



A.D. MDLXII

SCUOLA DI DOTTORATO IN
**RIPRODUZIONE, PRODUZIONE, BENESSERE ANIMALE
E SICUREZZA DEGLI ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE**

Direttore Prof. Giovanni Garippa

INDIRIZZO IN
**RIPRODUZIONE, PRODUZIONE E BENESSERE ANIMALE
(XXIV Ciclo)**

Coordinatore Prof. Sergio Ledda

**LE PATOLOGIE ORTOPEDICHE DI SVILUPPO DEL CAVALLO
SPORTIVO: SCREENING RADIOGRAFICO IN CAVALLI ALLEVATI
IN BELGIO ED IN CAVALLI ALLEVATI IN SARDEGNA.**

**LES PATHOLOGIES ORTHOPÉDIQUES DE DÉVELOPPEMENT
CHEZ LE CHEVAL DE SPORT: DEPISTAGE RADIOGRAPHIQUE
CHEZ DES CHEVAUX ÉLEVÉS EN BELGIQUE
ET DES CHEVAUX ÉLEVÉS EN SARDAIGNE.**

Docente Guida:
Dott.ssa Maria Lucia Manunta

Tutor:
Dott.ssa Valeria Busoni
(Università di Liegi)

Tesi di Dottorato:
Dott.ssa Francesca Cubeddu

TRIENNIO ACCADEMICO 2009 – 2011

INDICE

1. ABSTRACT	pag. 5
2. RESUMÉ	pag. 6
2.1. Bibliographie	pag. 26
3. RINGRAZIAMENTI	pag. 32
4. LISTA DELLE ABBREVIAZIONI	pag. 36
5. LISTA DELLE FIGURE	pag. 39
6. LISTA DELLE TABELLE	pag. 46
7. INTRODUZIONE GENERALE	pag. 49
7.1. Patologie ortopediche di sviluppo vs osteocondrosi	pag. 51
7.2. Eziopatologia dell'ostecondrosi	pag. 53
7.3. Relazione tra osteoartrosi-osteoartrite e Patologie Ortopediche di Sviluppo	pag. 58
7.4. Osteocondrite dissecante	pag. 59
7.5. Le immagini radiografiche anormali della regione del piede nei giovani cavalli	pag. 66
7.6. Le immagini radiografiche anormali della regione del garretto nei giovani cavalli	pag. 67
7.7. Screening radiografico	pag. 70

8. OBIETTIVI GENERALI DEL LAVORO	pag. 73
9. STUDIO I: PREVALENZA DELLE IMMAGINI RADIOGRAFICHE ANORMALI DI PATOLOGIE ORTOPEDICHE DI SVILUPPO RICONTRATE IN GIOVANI CAVALLI ALLEVATI IN BELGIO E GIOVANI CAVALLI ALLEVATI IN SARDEGNA	
9.1. Introduzione	pag. 75
9.2. Materiali e metodi	pag. 77
9.3. Risultati	pag. 82
9.4. Discussione e conclusioni	pag. 85
9.5. Bibliografia	pag. 108
10. STUDIO II: CORRELAZIONE TRA CONFORMAZIONE DEL PIEDE ED EFFUSIONE DELL'ARTICOLAZIONE INTERFALANGEA DISTALE AGLI ARTI ANTERIORI IN GIOVANI CAVALLI ALL'INIZIO DELLA PREPARAZIONE ATLETICA	
10.1 Introduzione	pag. 114
10.2 Materiali e metodi	pag. 115
10.3 Risultati	pag. 117
10.4 Discussione e conclusioni	pag. 118
10.5 Bibliografia	pag. 128
11. STUDIO III: PROIEZIONE LATERO-MEDIALE VS QUATTRO PROIEZIONI NELLA DIAGNOSI DELLE PATOLOGIE ORTOPEDICHE DI SVILUPPO DEL	

**GARRETTO IN CAVALLI IN ACCRESCIMENTO. È
SUFFICIENTE LA PROIEZIONE LATERO-MEDIALE?**

11.1. Introduzione	pag. 131
11.2. Materiali e metodi	pag. 133
11.3. Risultati	pag. 135
11.4. Discussione e conclusioni	pag. 138
11.5. Bibliografia	pag. 159
12. DISCUSSIONE GENERALE	pag. 166
13. CONCLUSIONI E PROSPETTIVE	pag. 174
14. BIBLIOGRAFIA GENERALE	pag. 177
15. ALLEGATI	pag. 196

1. ABSTRACT

Radiographic screening in young horses is an useful tool for early detection of developmental orthopedic disease (DOD), a worrying problem for owners, trainers and veterinaries. Radiographies of 700 horses (676 in Belgium, 24 in Sardinian) have been examined to study prevalences of most common pathologies (Studio I), correlation between foot conformation and presence of effusion at the distal interphalangeal joint (Studio II), usefulness of LM view in detection of DOD at the hock (Studio III). The horses were 3-4 years of age, free of lameness. DOD of osteochondral and degenerative type showed the highest prevalences and were found mostly in stifle and hock joints of the belgian group while front feet and fetlocks were more affected in the sardinian group. Effusion at the distal interphalangeal joint was positively correlated with foot conformation with low distal phalanx angle, low hoof angle, long toe and low heels, suggesting the need of proper corrective trimming of the hoof before the beginning of their training in order to prevent improper mechanical stress. In the radiographic examination of the hock, the LM view provides the largest number of radiographic signs for the diagnosis of lesions with the exception of osteochondrosis of tibial malleolus, compared with each one of the other views. Good agreement between readers of different experience demonstrated the usefulness of an evaluation grid to be available during selection of horses for reproducing purposes.

2. RESUMÉ

Les affections ostéo-articulaire juvéniles (AOAJ) du cheval ou pathologies orthopédiques de développement (POD) constituent un problème préoccupant pour l'éleveur, le cavalier et l'entraîneur. Elles sont en effet une cause majeure de boiterie chez le cheval en cours d'exploitation sportive et induisent des pertes économiques substantielles pour l'industrie des courses et du cheval de sport (Denoix et al., 1996). Elles ont une incidence économique importante car elles peuvent compromettre totalement ou partiellement la carrière sportive des sujets atteints (Robert et al., 1995). Bien que les études concernant l'étiopathogénie de ces lésions (rôle respectif des facteurs alimentaires, génétiques ou biomécaniques) n'aient pas encore permis de conclure, des dispositifs de sélection des étalons ont été mis en place (Denoix et al., 1996). Dans le cadre de la visite d'achat, les POD posent un certain nombre de problèmes. L'examen radiographique de jeunes chevaux permet en effet de détecter diverses affections ostéo-articulaires et si certaines s'expriment parfois cliniquement, d'autres peuvent rester asymptomatiques (Robert et al., 1995). Etablir un pronostic à moyen ou long terme en fonction de l'activité du sujet s'avère donc très difficile en l'absence de données objectives s'appuyant sur la connaissance du devenir clinique de chevaux radiographiés jeunes. La réalisation de bilans radiographiques permet de mettre en évidence une forte prévalence d'images radiographiques anormales tant chez les chevaux de sport que chez les chevaux de course (Denoix et al., 2000). En raison de leur impact sportif et économique, les POD sont devenues un sujet de recherche majeur en pathologie locomotrice du cheval. Des études prospectives ont été entreprises chez des chevaux de race Selle Français et Anglo-Arabe pour préciser la prévalence et

l'évolution de telles lésions ainsi que leur incidence sur la performance en compétition et leur héritabilité (Denoix, et al., 2000; Denoix et al., 1997; Boulet et al., 1998; Touzot-Jourde, 1998). D'autres études similaires ont été réalisées pour tenter d'établir la relation entre les images radiographiques et la performance sportive (Geffroy et al., 1997; Couroucé et al., 1999). Des travaux antérieurs suggèrent que des chevaux, avec ou sans lésions d'ostéochondrite disséquante (OCD), ne présentent pas de différence significative de gains et de carrière de course (Alvarado et al., 1993; Brhem et al., 1999; Jeffcott et al., 1991; Laws et al., 1993). Néanmoins, d'autres auteurs reportent une potentielle incidence sur la carrière sportive du cheval (Dobias, 2002; Meunier, 2010; Carton, 2004). Du point de vue lésionnel, les POD incluent toutes les lésions ostéo-articulaires rencontrées sur les chevaux en développement et sont synonymes du terme AOAJ utilisé dans la littérature francophone (Robert et al., 1995; Touzot-Jourde et al., 1998; Valette et al., 2000; Boulet et al., 1998; Audigié et al., 1993; Denoix et al., 1996). Les POD incluent les lésions d'ostéochondrose (OC) et d'OCD, les lésions cystiques sous-chondrales, les physites, les anomalies angulaires et les arthropathies dégénératives (McIlwraith, 2011). Le présent travail porte sur les POD et sur l'examen radiographique de dépistage des jeunes chevaux. Deux populations ont été étudiées: un groupe de chevaux élevés en Belgique et examiné radiographiquement lors des sélections pour l'admission au « Royal Belgian Sports Horse Society » (Stud-book sBs) en tant qu'étalons, et un groupe de chevaux élevés en Sardaigne et examinés radiographiquement lors de la visite d'achat.

Trois études ont été réalisées :

- une étude comparative de prévalence des images radiographiques

anormales rencontrées chez les jeunes chevaux candidats étalons en Belgique et chez des jeunes chevaux élevés en Sardaigne (*Etude I*),

- une étude sur la relation entre la présence de signes radiographiques d'effusion de l'articulation interphalangienne distale (AID) et la conformation du pied (*Etude II*),

- une étude sur le protocole de réalisation et de lecture de l'examen radiographique du jarret lors du dépistage (*Etude III*).

L'étude I, étude de prévalence des POD, a débuté en 2009 pour obtenir des données relatives à l'élevage en Belgique et en Sardaigne. Cette étude permet de présenter des résultats de prévalence sur un effectif de 676 chevaux de 3 ans nés en Belgique et radiographiés entre 2000 et 2008 et sur une population de 24 jeunes chevaux de 3 à 6 ans, nés en Sardaigne et radiographiés fin 2009 et début 2011. Cette étude présente donc une synthèse des résultats obtenus sur un effectif global de 700 chevaux pour tenter d'évaluer la prévalence des images radiographiques anormales dans les différentes régions radiographiées, afin d'identifier les régions les plus fréquemment atteintes et de mettre en évidence les potentielles différences entre les 2 populations. Les membres des 676 chevaux, de races différentes (sBs, Belgisch Warmbloed Paard, Selle Français, Hanovrien, Holstein), tous mâles, avec une moyenne d'âge d'environ 3 ans, ($3,27 \pm 2,04$), provenant de l'effectif belge, ont été radiographiés pour l'admission en tant que reproducteurs au Studbook sBs. Les membres de 24 chevaux, de races différentes (Angloarabo sardo, Sella Italiano), mâles et femelles, âgés de 3 à 6 ans ($3,75 \pm 1,31$), provenant de l'effectif sarde ont été radiographiés lors de la visite d'achat. Les clichés ont tous été réalisés en radiologie digitale indirecte, à l'aide d'un appareil radiographique fixe en Belgique et à l'aide d'un appareil portable en Sardaigne. Tous les chevaux

radiographiés en Belgique ont été systématiquement tranquilisés (Détomidine, 10 µg/kg seule ou en association avec du Butorphanol, 0,02 mg/kg), tandis que pour ceux radiographiés en Sardaigne la sédation a été nécessaire que dans un nombre limité de sujets. Tous les sujets ont été radiographiés selon les mêmes incidences radiographiques : dorso-palmaire à 60° degrés et latéro-médiale des pieds antérieurs, latéro-médiale des boulets antérieurs et postérieurs, latéro-médiale des jarrets et latéro-médiale des grassets. Chez les chevaux belges 3 incidences supplémentaires des jarrets (dorso15°latérale-plantaromédiale oblique, plantaro45°latérale-dorsomédiale oblique et dorso-plantaire) ont aussi été réalisées. Les images radiographiques ont été classées en fonction de la classification décrite par Denoix et collaborateurs (Robert et al., 1995) en images Normales (N) / Variantes Anatomiques (V), Images Radiographiques Suspectes (IRS) et Images Radiographiques Anormales (IRA) (**Tableau I.1**). Cinq grades de sévérité (0, 1, 2, 4, 8) ont été appliqués aux images rencontrées (**Tableau I.2**) dans les différents sites anatomiques identifiés dans les diverses régions des membres thoraciques et pelviens. Le score radiographique global (SR) de chaque cheval a ensuite été calculé en additionnant les indices de gravité relatifs à chaque image radiographique d'après leur gradation. Ce paramètre est une valeur chiffrée représentative de l'ensemble des lésions trouvées sur les 4 membres d'un cheval. Un SR moyen par région anatomique a aussi été calculé. Le SR global des poulains peut être considéré comme une information complémentaire parmi d'autres critères classiques de sélection comme le modèle, les allures, l'aptitude, les performances et le caractère. La prévalence des IRS et IRA (nombre d'IRA, quelle que soit leur score de sévérité, par nombre de chevaux ou de membres, exprimé en pourcentage) a été calculée pour les 2

effectifs de chevaux, élevés en Belgique et élevés en Sardaigne. Les chevaux nés en Belgique avaient à 3 ans un poids plus grand ($530 \pm 41,09$ Kg) que ceux nés en Sardaigne au même âge ($420 \pm 40,63$ Kg). Tous les signes radiographiques trouvés sont inclus dans le **Tableau I.3**. Sur les 676 chevaux radiographiés en Belgique, 26,9% n'ont pas présenté d'IRA ou IRS, 25,4% ne représentaient que des IRA et 47,7% que des IRS. La prévalence de POD dans cet effectif a été 38,91%. Dans l'effectif sarde la prévalence de POD a été 79% et aucun cheval radiographié n'était indemne d'IRS. Quatre chevaux (16,6%) avaient un SR de 1 («excellent»), cependant ils présentaient une IRS. La prévalence des IRA a été de 37,42% et des IRS de 62,58% (**Figure I.15**). Sur l'ensemble des régions anatomiques radiographiées, les sujets belges ont montré une moyenne de 2,39 signes radiographiques (IRA ou IRS), avec un maximum de 12. Les sujets sardes une moyenne de 3,79 signes radiographiques (IRA ou IRS), avec un maximum de 10. Les prévalences de l'ensemble des IRA et IRS (**Figure I.20**) par région anatomique chez les chevaux belges sont de 61,5% pour les pieds du membre thoracique, de 18,1% pour l'ensemble des boulets, de 14,9% pour les jarrets et de 5,5% pour les grassetts. Les prévalences des IRA et IRS par région anatomique chez les chevaux sardes sont de 69,7% pour les pieds du membre thoracique, de 22,1% pour l'ensemble des boulets, de 8,3% pour les jarrets et de 4,1% pour les grassetts. Les prévalences des IRA (**Figure I.21**) par région anatomique chez les chevaux belges sont de 0% pour les pieds du membre thoracique, de 4,8% pour l'ensemble des boulets, de 0% pour les jarrets et de 5,5% pour les grassetts. Les prévalences des IRA par région anatomique chez les chevaux sardes sont de 4,1% pour les pieds du membre thoracique, de 8,3% pour l'ensemble des boulets, de 0% pour les jarrets et de 4,1% pour les

grassets. La prévalence des IRA par site selon l'effectif d'affectation chez les chevaux belges est la suivant : pied antérieur (0%), boulets (17%), jarrets (0%), grasset (8,4%) et chez les sujets de la Sardaigne: pied antérieur (4,16%), boulets (29,1%), jarret (0%), grasset (4,16%) (**Figure I.22**). L'effectif belge était plus atteint que l'effectif sarde au niveau du grasset et du jarret. Les chevaux élevés en Belgique ont en effet, un SR moyen plus élevé que les chevaux élevés en Sardaigne dans le grasset, respectivement 5,6 pour l'effectif belge et 1,7 pour l'effectif sarde. Cinquante-sept sujets belges (8,43%) ont présenté au niveau du grasset des IRA. Un seul cheval sarde a présenté une IRA et 3 sujets des IRS dans le grasset. Les anomalies rencontrées dans le grasset dans l'effectif belge incluait des OC, avec (3,4% des chevaux) et sans (5% des chevaux) fragment. Dans l'effectif sarde la seule IRA rencontrée (4,1%) était une OC du grasset sans fragmentation et les IRS étaient aplatissement et irrégularité des lèvres de la trochlée fémorale dans 3 sujets (12,5%) (**Figure I.19**). Pour ce qui concerne le jarret, le SR moyen est de 1 dans les 2 groupes car seulement des IRS ont été rencontrées dans les 2 effectifs. Toutefois 248 chevaux (36,6%) de l'effectif belge présentaient des IRS dans le jarret alors que seul 8,3% de l'effectif sarde (2 sujets) était atteint. Les lésions rencontrées dans le jarret dans l'effectif belge incluait: OC/OCD affectant tous les sites (relief intermédiaire de la cochlée tibiale, lèvres du talus, tubercule proximal du talus, malléole tibiale) et des ostéophytes/enthésophytes du bord dorsoproximal du métatarsien principal. Cette dernière anomalie, bien que probablement sans signification clinique, affectait 8% de l'effectif belge (54%). Dans le jarret, les 2 chevaux de l'effectif sarde atteints ont présenté respectivement une encoche dans le tiers proximal de la lèvre médiale du talus et un kyste sous-

chondral dans l'os tarsal III. Aucun ostéophyte/enthésophyte du bord dorsoproximal du métatarse principal n'a été relevé (**Figure I.18**). Les chevaux de la Sardaigne semblent par contre plus affectés au niveau du pied et du boulet. Au niveau du pied, 23 sujets sardes (95,8%) ont présenté des IRS et/ou des IRA jusqu'à un degré de sévérité de 4, et un SR moyen de 1,2. Dans l'effectif belge 454 chevaux (77,7%) ont montré des IRS et des IRA (jusqu'à un degré de sévérité de 2) et un SR moyen de 0,6. Dans l'effectif des chevaux élevés en Sardaigne, 16 chevaux (66,6%) présentaient une distension synoviale de l'articulation inter-phalangienne distale, contre 45% des chevaux dans l'effectif belge. L'effectif sarde montrait, en association à l'effusion, une prévalence relativement élevée (33,3%) des signes radiographiques indiquant des changements dégénératifs de l'AID (ostéophytes des phalanges moyenne et distale et de l'os sésamoïde distal) et/ou une probable atteinte de l'insertion des ligaments collatéraux. Des anomalies d'aplomb (pince longue, talons bas, phalange distale horizontale ou avec angle inversé) étaient présentes dans les 2 effectifs. Onze sujets (45,7%) présentaient un nodule distal, certain ou suspecté. La prévalence de cette anomalie était de 8,6% dans l'effectif belge (**Figure I.16**). Dans les boulets (antérieurs et postérieurs considérés ensemble), des IRS et des IRA ont été retrouvées dans les 2 effectifs, dans 348 chevaux belges (51,4%) et dans 20 sujets sardes (83,3%) respectivement. Le SR moyen était inférieur dans l'effectif belge (1,3) que dans l'effectif sarde (3,4). Dans l'effectif sarde, dans un nombre relativement limité de chevaux, les boulets antérieurs étaient atteints dans 21 chevaux et les postérieurs dans 14. Les boulets présentaient globalement 9 IRA (5 dans les boulets postérieurs, 4 dans les antérieurs) et les boulets postérieurs semblaient plus sévèrement atteints que les antérieurs (SR

moyen de 2,3 vs 1,1). Les anomalies radiographiques plus significatives rencontrées dans les boulets des chevaux sardes étaient des OC de la crête du condyle métacarpien ou –tarsien (29,1% des chevaux présentant une encoche de la crête), des fragments dorsaux à l'extrémité proximale de la phalange proximale (8,3% des chevaux) et un remodelage du bord dorso-proximal de la phalange proximale (37,5% des chevaux). La prévalence de ces IRS ou IRA dans l'effectif belge était inférieure à celle de l'effectif sarde: 16,1% pour l'irrégularité de la crête du condyle métacarpien ou –tarsien), 3,1% pour l'encoche de la crête du condyle métacarpien ou –tarsien, 5,9% pour les fragments à l'extrémité dorso-proximale de la phalange proximale et 15,2% pour le remodelage du bord dorso-proximal de la phalange proximale (**Figure I.17**). Les résultats de cette étude sont en accord avec ceux rapportés dans la littérature (Denoix et al., 1996 et Geffroy et al., 1997). Ces auteurs ont montré que les chevaux anglo-arabes (AA) et les Trotteurs ont plus d'IRA dans les régions distales des membres pelviens (paturon et boulet) que les chevaux Selle Français (SF) et que les SF au contraire, ont plus d'IRA dans les régions proximales des membres pelviens (jarret et grasset) que les AA. Cette différence peut être reliée à la différence de format entre les AA et les Trotteurs d'une part et les SF de l'autre. D'autres études ont aussi mis en évidence la relation entre sites des lésions et poids: les chevaux de grande taille et plus lourds étant plus atteints de lésions d'OC dans les jarrets (Geffroy et al. 1997; Sandgren et al., 1993). Ces mêmes études suggèrent que la surcharge pondérale pendant la phase de croissance maximale puisse favoriser l'évolution des lésions d'ostéochondrose, plus que le format final du cheval (Geffroy et al., 1997; Sandgren et al., 1993). Les résultats de la présente étude vont dans la même direction, car, bien que l'effectif sarde comprenne un nombre largement

inférieur de chevaux, les chevaux sardes étaient plus et plus sévèrement atteints dans les régions distales du membre, les pieds antérieurs et les boulets. A un âge globalement inférieur (moyenne de 3 ans pour l'effectif belge), les chevaux élevés en Belgique présentaient aussi un poids supérieurs aux chevaux élevés en Sardaigne. Il est relativement difficile de comparer les résultats des différentes études traitant de l'incidence des affections ostéo-articulaires chez de jeunes chevaux en raison de différences méthodologiques et de classification des lésions. La mise en place d'un mode de classification homogène des différents grades des IRA et IRS est indispensable pour comparer les résultats de diverses approches sur des races et des pays différents et s'est révélé utile dans la présente étude. Une des orientations principales des études entreprises était l'identification précoce des régions les plus exposées à des lésions ostéo-articulaires pour connaître celles à prendre en considération dans l'examen radiographique lors de visite d'achat (Denoix et al., 1996). Un effectif global de 700 chevaux représente une base de données suffisante pour répondre à un certain nombre d'interrogations. En considérant les 2 effectifs ensemble, les régions les plus exposées aux IRA dont la plupart témoignent de POD sont le pied antérieur, le jarret et le boulet postérieur. Les résultats obtenus dans cette étude sur le tarse proximal des chevaux belges (14,97 %) sont un peu plus élevés que ceux rapportés par d'autres auteurs (Sandgren et al., 1993; Carlsen et al. 1993), alors que la prévalence dans l'effectif sarde est inférieure. Les prévalences des IRA obtenues sur le boulet dans son ensemble (19,2 % chevaux belges; 22,08% chevaux sardes) sont par contre similaires à ceux trouvés par les mêmes auteurs, qui sont de 21,5 % et 29,7 % (Sandgren et al., 1993; Carlsen et al. 1993). Il est par contre impossible de comparer les données relatives aux pieds antérieurs

avec des études précédentes de prévalence car aucune donnée n'est disponible à ce sujet dans la littérature. Ceci est probablement dû au fait que la classification des anomalies radiographiques du pied comme étant des anomalies de type POD ne fait pas l'unanimité (Poulos et al., 1989). La limite majeure de cette première étude a été la différence de taille des 2 effectifs incluant, respectivement 676 et 24 chevaux. Cela implique que certains types de lésions à faible prévalence peuvent avoir été sous-estimés chez l'effectif sarde à cause du faible nombre de chevaux inclus. Cette différence de taille entre les 2 effectifs est liée au mode de recrutement: d'une part les chevaux belges font parti d'un large programme de screening radiographique obligatoire pour les candidats étalons, de l'autre les examens radiographiques des chevaux sardes proviennent de la banque de données de vétérinaires praticiens et sont obtenues en grande majorité lors de visites d'achat. L'effectif sarde est aussi moins homogène en termes d'âge (chevaux de 3 à 6 ans). L'âge, en moyenne plus élevée dans l'effectif sarde, pourrait influencer la prévalence de lésions dégénératives qui apparaissent plus tardivement, comme celles rencontrées dans l'AID. Pour les lésions d'apparition juvénile, l'âge plus élevé ne devrait par contre pas influencer leur aspect radiographique car la plupart des IRA ont été démontrées être stables entre 3 et 6 ans (Robert et al., 1995).

