia, 529- 533.
- Yovich J.V. : Osteochondrosis of the metacarpophalangeal metatarsophalangeal joint. *Current Practice of Equine Surgery*. J.B. Lippincott Company, 1990, Philadelphia, 513-516.