L'étude II, étude sur la relation entre le signe radiographique d'effusion interphalangienne distale et la conformation du pied, a été réalisée sur une série d'examens radiographiques de chevaux belges (50 chevaux élevés en Belgique). Le signe radiographique d'effusion interphalangienne distale a été étudié car ce signe radiographique a été démontré avoir une prévalence élevée chez des jeunes chevaux au début de leur carrière sportive (Verwilghen et al., 2009). Une étude préliminaire réalisée en Belgique avait

préalablement démontré la fiabilité de ce signe radiographique et sa corrélation avec une réelle distension du récessus dorsal de l'articulation interphalangienne distale (Mendoza, 2009). L'effusion de l'articulation interphalangienne distale peut représenter un stade initial de synovite et de ce fait progresser en arthropathie dégénérative (Ross et al., 2003). Etant donné l'influence connue de la conformation et de la biomécanique du sabot sur les forces exercées sur l'articulation interphalangienne distale et l'appareil podotrochléaire (Eliashar et al., 2004; Dyson, 2010) le but de la deuxième étude a été d'investiguer la corrélation entre certaines mesures radiographiques du pied et la présence du signe radiographique d'effusion interphalangienne distale. Les radiographies en projection latéro-médiale obtenues en appui unipodal sur 50 chevaux élevés en Belgique lors du screening radiographique pour l'admission au Stud-book ont été utilisées pour l'étude II. Les radiographies obtenues avaient été réalisées sur des candidats étalons en condition standard après parage de la fourchette et retrait des fers. Ces radiographies avaient été obtenues en utilisant une distance foyer-film d'un mètre et un bloc de positionnement de 10 cm d'épaisseur garantissant une position constante du pied par rapport à la cassette radiographique. Toutes les radiographies avaient été obtenues en utilisant des systèmes de radiologie digitale indirecte. La présence d'effusion du récessus dorsal de l'articulation interphalangienne distale a été établie sur la base de l'aspect radiographique du profil des tissus mous en regard de la face dorsale de la phalange moyenne, selon les critères utilisés par Verwilghen et collaborateurs (Verwilghen et al., 2009). Les radiographies utilisées pour l'étude avaient été sélectionnées dans les radiographies des chevaux pour l'admission au Stud-book sBs, de façon à obtenir 2 groupes de 25 chevaux sans boiterie à l'examen clinique au trot:

un sans aucun signe radiographique dans la région du pied (groupe N), l'autre avec effusion de l'articulation interphalangienne distale comme seul signe radiographique (groupe E) (**Figure II.1**). Sur les radiographies utilisées pour l'étude une série de mesures ont été calculées utilisant le programme e-film par un seul lecteur. Les mesures réalisées étaient des longueurs (longueur de la paroi dorsale - DWL, longueur de la pince - P3T, épaisseur de la sole - ST), un rapport (rapport entre hauteur des talons et hauteur dorsale du sabot - PH/DH) et des angles (angle du sabot - HA, angle de la phalange distale par rapport à l'horizontale - P3BA, angle entre paroi dorsale du sabot et face dorsale de la phalange distale - DWP3A) (**Figure II.2**). Toutes les mesures citées ont été réalisées sur les radiographies et mesurées 3 fois. La moyenne de chaque mesure réalisée 3 fois a été utilisée pour les analyses statistiques. La corrélation entre les mesures du sabot et la comparaison entre les groupes N et E, ainsi que l'influence du poids du cheval, ont été évaluées. Des corrélations avec les mesures du sabot ont été démontrées: corrélation négative entre l'angle de la phalange distale et longueur de la pince, entre l'angle de la phalange distale et la longueur de la paroi dorsale et entre l'angle du sabot et la longueur de la paroi dorsale; corrélation positive entre l'angle du sabot et l'angle de la phalange distale et entre la longueur de la paroi dorsale du sabot et l'épaisseur de la sole (**Figure II.4; Figure II.5; Figure II.6; Figure II.7; Figure II.8**). Pour ce qui concerne la corrélation avec le signe radiographique d'effusion interphalangienne distale, les résultats ont montré une différence statistiquement significative entre le groupe N et le groupe E pour la plupart des paramètres mesurés (**Figure II.3**). Les pieds avec effusion interphalangienne distale (groupe E) avaient ainsi des valeurs inférieures de l'angle de la phalange distale par rapport à l'horizontale, des

valeurs inférieures de l'angle du sabot et des valeurs inférieures de PH/DH. Les chevaux belges du groupe E avaient aussi des pieds avec des valeurs plus élevées de longueur de pince et étaient de poids supérieur. Aucune différence significative n'a par contre été démontrée dans la longueur de la paroi dorsale, l'épaisseur de la sole et l'angle entre la paroi dorsale et la phalange distale. Les résultats de cette étude II démontrent donc que les chevaux avec effusion de l'articulation interphalangienne distale et sans d'autres signes radiographiques anormaux dans le pied, ont une conformation du pied avec pince longue, phalange distale plus horizontale et talons bas (**Figure II.9**). Ces résultats suggèrent que la conformation du pied puisse influencer la charge de travail de l'articulation interphalangienne distale au point d'induire une effusion articulaire chez des jeunes chevaux au début de la carrière sportive et donc récemment mis au travail. L'influence de la conformation du pied sur les forces qui s'exercent sur l'articulation interphalangienne distale et l'appareil podotrochléaire a été largement démontrée en littérature (Dyson et al., 2010) néanmoins l'importance que cela peut avoir chez des jeunes chevaux n'avait pas été suggérée auparavant. Le choix d'un groupe de chevaux exempt de toute image radiographique anormale au niveau du pied et avec un examen clinique normal, permet de réduire les chances d'avoir inclus des chevaux ayant subi une atteinte traumatique de l'articulation. **L'étude III** portant sur la lecture des radiographies du jarret a été réalisée afin d'abord de valider une grille de lecture radiographique pour l'examen du jarret en étudiant l'accord entre lecteurs et ensuite afin de comparer les résultats obtenus par la lecture de la seule radiographie en incidence latéro-médiale (LM) avec ceux obtenus par la lecture des 4 projections (4P) de routine (LM, dorso-plantaire - DP, dorsolatérale-plantaromédiale oblique -

DL-PIM, plantarolatérale-dorsomédiale oblique - PIL-DM). En effet selon les pays et l'organisme demandant l'examen radiographique de dépistage chez des jeunes chevaux de plus d'un an, les incidences incluses dans le protocole de screening diffèrent. Certains protocoles incluent la seule vue LM (Robert et al., 2005), d'autres 3 vues (LM, DL-PIM, PIL-DM) (Stock, 2004) et d'autres les 4 incidences (LM, DP, PIL-DM, DL-PIM) (McIlwraith et al., 2003). Le but principal de l'étude a donc été de tester la différence entre la lecture de la seule vue LM par rapport à la lecture des 4 vues en utilisant une grille réalisée sur la base des lésions les plus fréquemment décrites lors de dépistage. Pour l'étude III, 135 séries de radiographies de jarrets, obtenues chez des jeunes chevaux lors de l'examen radiographique pour l'admission en tant qu'étalon au Stud-Book belge sBs ont été utilisées. Les radiographies ont été sélectionnées pour l'étude si les 4 vues étaient disponibles et si la vue LM était de qualité radiographique optimale. Huit lecteurs ont participé à l'étude et ont lu, sur la base de la grille préalablement établie (**Tableau III.1**), les radiographies choisies par un opérateur non participant à la lecture. Les radiographies ont été lues à l'aveugle en ordre aléatoire et par série, en mélangeant des vues LM seules et des séries de 4 vues. Les huit lecteurs participant à l'étude étaient tous vétérinaires et étaient: un praticien équin, 2 diplômés de l'European College of Veterinary Diagnostic Imaging, 1 diplômé de l'European College of Veterinary Surgery, 2 résidents/assistants en imagerie médicale, 2 Professeurs de l'Université de Sassari avec expérience en radiologie équine. Les résultats des lectures des 4 vues et de la seule vue LM par le lecteur considéré le plus expérimenté en charge de la lecture officielle du programme de screening du Stud-Book (LU) et les autres lecteurs (AL) ont été comparée. Les résultats de la lecture des 4P et

de la vue LM ont aussi été comparés pour le LU et les AL. La comparaison entre LU et AL a été évaluée en utilisant le Z-test pour proportion avec $p < 0,05$ (5%) pour la présence/absence des lésions de type OC et kyste sous-chondral et pour la présence de signes radiographiques de type dégénératif. La comparaison entre la lecture de la seule LM et la lecture 4P du LU n'a pas présenté de différence significative ($p > 0,05$) pour toutes les lésions de type dégénératif et toutes celles de type OC et kyste sous-chondral sauf que pour l'ostéochondrose des malléoles tibiales pour laquelle la différence a été significative $p = 0,05$ (**Tableau III.2; Tableau III.6**). En comparaison entre la lecture de la seule LM et la lecture 4P des AL, les lecteurs ont généralement détecté plus de lésions dans la lecture 4P par rapport à la seule LM. Les résultats étaient significativement différents ($p < 0,05$) pour les lésions de type OC et kyste sous-chondral suivantes (**Tableau III.2 ; Tableau III.7**):

- encoche ou irrégularité dans le relief intermédiaire de la cochlée tibiale $p = 0,0006$;
- ostéochondrose de la malléole médiale ou latérale du tibia $p < 0,0001$;
- kyste sous-chondral de l'articulation tarso-métatarsienne $p = 0,0002$.

Les résultats étaient significativement différents aussi ($p < 0,05$) pour les lésions de type dégénératif suivantes:

- remodelage dorsal/ostéophyte de l'articulation intertarsienne proximale ($p = 0,0001$), de l'articulation intertarsienne distale ($p < 0,0001$) et de l'articulation tarso-métatarsienne ($p < 0,0001$).

Les résultats de l'étude ont montré qu'il n'y a pas de différence significative ($p > 0,05$) entre la lecture de la seule LM par rapport à la lecture 4P pour le LU, pour tous les signes radiographiques sauf pour l'ostéochondrose des malléoles du tibia ($p = 0,05$). La comparaison entre la

lecture LM par rapport à la lecture 4P des AL a montré que ces lecteurs trouvent généralement plus des signes et lésions radiographiques sur les 4P par rapport à la seule vue LM. Les résultats obtenues par les AL ont été significativement différents entre la lecture de la seule vue LM par rapport à la lecture des 4P ($p>0,05$) pour les lésions suivantes: OC de la cochlée tibiale sans fragment, OC de la malléole médiale du tibia, remodelage et ostéophytes des articulations distales du tarse, kystes sous-chondraux. Pour ce qui concerne la comparaison entre la lecture du LU vs la lecture des AL, pour chaque lésion dans la lecture de la seule projection LM, les résultats obtenus par les lecteurs ont été significativement différents seulement pour les kystes sous-chondraux et pour les altérations des marges (remodelage/ostéophytes, variations d'opacité) des articulations distales du tarse (**Tableau III.3; Tableau III.4**). La comparaison entre les résultats du LU vs ceux des AL dans la lecture 4P, montre que les lésions détectées sont essentiellement les mêmes avec des différences significatives ($p<0,05$) seulement pour les signes radiographiques suivants (**Tableau III.3; Tableau III.5**):

- remodelage dorsal / ostéophyte de l'articulation intertarsienne proximale, intertarsienne distale et tarso-métatarsienne;
- variations de la radiopacité de la marge articulaire de l'articulation tarso-métatarsienne.

Ces résultats soutiennent ce qui a été reporté par Robert et collaborateurs (Robert et al., 2005) qui considèrent la vue LM du jarret comme la plus informative pour la détection des lésions de POD lors des screenings radiographiques des jeunes chevaux. L'accord entre les 8 lecteurs pour classer les jarrets en positif et en négatif pour les anomalies de type ostéochondrose et kyste sous-chondral (**Figure III.1; Figure III.2; Figure**

III.3) a été excellent avec l'utilisation de la seule projection LM ($P_o = 0,93$, $k_{free} = 0,86$) et substantiel dans la lecture 4P ($P_o = 0,82$, $k_{free} = 0,65$). L'accord entre les 8 lecteurs pour classer les jarrets en positif et en négatif pour les signes radiographiques de type dégénératif (**Figure III.4**) des articulations interphalangiennes et tarso-métatarsienne, a été inférieur que pour les lésions de type POD, pour la projection LM ($P_o = 0,77$, $k_{free} = 0,54$) et pour les 4 projections ($P_o = 0,78$, $k_{free} = 0,57$). L'accord élevé entre lecteurs d'expérience et background différents dans la classification des chevaux comme étant POD positif ou négatif dans le jarret sur la base des lésions détectées est en faveur de l'utilisation de la grille pour le screening radiographique lors des sélections des chevaux. Par contre le plus faible accord en ce qui concerne les signes radiographiques de type dégénératif et localisés dans les articulations intertarsiennes et tarso-métatarsienne suggère la nécessité d'établir des critères radiographiques mieux définis pour leur identification et pourrait être en relation avec les opinions divergentes sur la signification clinique de ce type de lésions de faible sévérité (Busoni, 2007). Néanmoins, le faible accord pourrait aussi être dû à la plus forte influence de l'angle d'incidence sur l'aspect radiographique des marges articulaires des articulations distales du tarse. Des légères différences d'incidence auraient donc pu créer une plus grande variabilité d'images des articulations distales et influencer ainsi la lecture. La différence de résultats dans la lecture des 4 vues entre le lecteur considéré le plus expérimenté (car en charge de la lecture officielle du programme de screening du Stud-Book) et les autres lecteurs pourrait suggérer qu'une plus grande expérience soit nécessaire afin d'interpréter critiquement les images supplémentaires fournies par les vues DP et obliques. Ce travail, comprenant 3 études, porte sur les lésions ostéo-

articulaires chez les jeunes chevaux et sur leur dépistage par screening radiographique. Les conclusions des études incluses dans ce travail démontrent l'importance du dépistage radiographique et du choix du protocole de réalisation et de lecture utilisés. En effet, étant donné la prévalence des lésions (*Etude I*), la relation entre la conformation du pied et la présence d'effusion interphalangienne distale très précoce (*Etude II*), l'utilité d'une grille de lecture et l'efficacité de la seule vue LM du jarret (*Etude III*), ce travail démontre l'utilité d'un dépistage précoce utilisant un faible nombre de projections radiographiques et donc facilement applicable sur le terrain. Ce protocole devrait bien évidemment inclure 2 vues des pieds antérieurs (DP et LM) et les vues LM des boulets, jarrets et grassetts. Par l'examen radiographique des pieds, des informations utilisables pour un parage préventif pourraient être obtenues afin de mettre en œuvre le parage le plus efficace lors de la mise au travail. Ceci stimulerait la prise en charge précoce des soins des pieds et contribuerait potentiellement au bien-être des chevaux de sport grâce à la prévention d'un certain nombre de lésions de surcharge chronique. L'utilisation de la seule vue LM pour l'examen du jarret, en réduisant de 6 le nombre total des clichés, permettrait plus facilement la réalisation des examens radiographiques sur le terrain, comme démontré par l'étude I sur l'effectif de chevaux élevés en Sardaigne. L'utilisation d'une grille de lecture élaborée pour toutes les régions sur le modèle de celle utilisée dans l'étude III pour le jarret permettrait une lecture initiale plus fiable par le vétérinaire praticien réalisant les clichés et réduirait potentiellement le nombre de radiographies qui devraient être lues par les commissions de sélections. Cette «pré-sélection» pourrait aussi faciliter des larges campagnes de screening sur un nombre important de chevaux et augmenterait le poids d'un tel screening

radiographique sur le bien-être du cheval au sens large. Dans le futur ce travail nécessite d'être prolongé par la prise en compte des facteurs étiopathogéniques intervenant dans l'apparition des POD. Les hypothèses dont il conviendrait de vérifier l'incidence font appel aux éléments suivants: la composante génétique, en relation avec le format du cheval, les facteurs biomécaniques, en relation avec les contraintes imposées au cartilage en croissance au niveau de certaines articulations, alors même que les masses musculaires du poulain sont déjà assez développées. De plus, d'importants éléments sont à vérifier comme les facteurs alimentaires, parmi lesquels les relations entre nutrition énergétique et exercice, les déséquilibres en minéraux (surtout cuivre), l'incrément pondéral et la vitesse de croissance, la conduite d'élevage et les facteurs d'environnement des poulains. Pour aller plus loin dans les connaissances de la transmission des lésions ostéo-articulaires, des études sur la descendance des reproducteurs devraient aussi être approfondies, par exemple, en radiographiant au hasard un certain nombre de produits de chaque étalon. Cette approche éco-pathologique nécessite de compléter le protocole de dépistage radiographique par la mise en place d'enquête de terrains sur l'environnement des poulains. Les informations apportées devraient permettre de progresser dans l'identification des facteurs de risques des POD et d'estimer la probabilité d'apparition d'une POD dans un élevage. Elles pourraient aider l'éleveur dans sa stratégie d'élevage et l'entraîneur dans le choix de ses techniques d'entraînement. La connaissance des POD peut, au même titre que d'autres disciplines, faire partie d'une vaste étude multifactorielle sur les causes de la contre-performance et participer ainsi à une identification précoce, parmi les futurs compétiteurs, des individus à faible potentiel sportif dont l'entretien et l'entraînement pèsent fortement

sur le budget des écuries de courses et de sport. Cette nouvelle approche serait évidemment très lourde, mais le chemin parcouru ces dernières années nous montre que les éleveurs belges et italiens seraient à la fois demandeurs et prêts à y participer. Il est donc d'autant plus important de mettre en œuvre un protocole qui permet de privilégier les incidences les plus informatives sur un grand nombre d'articulations en limitant le coût des travaux et les risques d'irradiation. Ainsi, afin de cibler les articulations les plus communément touchées, il paraît important d'effectuer, au minimum, des clichés de profil et de face des pieds antérieurs et un profil des jarrets et des boulets postérieurs qui sont les régions les plus exposées aux POD, afin de détecter le maximum d'anomalies avec un minimum de clichés. Idéalement, bien que la prévalence des lésions du grasset soit faible dans l'étude I, le profil des grassets devrait aussi être inclus dans le protocole car les lésions d'OC des lèvres de la trochlée ont une signification clinique relativement élevée (Assailly, 2007). Ce protocole répondrait donc à 2 critères essentiels pour un protocole de dépistage à appliquer à large échelle (Hoppe, 1984 ; Mc Ilwraith et al., 1991; Mc Ilwraith et al., 1993): un critère de faisabilité sur de jeunes sujets parfois peu ou pas manipulés et un critère de rapport efficacité/prix grâce à sa capacité de dépister un maximum de lésions ostéo-articulaires par cliché. Après le dépistage, à la mise en activité sportive, un contrôle radiographique à 6 ans serait recommandé pour envisager l'influence du temps et de l'activité sportive sur les lésions ostéo-articulaires et montrer la diversité des évolutions possibles selon la région. Les clichés des antérieurs sont sujets à d'importantes variations au cours de cette période tandis que l'examen des postérieurs à 3 ans semble très fiable pour le dépistage des anomalies retrouvées à 6 ans (Robert et al., 1995). Toutefois, il faudra tenir

compte du fait qu'il est probable qu'un grand nombre de chevaux soit opéré après le dépistage et avant la progression de la carrière sportive. Une récolte de données cliniques et des questionnaires à adresser aux éleveurs et aux entraîneurs devraient donc compléter une politique de dépistage et sélection à grande échelle.

2.1. BIBLIOGRAPHIE

ALVARADO A., MARCOUX M., BRETON I., *“Manifestations radiologiques de maladie articulaire dégénérative juvénile chez de jeunes chevaux Standardbred avant l'entraînement”*, Pratique Vétérinaire Equine, Vol. 25, 11-18, 1993.

ASSAILLY C.V.C., *“Expression clinique des affections osteo-articulaires juveniles chez 320 yearlings Bas-Normands avant leur mise a l'entraînement”*, Ecole Nationale d'Alfort, Faculté de Medecine de Creteil, Thèse pour le Doctorat Vétérinaire, 2007.

AUDIGIÉ F., DENOIX J.M., HEILES Ph., REGNAULT Jc., TAVERNIER L., ROUX K., *“Depistage radiographique des lésions des jarrets sur 150 jeunes chevaux”*, Pratique Vétérinaire Equine, Vol. 25, n°2, 123-128, 1993.

BOULET C., RICARD A., DENOIX J.M., *“Influence des images radiographiques sur les performances d'un effectif de chevaux de race françaises”*, In: Compte-rendu de la 24° Journée de la recherche équine, Institut du Cheval, 93-102, 1998.

BREHM W., STAECKER W., “*Osteochondrosis in the tarsocrural joint of Standardbred trotters. Correlation between radiographic findings and racing performance*”, In: proceedings of AAEP, 45, 164-166, 1999.

BUSONI V., editors: “*The stifle and tarsus*”, in Textbook of Veterinary Diagnostic radiology, Fifth edition, Saunders Elsevier, Section III, Chapter 19, pag. 370-374, 2007.

CARLSTEN J., SANDGREN B., DALIN G., “*Dépistage radiographique des lésions des jarrets sur 150 jeunes chevaux*”, Pratique Vétérinaire Equine, 25, (2), 123-128, 1993.

CARTON T.F.T., “*Examen radiographique des membres de 270 poulains au sevrage : anomalies et signes locaux associés*”, Ecole Nationale d’Alfort, Faculté de Medecine de Creteil, Thèse pour le Doctorat Vétérinaire, 2004.

COUROUCÉ A., GEFFROY O., VALETTE J.P., “*Pathologie ostéo-articulaire juvénile chez le cheval trotteur français: prévalence et relation avec la performance*”, In: proceedings of 6th Congress of Equine Medicine and Surgery, 89-101, 1999.

DENOIX J.M., VALETTE J.P., ROBERT C., HOULIEZ D., HEILES PH., “*Prevalence des images radiographiques anormales dans les membres de 575 chevaux de races françaises âgés de 3 ans*”, Pratique Vétérinaire Equine, Vol. 28, n°2, 97-104, 1996.

DENOIX J.M., VALETTE J.P., ROBERT C., BOUSSEAU B., PERROT P., HEILES P., HOULIEZ D. AUDIGIÉ F., MOREAU H., BLANCHARD L., NEIMAN L., TOUZOT G., BUSONI V., GUTTON L., TAVERNIER L., “*Étude radiographique des affections ostéo-articulaires juvéniles (AOAJ) chez des chevaux de races françaises âgés de trois ans: présentation globale des résultats sur 761 sujets*”, Bull. Soc. Vét. Prat., 81: 53-70, 1997.

DENOIX J.M., VALETTE J.P., HEILES P., RIBOT X., TAVERNIER L., “*Etude radiographique des affections ostéo-articulaires juvéniles (AOAJ) chez des chevaux de races françaises, âgés de trois ans : présentation globale des résultats sur 1180 sujets*“, Pratique Vétérinaire Equine, vol 32, n°26, 35-41, 2000.

DOBIAS D.C., “*Etude de la carrière sportive de 100 chevaux présentant à 3 ans des images radiographiques anormales sur l’os sésamoïde distale*“, Ecole Nationale d’Alfort, Faculté de Médecine de Creteil, Thèse pour le Doctorat Vétérinaire, 2002.

DYSON S.J., TRANQUILLE C.A., COLLINS S.N., PARKIN T.D.H., MURRAY R.C., “*An investigation of the relationships between angles and shapes of the hoof capsule and the distal phalanx*”, Equine Veterinary Journal, doi: 10.1111/j.2042-3306.2010.00162.x, 2010.

ELIASHAR E., Mc GUIGAN M.P., WILSON A.M., “*Relationship of foot conformation and force applied to the navicular bone of sound horses at the trot*”, Equine Veterinary Journal, 36, (5), 431-435, 2004.

GEFFROY O., COUROUCÉ A., VALETTE J.P., KRAFT E., “*Pathologie ostéo-articulaire juvénile chez le cheval trotteur. Étude préliminaire*”, *Pratique Vétérinaire Equine* , Vol. 29, 191-199, 1997.

HOPPE F., “*Radiological investigations of osteochondrosis dissecans in Standardbred Trotters and Swedish Warmblood horses*”, *Equine Vet. J.*, 16, 425-429, 1984.

JEFFCOTT L.B., “*Osteochondrosis in the horse – searching for the key of pathogenesis*”, *Equine Vet. J.*, 23, 331-338, 1991.

LAWS E.G., RICHARDSON D.W., ROSS M.W., MOYER W., “*Racing performance of Standardbreds after conservative and surgical treatment for tarsocrural osteochondrosis*”, *Equine Vet. J.*, 25, 199-202, 1993.

MCILWRAITH C.W., FOERNER J.J., DAVIS D.M., “*Osteochondritis dissecans of the tarsocrural joint: results of treatment with arthroscopic surgery*”, *Equine Vet. J.*, 23, 155-162, 1991.

MCILWRAITH C.W., “*Inferences from referred clinical cases of osteochondritis dissecans*”, *Equine Vet. J.*, Suppl. 16, 27-30, 1993.

MCILWRAITH C. WAYNE, KANE A., PARK R. D., “*Changes on radiographs at thoroughbred yearling sales: Prevalence and significance*”, *Equine Practice*, Volume 2, Issue 4, pag 329-338, Dec. 2003.

MCILWRAITH C. W., “*The prevalence of radiographic changes in*

thoroughbred yearlings and the effect of those changes on future racing performance“, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA, Kentucky Equine Research, KER library search, [in rete] (senza data) indirizzo URL : <http://www.ker.com>. Consultato il 20/08/2011.

MENDOZA P., *“Relative values of radiography and ultrasonography for the evaluation of synovial effusion in the ex-vivo equine distal interphalangeal joint”*, Complementary Masters Thesis: Equine Clinic, Department of Clinical Sciences of the companion animals and equids. University of Liège, Liège : pages p.45, 2009.

MEUNIER A.S., *“Evaluation des consequences pratiques d’une étude sur la prevalence et les facteurs de risque des AOAJ (étude ESOAP) pour les elevages participant”*, Ecole Nationale d’Alfort, Faculté de Medecine de Creteil, Thèse pour le Doctorat Vétérinaire, 2010.

POULOS, P.W., BROWN, A., BROWN, E. AND GAMBOA, L., *“On navicular disease in the horse. A roentgenological and patho-anatomic study. Part II. Osseous bodies associated with the impar ligament”*, Vet. Radiol. 30, 50-53, 1989.

ROBERT C., DENOIX J.M., HOULIEZ D., *“Evolution des images radiographiques des articulations des membres de chevaux de trois et six ans”*, Pratique Vétérinaire Equine, Vol 27, 143-152, 1995.

ROBERT, C.*, JACQUET, S., VALETTE, J.-P., DENOIX, *“Breed variations in the distribution of osteoarticular lesions in horses at*

weaning”, J.-M.56th Annual meeting of the EAAP, Uppsala, June 5th-9th, 2005.

SANDGREN B., DALIN G., CARLSTEN J., “*Osteochondrosis in tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints in Standardbred trotters*”, I. *Epidem. Equine Vet. J., Suppl.*, 16, 31-37, 1993.

STOCK KATHRIN FRIEDERIKE, “*Radiographic findings in the limbs of Hanoverian Warmblood horses: Genetic analyses and relationships with performance in sports*”, inaugural-dissertation, zur Erlangung des Grades einer, Doktorin der Veterinärmedizin (Dr. med. vet.) durch die Tierärztliche Hochschule Hannover, 2004.

TOUZOT-JOURDE G., RICARD A., DENOIX J.M., “*Estimation de l’héritabilité des affections ostéo-articulaires juvéniles dans un effectif de chevaux affiliés par le père*”, In: *Compte-rendu de la 24^o journée de la Recherche équine*, Institut du Cheval, 135-145, 1998.

VALETTE J.P., DENOIX J.M., BOULET C., MONNEY Y., “*Pathologie ostéo-articulaire juvénile: bilan de l’étude sur 246 poulains de 1 et 2 ans provenant de la région de Basse-Normandie*”, In: *Compte-rendu de la 26^o journée de la Recherche Equine*, Institut du Cheval, 1^{er} Mars 2000.

VERWILGHEN D., SERTEYN D., PILLE F., BOLEN J., SAUNDERS J., GRULKE S., BUSONI V., “*Prevalence of radiographic findings in candidate sires (2001-2008)*”, *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 78, Original article 419, 2009.

3. RINGRAZIAMENTI

Questo studio ha permesso di effettuare importanti rilevamenti sui cavalli allevati in Sardegna e, con il desiderio che possano rappresentare utilissimi dati preliminari di futuri programmi di screening regionali su più ampia scala, le persone che sento di ringraziare alla fine di questo percorso sono tante.

Innanzitutto AGRIS, l'agenzia della Regione Sardegna per la ricerca scientifica, la sperimentazione e l'innovazione tecnologica nei settori agricolo, agroindustriale e forestale, per aver consentito il finanziamento della borsa di studio che ha permesso la realizzazione di questa tesi di Dottorato.

Lucia per la bella opportunità che mi ha dato e per avermi accolto fra i suoi studenti appoggiando, nel ruolo di Docente guida, le mie richieste al Collegio Docenti durante questi tre anni.

Il Prof. Garippa per la grande disponibilità ed il Prof. Ledda per la fiducia accordatami quando gli ho chiesto di poter scrivere una tesi ad articoli.

Davide Scarpa per la puntualità con cui ha sempre trasmesso impegni e scadenze e per la sua gentilezza e simpatia con cui ha continuamente risolto dubbi e difficoltà.

Tutta la mia gratitudine va anche a Giammario, Eraldo e Mauro non soltanto per avermi consigliato nella scelta del tema di questa tesi ma soprattutto per avermi guidato e sostenuto durante questi 3 anni condividendo con me la grande passione per il cavallo.

Un grazie speciale a:

- Mauro per aver permesso che parte del suo, nostro lavoro di compravendite entrasse a far parte di uno dei tre studi e per aver capito ed accettato assenze e lontananze, date solo dai tanti impegni del dottorato e

scadenze della tesi ma certi che ... tutto torna!;

- Giammario per aver pazientemente letto, ascoltato e corretto quanto da me scritto sacrificando molto del suo tempo ed insegnandomi tanto dal punto di vista professionale ed umano. Per avermi anche insegnato che in mare esiste una grande differenza tra andare a motore ed andare a vela e che a vela si vive dell'intero viaggio, a volte lungo, piuttosto che della sola meta;

- Eraldo per avermi insegnato che altre volte è meglio scegliere di andare a motore, dritti alla meta con rotte e tempi precisi, sempre con grande gentilezza e nel pieno rispetto degli altri. Per esser sempre stato disponibile ad aiutarmi nonostante i suoi tanti impegni e responsabilità;

- Valeria per avermi accolto due anni fa al Service d'Imagerie e fatto sentire a casa, in un paese così diverso dalla Sardegna e freddo quale è il Belgio. Senza questa opportunità non sarebbe mai stato possibile il confronto tra i puledri belga e quelli sardi e non avrei mai potuto conoscere ed apprezzare la Busoni, una professionista, una mamma ed una donna tanto speciale ed il lavoro non sarebbe stato altrettanto bello e stimolante;

- Giovanni Sotgiu per la grande disponibilità e precisione nell'elaborazione statistica dei dati;

- Denis per aver permesso di consultare ed utilizzare parte dei risultati di un suo lungo lavoro;

- Prof. Snaps, Gegé, Romain, Anne-Laure, Laurence, Adeline, Pauline, Phil, Laurie, Dominique e tutta l'Imagerie Médicale per la loro grande professionalità e gentilezza;

- Anne Laure per aver letto e corretto il riassunto in francese;

- Daniele e Valentina per aver condiviso con me a Liegi tre mesi di lavoro e di esperienze umane divertenti ed importanti ed avermi aiutato nello Studio

II, Valentina con innate doti statistiche e Daniele con straordinaria “Mac”-bravura;

- Ber, Pierre ed i “4 moschettieri”: Arthur, Alex, Antoine e Clement per avermi aperto le porte della loro casa “all’ombra del tiglio” rendendo speciali i mesi trascorsi in Belgio, facendomi sentire parte della loro grande ed affiatata famiglia Muylkens;

- mio padre Vittorio perché senza di lui la mia esperienza a Liegi non sarebbe mai stata possibile;

- mia madre Pina per il suo sostegno ed i suoi lunghi sms!;

- mia sorella Marina perché con il suo bel carattere e dolcezza ha da sempre accompagnato ogni mia esperienza di vita e di lavoro;

- Serena che mi ha sempre incoraggiato, sostenuto e che ha lasciato che potessi lavorare con tranquillità alla tesi proponendomi però sempre divertenti e piacevoli alternative allo studio;

- Maria Luisa e Tania per aver condiviso con me qualche giorno di lavoro all’ Imagerie e di vita quotidiana belga;

- Valeria, Mauro, Eraldo, Giammario, Tania, Denis, Gegé, Anne Laure, Laurence per aver partecipato attivamente alla tesi accettando con precisione e puntualità il non facile impegno di tante letture rendendo possibile lo Studio III;

- Prof. F. Snaps, Fabrice Audigié e Mathieu Spriet per aver espresso il loro giudizio positivo su questa tesi;

- Luciana, Tonino ed il piccolo Gabriele perché la stima e l’affetto che ci lega basti a colmare assenze a ricorrenze speciali;

- la zia Gabry, Paolo, Stefania, Sandra, Grazia, Salvo, Paolo, Antonio, Maria Teresa, Claudio che con le nostre cuginate sono una parte davvero importante della mia vita;

- Massimiliano per avermi insegnato che è possibile ed altrettanto coraggioso cambiare la propria vita consapevolmente, creare nella realtà situazioni del tutto nuove e realizzare i desideri più profondi in tutta libertà e per avermi fatto conoscere persone davvero speciali;

- Gerolamo, Nicola, Antonio, Fabio, Maria Antonietta, Rita, Franco e tutta la clinica chirurgica per la bella atmosfera che sono riusciti a creare;

Ancora un grazie davvero speciale a Valeria per avermi accompagnato fino alla fine di questa tesi lavorando tanto e fino a notte fonda alla correzione ed alla stesura finale di questo lavoro in un momento non certo semplice per lei.

Un pensiero speciale a zio Gavino che mi ha insegnato ad investire nella cultura, nei viaggi e nello sport ed a zia Franca perché da quel Lunedì di Dicembre di due anni fa niente è più lo stesso.

4. LISTA DELLE ABBREVIAZIONI (LISTE DES ABREVIATIONS)

Francese (Française)

4P = quatre projections

AA = anglo arabe

AID = articulation interphalangienne distale

AL = autres lecteurs

AOAJ = anomalie ostéo-articulaire juvénile

DL-PIM = dorsolatérale-plantaromédiale

DP = dorso-plantaire

DWL = longueur de la paroi dorsale

DWP3A = angle entre paroi dorsale du sabot et face dorsale de la phalange distale

HA = angle du sabot

IRA = images radiographiques anormales

IRS = images radiographiques suspectes

LM = latéro-médiale

LU = lecteur officiel

N = images normales

OC = ostéochondrose

OCD = ostéochondrite disséquante

P3BA = angle de la phalange distale par rapport à l'horizontale

P3T = longueur de la pince

PH/DH = rapport entre hauteur des talons et hauteur dorsale du sabot

PIL-DM = plantarolatérale-dorsomédiale

POD = pathologies orthopédiques de développement

SF = selle française

SR = score radiographique

ST = épaisseur de la sole

V = variantes anatomiques

Italiano (Italienne)

4P = quattro proiezioni

AAS = anglo arabo sardo

AFP = articolazione femoro-patellare

AFT = articolazione femoro-tibiale

AID = articolazione interfalangea distale

AJ = lesioni di tipo artropatia giovanile

AL = altri lettori

ALP = fosfatasi alcalina

DL-PIM = dorsolaterale-plantaromediale

DP = dorsoplantare

DPR-PaDi = dorsoproximale-palmarodistale

DWL = lunghezza della parete dorsale dello zoccolo

DWP3A = Parallelismo tra parete dorsale dello zoccolo e faccia dorsale della falange distale

FANS = farmaci antinfiammatori non steroidei

HA = angolo dello zoccolo

IRA = immagine radiografica anormale

IRS = immagine radiografica sospetta

Kfree = multilater free-marginal kappa

LE = lettore esperto

LM =lateromediale

LU4P = lettura ufficiale in quattro proiezioni

LULM = lettura ufficiale in latero-mediale

Mc III = metacarpale III

Mt III = metatarsale III
OC = osteocondrosi
OCD = osteocondrite dissecante
OSD = osso sesamoideo distale
P1 = falange prossimale
P3 = falange distale
P3BA = angolo della phalange distale
P3T = lunghezza della punta dello zoccolo
PH/DH = rapporto altezza talloni / altezza parete dorsale dello zoccolo
PIL-DM = plantarolaterale-dorsomediale
Po = accordo totale
Pr = prevalenza
QTL = tratti di loci quantitativi
SI = sella italiano
SR = score radiografico
ST = spessore della suola

Inglese (Anglaise)

AAEP = american association of equine practitioners
BWP = belgian warmblood studbook
DJD = degenerative joint disease
DOD = developmental orthopaedic diseases
ECVDI = european college of veterinary diagnostic imaging
sBs = belgian sport horse
ECVS = european college of veterinari surgeons

5. LISTA DELLE FIGURE

- Figura I.1:** Effusione sinoviale dell'articolazione interfalangea distale in un cavallo del gruppo belga pag. 97
- Figure I.1:** Distension synoviale de l'articulation interphalangienne distale dans un cheval du group belge pag. 97
- Figura I.2:** Effusione sinoviale dell'articolazione interfalangea distale in un cavallo del gruppo sardo con angolo della falange distale inferiore a 0° pag. 97
- Figure I.2:** Distensionsynoviale de l'articulationinterphalangienne distale dans un cheval du groupe sarde avec angle de la phalange distale inversé pag. 97
- Figura I.3:** Fossette sinoviali sull'osso sesamoide distale in numero maggiore di 4 in un cavallo del gruppo sardo pag. 98
- Figure I.3:** Fossettes synoviales sur l'os sésamoïde distal en nombre supérieur à 4 dans un cheval du groupe sarde pag. 98
- Figura I.4:** Frammento osseo al bordo distale dell'osso sesamoide distale in un cavallo del gruppo sardo pag. 98
- Figure I.4:** Fragment osseux du bord distal de l'os sésamoïde distal dans un cheval du groupe sarde pag. 98
- Figura I.5:** Osteofita sul processo estensorio della falange distale (segno di malattia degenerativa dell'articolazione interfalangea distale) in un cavallo del gruppo belga pag. 99
- Figure I.5:** Osteophyte du processus extensorius de la phalange distale comme signe d'arthropathie dégénérative de l'articulation interphalangienne distale dans un cheval du groupe belge pag. 99
- Figura I.6:** Osteofita sul processo estensorio della falange distale (segno di malattia degenerativa dell'articolazione interfalangea distale) in un cavallo

del gruppo sardo	pag. 99
Figure I.6: Osteophyte du processus extensorius de la phalange distale (signe d'arthropathie dégénérative de l'articulation interphalangienne distale) chez un cheval du groupe sarde	pag. 99
Figura I.7: Rimodellamento del bordo dorsoproximale della falange prossimale in un cavallo del gruppo sardo con osteocondrosi della cresta dorsale del condilo del metacarpo (depressione della cresta)	pag. 100
Figure I.7: Remodelage du bord dorsoproximal de la phalange proximale chez un cheval du groupe sarde avec osteocondrose de la crête du condyle métacarpien (encoche)	pag. 100
Figura I.8: Frammento dorsale della cresta dorsale del condilo del metatarso (a sinistra) e frammento all'estremità dorsoproximale della falange prossimale (a destra) in 2 cavalli del gruppo belga	pag. 100
Figure I.8: Fragment dorsal de la crête du condyle métatarsien (à gauche) et fragment dorsal à l'extrémité proximale de la phalange proximale (à droite) chez 2 chevaux du groupe belge	pag. 100
Figura I.9: Frammento osteocondrale sesamoido-falangeo plantare in 2 cavalli del gruppo belga	pag. 101
Figure I.9: Fragment sésamoïdo-phalangien plantaire dans 2 chevaux du groupe belge	pag. 101
Figura I.10: Osteocondrosi del rilievo intermedio della coclea tibiale con frammento in un cavallo del gruppo belga	pag. 101
Figure I.10: Osteochondrose de la cochlée tibiale avec fragment dans un cheval du groupe belge	pag. 101
Figura I.11: Osteocondrosi del tubercolo prossimale dell'astragalo in 2 cavalli del gruppo belga	pag. 102
Figure I.11: Ostéochondrose du tubercule proximal du talus dans un	

cheval du groupe belge	pag. 102
Figura I.12: Lesione cistica subcondrale dell'osso tarsale III in un cavallo del gruppo belga	pag. 102
Figure I.12: Kyste sous-chondral dans l'os tarsal III dans un cheval du groupe belge	pag. 102
Figura I.13: Osteocondrosi della troclea femorale senza frammenti in un cavallo del gruppo sardo	pag. 103
Figure I.13: Osteochondrose de trochlée fémorale sans fragments dans un cheval du groupe sarde	pag. 103
Figura I.14: Osteocondrosi della troclea femorale con presenza di frammenti in un cavallo del gruppo belga	pag. 103
Figure I.14: Ostéochondrose de la trochlée fémorale avec fragment dans un cheval du groupe belge	pag. 103
Figura I.15: Prevalenza dei cavalli con e senza IRA e IRS nel gruppo belga e sardo	pag. 104
Figure I.15: Prévalence des chevaux sans et avec IRA et IRS dans l'effectif belge et sarde	pag. 104
Figura I.16: Prevalenza delle lesioni nel piede anteriore nel gruppo belga e sardo	pag. 104
Figure I.16: Prévalence des lésions du pied dans l'effectif belge et sarde	pag. 104
Figura I.17: Prevalenza delle lesioni nei nodelli nel gruppo belga e sardo	pag. 105
Figure I.17: Prévalence des lésions des boulets dans l'effectif belge et sarde	pag. 105
Figura I.18: Prevalenza delle lesioni nel garretto nel gruppo belga e sardo	pag. 105

Figure I.18: Prévalence des lésions du jarret dans l'effectif belge et sarde	pag. 105
Figura I.19: Prevalenza delle lesioni nella grassella nel gruppo belga e sardo	pag. 106
Figure I.19: Prévalence des lésions du grasset dans l'effectif belge et sarde	pag. 106
Figura I.20: Prevalenze di IRA e IRS per regione anatomica nel gruppo belga e sardo	pag. 106
Figure I.20: Prévalence de IRA et IRS par région anatomique dans l'effectif belge et sarde	pag. 106
Figura I.21: Prevalenza di IRA per regione anatomica nel gruppo belga e sardo	pag. 107
Figure I.21: Prévalence de IRA par région anatomique dans l'effectif belge et sarde	pag. 107
Figura I.22: Prevalenza dei cavalli con IRA per regioni anatomiche esaminate nel gruppo belga e sardo	pag. 107
Figure I.22: Prévalence des IRA par site selon l'effectif d'affectation dans l'effectif belge et sarde	pag. 107
Figura I.23: SR medio per regione anatomica esaminata (sx) e SR totale (dx) nel gruppo belga e sardo	pag. 108
Figure I.23: SR moyen par région anatomique (G) et SR global (D) dans l'effectif belge et sarde	pag. 108
Figura II.1: Radiografie di piedi anteriori di due cavalli con (sx) e senza (dx) distensione sinoviale dell'articolazione interfalangea distale ..	pag. 125
Figure II.1: Radiographies des pieds antérieurs de 2 chevaux avec (G) et sans (D) distension synoviale de l'articulation interphalangiennne distale	pag. 125

Figure II.2: Misure radiografiche delle distanze (A) e degli angoli (B)	pag. 125
Figure II.2: Mesures radiographiques des distances (A) et des angles (B)	pag. 125
Figura II.3: Istogrammi del confronto fra i parametri considerati, con grado di significatività della differenza tra i 2 gruppi. Weight = peso corporeo, N = cavalli senza effusione, E = cavalli con effusione	pag. 126
Figure II.3: Histogrammes de la comparaison entre les paramètres considérés, avec le degré de signification de la différence entre les 2 groupes. Weight = poids (Kg), N = chevaux sans effusion, E = chevaux avec effusion	pag. 126
Figura II.4: Correlazione negativa tra P3T e P3BA ; E : r = - 0,34; N : r = - 0,30	pag. 126
Figure II.4: Corrélation négative entre P3T et P3BA ; E : r = - 0,34 ; N : r = - 0,30	pag. 126
Figura II.5: Correlazione positiva tra P3T e DWL ; E : r = 0,76 ; N : r = 0,65 ; correlazione positiva tra P3T e ST ; E : r = 0,66 ; N : r = 0,38	pag. 126
Figure II. 5: Corrélation positive entre P3T et DWL ; E : r = 0,76 ; N : r = 0,65 et corrélation positive entre P3T et ST ; E : r = 0,66 ; N : r = 0,38	pag. 126
Figura II.6: Correlazione negativa tra P3BA e DWL ; E : r = - 0,39 ; N : r = - 0,36	pag. 127
Figure II.6: Corrélation négative entre P3BA et DWL ; E : r = - 0,39; N : r = - 0,36	pag. 127
Figura II.7: Correlazione positiva tra P3BA e HA ; E : r = 0,46 ; N : r =	

0,39	pag. 127
Figure II.7: Corrélation positive entre P3BA et HA ; E : r = 0,46 ; N : r =	
0,39	pag.127
Figura II.8: Correlazione negativa DWL e HA; E : r = - 0,42 ; N : r = -	
0,33	pag. 127
Figure II.8: Corrélation negative entre P3BA et DWL ; E : r = - 0,42; N : r	
= - 0,33	pag.127
Figura II.9: Radiografie in latero-mediale di 2 piedi anteriori con punta	
lunga, talloni bassi ed angolo della terza falange orizzontale (sx) ed	
invertito (dx)	pag. 128
Figure II.9: Radiographies en projection LM de 2 pieds antérieurs ave	
pince longue, talons bas et angle de la phalange distale horizontal (G) et	
inversée (D)	pag. 128
Figura III.1: Cisti subcondrale del metatarso prossimale in un cavallo del	
gruppo belga con osteofita e rimodellamento dorsale dell'articolazione	
tarso-metatarsica	pag. 155
Figure III.1: Kyste du métatarse proximal chez un cheval du groupe belge	
.....	pag. 155
Figura III.2: Appiattimento del rilievo intermedio della coclea tibiale	
senza frammento	pag. 156
Figure III.2: Aplatissement du relief intermédiaire de la cochlée sans	
fragment	pag. 156
Figura III.3: Osteocondrosi del malleolo tibiale con frammento in un	
cavallo del gruppo belga	pag. 157
Figure III.3: Ostéochondrose de la malléole avec fragment chez un cheval	
du groupe belge	pag. 157
Figura III.4: Osteofita/entesofita dorsale del metatarsale III in un cavallo	

del gruppo belga pag. 158

Figure III.4: Ostéophyte/enthésophyte dorsal du metatarses III chez un cheval du groupe belge pag. 158

6. LISTA DELLE TABELLE

Tabella I.1: Sistema di classificazione delle immagini radiografiche (secondo Denoix et al., 1995)	pag. 90
Tableau I.1: Mode de Classification des Images Radiographiques (d'après Denoix et al., 1995)	pag. 92
Tabella I.2: Score clinico (SC) e score radiografico (SR) delle immagini radiografiche	pag. 94
Tableau I.2 : Gradation et gravité des images radiographiques	pag. 94
Tabella I.3: Segni radiografici riscontrati nel gruppo belga e sardo	pag. 95
Tableau I.3: Signes radiographiques trouvés dans le groupe belge et sarde	pag. 96
Tabella II.1: Metodo di misurazione delle lunghezze considerate ..	pag. 121
Tabella II.2: Metodo di misurazione degli angoli considerati	pag. 121
Tabella II.3: Valori medi delle misure di DWL, P3T, ST e PH/DH nel gruppo (N) e nel gruppo (E)	pag. 122
Tableau II.3 : Valeurs moyennes de DWL, P3T, ST e PH/DH dans le groupe (N) et le groupe (E)	pag. 122
Tabella II.4: Valori medi delle misure di HA, DWP3A, P2P3A e P3BA nel gruppo (N) e nel gruppo (E)	pag. 123
Tableau II.4: Valeurs moyennes de HA, DWP3A, P2P3A e P3BA dans le groupe (N) et le groupe (E)	pag. 123
Tabella II.5: Valori medi del peso nel gruppo (N) e nel gruppo (E)	pag. 124
Tableau II.5: Valeurs moyennes du poids dans le groupe (N) et le groupe (E)	pag. 124
Tabella III.1: Griglia di lettura utilizzata dagli 8 lettori: segno radiografico	

e numero corrispondente della lesione (N)	pag. 143
Tableau III.1: Grille de lecture utilisée par les 8 lecteurs: signe radiographique et nombre de la lésion correspondant (N)	pag. 143
Tabella III.2: Classificazione (gruppo OC e gruppo AJ) dei segni radiografici più significativi e numero corrispondente (N)	pag. 145
Tableau III.2: Classification (groupe OC et groupe AJ) des signes radiographiques les plus significatifs et nombre correspondant (N)	pag. 146
Tabella III.3: segni radiografici e numero corrispondente (N)	pag. 147
Tabella III.4: Segno radiografico (numero corrispondente) per assenza di lesioni nella LM di tutti i lettori rispetto alla LM ufficiale	pag. 149
Tableau III.4: Signe radiographique (nombre correspondant) pour l'absence des lésions dans la LM de tous les lecteurs vs LM officielle ...	pag. 149
Tabella III. 5: Segno radiografico (numero corrispondente) per assenza di lesioni nella 4 Proiezioni (4P) di tutti i lettori insieme rispetto a 4P ufficiale	pag. 151
Tableau III.5: Signe radiographique (nombre correspondant) pour l'absence des lésions dans la 4 vues (4P) de tous les lecteurs vs 4P officielle	pag. 151
Tabella III.6: Segno radiografico (numero corrispondente) delle lesioni di tipo OC e AJ, per assenza di lesioni, delle letture del LU: lettura LM vs 4P	pag. 153
Tableau III.6: Signe radiographique (nombre correspondant) des lésions de type OC et AJ, pour absence de lésions, de lectures du LU: lecture LM	

vs 4P pag. 153

Tabella III.7: Segno radiografico (numero corrispondente) delle lesioni più significative di tipo OC e AJ, per assenza di lesioni, delle letture degli AL: lettura LM vs 4P pag. 154

Tableau III.7: Signe radiographique (nombre correspondant) des lésions les plus significatives de type OC et AJ, pour absence des lésions, des lectures des AL : lecture LM vs 4P pag. 154

7. INTRODUZIONE GENERALE

Il termine “Patologie Ortopediche di Sviluppo”, dall’anglosassone “Developmental Orthopaedic Disease” (DOD), in francese “Pathologies orthopédiques de développement” (POD), è stato coniato nel 1986 per includere tutti i problemi ortopedici osservati nei puledri in accrescimento ed è diventato un concetto accettato su scala internazionale. Comprende tutti i disturbi di accrescimento del cavallo e per questo fatto è un termine non specifico. Raccoglie uno spettro di condizioni precedentemente comprese nel gruppo delle malattie metaboliche dell’osso ed è una delle maggiori cause di zoppia nel cavallo sportivo. Un errore frequente è quello di considerarlo sinonimo di osteocondrosi. È quindi inappropriato ritenere le lesioni cistiche subcondrali, le fisiti, le deformità angolari degli arti e le malformazioni delle vertebre cervicali come manifestazioni dell’osteocondrosi. Il termine osteocondrosi può essere inoltre fuorviante, dal momento che si riferisce in maniera specifica alle ossa, mentre molte di queste condizioni sono viste essenzialmente come problemi dell’articolazione o della cartilagine di accrescimento. Gravi forme di DOD si osservano talvolta quando esiste poca o nessuna aberrazione nella istomorfometria dell’osso, confutando la teoria della alterazione del metabolismo dell’osso. Le DOD compaiono durante la crescita dell’animale e la loro origine è descritta come multifattoriale con una componente ereditaria riconosciuta per alcune lesioni caratteristiche (Jeffcott et al., 199; Pool et al., 1993; Douglas et al., 2003; Stock et al., 2005). Per meglio comprendere le varie forme di DOD, è opportuno ricordare l’anatomia di base dello sviluppo delle ossa. Le ossa lunghe si sviluppano dalla cartilagine attraverso un processo di ossificazione encondrale. I centri di ossificazione si sviluppano nel centro del futuro osso

(diafisi) ed alle estremità dello stesso (epifisi). Tra il centro di ossificazione diafisario ed uno epifisario si forma una zona di crescita metafisaria, responsabile dell'allungamento dell'osso e quindi dell'arto. Una seconda zona di accrescimento, chiamata zona di accrescimento epifisaria, si forma dove il centro di ossificazione epifisaria avanza verso le estremità dell'osso, e sarà destinata a costituire la superficie articolare. Le articolazioni si formano per evoluzione del tessuto connettivo circostante.

Il termine DOD, quando è stato coniato, includeva l'osteochondrite dissecante (OCD), le lesioni cistiche subcondrali, le deformità angolari agli arti, la fisite, le deformità flessorie (che possono essere senza causa specifica o possono essere secondarie ad osteoartrite o fisite), le anomalie all'osso cuboide e l'osteoartrite giovanile. L'osteochondrosi è probabilmente la patologia ortopedica di sviluppo più frequente e si caratterizza per un disturbo dell'ossificazione endocranale a livello dell'articolazione con eventuale formazione di frammenti osteocondrali. Quando presente radiograficamente ed a maggior ragione quando conclamata clinicamente, una DOD è responsabile di una riduzione del rendimento atletico, con conseguente calo di performance sportiva (Todhunter et al., 1990; Jeffcott, 1996), ampiamente descritta e studiata nei cavalli da corsa ma non altrettanto bene in quelli da salto ostacoli perché di più difficile quantificazione oggettiva. Oltre alla compromissione dal punto di vista atletico ed indipendentemente dalle attività agonistiche del cavallo, una DOD può esitare in una forma degenerativa capace di interferire notevolmente sulla vita quotidiana dell'animale affetto, minandone la condizione di benessere. Le conseguenze non rappresentano soltanto un problema clinico per l'animale ma interessano direttamente anche i proprietari e gli allevatori di cavalli, a causa della perdita del valore

economico degli stessi (Todhunter et al., 1990; Jeffcott, 1996). L'eziopatogenesi, essendo multifattoriale e comprendendo anche aspetti ereditari, implica l'adozione di una serie di misure volte da una parte ad una diagnosi quanto più precoce possibile e dall'altra alla esclusione dai programmi di riproduzione dei soggetti colpiti, soprattutto degli stalloni. Nei protocolli di selezione per l'ammissione ai libri genealogici per la riproduzione dei cavalli sportivi, così come nelle visite di compravendita, viene pertanto inserito anche l'esame radiologico delle articolazioni più frequentemente interessate. Lo screening radiologico può essere effettuato regolarmente e con relativa semplicità sul singolo soggetto. Di grande utilità, seppure con maggiore difficoltà, sarebbe eseguito su più larga scala ad indagare lo stato di una popolazione equina.

7.1. Patologie ortopediche di sviluppo vs osteocondrosi

L'osteocondrosi (OC) in tutte le sue forme, insieme alla displasia epifisaria, alle deformità angolari degli arti ed alle malformazioni delle vertebre cervicali (sindrome di "Wobbler") sono raggruppate con il termine di Patologie Ortopediche di Sviluppo o "Developmental Orthopaedic Disease" (DOD) (Jeffcott, 1991; Jeffcott, 1993; Pool, 1993; Henson et al, 1997a; Baxter et al., 2002). Questo termine comprende tutti i problemi ortopedici incontrati negli animali in crescita ed è quindi non-specifico. Come affermato da McIlwraith (McIlwraith et al., 2004), la non specificità del termine è importante da sottolineare, in quanto usando il termine di osteocondrosi come sinonimo di DOD è come se erroneamente, si intendesse che tutte queste patologie avessero patogenesi e causa comuni, L'irregolarità del contorno dei labbri della troclea femorale, del rilievo intermedio della coclea tibiale, del labbro laterale della troclea

dell'astragalo, del malleolo mediale della tibia, della cresta sagittale palmare/plantare nel terzo distale del metacarpale e del metatarsale, vengono generalmente considerate espressioni di OC con o senza la presenza di frammenti osteocondrali (Richardson, 2003; McIlwraith et al, 2005; Van Weeren, 2006). I frammenti localizzati a livello dorso-proximale della falange prossimale, assiale prossimo-palmare/plantare della falange prossimale e del tubercolo prossimale dell'astragalo, sono stati visualizzati nei giovani cavalli in accrescimento e dovrebbero quindi essere inclusi nel gruppo delle DOD. Tuttavia, questi non sono considerati espressione di OC in quanto tale, bensì fratture da avulsione, centri separati di ossificazione, che hanno un'origine non definita ma hanno un comune denominatore rappresentato dal fatto che si verificano precocemente nel cavallo in accrescimento (Nixon et al., 1995; Schiller et al., 1996; Roneus et al., 1998; Richardson, 2003; McIlwraith et al., 2005; Van Weeren, 2006; Declercq et al., 2009; Verwilghen et al., 2010). Le differenti manifestazioni dell'OC (Ekman et al., 1998) e le difficoltà nel caratterizzarla hanno portato ad una non ancora chiara nomenclatura quando si parla della patologia stessa (Jeffcott, 1991; Jeffcott, 1993; Pool, 1993; Ekman et al., 1998). Se si legge il sommario di Jeffcott (Jeffcott, 1993) dopo il Seminario Internazionale nel 1992 sull'OC a Cambridge, discondroplasia viene utilizzato per descrivere il danno iniziale dei condrociti. Osteocondrosi definisce lesioni clinico-patologiche caratterizzate da sequestro cartilagineo a livello epifisario o di cartilagine di accrescimento (Thorp et al., 1993; Douglas, 2003) ad eziologia sconosciuta o non provata. Questa comprende le forme più gravi, come l'osteochondrite quando le lesioni si estendono alla superficie cartilaginea causando infiammazione nell'articolazione e osteocondrosi o osteochondrite dissecante quando frammenti cartilaginei o

osteocondrali si staccano e formano frammenti intra-articolari che possono o non, essere associati con l'inflammazione articolare (Pool, 1993; Douglas, 2003). Altre condizioni inoltre, come i frammenti traumatici osteocondrali nelle articolazioni del nodello, le cisti ossee subcondrali dei condili femorali e le lesioni tossiche ("toxic") della cartilagine di accrescimento sono state raggruppate come problemi "osteocondrosi-simili".

7.2. Eziopatologia dell'osteocondrosi

Discondroplasia o osteocondrosi (OC) in senso più ampio, è un disturbo multifocale della cartilagine epifisaria (Ekman et al., 1998) considerato essere associato ad alterazioni nel processo di ossificazione endocondrale ed a ritenzione della cartilagine nella cartilagine di accrescimento (Jeffcott, 1991; Pool, 1993; Thorp et al, 1993; Henson et al, 1997b; Douglas, 2003). Questa si verifica a livello di cartilagine articolare-epifisaria e di cartilagine di accrescimento delle diverse specie (Ekman et al., 1998), ma si riscontra maggiormente nelle specie domestiche selezionate per una rapida crescita (Thorp et al, 1993; Ekman et al., 1998; Baxter et al., 2002). Non vi è dubbio che sia un problema multifattoriale con eventuali eziologie differenti (Jeffcott, 1991; Pool, 1993; Henson et al, 1997c;. Ekman et al., 1998; Baxter et al., 2002; Douglas, 2003). Si pensa che uno o più fattori, tra cui la crescita, la nutrizione, l'ereditarietà, il sesso, canali e vasi cartilaginei, l'apparato endocrino, l'esercizio fisico, cause tossiche, fattori biomeccanici e traumi possano determinare la patologia. Esistono tuttavia diverse ed interessanti discussioni riguardanti la possibile eziologia. Come si può distinguere la forma idiopatica da forme acquisite di OC? Come si possono distinguere le lesioni a carico della cartilagine causate da alterazioni

idiopatiche intrinseche e primarie nella cartilagine di accrescimento da quelle presenti in una cartilagine normale che è stata esposta a fattori lesivi (Pool, 1993)? Forse gli effetti dei fattori di crescita sul metabolismo dei condrociti e la loro possibile relazione con la malattia ci porterà più vicini alla risposta. La crescita ossea e lo sviluppo è il risultato di una serie di eventi specifici noti come "ossificazione endocondrale". Questo si verifica in regioni specifiche della cartilagine ialina vascolare nelle placche di accrescimento e nella cartilagine epifisaria nello spazio cartilagine articolare-epifisi (Ekman et al., 1998; Jeffcott et al., 1998; Baxter et al., 2002). L'ossificazione endocondrale che avviene nella fisi consiste in un processo di proliferazione, differenziazione e maturazione (Henson et al., 1997a; Baxter et al., 2002; Douglas, 2003), controllato da un numero di fattori regolatori. Gli eventi cellulari includono vescicolazione e morte dei condrociti in combinazione con calcificazione della matrice, invasione dei vasi e parziale riassorbimento dei condrociti ed ossificazione (Baxter et al., 2002). La cartilagine di accrescimento ha una specifica architettura cellulare, disposta in colonne di cellule che possono essere suddivise in diverse zone in base al loro aspetto istologico e la loro funzione cellulare. La divisione dei condrociti inizia nella zona germinale e si verifica in un modello longitudinale. Questi condrociti quiescenti appaiono come piccole cellule appiattite che progressivamente vanno incontro alla divisione cellulare che avviene nella zona proliferativa. Alla fine queste cellule diventano ipertrofiche a causa della loro maggiore attività metabolica nella cosiddetta zona degenerativa o ipertrofica (Jeffcott, 1991). Queste cellule ipertrofiche producono vescicole ricche di fosfatasi alcalina (ALP), necessaria per la mineralizzazione della matrice extracellulare (Jeffcott et al., 1998). Segue una zona di calcificazione o di ossificazione

istologicamente distinguibile per l'infiltrazione vascolare (Baxter et al., 2002; Douglas, 2003), dove viene portato a termine il processo di ossificazione endocondrale. Questo processo di ossificazione si verifica anche nello spazio cartilagine articolare-epifisi delle ossa lunghe (Ekman et al., 1998; Douglas, 2003). I condrociti più vicini alla superficie articolare producono la cartilagine articolare; i condrociti più vicini all'epifisi prendono parte all'ossificazione endocondrale nello stesso modo in cui avviene nella fisi (Douglas, 2003). Sebbene la cartilagine articolare sia avascolare, i canali cartilaginei possiedono vasi sanguigni e nervi ed a volte, nella cartilagine epifisaria, possono essere osservati perfino dei linfociti (Ekman et al., 1998). L'afflusso di sangue è elevato nei cavalli in crescita, ma con l'avanzare dell'età, questi canali si riempiono di cartilagine e il numero di vasi sanguigni diminuisce gradualmente (Ekman et al., 1998). Nella discondroplasia sia del cavallo che in quella evidenziata su tibie aviari, è stato dimostrato il verificarsi di alterazioni nella progressione ordinata dei condrociti attraverso la loro proliferazione e differenziazione (Thorp et al., 1993; Henson et al., 1997a). La mancata differenziazione dei condrociti impedisce sia la fase di calcificazione provvisoria della matrice ossea che l'infiltrazione della cartilagine da parte dei vasi sanguigni. Ne conseguono zone di cartilagine ritenuta, derivanti da raggruppamenti cartilaginei che non danno luogo a conversione in osso (Jeffcott, 1991; Jeffcott et al., 1998; Douglas, 2003). Alcuni autori (Henson et al., 1997c; Jeffcott et al., 1998) hanno mostrato due tipi di lesioni differenti. Un tipo era caratterizzato da un insieme di piccoli condrociti di forma circolare, presumibilmente arrestatisi in fase pre-ipertrofica. L'altro tipo mostrava un'alterazione nel pattern di colorazione della cartilagine mineralizzata e dell'osso subcondrale adiacente, con la completa assenza di infiltrazione

capillare all'interno della struttura ossea di nuova formazione. In contrasto con quello che accade nella cartilagine di un cavallo adulto, la quale viene alimentata dal liquido sinoviale, la cartilagine di accrescimento di un giovane cavallo è molto sensibile all'ischemia e va rapidamente incontro alla necrosi quando si riduce l'afflusso di sangue. Queste zone di necrosi si estendono all'osso subcondrale, indebolendolo e predisponendolo a traumi (Ekman et al., 1998). Tutto ciò conferma ancora una volta i diversi meccanismi causali per quanto concerne l'eziopatogenesi dell'OC (Jeffcott, 1991; Douglas, 2003). La cartilagine così costituita, presenta lacune più piccole e più matrice rispetto alla cartilagine ipertrofica normale e va incontro a necrosi (Thorp et al., 1993). Tuttavia, condrociti prelevati dalle aree di cartilagine colpite da queste lesioni e studiati in vitro, non hanno mostrato alcuna anomalia nella loro maturazione e sviluppo, evidenziando che il problema risiede in un'alterazione dei fattori che regolano la loro differenziazione in vivo e non in un difetto intrinseco dei condrociti (Farquharson et al., 1995; Jeffcott et al., 1998). Anche se i segni clinici dell'OC nel cavallo possono evidenziarsi in età adulta o talvolta non manifestarsi affatto (Sloet van Oldenruijtenborgh-Oosterbaan et al., 1999), le lesioni osteocondrali possono svilupparsi solo in animali in accrescimento, in quanto la cartilagine epifisaria è assente negli adulti (Ekman et al., 1998). Quando non si verifica un evento traumatico, la stragrande maggioranza delle lesioni precoci porta ad un indebolimento cartilagineo che probabilmente guarisce spontaneamente (Ekman et al., 1998). I segni clinici sono difficili da caratterizzare (Jeffcott, 1991) ma includono gradi diversi di zoppia, sinovite ed effusione articolare. In genere questi si manifestano nelle forme croniche della patologia, quando ampie zone di cartilagine necrotiche formano una fessura, che si estende dalla

superficie articolare sino all'osso subcondrale (Huizinga et al., 1991; Ekman et al., 1998), portando alla fine tipiche lesioni flap denominate osteocondrite dissecante con i cosiddetti "tofi articolari" (Jeffcott, 1991). Dato che si dispone di una notevole bibliografia sul cDNA della cartilagine articolare del cavallo ed una mappa del genoma equino, i ricercatori hanno concentrato ancora una volta la loro attenzione sugli aspetti genetici nell'eziopatogenesi dell'OC. Diversi studi hanno identificato Tratti di Loci Quantitativi (QTL) di geni di cavallo associati alla presenza di OC. In uno studio condotto da alcuni autori (Lampe et al., 2009) è stato analizzato un QTL sul cromosoma 18 equino. Questo ha mostrato che i recettori 2 dell'ormone paratiroideo possono essere associati con l'insorgenza dell'OC nel nodello e nel garretto. Nel follow up di questo studio, è stato osservato un QTL per l'OC nel nodello sul cromosoma 5 equino ed il collagene di tipo XXIV alfa 1 è stato identificato come potenziale gene implicato nell'OC del cavallo (Lampe et al., 2009). Alcuni autori (Lykkjen et al., 2010) hanno identificato QTL putativi sul cromosoma equino 5, 10, 27 e 28 che potrebbero spiegare ulteriori ricerche sull'OC del garretto. Esaminando ulteriormente l'espressione genica, i cavalli affetti dall'OC hanno mostrato un'aumentata espressione di *Ihh* ed una ridotta espressione di *Gli1* suggerendo un ruolo dell'*Ihh* nella patologia. Inoltre, l'espressione differenziale di IGF-I è stata osservata nella cartilagine colpita da OC rispetto al gruppo di controllo (Semevolos et al., 2005). Questo ha portato altri ricercatori ad indagare altre vie metaboliche attraverso l'analisi dell'espressione genica dei leucociti (Serteyn et al., 2010), ottenendo risultati a favore dell'ipotesi che diete ad alto contenuto di carboidrati, così come l'anormale metabolismo dell'insulina nonché processi infiammatori, possano essere coinvolti nella fisiopatologia dell'ostecondrite.

7.3. Relazione tra osteoartrosi/osteoartrite e Patologie Ortopediche di Sviluppo

L'osteoartrosi è probabilmente la più comune causa di zoppia in molte specie, compreso l'uomo ed i cavalli (Debergh et al., 2005) ed è in grado di compromettere sia la loro carriera sportiva (Van Hoogmoed et al., 2003) che la qualità della vita quotidiana, deteriorando così lo stato di benessere dell'animale interessato. Questa patologia è caratterizzata da una progressiva degenerazione della cartilagine articolare associata ad alterazioni a carattere reattivo del margine cartilagineo e della capsula articolare. Il progressivo deterioramento della cartilagine articolare porta prima ad una graduale perdita della sua funzionalità e poi a fenomeni di lisi a carico delle strutture articolari. Sebbene le conoscenze sull'esatto meccanismo di sviluppo dell'osteoartrite siano ancora limitate, è provato che la degenerazione di un'articolazione normale non è soltanto il risultato dell'invecchiamento e dell'usura meccanica (Buckwalter et al., 1998). L'osteoartrite viene considerata come una risposta comune dei tessuti articolari ad una serie di potenziali cause piuttosto che ad una singola entità eziologica. Può essere distinta in primaria e secondaria, indicando come primaria quella causata da fattori predisponenti sconosciuti (osteoartrite idiopatica) e come secondaria quella riconducibile ad un'eziopatologia ben identificabile. Nella maggior parte dei casi l'insorgenza è secondaria e l'osteoartrite si sviluppa in un'articolazione normale che ha subito un danno. Le patologie incluse nel gruppo di DOD possono predisporre all'osteoartrite. Come affermato da Pool (Pool, 1996), qualsiasi disturbo dell'accrescimento che induce segni clinici di patologia articolare, come nel caso di un trauma improvviso o ripetuto sulla superficie articolare o sui legamenti della stessa, porterà ad un'alterazione delle caratteristiche

strutturali della cartilagine articolare che potrà esitare in osteoartrite. Delle possibili classificazioni dell'osteoartrite, quella che meglio si adatta alle peculiarità del cavallo si basa sul criterio che prende in considerazione gli effetti dannosi delle forze biomeccaniche sulle articolazioni normali e patologiche (Mitchell et al., 1977). Secondo questo concetto, l'osteoartrosi si può sviluppare sia a causa di forze anormali su un'articolazione precedentemente normale, sia a causa di forze normali su un'articolazione già in precedenza anormale. Così, frammenti osteocondrali oppure semplici irregolarità della superficie articolare indotti dalle una qualsiasi delle patologie ortopediche di sviluppo, possono innescare fenomeni di osteoartrite attraverso l'azione di forze normali che agiscono su una superficie articolare diventata anormale (Pool, 1996). In una cartilagine normale, il fisiologico ricambio delle differenti componenti tissutali garantisce la conservazione dell'omeostasi. Le microlesioni della superficie articolare prodotte dalle varie DOD, sommandosi nel tempo, lentamente portano a squilibri nell'omeostasi tra processi anabolici e catabolici. Le lesioni a carico sia della matrice che della componente cellulare, esitano in alterazioni metaboliche dei condrociti con conseguente rilascio di enzimi proteolitici. Col progredire dei fenomeni litici, i processi catabolici diventeranno prevalenti (Todhunter et al., 1996) e la matrice extracellulare andrà incontro a distruzione. Specifici proteoglicani della cartilagine ed il collagene di tipo II bloccheranno i meccanismi di riparazione. La rottura delle maglie dei proteoglicani, con la conseguente fibrillazione della cartilagine, esiteranno gradualmente nell'osteoartrite.

7.4. Osteocondrite dissecante

L'osteocondrite dissecante (OCD) è una patologia nota in medicina umana

da più di un secolo, da quando König, nel 1888, ne coniò il termine dopo che Sir James Paget nel 1870 descrisse la lesione. La presenza di corpi liberi intra-articolari era stata evidenziata per la prima volta da Parè nel 1558 e successivamente da Monroe nel 1726. Le cause ipotizzate inizialmente furono l'embolismo (Axhausen 1912), le fratture sub condrali (Phemister 1924), il trauma puro e semplice (Fairbank 1933) ed i microtraumi ripetuti (Shipp 1952). In seguito, grazie anche alla disponibilità di sofisticati mezzi diagnostici, venne studiata anche in campo veterinario mentre si formulavano ulteriori ipotesi sull'eziopatologia di questa malattia, la quale attualmente è considerata multifattoriale, con possibilità di prevalenza di uno o più fattori, rappresentati da fenomeni ischemici localizzati, ereditari, traumi singoli, microtraumi, disfunzioni endocrine. L'OCD è un processo patologico che interessa la cartilagine articolare durante la fase di accrescimento, caratterizzato dal distacco, parziale o totale, di un frammento di cartilagine o di cartilagine con osso sub condrale, da una superficie articolare convessa. Nel cavallo, le articolazioni maggiormente colpite da OCD sono quelle del nodello, garretto e grassella, nonostante possa essere rinvenuta anche in molte altre sedi. Può interessare tutte le razze ma risulta di più comune riscontro in quelle sportive. Nel 60% dei casi si tratta di cavalli molto giovani, entro tre anni di età. Le lesioni da OCD sono visibili radiograficamente a 6 mesi.

"Dove saremmo senza l'OCD?" E' una domanda che molti chirurghi di cavalli e ricercatori ma probabilmente ancora di più i proprietari vanno chiedendosi. Infatti, dopo che l'OCD è stata descritta per la prima volta nei cavalli da Nilsson nel 1947, è stata scritta una cospicua letteratura al riguardo. Ciò nonostante, ad oggi molte domande restano ancora aperte, come quella sulla modalità univoca di classificazione e soprattutto su come

prevenire o curare la malattia, la quale è presto diventata importante oggetto di ricerca. In generale, le malattie che portano a zoppia sono di grande preoccupazione per l'allevamento equino e per il settore del cavallo sportivo, in quanto non riguardano soltanto le performances atletiche ma possono portare a perdite economiche dirette per i proprietari e gli allevatori (Olivier et al., 1997). La patologia articolare è la causa più frequente di zoppia, non solo negli adulti ma anche nei giovani cavalli. Le malattie ortopediche dello sviluppo (DOD), tra cui l'osteochondrosi (OC), sono una delle cause principali di futura malattia articolare (Todhunter et al., 1990; Jeffcott, 1996). La prevenzione di queste malattie, eliminando i fattori che sono conosciuti o ritenuti esserne la causa, è di primaria importanza. Queste patologie hanno una genesi multifattoriale (Jeffcott, 1991; Pool, 1993; Henson et al., 1997c, Ekman et al., 1998; Baxter et al., 2002; Douglas, 2003) e la genetica gioca un ruolo importante. La presenza di malattie osteo-articolari è stata riscontrata in determinate progenie di tori in diverse razze, avvalorando l'ipotesi della base genetica a grande ereditabilità (Philipsson et al., 1993; Pieramati et al., 2003; Stock et al., 2005). Lo sviluppo di strategie di riproduzione specifiche, sembra perciò essere un metodo da seguire per diminuire la prevalenza delle patologie ortopediche di sviluppo nei giovani cavalli (Pieramati et al., 2003). Schemi di selezione basati soltanto sui risultati sportivi hanno mostrato una leggera diminuzione della prevalenza di frammenti osteocondrali nelle articolazioni del nodello e del garretto ma anche un significativo aumento dell'osteoartrite tarsica e della malattia navicolare (Stock et al., 2005). Al contrario, i sistemi di selezione che tengano conto sia di parametri di performance sia lo stato di salute articolare hanno dimostrato essere più efficaci (Stock et al., 2005). Lo screening radiografico, oltre che aiutare

nella selezione per la riproduzione, è utile su base individuale, dal momento che alcuni segni radiografici si sono dimostrati fattori predittivi sul futuro del singolo cavallo (Van Hoogmoed et al., 2003), rivelando spesso la necessità di un intervento chirurgico prima dell'inizio della carriera agonistica. L'approfondimento delle conoscenze sulla prevalenza delle malattie osteo-articolari nelle diverse razze hanno portato allevatori e veterinari a stabilire strategie riproduttive efficaci, volte a ridurre l'incidenza della malattia. Uno screening radiografico completo, tuttavia, non è privo di inconvenienti. Uno dei primi fattori di cui tener conto è quello della radioprotezione. La presa in considerazione di questo elemento implica che l'esecuzione delle radiografie dovrebbe essere tale da emettere una quantità di radiazioni "la più ragionevolmente bassa", vale a dire che il numero delle radiografie effettuate deve essere il minore possibile. In secondo luogo lo screening radiografico può essere tecnicamente difficile e potenzialmente pericoloso per il personale di sala e per la strumentazione annessa, quando si ha a che fare con giovani cavalli che spesso non sono mansueti. In terzo luogo, nonostante le DOD possono interessare anche le articolazioni cervicali, della spalla e qualsiasi altra articolazione, raramente sottoposte a controlli di routine, le regioni più facilmente e frequentemente radiografate come piede, nodello, garretto e grassella risultano le più colpite e rappresentano le "sedi spia" di queste patologie. Nonostante le diatribe sulla loro eziopatologia e sull'inclusione o meno dei frammenti al bordo distale del navicolare tra i segni radiografici di DOD, si è visto che la considerazione di questi è utilissima per illustrare i limiti della diagnostica per immagini nella diagnosi delle anomalie ossee radiografiche. In uno studio recente (Biggi et al., 2010) sono state messe a confronto la risonanza magnetica e l'indagine radiografica per l'individuazione di frammenti al

bordo distale del navicolare. La risonanza magnetica ha mostrato chiaramente i limiti della radiologia nel rilevamento dei frammenti. Nelle radiografie infatti sono stati visibili meno della metà di quelli visibili attraverso la risonanza magnetica. Non è stata invece mostrata alcuna differenza nella rilevazione delle lesioni tra la radiologia convenzionale e quella computerizzata. Tuttavia, la radiologia computerizzata ha dimostrato essere più sensibile rispetto a quella convenzionale, se le immagini erano definite come sospette, ma sono state incluse come "non sicuro". In un altro studio che confronta l'esame ecografico e l'esame radiografico per la rilevazione di lesioni di osteocondrosi nell'articolazione cruro-tarsica (Relave et al., 2009), l'82% delle lesioni del malleolo mediale erano maggiormente visibili nella proiezione obliqua 30° dorsolaterale-plantaromediale. Tuttavia, nei protocolli di screening radiografico standard viene utilizzata la proiezione obliqua 45° dorsolaterale-plantaromediale (Butler et al., 2008). Anche la sedazione, che spesso si rende necessaria, può avere una importante influenza sulla diagnosi, come illustrato in un recente studio (Van Grevenhof et al., 2009), nel quale i punteggi più elevati per l'OC all'articolazione femoro-patellare sono stati ottenuti in cavalli sedati rispetto ai non sedati. L'ecografia si è rivelata essere uno strumento più sensibile per la rilevazione di lesioni osteocondrali anche quando le immagini radiografiche sono dubbie (Bourzac et al., 2009; Relave et al., 2009). La prevalenza e l'individuazione di frammenti osteocondrali e di differenti lesioni DOD possono quindi essere sottovalutate. Per il rilevamento delle lesioni osteocondrali sono stati proposti anche dei test ematici verso dei biomarcatori (Donabedian et al., 2008) i quali, senza dover ricorrere a radiografie, consentirebbero una diagnosi precoce delle lesioni sia sul singolo soggetto che su scala più

ampia. Per quanto riguarda l'aspetto clinico, il paziente tipico con segni conclamati di OC è uno "yearling" (puledro fino ai 18 mesi di età), non ancora addestrato, che presenta un versamento articolare non doloroso, più frequentemente a carico delle articolazioni cruro-tarsica o femoro-patellare. A seconda dell'articolazione interessata e della posizione della lesione all'interno della stessa, può essere evocata una diversa risposta al test di flessione. In questa fase, il più delle volte l'animale non presenta zoppia (Van Weeren, 2006), la quale si manifesterà solamente in età più avanzata, in coincidenza con l'inizio della formazione atletica e l'attivazione di alcuni fattori biomeccanici (Richardson, 2003; Van Weeren, 2006; Frantz et al., 2010). Persino in cavalli iscritti "ai ruoli federali" (attività sportive), la presenza di frammenti osteocondrali non comporta necessariamente zoppia e/o positività al test di flessione (Brink et al., 2009). Inoltre, esiste un certo grado di variazione nella presenza dei segni clinici in relazione alla differenza di età alla quale i giovani cavalli sportivi, da corsa e da salto ostacoli, vengono messi in lavoro. In genere, nei purosangue da corsa e nei trottatori, i segni clinici si hanno al secondo anno di età, mentre i cavalli da salto ostacoli iniziano la loro preparazione atletica tra il terzo ed il quarto anno. Per quanto riguarda la possibilità di guarigione, a seguito di terapia chirurgica, è ben noto che la prognosi dipende dalla posizione della lesione (Richardson, 2003; Van Weeren, 2006). Inoltre, anche se la prognosi per la futura attività sportiva è generalmente considerata da discreta a buona, la posizione di una specifica lesione può incidere in modo diverso a seconda della disciplina a cui l'animale affetto è destinato (McIlwraith et al., 2005; Van Weeren, 2006). Pertanto, in cavalli destinati ad una precisa attività sportiva, determinati frammenti intrarticolari vengono considerati "benigni" per cui la loro rimozione non può essere effettuata prima della

comparsa di segni clinici di zoppia, mentre gli stessi frammenti, in cavalli di altre discipline, verrebbero rimossi chirurgicamente come forma di profilassi. Ad esempio, frammenti osteocondrali plantari ai piedi ed ai nodelli sono molto spesso causa di zoppia e di riduzione di performance nelle razze da corsa, per cui vengono solitamente rimossi chirurgicamente come forma di profilassi (Roneus et al., 1998). Al contrario i cavalli da salto ostacoli, sono considerati possibili candidati alla chirurgia soltanto se la zoppia è stata riscontrata in queste sedi (Richardson, 2003; McIlwraith et al., 2005). I frammenti dorso-prossimali della falange prossimale nelle razze a sangue caldo presentano una probabilità maggiore di indurre zoppia se i cavalli sono di età superiore ai sette anni (Declercq et al., 2009) e anche in questo caso, la rimozione chirurgica come profilassi degli stessi prima dell'inizio della messa in lavoro dovrebbe essere sostenuta. In altre sedi, il trattamento potrebbe essere differente, come è il caso dell'OC della cresta sagittale nel nodello o dell'OC trocleare dorsale nell'articolazione femoropatellare. Alcuni autori (McIlwraith et al., 2005) descrivono tre tipi di lesioni osteocondrali sul bordo dorsale del terzo distale del metacarpale/metatarsale. Le lesioni di tipo I si presentano come un'irregolarità o un appiattimento visibile sulle radiografie, quelle di tipo II sono associate ad un frammento con un'irregolarità del contorno ed il tipo III hanno un appiattimento o un difetto, con o senza frammentazione ma con uno o più frammenti liberi. La chirurgia in artroscopica per il tipo II e III è considerata l'intervento d'elezione; durante l'esplorazione artroscopica di queste articolazioni vengono spesso visualizzate estese lesioni erosive a livello dei condili metacarpali/metatarsali. Per le lesioni di tipo I si ha un approccio più conservativo in quanto possono risolversi senza necessità di chirurgia (McIlwraith et al., 2005). Un trattamento

analogo si intraprende per l'OC femoropatellare, che è ormai accettato essere una patologia a carattere evolutivo (Dik et al., 1999) e i cavalli colpiti non dovrebbero essere operati prima dei nove mesi d'età a meno che non sia associata ad un'importante sintomatologia clinica. Il trattamento conservativo per l'OC può essere preso in considerazione in animali giovani con lesioni per le quali si può ipotizzare una buona possibilità di rigenerazione, ed in alcuni casi può includere un controllo dell'esercizio fisico ed una modificazione della dieta (Van Weeren, 2006). Anche la somministrazione di farmaci antinfiammatori non steroidei (FANS) può essere incluso nel contesto del trattamento, nonostante questo sia ancora oggetto di discussione. L'approccio conservativo dell'OCD dell'articolazione cruro-tarsica ha dimostrato avere un certo successo in una popolazione di cavalli a sangue caldo ma non nei purosangue (Lavery et al., 2000), ad ulteriore dimostrazione delle differenti implicazioni cliniche esistenti tra le diverse razze, in relazione al futuro sportivo dei cavalli considerati.

7.5. Le immagini radiografiche anormali nella regione del piede nei giovani cavalli

La regione che più di altre risulta sede di zoppia è quella del piede, che per questo motivo riveste notevole interesse negli screening radiografici. Le immagini radiografiche anormali nei giovani cavalli in questa regione vengono più comunemente riscontrate sul versante dorsale dell'articolazione interfalangea distale, nell'apparato podotrocleare ed a carico della falange distale (Carton, 2004). Le immagini radiografiche anormali di più frequente riscontro sono infatti l'effusione dell'articolazione interfalangea distale, l'aumento di volume e di numero

delle fossette sinoviali dell'osso sesamoideo distale, i frammenti sesamoido-falangei distali (Ecrement, 2011) ed i frammenti dorsali al processo estensorio della falange distale (Verwilghen et al., 2009). Con l'avanzare dell'età del cavallo, le immagini radiografiche anormali del piede mostrano una progressiva evoluzione, tanto che in uno studio condotto su cavalli francesi in attività sportiva, all'età di 16 anni solo il 13% dei cavalli ne è risultato esente (Gatti, 2006). La prevalenza delle immagini radiografiche anormali nella regione del piede è due volte più elevata rispetto al garretto il quale, a sua volta, è la seconda regione più rappresentata (Gatti, 2006).

7.6. Le immagini radiografiche anormali nella regione del garretto nei giovani cavalli

Il garretto è una delle regioni più frequentemente affette da lesioni di osteocondrosi (OC) (Audigié et al., 1993), che può essere osservata in differenti siti dell'articolazione del tarso, soprattutto a carico del rilievo intermedio della coclea tibiale, dove le lesioni appaiono radiograficamente come un frammento separato dalla tibia distale da una linea radiotrasparente. Altri siti sono rappresentati dai labbri della troclea, in particolare quello laterale. I labbri colpiti presentano un appiattimento o un contorno irregolare e possono presentare una radiopacità eterogenea. Alcune volte si osservano frammenti ossei separati dal labbro dell'astragalo mediante una linea radiotrasparente. Nei cavalli più pesanti si osservano con più frequenza grossi frammenti nel terzo distale del labbro laterale della troclea dell'astragalo, che il più delle volte presentano un riscontro clinico. In cavalli clinicamente normali invece, in corrispondenza dei labbri della troclea, in quello mediale più che nel laterale, può essere osservata

una depressione centrale a contorni lisci senza alterazioni a carico dell'osso sub-condrale, senza significato clinico. Alterazioni sub-condrali semicircolari si possono rilevare nella parte del labbro dell'astragalo sottoposta a maggior carico in cavalli con una zoppia importante. Altri siti di (OC) del tarso sono i malleoli mediale e laterale della tibia ed il tubercolo prossimale dell'astragalo. I cavalli affetti da OC dei malleoli della tibia presentano frammenti osteocondrali a contorni lisci separati dal malleolo da una linea radiotrasparente. I frammenti si possono osservare in posizione assiale o distale rispetto al malleolo. Quello mediale è più colpito del laterale. A livello del tubercolo prossimale dell'astragalo l'osteochondrosi si manifesta sia come frammento osseo separato, sia come aumento delle sue dimensioni. Le lesioni simil cistiche sub-condrali vengono anch'esse considerate come patologia osteoarticolare giovanile quando riscontrate in giovani cavalli ma possono svilupparsi in alcuni casi in seguito a traumi o sepsi. Tali lesioni si riscontrano meno frequentemente che nella grassella. Radiograficamente, le cisti sub-condrali dell'articolazione cruro-tarsica si presentano radiotrasparenti, solitamente di piccole dimensioni, rotonde e spesso circondate da un bordo di sclerosi. Anche nell'osso centrale del tarso, nell'osso tarsale III e nel terzo prossimale del metatarsale si possono riscontrare delle cisti ossee sub-condrali che radiograficamente si osservano come una zona radiotrasparente tonda od ovale spesso circondata da osso trabecolare sclerotico. Le loro piccole dimensioni e la sovrapposizione delle ossa del tarso rendono difficile la loro diagnosi che implica un'attenta lettura delle radiografie. Quelle presenti nell'osso centrale del tarso e nell'osso tarsale III sono considerate come fattore predisponente di patologia degenerative dell'articolazione intertarsica distale. Le patologie degenerative articolari

possono riscontrarsi nei cavalli in accrescimento a livello delle articolazioni intertarsica distale e tarsometatarsica, in una sola di queste o in entrambe contemporaneamente. Il significato clinico di tali anomalie varia da soggetto a soggetto e secondo la gravità dei segni radiografici dati da cambiamenti di forma ed opacità dei margini articolari, presenza di osteofiti, riduzione dello spazio articolare, lisi subcondrale e sclerosi dell'osso trabecolare. L'associazione dei segni più gravi citati, inclusi i cambiamenti di opacità dei margini articolari, è più frequentemente responsabile dei segni clinici della patologia. Il rimodellamento dorsale dell'articolazione tarso metatarsica e gli osteofiti/entesofiti a contorni lisci e senza modificazione dell'opacità ai margini sono spesso un rilievo occasionale senza alcun significato clinico. Nei cavalli in accrescimento le artropatie degenerative giovanili del garretto distale sono spesso conseguenza di un ritardo di ossificazione nei primi mesi di vita e di difetti di appiombamento. Le ossa del tarso sono spesso deformate ed i segni radiografici di artropatia sono associati ad un collasso dorsale e laterale dell'osso centrale del tarso e dell'osso tarsale III. Una distribuzione delle forze biomeccaniche non uniforme sembra essere un fattore eziologico importante della malattia. Nella proiezione in latero-mediale del tarso di questi cavalli si osserva un osteofita di dimensioni diverse sul margine dorsale della fila delle ossa del tarso mentre gli spazi articolari dell'articolazione intertarsica distale e tarso-metatarsica convergono dorsalmente. La lisi subcondrale è invece più rara. Tuttavia, quando presente, deve sempre essere considerata associata ad un certo grado di dolore articolare. Maggiore è la lisi dell'osso subcondrale e più sono manifesti i segni clinici. Le patologie degenerative articolari delle articolazioni intertarsica distale e tarso-metatarsica sono spesso bilaterali e

la maggior parte delle volte iniziano al bordo dorsale delle articolazioni.

7.7. Screening radiografico

Per screening radiografico in un cavallo si intende un esame radiografico a carico delle regioni degli arti più frequentemente interessate da patologie ortopediche, condotto sotto le numerose proiezioni più recentemente riportate in letteratura. Nonostante relativamente costoso dato l'elevato numero di radiogrammi, è un esame richiesto in fase di compravendita, soprattutto da parte dell'acquirente, dal momento che consente di individuare spesso patologie osteoarticolari allo stato ancora latente le quali, passando altrimenti inosservate, si manifesterebbero più tardi con zoppie e conseguenti riduzioni sia di performance che di valore del soggetto acquistato. Oltre che in occasione di compravendita, uno screening radiografico viene richiesto per la valutazione del soggetto da ammettere o meno alla riproduzione di razze iscritte a libri genealogici. L'evidenziazione di patologie ritenute importanti, oltre che costituire motivo di esclusione in una selezione, consente di intervenire precocemente sulla patologia, il più delle volte chirurgicamente, evitando ulteriori aggravamenti della condizione e rappresentando, in un bilancio globale, una forma di risparmio. Solitamente l'esame, in ordine di priorità, riguarda le regioni del piede al bipede anteriore, del nodello dei quattro arti, dei carpi, dei garretti e delle grasselle. In un esame più ampio vengono compresi anche il gomito, la spallae la colonna vertebrale. Attualmente, rispetto al vecchio sistema analogico, viene sempre di più adottato il sistema di radiografia digitale, il quale consente ormai una maggiore gestione delle immagini a posteriori rispetto al momento dell'esposizione. A fronte di immagini ad inferiore risoluzione infatti, esiste in compenso

una grande possibilità di scelta nella scala dei grigi che consente in fin dei conti una visibilità notevolmente superiore. Il formato digitale permette infine di gestire tutta la documentazione iconografica in uno spazio praticamente virtuale, facile da archiviare, da consultare, da certificare e da trasmettere per qualsiasi atto formale. Il veterinario che si accinge ad effettuare l'esame deve avere buona conoscenza della letteratura corrente sull'argomento. Per questo è raccomandato un continuo aggiornamento e se deve essere stilato un referto scritto, in caso di dubbio, è bene rivolgersi ad un collega più esperto. Per prima cosa ci si deve informare su eventuali particolari richieste da parte dell'acquirente. Diversamente da quanto succede con i piccoli animali, con il cavallo il personale impiegato è maggiormente esposto ad i raggi X. Il contenimento del soggetto è solitamente limitato ad una semplice sedazione e le cassette vengono sorrette in posizione verticale dal personale che solo in pochi casi può allontanarsi un pochino grazie all'uso di appositi reggicassette. Per apportare una riduzione dell'esposizione si dovrebbero quindi prendere le seguenti misure:

- limitare il più possibile il numero di radiografie;
- far indossare camici e guanti protettivi;
- collimare adeguatamente il fascio dei raggi;
- usare sistemi di sostegno delle cassette quando possibile;
- rispettare una turnazione delle persone che reggono le cassette;
- evitare esposizione a giovani e donne gravide;
- far indossare sistemi di misura dell'esposizione.

Lo screening radiografico costituisce una parte fondamentale della visita clinica ma necessita di una accurata anamnesi e di una attenta lettura affinché segni riferibili a lesioni vengano distinti da normali varianti

anatomiche. Molti cavalli infatti possono evidenziare variazioni radiografiche di grado variabile, per cui la presenza di una anomalia radiografica non significa automaticamente che il cavallo non sarà adatto per l'uso per il quale viene acquistato. In particolare, nei giovani cavalli è necessario prestare attenzione nello stabilire variazioni radiografiche in sedi che non sono comunemente riconosciute come sedi di patologie. Bisogna avere molta cautela nell'esprimere interpretazioni in caso di esami radiografici di scarsa qualità ed incompleti. E' fortemente raccomandato di essere al corrente delle variazioni dell'aspetto radiografico normale che vengono riportate nella letteratura scientifica. Nell'interpretazione dei rilievi radiografici, a supporto della esperienza clinica dell'esaminatore, quando possibile dovrebbe essere presente il riferimento scientifico della letteratura. Le variazioni radiografiche comunemente osservate nei giovani cavalli differiscono da quelle che si vedono nei cavalli adulti. Per questa ragione le proiezioni che vengono raccomandate differiscono lievemente. Bisogna essere consapevoli che queste proiezioni non consentiranno di individuare tutte le anomalie presenti nell'arto del cavallo. Le proiezioni raccomandate sono da considerare come il minimo numero che può essere effettuato per individuare la maggior parte delle lesioni radiografiche più comunemente riscontrate, tenendo conto di aspetti importanti quali la sicurezza da radiazioni ionizzanti, la collaborazione del cavallo e l'economia.

8. OBIETTIVI GENERALI DEL LAVORO

Questo lavoro è orientato sullo studio delle prevalenze delle patologie ortopediche di sviluppo (DOD), sulle metodologie di screening tramite esame radiografico degli arti e sull'analisi di alcune anomalie radiografiche frequentemente riscontrate durante screening radiografico.

Il lavoro è stato sviluppato tramite tre studi, ciascuno con scopo specifico definito:

- Studio I: *“Prevalenza delle immagini radiografiche anormali di patologie ortopediche di sviluppo riscontrate in giovani cavalli allevati in Belgio e giovani cavalli allevati in Sardegna”*, che si pone l'obiettivo di studiare e confrontare la prevalenza delle DOD in due gruppi di giovani cavalli allevati in localizzazioni geografiche diverse, il Belgio e la Sardegna;
- Studio II: *“Correlazione tra conformazione del piede ed effusione dell'articolazione interfalangea distale agli arti anteriori in giovani cavalli all'inizio della preparazione atletica”*, con l'obiettivo di valutare l'influenza della conformazione del piede, evidenziata radiograficamente, sulla presenza di effusione interfalangea distale come anomalia radiografica frequentemente riscontrata nei giovani cavalli;
- Studio III: *“Proiezione latero-mediale vs quattro proiezioni nella diagnosi delle patologie ortopediche di sviluppo del garretto in cavalli in accrescimento. È sufficiente la proiezione latero-mediale?”*, che ha lo scopo di mettere a confronto l'efficacia diagnostica della proiezione latero-mediale del garretto rispetto ad un protocollo che comprende le quattro proiezioni classiche, tramite l'analisi della variabilità inter-operatore della lettura delle radiografie. La riduzione del numero di radiografie necessarie, contribuirebbe ad una notevole diminuzione di esposizione del personale a radiazioni ionizzanti e ad un maggiore rispetto del benessere animale,

consentendo una procedura molto più rapida e con minor impiego di contenimento sia fisico che farmacologico.

9. STUDIO I

Prevalenza delle immagini radiografiche anormali di patologie ortopediche di sviluppo riscontrate in giovani cavalli allevati in Belgio e giovani cavalli allevati in Sardegna

9.1. Introduzione

Per patologie ortopediche di sviluppo si intendono le numerose affezioni di tipo ortopedico che si riscontrano nei puledri in accrescimento. Il termine non riguarda alcuna patologia in particolare e raccoglie uno spettro di condizioni che venivano comprese nel gruppo delle malattie metaboliche dell'osso. Definite in inglese "Developmental Orthopaedic Disease" (DOD) ed in francese "Pathologie Orthopedique de Développement" (POD), la loro origine è descritta come multifattoriale, con una componente ereditaria riconosciuta per alcune lesioni caratteristiche (Jeffcott, 1991; Pool, 1993; Douglas, 2003; Stock, 2005). Le DOD del cavallo sportivo rappresentano una grande preoccupazione per allevatori, cavalieri, allenatori e veterinari: riconosciute come la più frequente causa di zoppia, hanno un'influenza economica importante in quanto possono compromettere notevolmente ed in qualche caso totalmente, la carriera sportiva dei soggetti colpiti (Robert et al., 1995). La realizzazione di screening radiografici consente l'individuazione di radiografie anormali sia nel cavallo da salto ostacoli che in quello da corsa (Couroucé et al., 1999; Denoix et al., 2000; Kane et al., 2005). L'esame radiografico di giovani cavalli permette infatti di mettere in evidenza numerose patologie osteoarticolari, comprese molte di quelle che non si manifestano clinicamente e che restano a lungo asintomatiche (Audigié et al., 1993; Denoix et al., 1996). Risulta tuttavia molto difficile, a volte, fare previsioni

a medio o a lungo termine sul significato clinico futuro di segni radiografici riscontrati in cavalli in giovane età. Ciononostante, le DOD sono divenute il maggiore oggetto di studio tra tutte le patologie dell'apparato locomotore a causa del loro impatto sportivo ed economico. In Francia sono stati effettuati degli studi prospettici in cavalli di razza Selle Française (SF) e Anglo-Arabe (AA) per indicare la prevalenza e l'evoluzione delle lesioni date da tali patologie, l'eventuale ripercussione di queste sulle performance atletiche durante le competizioni e la loro ereditarietà (Denoix et al., 1996; Denoix et al., 1997; Boulet et al. 1998; Touzot-Jourde et al., 1998). Sono stati inoltre realizzati lavori simili anche nel cavallo da trotto per determinare la correlazione tra particolari immagini radiografiche e rendimento in corsa (Geffroy, 1997; Couroucé et al., 1999). Precedenti studi al riguardo riportavano che cavalli con o senza lesioni di osteocondrite dissecante (OCD), non presentavano differenze significative in termini di somme vinte e di carriera sportiva (Jeffcott et al., 1991; Alvarado et al., 1993; Laws et al., 1993; Brehm et al., 1999). Nonostante non siano ancora conclusi gli studi sull'eziopatogenesi delle DOD (ruolo dei fattori alimentari, genetici o biomeccanici), negli stalloni da salto ostacoli di razza SF sono state messe in atto specifiche strategie di selezione, sebbene non siano ancora applicate per il cavallo da trotto, poiché in questa disciplina sportiva non è stata evidenziata sufficiente correlazione tra la presenza di lesioni ed il livello di performance. Il presente studio sulle DOD di una popolazione di puledri è iniziato nel 2009 per acquisire e confrontare dati relativi all'allevamento del cavallo nato ed allevato in Belgio ed in Sardegna. Questo lavoro espone le prevalenze delle immagini radiografiche anormali (IRA) e delle immagini radiografiche sospette (IRS) evidenziate su un totale di 700 cavalli, per ciascuna delle

articolazioni degli arti esaminate nei programmi di selezione per ammissione a stud-book di razza e durante visite di compravendita, in particolare quelle dei piedi anteriori, dei quattro nodelli, dei garretti e delle grasselle. Gli obiettivi sono stati quelli di determinare il tipo e la prevalenza di IRA e IRS nelle diverse articolazioni degli arti anteriori e posteriori in giovani cavalli belga e sardi, di identificare le sedi maggiormente colpite da DOD e mettere a confronto le prevalenze ottenute in ciascun gruppo.

9.2. Materiali e metodi

9.2.1. Cavalli

Sono stati inclusi nello studio 2 gruppi di cavalli. Un gruppo è costituito da 676 giovani stalloni, con età di anni $3,27 \pm 2,04$, del peso di kg $530 \pm 41,09$ e di razze differenti (sBs, Belgisch Warmbloed Paard, Selle Francaise, Hanoverian, Holstein), presentati per screening radiografico, necessario all'ammissione come riproduttori al “Royal Belgian Sports Horse Society” (Studbook sBs), in Belgio nel periodo compreso tra il 2001 ed il 2008 (gruppo belga). L'altro gruppo è costituito da 24 giovani cavalli, di cui 15 maschi e 9 femmine, con età di anni $3,75 \pm 1,35$, di razza Anglo Arabo Sarda (AAS) o Sella Italiana (SI), del peso di kg $420 \pm 40,5$, nati ed allevati in Sardegna, sottoposti a visita clinica e ad esame radiografico, durante visita di compravendita, all'inizio dell'attività sportiva tra Dicembre 2009 e Gennaio 2011 (gruppo sardo). Il primo gruppo di cavalli è stato presentato in Belgio presso la Facoltà di Medicina Veterinaria di Liegi mentre il secondo, è stato visitato e radiografato in Sardegna nella sede del Premio Regionale Sardo oppure presso aziende e scuderie private. Gli stalloni belga sono stati sottoposti tutti allo stesso protocollo diagnostico, effettuato dallo stesso gruppo di clinici. Le visite di compravendita sui soggetti sardi

sono state condotte dal medesimo veterinario libero professionista. La presenza di zoppia è stata valutata utilizzando il sistema di classificazione AAEP (American Association of Equine Practitioners) costituito da 5 gradi in ordine crescente di gravità. I cavalli che presentavano una zoppia di grado III o superiore sono stati esclusi dal protocollo degli esami rimanenti.

9.2.2. Esame radiografico

Tutti i cavalli radiografati in Belgio sono stati sedati con Detomidina (10 µg/kg) da sola o in associazione con Butorfanolo (0.02 mg/kg) mentre in quelli radiografati in Sardegna la sedazione si è resa necessaria soltanto in un numero limitato di soggetti. Sia nei cavalli in Belgio che in quelli in Sardegna, l'esame radiografico è stato condotto con il cavallo piazzato in stazione quadrupedale. La distanza fuoco film è sempre stata di 100 cm. Le radiografie degli arti anteriori sono state realizzate previa sferratura, pareggio e pulizia delle lacune del fettone, colmate con pasta a radiopacità simile a quella dello zoccolo. La cassetta è sempre stata posizionata mediante utilizzo di un reggicassetta eccetto che per la grassella dove è stata tenuta direttamente da un aiuto che ha indossato camice e guanti piombati. Per velocizzare la procedura e ridurre contenimento fisico e farmacologico dei cavalli nonché esposizione alle radiazioni ionizzanti del personale, è stata costantemente adottata una precisa sequenza, di seguito riportata: latero-mediale (LM) piede sx, LM nodello anteriore sx, LM nodello posteriore sx, LM garretto sx, LM grassella sx, dorso-plantare (DP) ed oblique del garretto sx, LM piede dx, LM nodello anteriore dx, LM nodello posteriore dx, LM garretto dx, LM grassella dx, DP ed oblique del garretto dx e la dorsoproximale–palmarodistale 60° obliqua (DPr-PaDiO) dei piedi anteriori. Tutte le radiografie sono state processate in radiologia

digitale indiretta, con sviluppatrice Agfa modello CR 25.0 per il gruppo belga e Capsula Fuji per quello sardo. Sono state prese in esame le articolazioni delle seguenti regioni: piedi anteriori, nodelli anteriori e posteriori, garretti e grasselle. Le proiezioni radiografiche sono state le seguenti: per i piedi anteriori la dorsoproximale–palmarodistale 60° obliqua (DPr-PaDiO) e la LM; per i 4 nodelli la LM; per i garretti la LM, la dorsolaterale-plantaromediale 15° obliqua (DL-PIM), la plantarolaterale-dorsomediale 45° obliqua (PIL-DM) e la DP; per la grassella la LM. Non sono stati invece esaminati radiograficamente i carpi. Le radiografie in proiezione LM dei piedi anteriori sono state effettuate posizionando il piede da radiografare in appoggio unipodale su un blocco in legno piano di 10 cm di altezza.

9.2.3. Lettura delle radiografie

Sono stati considerati indicativi di patologia i seguenti segni radiografici.

Per i piedi anteriori:

- effusione sinoviale dell'articolazione interfalangea distale (AID) (**Figura I.1**);
- fossette sinoviali allargate dell'osso sesamoideo distale (OSD) in numero maggiore di 4 (**Figura I.3**);
- frammenti osteocondrali al bordo distale dell'OSD (**Figura I.4**);
- frammenti osteocondrali del processo estensorio della falange distale (P3);
- segni di malattia degenerativa articolare (DJD) dell'AID (**Figura I.5**; **Figura I.6**).

Per il nodello:

- rimodellamento del bordo prossimale della falange prossimale (P1)

(**Figura I.7**);

- frammento dorsale all'estremità prossimale di P1(**Figura I.8**);
- irregolarità o segno di osteocondrosi (OC) ben definito del bordo prossimale della cresta sagittale del metacarpale III (McIII) o metatarsale III (MtIII) (**Figura I.8**);
- frammenti osteocondrali sesamoido-falangei palmari o plantari (**Figura I.9**).

Per il garretto:

- OC con o senza presenza di frammenti del rilievo intermedio della coclea tibiale (**Figura I.10**), del labbro laterale o mediale della troclea dell'astragalo, del malleolo mediale o laterale della tibia e del tubercolo prossimale dell'astragalo (**Figura I.11**);
- DJD dell'articolazione tarso-metatarsica;
- lesioni cistiche subcondrali dell'osso tarsale III (**Figura I.12**).

Per la grassella:

- OC della troclea femorale senza frammenti (**Figura I.13**);
- OC della troclea femorale con presenza di frammenti (**Figura I.14**);
- lesioni cistiche subcondrali.

Le lesioni cistiche subcondrali, l'OC, i frammenti osteocondrali al bordo distale dell'OSD, del processo estensorio di P3 e dell'estremità prossimale di P1, insieme all'OC della cresta sagittale di McIII o MtIII sono stati considerati segni radiografici di DOD. Per il gruppo belga, la lettura dei radiogrammi era stata effettuata una prima volta nella Facoltà di Medicina Veterinaria di Liegi da 2 radiologi diplomati (European College of Veterinary Diagnostic Imaging - ECVDI) ed una seconda volta nella Facoltà di Ghent, da 2 radiologi anch'essi diplomati ECVDI, uno dei quali aveva già effettuato la prima lettura all'Università di Liegi. La diagnosi

finale è stata formulata per consenso dei radiologi senior di entrambe le Facoltà. Per il gruppo sardo, la lettura dei radiogrammi è stata effettuata invece, una prima volta dal veterinario libero professionista, il quale aveva condotto le visite di compravendita ed una seconda volta dal radiologo diplomato (ECVDI) che aveva effettuato le letture sia a Liegi che a Ghent. Le immagini radiografiche sono state classificate secondo il protocollo descritto da Denoix e collaboratori (Robert et al., 1995) in Immagini Radiografiche Normali (IRN), Immagini Radiografiche Inabituale (IRI), Immagini Radiografiche Varianti anatomiche (IRV), Immagini Radiografiche Sospette (IRS) e Immagini Radiografiche Anormali (IRA) (**Tabella I.1**). Alle stesse immagini sono stati attribuiti 5 score di gravità clinica (**Tabella I.2**) applicabili ai siti anatomici identificati all'interno delle diverse regioni degli arti anteriore e posteriore. Le immagini radiografiche IRN e IRV sono quelle con score radiografico 0 mentre le IRS sono quelle con score radiografico 1. Le immagini radiografiche IRA sono quelle di score radiografico 2, 4 e 8 (**Tabella I.2**).

9.2.4 Elaborazione dati

Su ciascuno dei due gruppi di cavalli è stata calcolata la prevalenza dei soggetti con presenza di IRA e di IRS mediante test Z per proporzioni. Nel confronto fra i due gruppi, sono state considerate significative le differenze con $p < 0,05$. Mediante lo stesso test, per ciascun gruppo di cavalli e per ciascuna regione, è stata poi calcolata la prevalenza delle patologie (sia IRA che IRS) maggiormente rilevate. In ciascun gruppo di cavalli, è stato calcolato lo score radiografico (SR) medio per ciascuna regione relativamente alle patologie maggiormente rilevate, come riportato da alcuni autori (Valette et al., 2000).

9.3. Risultati

Tutti i segni radiografici riscontrati sono riportati nella **Tabella I.3**.

Nel gruppo belga, i cavalli con immagini IRA hanno avuto una prevalenza di 25,4 mentre quelli con IRS di 47,7, con numero rilevato di IRA + IRS per singolo cavallo di $2,3 \pm 2,1$. In 182 soggetti (26,9%) non è stata rilevata alcuna immagine anormale o sospetta. Le DOD sono state riscontrate con prevalenza di 38,9%. Nel gruppo sardo, la prevalenza dei cavalli con immagini IRA è stata di 37,4 mentre quella con IRS di 62,6, con numero rilevato di IRA + IRS per singolo cavallo di $3,8 \pm 1,8$. In nessun soggetto c'è stata assenza di anomalie (**Figura I.15**). Per quanto riguarda le regioni, il **piede anteriore** ed il **nodello** sono risultati maggiormente interessati da lesioni nei cavalli del gruppo sardo rispetto a quello belga, con valori di SR anch'essi di maggior entità. Al **piede anteriore**, l'insieme di IRA ed IRS ha interessato il 77,7% del gruppo belga (454 cavalli) con SR medio 0,6 mentre il 95,8% del gruppo sardo (23 cavalli) con SR medio 1,2. Per quanto riguarda le lesioni, la distensione sinoviale del recesso dorsale dell'articolazione interfalangea distale si è riscontrata nel 45% del gruppo belga (230 soggetti), contro il 66% (16 soggetti) del gruppo sardo. In ordine decrescente di prevalenza segue il frammento al bordo distale del OSD evidenziato nel 8,6% del gruppo belga (58 soggetti) considerando laterale e mediale insieme contro il 45,7% del gruppo sardo (11 soggetti), che è risultato mediale nel 29,9% (7 cavalli) e laterale nel 16,6% (4 cavalli). Il frammento del processo estensorio della falange distale è stato riscontrato nel gruppo belga nel 2,2% (15 cavalli) contro il 2,5% (3 cavalli) del gruppo sardo (**Figura I.16**). Ai **nodelli**, considerando anteriori e posteriori insieme, IRA ed IRS hanno interessato il 51,4% del gruppo belga (348 cavalli) con SR 1,3 e l'83% del gruppo sardo (20 cavalli) con SR 2,4.

Nel gruppo sardo inoltre, i nodelli posteriori risultano interessati nel 58,3% dei casi (14 cavalli) con 5 IRA e SR medio 2,3 mentre i nodelli anteriori sono interessati nel 87,5% dei casi (21 cavalli) con 4 IRA e SR medio 1,1. Per quanto riguarda le lesioni, nel gruppo belga la lesione maggiormente rappresentata è l'irregolarità del bordo prossimale della cresta sagittale del McIII e MtIII riscontrata nel 16,1% dei cavalli, seguita dal rimodellamento del bordo prossimale di P1 riscontrata nel 15,2%. La frammentazione della stessa struttura si è evidenziata nel 5,9%. Nel gruppo sardo, quella maggiormente riscontrata è stata il rimodellamento del bordo prossimale di P1 ai nodelli anteriori che ha riguardato il 37,5% dei casi (9 cavalli) mentre la frammentazione a carico della stessa struttura si è avuta ai nodelli posteriori nell'8,3% (2 cavalli). Segue la depressione prossimale della cresta sagittale di McIII nel 20,8% (5 cavalli) e di MtIII nel 8,3% (2 cavalli) (**Figura I.17**). A carico del **garretto**, sia nel gruppo belga che nel gruppo sardo sono state riscontrate solamente IRS, con prevalenza di 22,3 (152 cavalli) nel primo e di 8,3 (2 cavalli) nel secondo, in tutti i casi con SR 1. Nel gruppo belga, l'8% (54 soggetti) ha evidenziato la presenza di osteofita/entesofita dorsale all'estremità prossimale del MtIII, il 4,7% (32 cavalli) un'OC della coclea tibiale, il 2,5% (17 cavalli) un'OC del labbro mediale della troclea dell'astragalo e l'1% (7 cavalli) un'OC del tubercolo prossimale dell'astragalo. Nel gruppo sardo sono stati individuati nel 4,16% (1 soggetto) una leggera depressione nel terzo prossimale del labbro mediale dell'astragalo ed in un altro 4,16% (1 soggetto) una cisti ossea subcondrale a carico dell'osso tarsale III. Nessun osteofita/entesofita è stato riscontrato a carico del bordo dorsoproximale del MtIII (**Figura I.18**). La **grassella** è risultata interessata nel gruppo belga solamente da IRA nell'8,4% (57 soggetti) con SR medio 5,6 mentre nel gruppo sardo sono

risultate IRA al 4,1% (1 soggetto) e 3 IRS al 12,5% (3 soggetti) con SR medio 1,7. Le grasselle nel 5% del gruppo belga (34 cavalli) hanno mostrato un'OC dei labbri della troclea femorale senza frammenti ed il 3,4% (23 soggetti) un'OC con frammenti sempre a carico dei labbri della troclea femorale. Nel gruppo sardo si è avuta la prevalenza del 4,1% (1 cavallo) di OC senza frammento del labbro laterale della troclea femorale e del 12,5% (3 cavalli) di un leggero appiattimento dei labbri della troclea femorale (**Figura I.19**). Le prevalenze di IRA ed IRS, considerate insieme, per regione anatomica, (**Figura I.20**) sono risultate, nel gruppo belga, 61,5% nel piede anteriore, 18,1% nei nodelli (anteriore e posteriore), 14,9% nel garretto e 5,5% nella grassella mentre nel gruppo sardo 67% nel piede anteriore, 22,1% nei nodelli (anteriore e posteriore), 8,3% nel garretto e 4,1% nella grassella. Le prevalenze di IRA (**Figura I.21**) per regione anatomica sono risultate, nel gruppo belga, 0% nel piede anteriore, 4,8% nei nodelli (anteriore e posteriore), 0% nel garretto e 5,5% nella grassella, mentre nel gruppo sardo 4,1% nel piede anteriore, 8,3% nei nodelli (anteriore e posteriore), 0% nel garretto e 4,1% nella grassella. La prevalenza dei cavalli con IRA per regioni anatomiche esaminate nel gruppo sardo è risultata 4,16% per il piede anteriore, 29,1% per il nodello, 0% per il garretto, 4,26% per la grassella (**Figura I.22**) mentre nel gruppo belga è stata: 0% per il piede anteriore, 17% per il nodello, 0% per il garretto e 8,4% per la grassella. Lo SR medio per regione anatomica è stato maggiore nel gruppo belga rispetto al gruppo sardo a livello della grassella (5,6 e 1,0 rispettivamente), maggiore nel gruppo sardo rispetto al gruppo belga a livello del nodello (2,4 e 1,3 rispettivamente) ed a livello del piede (1,2 e 0,6 rispettivamente). Lo SR medio per gruppo è stato 8,5 nei cavalli belga e 5,6 nei cavalli sardi (**Figura I.23**).

9.4. Discussione e conclusioni

I risultati di questo studio sono in accordo con altri lavori dove è stata evidenziata una relazione tra i siti di lesione ed il peso dei cavalli, secondo i quali i cavalli di grossa mole e più pesanti presentavano un numero maggiore di OC a carico dei garretti (Denoix et al., 1996; Geffroy et al., 1997; Sandgren et al., 1993). Questi stessi studi suggeriscono che a favorire l'insorgenza di OC sia l'accrescimento ponderale durante la fase di massima crescita piuttosto che la struttura finale del cavallo. Questi autori hanno mostrato che i cavalli AA ed i Trottatori hanno più IRA nelle regioni distali degli arti posteriori (pastorale e nodello) rispetto ai cavalli SF e che i SF al contrario hanno più IRA nelle regioni prossimali degli arti posteriori (garretto e grassella) rispetto agli AA. Questa differenza può essere dovuta alla differenza di mole tra gli AA ed i Trottatori da una parte ed i SF dall'altra. I risultati del presente studio, dove il peso dei cavalli belga ($530 \pm 41,09$) è risultato maggiore rispetto a quello dei soggetti sardi ($420 \pm 40,5$), vanno nella stessa direzione, nonostante che il gruppo sardo comprendesse un numero largamente inferiore di cavalli. I cavalli sardi erano più gravemente colpiti nelle regioni distali degli arti, piedi anteriori e nodelli. Ad un'età media inferiore (anni $3,27 \pm 2,04$ del gruppo belga contro $3,75 \pm 1,35$ del gruppo sardo), i cavalli allevati in Belgio presentavano invece un peso superiore rispetto a quelli allevati in Sardegna, fatto che molto probabilmente rende ragione dell'assenza totale di osteofiti/entesofiti del metatarso prossimale in questi ultimi. Risulta relativamente difficile confrontare i risultati di differenti studi riguardanti la prevalenza delle DOD in giovani cavalli in ragione di differenti metodologie di classificazione delle lesioni. L'individuazione di un sistema di classificazione omogenea dei differenti gradi di IRA ed IRS è

indispensabile per confrontare i risultati dei diversi approcci su razze e paesi differenti e si è rivelato utile nel presente studio. Uno degli orientamenti principali degli studi intrapresi è stata l'identificazione precoce delle regioni più esposte a delle lesioni osteoarticolari per individuare quelle da prendere in considerazione nell'esame radiografico durante visita di compravendita (Denoix et al., 1996). Un numero globale di 700 cavalli rappresenta una base di dati sufficiente per rispondere ad un certo numero di domande. Considerando i due gruppi insieme, le regioni prevalentemente esposte alle IRA, dove la maggior parte delle lesioni sono testimoni di DOD, sono: piede anteriore, nodello e garretto. I risultati ottenuti in questo studio a livello del tarso prossimale dei cavalli belga (14,97%) sono un po' più alti rispetto a quelli riportati da altri autori (Sandgren et al., 1993; Carlsten et al., 1993), rispettivamente 10,4% e 10,5%, su un gruppo di cavalli Trottatori, ma molto più bassi nei soggetti sardi (4,1%). Le prevalenze delle IRA ottenute sui nodelli nel loro insieme (19,2% nei cavalli belga; 22,08% nei cavalli sardi) sono al contrario simili a quelli trovati dagli stessi autori, che sono di 21,5% e 29,7% (Sandgren et al., 1993; Carlsten et al., 1993). Risulta invece impossibile confrontare con studi precedenti i dati di prevalenza relativi ai piedi anteriori perché non è presente in letteratura nessun dato in merito. Questo è probabilmente dovuto al fatto che la classificazione delle anomalie radiografiche del piede come espressione di DOD non è unanime (Poulos et al., 1989). Il limite maggiore di questo primo studio è rappresentato dalla differenza di consistenza numerica dei due gruppi inclusi, rispettivamente di 676 e di 24 cavalli. Questo implica che certi tipi di lesioni a debole prevalenza possano essere stati sottostimati nel gruppo sardo a causa del numero inferiore di cavalli inclusi. Questa differenza di numero tra i due gruppi è legata al

modo di reclutamento. Da una parte i cavalli belga fanno parte di un grande programma di screening radiografico obbligatorio per candidati stalloni, dall'altra gli esami radiografici dei cavalli sardi provenivano dalla banca dati di veterinari liberi professionisti e sono stati ottenuti durante visite di compravendita. L'età in media più alta nel gruppo sardo potrebbe influenzare la prevalenza di lesioni degenerative che compaiono più tardivamente, come quelle riscontrate nell'AID. Il gruppo sardo è risultato inoltre meno omogeneo di quello belga in termini di età. L'età, leggermente superiore nel gruppo sardo ($3,75 \pm 1,35$ vs $3,27 \pm 2,04$), può aver influito sulla prevalenza di lesioni di tipo degenerativo (in particolare rimodellamento dei margini articolari e osteofiti) che compaiono più tardivamente e sulla gravità delle lesioni a carico dei piedi anteriori. La gravità delle lesioni riscontrate nei piedi (più importante nel gruppo sardo rispetto a quello belga) potrebbe essere correlata al sistema di allevamento brado, su terreni rocciosi ed irregolari che inducono sollecitazioni meccaniche anomale a carico delle strutture più distali degli arti predisponendole più frequentemente a traumi. Per le lesioni di apparizione giovanile, l'età più elevata non dovrebbe al contrario influenzare il loro aspetto radiografico perché la maggior parte delle IRA si sono dimostrate stabili tra 3 e 6 anni (Robert et al., 1995). I risultati di questo studio preliminare dovrebbero essere elaborati ulteriormente approfondendo alcuni probabili fattori eziologici che intervengono nella comparsa delle DOD, quali la componente genetica, la taglia del soggetto, i fattori biomeccanici connessi a fattori ambientali e di condotta dell'allevamento nonché fattori alimentari. Tra questi, soprattutto le eventuali correlazioni tra il contenuto energetico e minerale della razione alimentare e l'esercizio fisico, in un approccio definito da alcuni autori di tipo eco-patologico

(Denoix et al., 1997). I dati ottenuti potrebbero consentire di stimare la probabilità di comparsa di queste all'interno di un allevamento allo scopo di correggere i fattori di rischio per le principali DOD, aiutando così allevatori e preparatori nella scelta dei migliori sistemi di allevamento e strategie di allenamento. La conoscenza delle DOD può, al pari di altre discipline, entrare a far parte di un più vasto studio multifattoriale sulle cause della contro-performance e diventare mezzo di identificazione precoce, all'interno di allevamenti e scuderie, di cavalli futuri agonisti e di quei soggetti invece a debole potenziale sportivo dove il mantenimento e l'addestramento gravano fortemente sul budget economico delle corse e dei concorsi ippici. Il protocollo di indagine impiegato in questo studio è stato scelto in funzione di 2 criteri: la sua applicabilità su un gruppo di giovani cavalli talvolta poco o per niente manipolati e la sua sensibilità a mettere in evidenza un gran numero di lesioni osteoarticolari per proiezione (Hoppe, 1984; McIlwraith et al., 1991; McIlwraith et al., 1993). L'esame radiografico viene infatti considerato come l'esame diagnostico più sicuro per trovare le anomalie in assenza di segni clinici a riposo (Denoix et al., 1991). Inoltre lo strumentario necessario è facilmente trasportabile sul campo durante visita di compravendita. Allo scopo di individuare le lesioni indotte da DOD nelle articolazioni più comunemente colpite, sembra importante effettuare, almeno delle proiezioni in LM e DP dei piedi anteriori ed una LM dei nodelli, dei garretti e delle grasselle che sono le regioni più esposte alle patologie osteoarticolari giovanili, al fine di evidenziare il maggior numero di anomalie con il minor numero di proiezioni radiografiche. In questo studio non è stato effettuato alcun confronto con esami clinici od altre tecniche di diagnostica per immagini per stimare la quantità di liquido sinoviale all'interno dell'articolazione

interfalangea distale ma i risultati di un lavoro condotto di recente ha rivelato la buona sensibilità dell'esame radiografico per l'individuazione di questa anomalia (Mendoza, 2009). Le lesioni osteocondrali del garretto sono state riscontrate nel 4,7% dei cavalli a livello del rilievo intermedio della coclea tibiale, come riportato da altri autori (Hoppe, 1984; Carlsten et al., 1993; Richardson, 2003; Vos, 2008) e nel 2,5% dei cavalli a livello del labbro mediale della troclea dell'astragalo, valore sovrapponibile ad altri presenti in letteratura (Vos, 2008). Sarebbe interessante e di notevole importanza poter effettuare controlli radiografici successivi per valutare l'influenza del tempo e dell'attività sportiva sulle lesioni di DOD e mostrare l'eventuale evoluzione di queste a seconda dell'articolazione interessata. Gli arti anteriori sono soggetti ad importanti variazioni con il passare del tempo mentre l'esame dei posteriori a 3 anni sembra molto più affidabile per la ricerca delle anomalie riscontrate a 6 anni (Robert et al., 1995). In questo tipo di indagine è tuttavia necessario considerare la possibilità che per superare l'esame di ammissione ai libri genealogici o la visita di compravendita prima di intraprendere la carriera sportiva, un certo numero di cavalli venga sottoposto ad intervento chirurgico successivamente alla diagnosi radiografica di DOD.

Tabella I.1: Sistema di classificazione delle immagini radiografiche (secondo Denoix et al., 1995).

Immagine Radiografica Normale (IRN); Immagine Radiografica Variante anatomica (IRV)

In questa categoria rientrano le immagini che corrispondono a condizioni non considerate patologiche, normalmente riscontrate in cavalli che non presentano segni clinici associati. Per esempio vengono considerati normali i recessi sinoviali a forma di cono situati sul bordo distale dei OSD. Per variante anatomica si intende un'immagine testimone di variazione anatomica e non è mai responsabile di segni clinici. La *crena marginis solearis* della P3 è un esempio di variante anatomica. L'estremità distale del labbro mediale della troclea dell'astragalo ed il processo estensorio della falange distale presentano molteplici varianti anatomiche.

Immagine Radiografica Inabituale (IRI)

In questa categoria rientrano immagini radiografiche riscontrate occasionalmente, di cui non è stata ancora descritta la natura e senza documentate conseguenze cliniche. Alcuni esempi sono dati dalle diverse forme che può avere la P3 (triangolare, etc...) o il suo processo estensorio, l'asimmetria di alcuni OSD, etc ...

Immagine Radiografica Sospetta (IRS)

In questa categoria rientrano le immagini radiografiche le cui conseguenze cliniche o non si conoscono ancora bene, o sono da verificare o sono di moderata entità. Si possono differenziare 4 tipi di immagini sospette:

- Sd: sospette per difetto di documentazione o in disaccordo con la letteratura internazionale, per esempio i noduli calcificati nel legamento sesamoideo distale;
- St: sospette di transizione tra un'immagine normale ed un'immagine patologica, per esempio gli osteofiti sul processo estensorio della P3 che sono una forma di transizione verso lesioni di tipo DJD;
- Sa: sospette per ambiguità di immagine che non permette né di confermare né di escludere la presenza di un'immagine anormale sulle radiografie effettuate, sia per un numero insufficiente di proiezioni che per limiti inerenti il metodo di realizzazione. Per esempio irregolarità della *facies flossoria* dell'OSD, OCD dei malleoli della tibia, sospetto di OCD della spina tibiale;
- Sl: sospette ma legate (concomitanti) ad un'altra anomalia già riscontrata.

Immagine Radiografica Anormale (IRA)

In questa categoria rientrano le immagini patologiche, che possono essere associate sia ad affezioni pregresse che correnti o che possono manifestarsi in futuro. Un esempio abbastanza riscontrato è l'OCD dei nodelli posteriori, o ancora le immagini "a palloncino" visibili sul bordo distale dell'OSD. A seconda dell'espressione clinica ipotizzata di queste anomalie, si possono distinguere 3 categorie (la tolleranza dipende dalla disciplina del soggetto):

- Ai: immagine anormale la cui espressione clinica presente o futura è incerta o poco probabile (alcuni casi di OCD del rilievo intermedio della coclea tibiale);
- Ap: immagine anormale la cui espressione clinica presente o futura è probabile (alcuni casi di OCD della troclea femorale).
- Ac: immagine anormale la cui espressione clinica presente o futura è certa (lesioni degenerative articolari giovanili dell'interfalangea prossimale e distale o metatarsofalangea).

Tableau I.1: Mode de Classification des Images Radiographiques (d'après Denoix et al., 1995).

Image Radiographique Normale (IRN); Image Radiographique Variante anatomique (IRV)

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, et 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 présentent de nombreuses.

Image Radiographique Inhabituel (IRI)

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...

Image Radiographique Suspecte (IRS)

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 distinguées:

- 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 pourraient être cités (irrégularité de la facies flexoria de l'os sésamoïde distal, OCD des malléoles du tibia, suspicion d'OCD de l'épine tibiale).

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

Image Radiographique Anormale (IRA)

Dans cette catégorie sont incluses les images ayant une signification pathologique, qui sont associées à 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 métatarso-phalangienne).

Tabella I.2: Score clinico (SC) e score radiografico (SR) delle immagini radiografiche.

SC	Rilevanza clinica	SR
0	Immagine Radiografica Normale (IRN) o Variante Anatomica (IRV)	0
1	Immagine Radiografica Sospetta (IRS), di transizione, intermedia tra normale ed anormale	1
2	Immagine Radiografica Anormale (IRA), a volte associata a dei segni clinici (espressione clinica incerta)	2
3	Immagine Radiografica Anormale (IRA), spesso associata a segni clinici (espressione clinica probabile)	4
4	Immagine Radiografica Anormale (IRA), sempre associata a segni clinici (espressione clinica certa)	8

Tableau I.2: Gradation et gravité des images radiographiques.

Grades	Signification clinique	Gravité
0	Normale ou variante	0
1	Image suspecte, transitionnelle, intermédiaire entre normale et anormale	1
2	Image anormale, parfois associées à des signes cliniques (expression clinique incertaine)	2
3	Image anormale, souvent associées à des signes cliniques (expression clinique probable)	4
4	Image anormale, toujours associée à des signes cliniques (expression clinique certaine)	8

Tabella I.3: Segni radiografici riscontrati nel gruppo belga e sardo.

Segno radiografico	% cavalli belga	% cavalli sardi
PIEDE		
Distensione sinoviale del recesso dorsale di P3	45%	66,6
Frammento distale del bordo dell'OSD	8,6	45,7
Frammento del processo estensorio di P3	2,2	12,5
Talloni bassi	–	12,5
Punta dello zoccolo lunga	–	16,6
Angolo di P3 orizzontale od invertito	–	16,6
NODELLO		
Tumefazione dorsale tessuti molli	–	66,1
Rimodellamento dorso-proximale di P1	15,2	37,5
Frammento dorsale all'estremità proxim. di P1	5,9	8,3
Irregolarità estrem. proxim della cresta sagittale	16,1	20,8
GARRETTO		
Osteofita/entesofita dorsale art. tarso-metatarsica	8	–
OC coclea tibiale	4,7	–
Leggera depressione labbro mediale della troclea	–	4,16
OC labbro mediale troclea dell'astragalo	2,5	–
OC tubercolo proximale dell'astragalo	1	–
Cisti ossea subcondrale dell'osso tarsale III	–	4,16
GRASSELLA		
OC troclea femorale senza frammenti	5	4,16
OC troclea femorale con frammenti	3,4	–
Leggero appiattimento labbri troclea femorale	–	12,5

Tableau I.3: Signes radiographiques trouvés dans le groupe belge et sarde.

Signe radiographique	% groupe belge	% groupe sarde
PIED		
Distension synoviale du <i>recessus</i> dorsal de P3	45%	66,6
Fragment distal du bord de l'OSD	8,6	45,7
Fragmento du <i>processus extensorius</i> de P3	2,2	12,5
Tallons bas	–	12,5
Pince du sabot allongée	–	16,6
Angle de P3 horizontale ou inversé	–	16,6
BOULET		
Gonflement des tissus mous	–	66,1
Remodelage dorso-proximal de P1	15,2	37,5
Fragment dors. à l'extrémité proximale de P1	5,9	8,3
Irrégularité extrémité proximale de la crête sagit.	16,1	20,8
JARRET		
Ostéo/entésophite dors. art. tarso-metat.	8	–
OC cochlée tibiale	4,7	–
Legère depression lèvre médial de la	–	4,16
OC lèvre médial trochlée du talus	2,5	–
OC tubercule proximal du talus	1	–
Kyste sous-chondral dans l'os tarsal III	–	4,16
GRASSET		
OC trochlée fémorale sans fragments	5	4,16
OC trochlée fémorale avec fragments	3,4	–
Léger méplat des lèvres de la trochlée fémorale	–	12,5



Figura I.1: Effusione sinoviale dell'articolazione interfalangea distale in un cavallo del gruppo belga.

Figure I.1: Distension synoviale de l'articulation interphalangienne distale dans un cheval du groupe belge.



Figura I.2: Effusione sinoviale dell'articolazione interfalangea distale in un cavallo del gruppo sardo con angolo della falange distale inferiore a 0°.

Figure I.2: Distensionsynoviale de l'articulationinterphalangienne distale dans un cheval du groupe sarde avec angle de la phalange distale inversé.



Figura I.3: Fossette sinoviali sull'osso sesamoide distale in numero maggiore di 4 in un cavallo del gruppo sardo.

Figure I.3: Fossettes synoviales sur l'os sésamoïde distal en nombre supérieur à 4 dans un cheval du groupe sarde.



Figura I.4: Frammento osseo al bordo distale dell'osso sesamoide distale in un cavallo del gruppo sardo.

Figure I.4: Fragment osseux du bord distal de l'os sésamoïde distal dans un cheval du groupe sarde.



Figura I.5 : Osteofita sul processo estensorio della falange distale (segno di malattia degenerativa dell'articolazione interfalangea distale) in un cavallo del gruppo belga.

Figure I.5: Osteophyte du processus extensorius de la phalange distale comme signe d'arthropathie dégénérative de l'articulation interphalangienne distale dans un cheval du groupe belge.



Figura I.6: Osteofita sul processo estensorio della falange distale (segno di malattia degenerativa dell'articolazione interfalangea distale) in un cavallo del gruppo sardo.

Figure I.6: Osteophyte du processus extensorius de la phalange distale (signe d'arthropathie dégénérative de l'articulation interphalangienne distale) chez un cheval du groupe sarde.



Figura I.7: Rimodellamento del bordo dorsoproximale della falange prossimale in un cavallo del gruppo sardo con osteocondrosi della cresta dorsale del condilo del metacarpo (depressione della cresta).

Figure I.7: Remodelage du bord dorsoproximal de la phalange proximale chez un cheval du groupe sarde avec osteocondrose de la crête du condyle métacarpien (encoche).



Figura I.8: Frammento dorsale della cresta dorsale del condilo del metatarso (a sinistra) e frammento all'estremità dorsoproximale della falange prossimale (a destra) in 2 cavalli del gruppo belga.

Figure I.8: Fragment dorsal de la crête du condyle métatarsien (à gauche) et fragment dorsal à l'extrémité proximale de la phalange proximale (à droite) chez 2 chevaux du groupe belge.

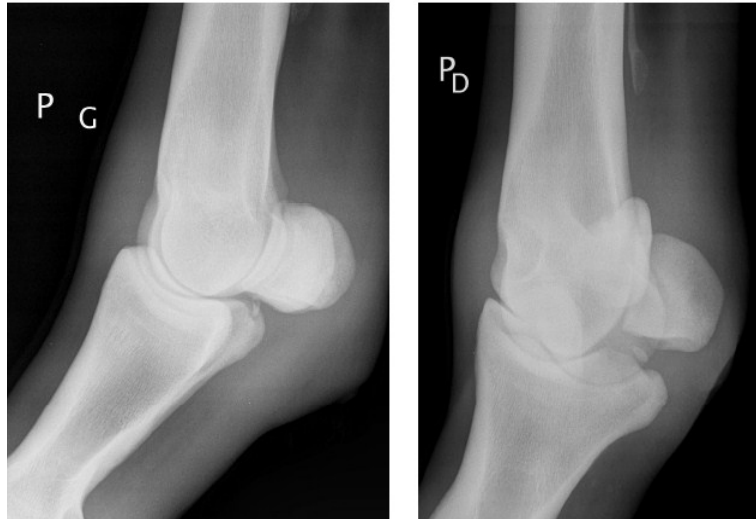


Figura I.9: Frammento osteocondrale sesamoido-falangeo plantare in 2 cavalli del gruppo belga.

Figure I.9: Fragment sésamoïdo-phalangien plantaire dans 2 chevaux du groupe belge.

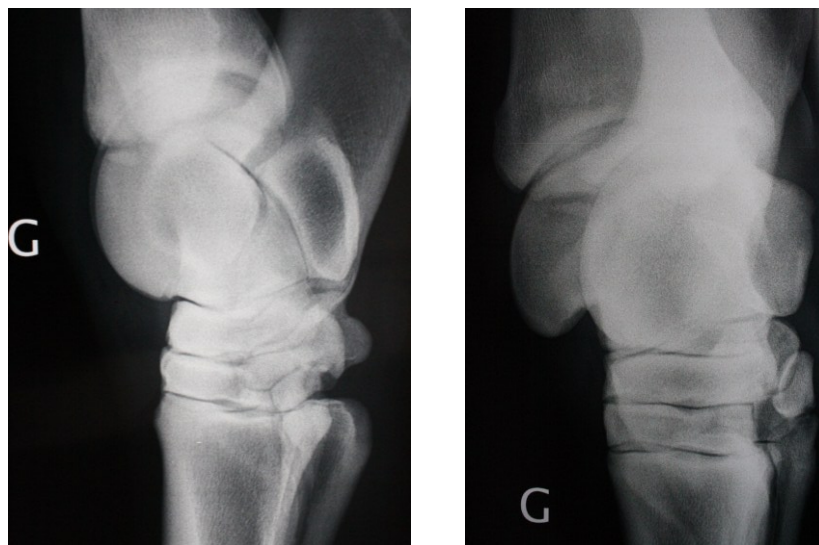


Figura I.10: Osteocondrosi del rilievo intermedio della coclea tibiale con frammento in un cavallo del gruppo belga.

Figure I.10: Osteochondrose de la cochlée tibiale avec fragment dans un cheval du groupe belge.

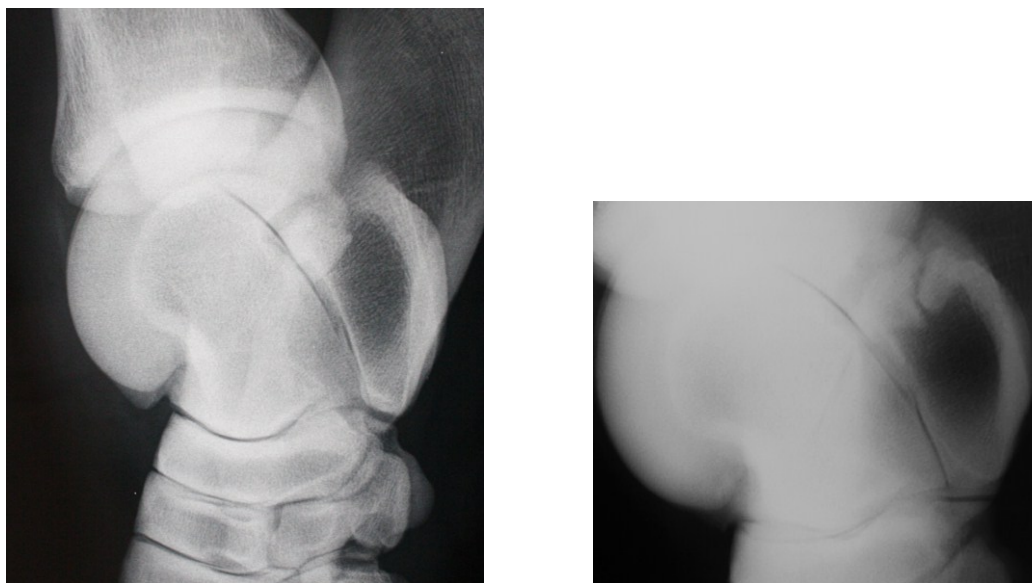


Figura I.11: Osteocondrosi del tubercolo prossimale dell'astragalo in 2 cavalli del gruppo belga.

Figure I.11: Ostéochondrose du tubercule proximal du talus dans un cheval du groupe belge.



Figura I.12: Lesione cistica subcondrale dell'osso tarsale III in un cavallo del gruppo belga.

Figure I.12: Kyste sous-chondral dans l'os tarsal III dans un cheval du groupe belge.

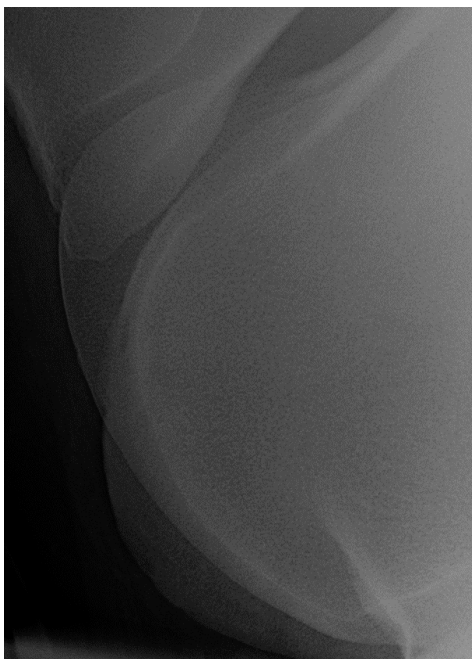


Figura I.13: Osteocondrosi della troclea femorale senza frammenti in un cavallo del gruppo sardo.

Figure I.13: Osteochondrose de la trochlée fémorale sans fragments dans un cheval du groupe sarde.



Figura I.14: Osteocondrosi della troclea femorale con presenza di frammenti in un cavallo del gruppo belga.

Figure I.14: Ostéocondrose de la trochlée fémorale avec fragment dans un cheval du groupe belge.

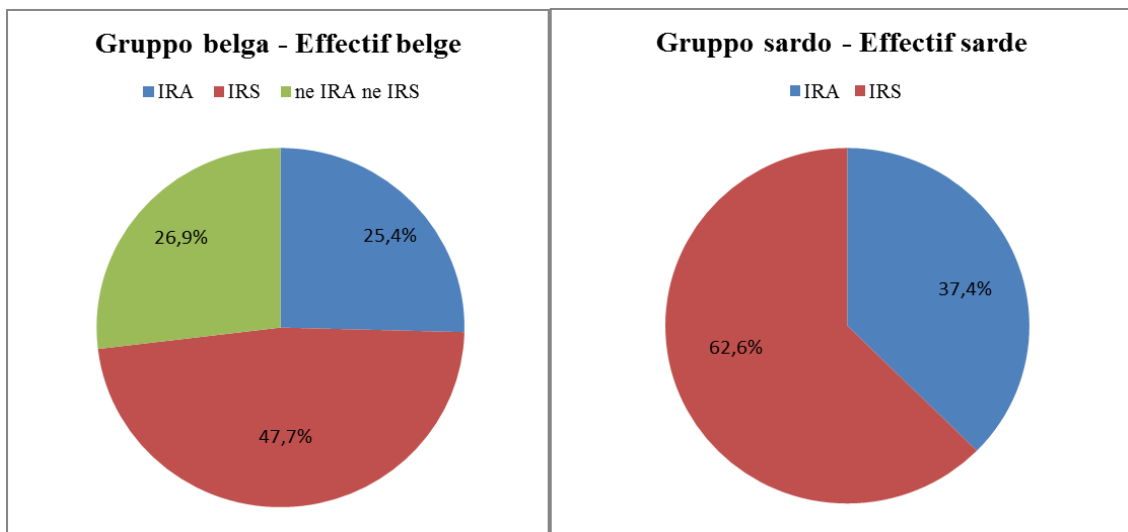


Figura I.15: Prevalenza dei cavalli con e senza IRA e IRS nel gruppo belga e sardo.

Figure I.15: Prévalence des chevaux sans et avec IRA et IRS dans l'effectif belge et sarde.

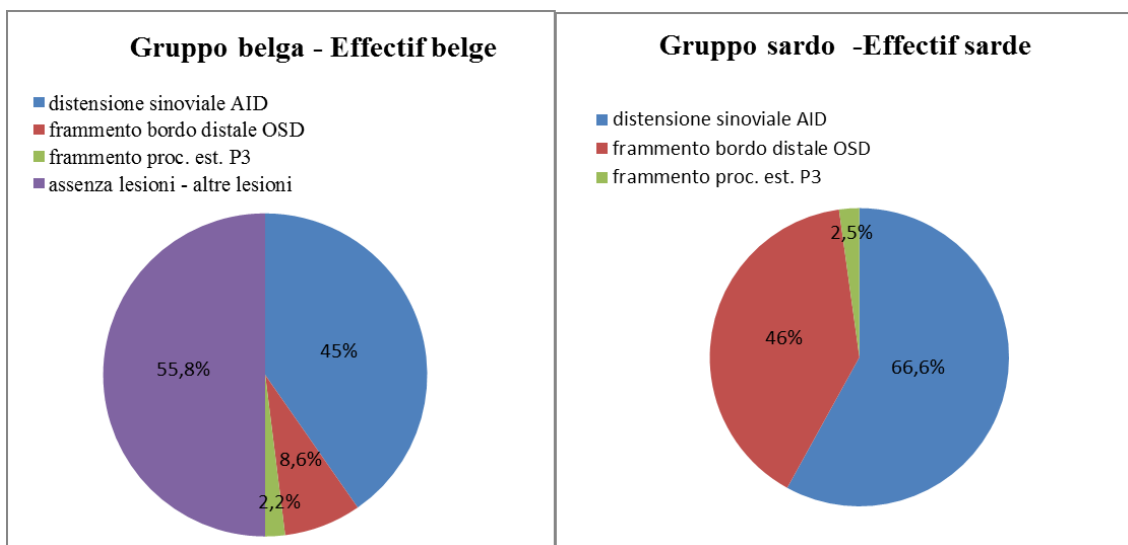


Figura I.16: Prevalenza delle lesioni nel piede anteriore nel gruppo belga e sardo.

Figure I.16: Prévalence des lésions du pied dans l'effectif belge et sarde (45%, 66,6% distension synovial; 8,6%, 46% nodule du bord distal OSD; 2,2%, 2,5% nodule processus extensorius P3; 55,8% absence lesions/autres lesions).

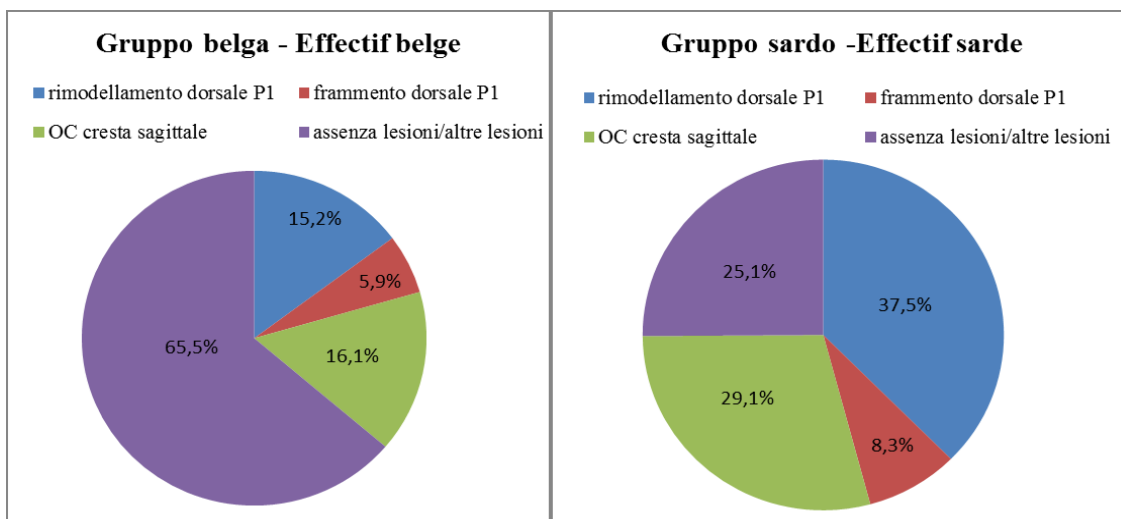


Figura I.17: Prevalenza delle lesioni nei nodelli nel gruppo belga e sardo.

Figure I.17: Prévalence des lésions des boulets dans l'effectif belge et sarde (15,2%, 37,5% remodelage dorso-proximal de P1; 5,9%, 8,3% nodule dorsal de P1; 16,1%, 29,1% OC de la crête sagittale du condyle; 65,5%, 25,1% absence lésions/autres lésions).

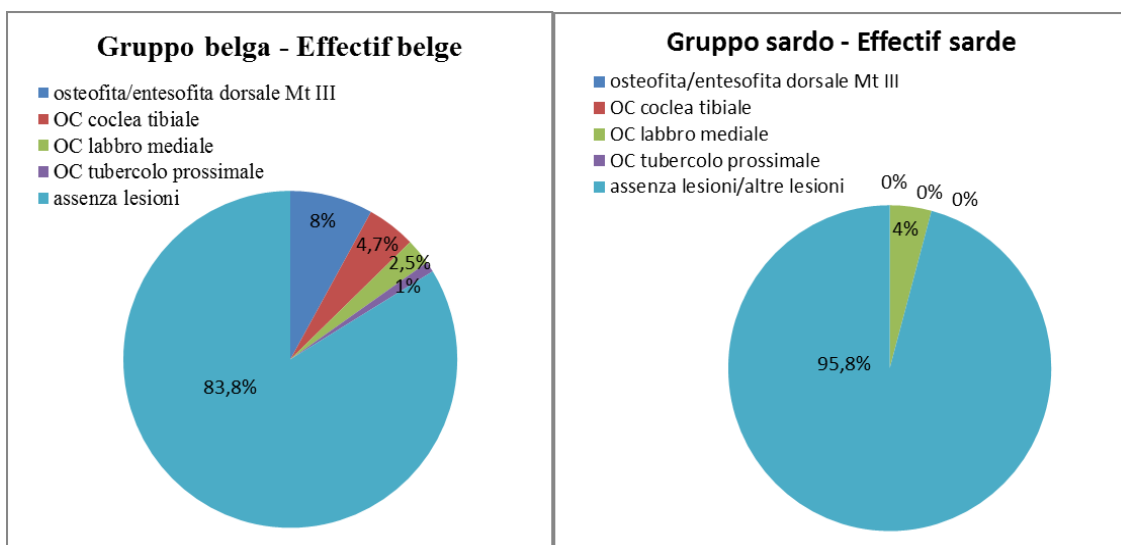


Figura I.18: Prevalenza delle lesioni nel garretto nel gruppo belga e sardo.

Figure I.18: Prévalence des lésions du jarret dans l'effectif belge et sarde (8%, 0% ostéophyte/enthésophyte dorsal de MtIII; 4,7%, 0% OC cochlée tibiale; 2,5%, 0% OC de la lèvre médial du talus; 1%, 0% OC tubercule proximal du talus; 83,8%, 95,8% absence lésions/autres lésions).

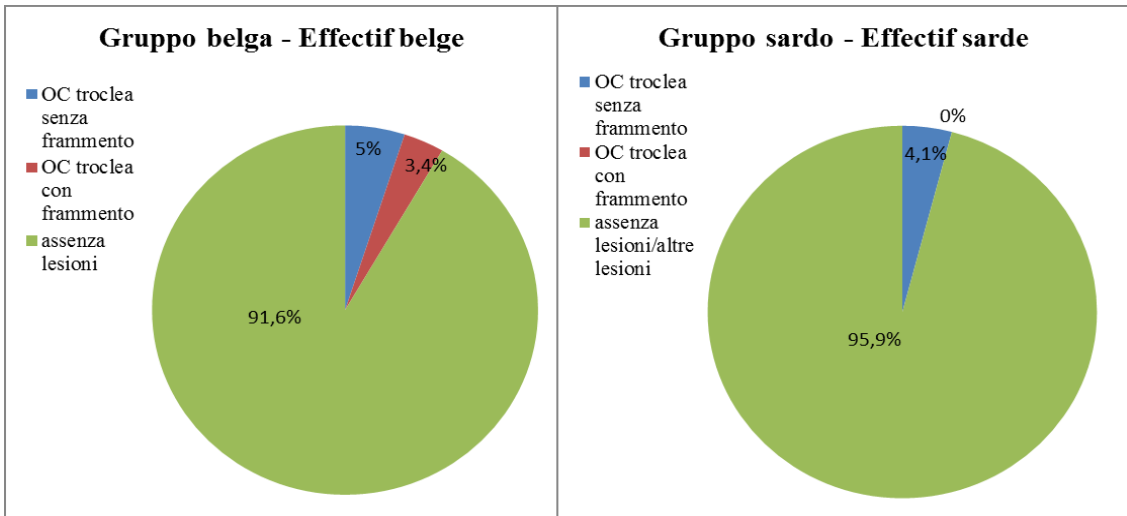


Figura I.19: Prevalenza delle lesioni nella grassella nel gruppo belga e sardo.

Figure I.19: Prévalence des lésions du grasset dans l'effectif belge et sarde (5%, 4,1% OC trochlée fémorale sans fragment ; 3,4%, 0% OC trochlée fémorale avec fragment ; 91,6%, 95,9% absence lésions/autres lésions).

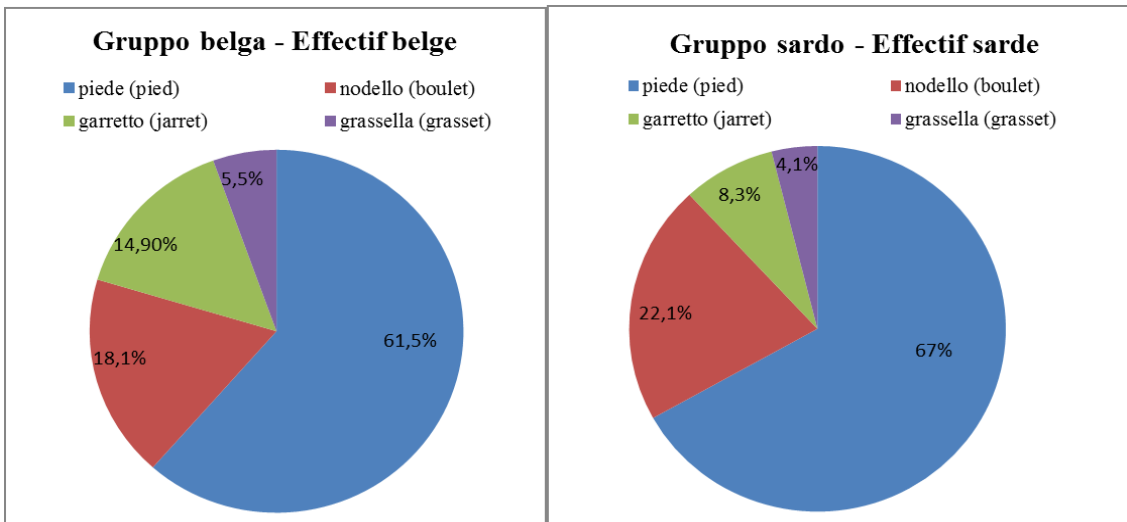


Figura I.20: Prevalenze di IRA e IRS per regione anatomica nel gruppo belga e sardo.

Figure I.20: Prévalence de IRA et IRS par région anatomique dans l'effectif belge et sarde.

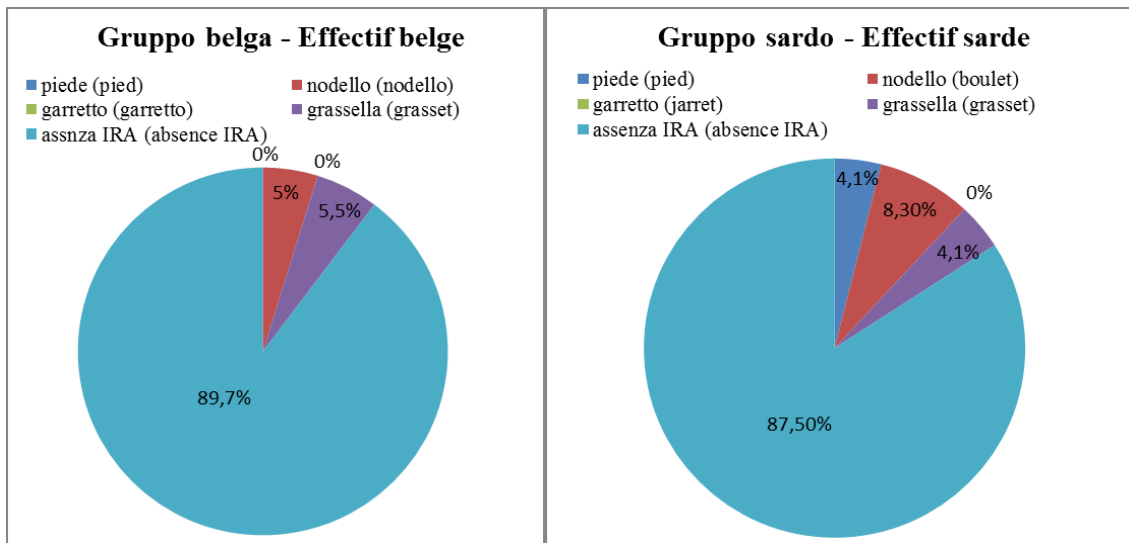


Figura I.21: Prevalenza di IRA per regione anatomica nel gruppo belga e sardo.

Figure I.21: Prévalence de IRA par région anatomique dans l'effectif belge et sarde.

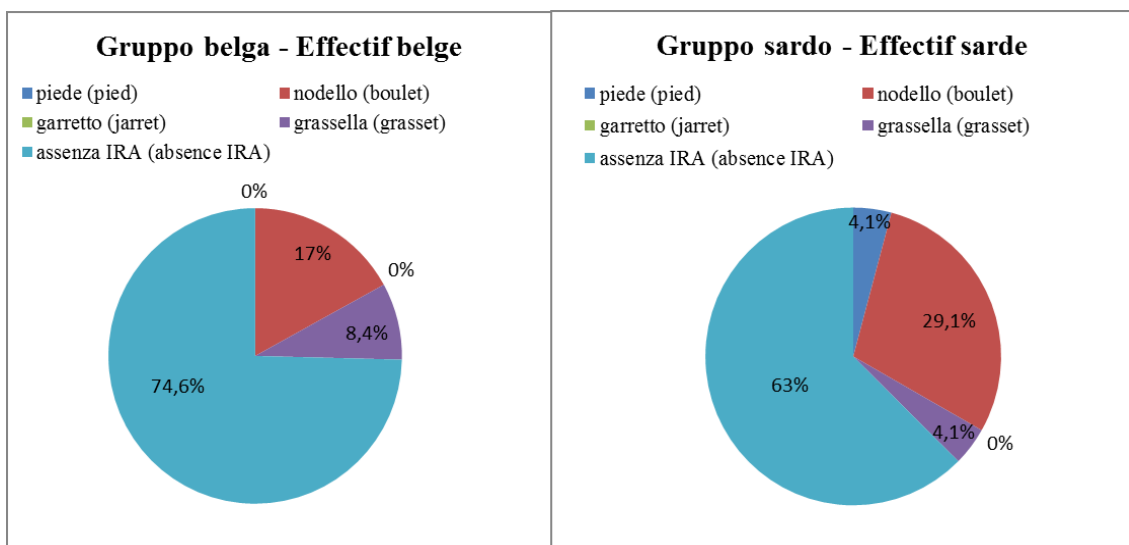


Figura I.22: Prevalenza dei cavalli con IRA per regioni anatomiche esaminate nel gruppo belga e sardo.

Figure I.22: Prévalence des IRA par site selon l'effectif d'affectation dans l'effectif belge et sarde.

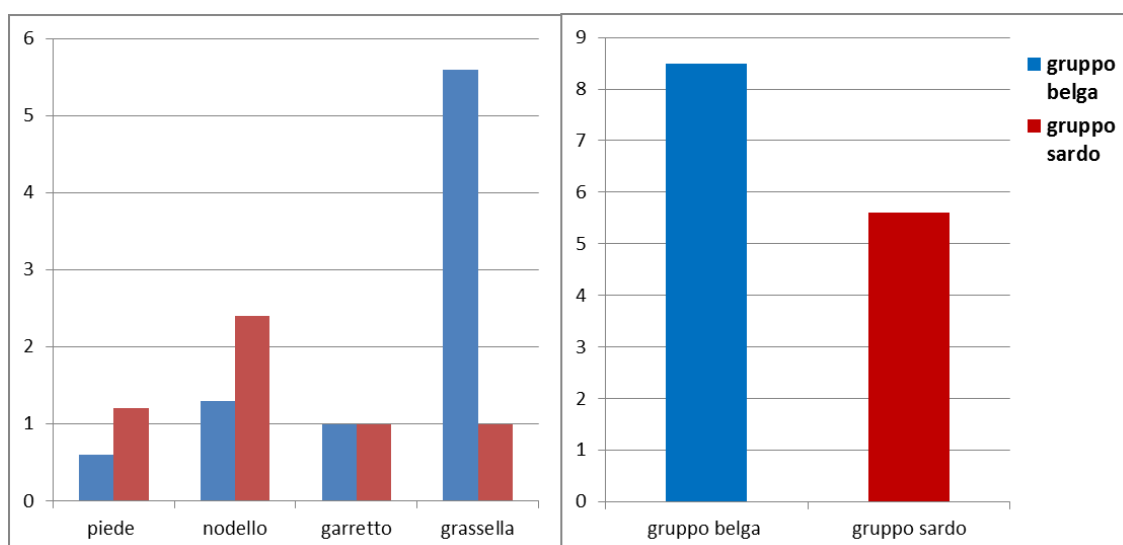


Figura I.23: SR medio per regione anatomica esaminata (sx) e SR totale (dx) nel gruppo belga e sardo.

Figure I.23: SR moyen par région anatomique (G) et SR global (D) dans l'effectif belge (bleue) et sarde (rouge), G → D : pied, boulet, jarret, grasset.

9.5. Bibliografia

ALVARADO A., MARCOUX M., BRETON L., “*Manifestations radiologiques de maladie articulaire dégénérative juvénile chez de jeunes chevaux Standardbred avant l'entraînement*“, *Prat. Vet. Éq.*, 1993;25:11-18, 1995.

AUDIGIÉ F., DENOIX J.M., HEILES Ph., REGNAULT Jc., TAVERNIER L., ROUX K., “*Depistage radiographique des lésions des jarrets sur 150 jeunes chevaux*“, *Pratique Vétérinaire Equine*, Vol. 25, n°2, 123-128, 1993.

BOULET C., RICARD A., DENOIX J.M., “*Influence des images radiographiques sur les d'un effectif de chevaux de race française*“, In:

Compte-rendu de la 24^o journée de la recherche équine, Institut du Cheval, 93-102, 1998.

BREHM W., STAECKER W., *“Osteochondrosis in the tarsocrural joint of Standardbred trotters. Correlation between radiographic findings and racing performance”*, In: proceedings of AAEP, 45:164-166,1999.

CARLSTEN J., SANDGREN B., DALIN G., *“Dépistage radiographique des lésions des jarrets sur 150 jeunes chevaux”*, Pratique Vétérinaire Equine, 25, (2), 123-128, 1993.

COUROUCE A., GEFFROY O., VALETTE J.P., *“Pathologie ostéo-articulaire juvénile chez le cheval trotteur français: prévalence et relation avec la performance”*, In: proceeding of 6th Congress of Equine Medicine and Surgery, 89-101, 1999.

DENOIX JM, *“Valeur et limites de l'examen radiographique lors de la visite d'achat ”*, CEREOPA-ERPC, 17^o Journée d'Étude, 133-141, 1991.

DENOIX J.M., VALETTE J.P., ROBERT C., HOULIEZ D., HEILES P.H., *“Prévalence des images radiographiques anormales dans les membres de 575 chevaux de races française âgés de trois ans”* Prat. Vét. Éq., 28:97-104, 1996.

DENOIX J.M., VALETTE J.P., ROBERT C., BOUSSEAU B., PERROT P., HEILES P., HOULIEZ D.X., AUDIGIÉ F., MORREAU H., BLANCHARD L., NEIMAN L., TOUZOT G., BUSONI V., GUTTON L.,

TAVERNIER L., “*Étude radiographique des affections ostéo-articulaires juvéniles (AOAJ) chez des chevaux de races françaises âgés de trois ans: présentation globale des résultats sur 761 sujet*“, Bull. Soc. Vét. Prat., 81:53-70, 1997.

DENOIX J.M., VALETTE J.P., HEILES P., RIBOT X., TAVERNIER L., “*Etude radiographique des affections ostéo-articulaires juvéniles (AOAJ)chez des chevaux de races françaises, âgés de trois ans : présentation globale des résultats sur 1180 sujets*“, Pratique Vétérinaire Equine, vol 32, n°26, 35-41, 2000.

DOUGLAS J., “*Pathogenesis of osteochondrosis, Developmental orthopaedic diseases and Lameness*”, In: M. W. Ross and S. J. Dyson, Diagnosis and management of lameness in the horse. W. B. Saunders: Philadelphia, Pa. ; London, 534-543, 2003.

GEFFROY O., COUROUCÉ A., VALETTE J.P., KRAFT E., “*Pathologie ostéo-articulaire juvénile chez le cheval trotteur: étude préliminaire*“, Prat. Vét. Éq., 29:191-199, 1997.

HOPPE F., “*Radiological investigations of osteochondrosis dissecans in Standardbred Trotters and Swedish Warm-blood horses*“, Equine Vet. J., 16(5):425-429, 1984.

JEFFCOTT L.B., “*Osteochondrosis in the horse – searching for the key of pathogenesis*“, Equine Vet. J., 23:331-338, 1991.

KANE A.J., PARK R.D., MCILWRAITH C.W. et al., “*Radiographic changes in Thoroughbred yearlings. Part 1: prevalence at the time of the yearling sales*“, Equine Vet J 35:354, 2005.

LAWS E.G., RICHARDSON D.W., ROSS M.W., MOYER W., “*Racing performance of Standardbreds after conservative and surgical treatment for tarsocrural osteochondrosis*“, Equine Vet. J., 25:199-202, 1993.

MC ILWRAITH C.W., FOERNER J.J., DAVIS D.M., “*Osteochondrosis dissecans of the tarsocrural joint: result of treatment with arthroscopic surgery*“, Equine Vet. J., 23(3):155-162, 1991.

MC ILWRAITH C.W., “*Interference from referred clinical cases of osteochondritis dissecans*“, Equine Vet. J., 23(3):155-162, 1993.

MENDOZA P., “*Relative values of radiography and ultrasonography for the evaluation of synovial effusion in the ex-vivo equine distal interphalangeal joint*“, Complementary Masters Thesis: Equine Clinic, Department of Clinical Sciences of the companion animals and equids. University of Liège, Liège : pages p.45, 2009.

POOL R.R., “*Difficulties in definition of equine osteochondrosis; differentiation of developmental and acquired lesions*“, Equine Vet. J. Suppl., 16, 5-12, 1993.

POULOS, P.W., BROWN, A., BROWN, E. AND GAMBOA, L., “*On*

navicular disease in the horse. A roentgenological and patho-anatomic study. Part II. Osseous bodies associated with the impar ligament“, Vet. Radiol. 30, 50-53, 1989.

RICHARDSON D.W., *“Diagnosis and Management of Osteochondrosis and Osseous Cyst-like Lesions”*, In: M. W. Ross and S. J. Dyson, *Diagnosis and management of lameness in the horse*. W. B. Saunders: 549-554, 2003.

ROBERT C., DENOIX J.M., HOULIEZ D., *“Evolution des images radiographiques des articulations des membres de chevaux entre 3 et 6 ans. Résultats préliminaires sur 46 sujets”*, Prat. Vet. Equine 27(3), 143-152, 1995.

SANDGREN B., DALIN G., CARLSTEN J., *“Osteochondrosis in tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints in Standardbred Trotters”*, I. Epidemiology. Equine Vet. J. Suppl. 16:31-37, 1993.

STOCK K.F., DISTL O., *“Evaluation of expected response to selection for orthopedic health and performance traits in Hanoverian Warmblood horses”*, Am. J. Vet. Res., 66, 1371-1379, 2005.

TOUZOT-JOURDE G., RICARD A., DENOIX J.M., *“Estimation de l'héritabilité des affections ostéo-articulaires juvéniles dans un effectif de chevaux affiliés par le père”*, In: *Compte-rendu de la 24^e journée de la recherche équine*, Institut du Cheval, 135-145, 1998.

VALETTE J.P., DENOIX J.M., BOULET C, MONNET Y., “*Pathologie ostéo-articulaire juvénile : bilan de l’étude sur 246 poulains de 1 et 2 ans. provenant de la région de Basse Normandie*“, In : Compte-rendu de la 26° journée de la Recherche équine, Institut du Cheval, 1° mars 2000.

VOS N.J., “*Incidence of osteochondrosis (dissecans) in Dutch Warmblood horses presented for prepurchase examination*“, Ir. Vet. J., 61, 33-37, 2008.

10. STUDIO II

Correlazione tra conformazione del piede ed effusione dell'articolazione interfalangea distale agli arti anteriori in giovani cavalli all'inizio della preparazione atletica.

10.1. Introduzione

Lo screening radiografico dei cavalli nelle visite di compravendita e di ammissione ai libri genealogici è un importante mezzo di valutazione dello stato osteo-articolare dell'animale (Audigié, 1993) e costituisce un utile strumento per ulteriori indagini. Consente da una parte di vedere in anticipo segni premonitori di future patologie articolari e dall'altra di adottare appropriate strategie di allevamento volte a ridurre la presenza di patologie articolari su base genetica. L'effusione dell'articolazione interfalangea distale è uno dei segni radiografici di più comune riscontro nei giovani cavalli, viene evidenziata anche in soggetti clinicamente sani, soprattutto agli arti anteriori e secondo alcuni autori può essere causata da un'impropria e reiterata sollecitazione meccanica del piede all'inizio della preparazione atletica (Verwilghen et al., 2009). Il pareggio può influire enormemente sulla conformazione esteriore del piede, sull'allineamento dell'asse zoccolo-pastorale e sulla posizione della terza falange all'interno dello zoccolo, potendo modificare in maniera significativa il valore dei numerosi parametri visibili in tutte le proiezioni radiografiche, soprattutto in quella latero-mediale (LM) (Kummer et al., 2005). Veterinari e maniscalchi sostengono che molte delle zoppie viste oggi potrebbero essere prevenute o trattate con adeguati pareggio e ferratura, pianificati mediante esami radiografici (O'Grady et al., 2001). Conformazioni del piede caratterizzate da punta lunga e talloni bassi, tendono ad aumentare il

carico sulle porzioni palmari del piede, comportando alterazioni biomeccaniche quali l'estensione dell'articolazione interfalangea distale e l'aumento dell'angolo di deviazione del tendine flessore profondo del dito intorno all'osso navicolare (O'Grady et al., 2001). Un ridotto rapporto altezza talloni / altezza parete dorsale dello zoccolo ed un diminuito angolo della falange distale, aumentano la forza che si esercita sull'osso navicolare, predisponendo i cavalli alla sindrome podotrocleare (Eliashar et al., 2004). Nei piedi affetti da lesione dell'osso navicolare, da sola oppure associata a lesione del tendine flessore superficiale delle falangi, la lunghezza della parete dorsale dello zoccolo è risultata aumentata mentre il rapporto altezza talloni / altezza parete dorsale dello zoccolo diminuito (Dyson et al., 2010). Il presente lavoro valuta le principali misure radiografiche che descrivono la conformazione del piede, allo scopo di individuare le condizioni maggiormente associate alla presenza di effusione all'articolazione interfalangea distale in giovani cavalli all'inizio della preparazione atletica.

10.2. Materiali e metodi

Sono state prese in esame le radiografie in proiezione LM dei piedi anteriori di stalloni di 2-3 anni, di razza e peso differenti presentati alla Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università di Liegi nel periodo compreso tra il 2006 ed il 2010 per screening radiografico necessario all'ammissione come riproduttore al "Royal Belgian Sports Horse Society" (Studbook sBs). Per questo studio sono stati scelti in maniera casuale 25 soggetti esenti da segni radiografici a carico dei piedi anteriori (gruppo N) ed altri 25 con la sola evidenza radiografica di effusione dell'articolazione interfalangea distale (gruppo E) (**Figura II.1**). L'esame radiografico era

stato condotto previa sferratura e pulizia del fettone. L'arto è stato posto in appoggio unipodale su un blocco di legno piano di 10 cm di altezza, la distanza fuoco-film è stata sempre di 100 cm. La cassetta, cm 18x24, è stata posizionata mediante un reggicassetta, parallelamente al piano sagittale del piede, con il lato lungo orizzontale. Il fascio primario è stato puntato al centro del piede perpendicolarmente al suo piano sagittale, in modo da dividere in parti uguali le distanze dalla punta dello zoccolo ai talloni e dalla corona al bordo soleare. La collimazione ha incluso i 2/3 distali della falange prossimale ed i limiti esterni della scatola cornea. Le radiografie sono state processate con metodo indiretto con sviluppatrice Agfa modello CR 25.0. La lettura dei radiogrammi era stata effettuata una prima volta nella Facoltà di Liegi da 2 radiologi diplomati dell'European College of Veterinary Diagnostic Imaging (ECVDI) ed una seconda volta nella Facoltà di Ghent, da 2 radiologi anch'essi diplomati ECVDI, uno dei quali aveva già effettuato la prima lettura all'Università di Liegi. La diagnosi finale è stata formulata per consenso dei radiologi senior di entrambe le Facoltà. La presenza di effusione all'articolazione interfalangea distale è stata valutata tramite l'esame del profilo dorsale dei tessuti molli a livello della faccia dorsale della seconda falange secondo i criteri utilizzati da Verwilghen e collaboratori (Verwilghen et al., 2009). Successivamente, sulle radiografie dei piedi selezionati per questo lavoro sono state effettuate, da parte di un unico lettore medico veterinario, le misure dei seguenti parametri: lunghezza della parete dorsale (DWL), lunghezza della punta dello zoccolo (P3T), spessore della suola (ST), rapporto altezza talloni/altezza parete dello zoccolo (PH/DH), angolo dello zoccolo (HA), angolo della terza falange (P3BA), angolo tra parete dorsale dello zoccolo e faccia dorsale della terza falange (DWP3A) (**Figura II.2;**

Tabella II.1; Tabella II.2). Ogni parametro è stato misurato 3 volte e la media aritmetica delle 3 misure è stata utilizzata per le analisi statistiche. È stato inoltre preso in considerazione il peso in Kg di ciascun cavallo, registrato all'atto della visita. I dati ottenuti sono stati elaborati statisticamente mediante t-test per verificare differenze tra i due gruppi (gruppo N e gruppo E) nei parametri considerati e mediante coefficiente di Pearson (r) per evidenziare correlazioni tra i parametri citati e la presenza di effusione all'articolazione interfalangea distale e tra i diversi parametri nei 2 gruppi (N ed E).

10.3. Risultati

Fra i due gruppi è stata rilevata differenza significativa nella maggior parte dei parametri considerati. Le medie delle misure ottenute sono riportate nella (**Tabella II.3; Tabella II.4**) Nei piedi con effusione, rispetto ai piedi senza effusione sono stati riscontrati valori più elevati nella lunghezza della punta dello zoccolo ($E = 3,80 \pm 0,55$; $N = 3,42 \pm 0,48$ con $p < 0,01$) e valori più piccoli nell'angolo dello zoccolo ($E = 52,62 \pm 2,75$; $N = 54,49 \pm 3,14$ con $p < 0,05$), nell'angolo della terza falange ($E = 3,76 \pm 0,68$; $N = 6,39 \pm 1,29$ con $p < 0,001$) e nel rapporto altezza talloni/altezza parete dello zoccolo ($E = 0,44 \pm 0,03$; $N = 0,47 \pm 0,07$ con $p < 0,05$). Il peso corporeo è risultato significativamente maggiore nei cavalli con effusione ($E = 556 \pm 40,28$; $N = 523 \pm 46,16$ con $p < 0,05$). Differenze non significative sono state invece riscontrate in lunghezza della parete dorsale ($E = 10,57 \pm 0,82$; $N = 10,26 \pm 1,13$ con $p > 0,05$), spessore della suola ($E = 1,90 \pm 0,49$; $N = 1,97 \pm 0,43$ con $p > 0,05$), angolo tra parete dorsale dello zoccolo e faccia dorsale della terza falange ($E = 2,39 \pm 1,35$; $N = 2,43 \pm 1,48$ con $p > 0,05$) (**Figura II.3**). E' stata inoltre riscontrata correlazione tra i seguenti parametri: lunghezza

della punta dello zoccolo P3T negativamente correlata con angolo della terza falange P3BA ($r = -0,337$ con $p \leq 0,05$ nel gruppo E; $r = -0,298$ non significativo nel gruppo N) e positivamente correlata con lunghezza della parete dorsale dello zoccolo DWL ($r = 0,762$ nel gruppo E; $r = 0,653$ nel gruppo N con $p \leq 0,01$ in entrambi i gruppi) e spessore della suola ST ($r = 0,664$ con $p \leq 0,01$ nel gruppo E; $r = 0,378$ non significativo nel gruppo N); angolo della terza falange P3BA negativamente correlato con lunghezza della parete dorsale dello zoccolo DWL ($r = -0,390$ con $p \leq 0,05$ nel gruppo E; $r = -0,365$ con $p < 0,05$ nel gruppo N) e positivamente correlato con angolo dello zoccolo HA ($r = 0,463$ nel gruppo E; $r = 0,390$ nel gruppo N con $p \leq 0,01$ in entrambi i gruppi); lunghezza della parete dorsale dello zoccolo DWL negativamente correlata con angolo dello zoccolo HA ($r = -0,423$ nel gruppo E con $p \leq 0,01$; $r = -0,338$ nel gruppo N con $p \leq 0,05$) (**Figura II.4; Figura II.5; Figura II.6; Figura II.7; Figura II.8**).

10.4. Discussione e conclusioni

L'effusione dell'articolazione interfalangea distale è un reperto di frequente riscontro durante l'esame clinico e radiografico agli arti anteriori di cavalli in allenamento. È espressione di sinovite di gradi differenti di gravità, non è necessariamente associata a zoppia e può manifestarsi in forma sia monolaterale che bilaterale (Dyson, 2003). I risultati di questo studio dimostrano che l'effusione è fortemente associata ad una conformazione del piede caratterizzata da punta lunga (intesa come allungamento relativo sia della punta dello zoccolo che della lunghezza della parete dorsale) e da talloni bassi. Gli stessi piedi presentano inoltre angolo dello zoccolo minore ed angolo della terza falange prossimo allo zero sino a diventare, in alcuni casi, persino negativo (**Figura II.9**). Tutto ciò, insieme al rilievo di una

buona correlazione tra presenza di effusione e peso corporeo superiore, sostiene l'ipotesi che la conformazione del piede punta lunga – talloni bassi, in giovani cavalli sportivi di maggiore peso all'inizio della loro preparazione atletica, aumenti il carico di lavoro nell'articolazione interfalangea distale. È noto come la conformazione del piede giochi un ruolo fondamentale sulle sollecitazioni meccaniche dell'articolazione interfalangea distale (Smith et al., 2004) tanto che perfino l'intervallo di tempo tra le ferrature, in occasione delle quali vengono effettuati pareggio ed eventuali correzioni di conformazione dello zoccolo, risulta determinante sulla durata di un dolore che dovesse essere presente (Boswell et al., 2003). Il rilevamento precoce della presenza di effusione può quindi risultare un utile stimolo alla presa in considerazione della conformazione del piede, in modo da favorirne una sua altrettanto precoce gestione. Tutto ciò è di grande importanza per il futuro sportivo del soggetto, dal momento che il persistere di un'inflammatione a carico delle strutture coinvolte può determinare danno articolare irreversibile con conseguente artropatia cronica (Dyson, 2003). La sensibilità dell'esame radiografico per l'effusione era già stata suggerita dallo studio di Verwilghen e collaboratori ed era stata dimostrata da uno studio preliminare su arti isolati (Mendoza, 2009). I risultati qui riportati confermano che il segno radiografico di effusione possa essere usato per lo screening dei giovani cavalli e concordano con l'ipotesi che l'effusione possa essere un segno di eccessiva sollecitazione articolare. Nonostante non sia stata valutata la ripetibilità delle misure ottenute, la relativamente bassa deviazione standard riscontrata suggerisce una altrettanto bassa variabilità delle misure stesse, effettuate peraltro su piedi radiografati sempre nelle stesse condizioni. La distanza fuoco-film è sempre stata di un

metro esatto e nonostante l'ingrandimento radiografico non sia stato misurato in maniera oggettiva e piccole variazioni dovute al posizionamento del piede sul blocco siano sempre possibili, tutto ciò può aver influito in maniera molto lieve e solo sulle misure lineari, senza poter alterare né quelle angolari né i rapporti fra misure, i quali possono quindi essere considerati attendibili. Un limite di questo studio può essere considerato il fatto che benché il campione di cavalli fosse relativamente omogeneo, era comunque costituito da un numero relativamente piccolo di soggetti.

Tabella II.1: Metodo di misurazione delle lunghezze considerate.

parametro	metodo di misurazione
DWL (cm)	Distanza tra il "punto di flesso" parete-corona ed il suolo
P3T (cm)	Distanza tra le proiezioni al suolo della punta di P3 e della punta dello zoccolo
ST (cm)	Distanza verticale tra la punta di P3 ed il suolo
PH/DH	Rapporto altezza talloni/altezza parete. Altezza talloni : distanza tra il punto di maggiore convessità del profilo del tallone (calcolato sulla verticale tangente al profilo del tallone) e il suolo. Altezza parete : verticale tracciata dal punto di flesso tra parete dorsale zoccolo e corona, al suolo.

Tabella II.2: Metodo di misurazione degli angoli considerati.

parametro	metodo di misurazione
HA (°)	Angolo dato dall'intersezione di DWL con il suolo
P3BA (°)	Angolo dato dall'intersezione della linea tracciata dalla punta di P3 alla convessità del processo palmare di P3 e il suolo
DWP3A (°)	Angolo calcolato all'intersezione di DWL e linea tracciata sulla porzione più rettilinea della faccia dorsale della falange distale.

Tabella II.3: Valori medi delle misure di DWL, P3T, ST e PH/DH nel gruppo (N) e nel gruppo (E).

Tableau II.3: Valeurs moyennes de DWL, P3T, ST e PH/DH dans le groupe (N) et le groupe (E).

Cavallo (Cheval)	DWL (N)	DWL (E)	P3T (N)	P3T (E)	ST (N)	ST (E)	PH/DH (N)	PH/DH (E)
1	11,16	11,7	3,56	4,73	1,86	2,7	0,40	0,39
2	11,4	10,3	4,06	3,4	2,06	1,66	0,36	0,48
3	10,53	11,1	4,3	4,03	1,5	2,53	0,49	0,45
4	10	9,13	3,66	3	1,4	1,13	0,40	0,46
5	10,86	9,15	4,23	4,03	2,6	2,36	0,55	0,48
6	10,7	10,3	3,66	3,06	1,46	1,4	0,31	0,42
7	9,96	10,5	3	4,43	1,56	1,4	0,40	0,487
8	10,73	9,63	3,6	3,03	1,73	1,33	0,42	0,50
9	11	12,3	3,5	4,86	2,13	2,43	0,54	0,40
10	10,76	10,86	3,26	3,73	2,53	1,33	0,51	0,42
11	11,33	9,96	3,6	3,46	2,76	1,96	0,48	0,43
12	10,66	11,56	3,33	4,06	2,46	3	0,49	0,42
13	7,2	10,83	2,16	4,86	1,3	2,6	0,52	0,46
14	10,6	9,06	3,66	2,96	1,93	1,56	0,48	0,42
15	8,66	11,23	2,66	4,13	1,53	2,53	0,47	0,48
16	9	10,93	3,5	3,96	1,9	2,03	0,67	0,44
17	9,1	10,33	3,03	3,96	1,63	2,1	0,42	0,43
18	10,03	11,16	3,2	4,33	1,76	2,16	0,47	0,50
19	10,96	10,2	3,83	3,5	2,26	1,8	0,39	0,50
20	10,26	10,8	3,5	4,2	1,6	2,56	0,38	0,50
21	10,93	10,06	3,5	3,63	1,9	1,33	0,42	0,45
22	10,53	10,83	4,03	3,66	2,46	2,03	0,5	0,42
23	10,4	11,13	3,53	3,6	1,5	1,7	0,40	0,38
24	10,3	12,3	3,26	4,83	1,8	2	0,53	0,43
25	10,46	10,2	3,81	3,33	2,33	1,33	0,53	0,34

Tabella II.4: Valori medi delle misure di HA, DWP3A, P2P3A e P3BA nel gruppo (N) e nel gruppo (E).

Tableau II.4: Valeurs moyennes de HA, DWP3A, P2P3A e P3BA dans le groupe (N) et le groupe (E).

Cavallo (Cheval)	HA (N)	HA (E)	DWP3A (N)	DWP3A (E)	P2P3A (N)	P2P3A (E)	P3BA (N)	P3BA (E)
1	51	47,33	0,33	3,33	3,66	4,66	7	2,66
2	49	55	1,33	4,33	0	2,66	4,66	3,33
3	53	50,33	2,66	2,33	12	1	5,66	3,33
4	55,66	54	0,33	3,66	12	1	9,33	3,33
5	54,66	57,66	1	0	1,66	4,66	5,33	4,33
6	48,33	54	1,66	2	1,66	2,33	4,66	4,33
7	53	52,33	1,66	2	7,66	9,33	6,33	4,66
8	55	54,33	1,66	0,33	0,66	2,66	6,67	4,66
9	54,66	47	2,66	4	4,33	9,33	5,33	2,66
10	58,66	55	4,33	2	10,33	3,66	7	4,33
11	53,66	53	3,33	3,66	2,66	1	5	3,66
12	54	55	2,66	2	2	0	5,33	4,33
13	61,66	51,33	4	1	3	1,5	7,33	3,66
14	53	53,66	3	2,66	0	0,66	6,33	3,66
15	59,66	58,33	4	0,33	4	5,33	6,66	3,33
16	52	51	0	3	2	2	7,33	2,66
17	54	50	2,66	3	0,66	3	5,66	3,33
18	52	47,33	0	1	6	0,66	6,66	4
19	50,66	54,66	2,33	3	10	4	4,66	3,66
20	53,33	53	1,33	3,66	9	0,33	4,66	4
21	52,66	51	0	3	7,66	1	8	3,33
22	53	52	2,66	5	2	2,33	4,66	3,66
23	51	51,66	1,33	1,66	4	1,66	5,66	4
24	58,66	48,66	0,33	0,66	11	1,66	8	2,66
25	56	50,33	1,82	1,66	1,91	2,66	9	3,66

Tabella II.5: Valori medi del peso nel gruppo (N) e nel gruppo (E).

Tableau II.5: Valeurs moyennes du poids dans le groupe (N) et (E).

Cavallo (Cheval)	PESO Kg (N)	PESO Kg (E)
1	570	525
2	479	550
3	580	526
4	500	560
5	528	507
6	575	545
7	580	578
8	512	517
9	543	512
10	514	578
11	510	595
12	561	566
13	406	508
14	550	650
15	468	615
16	520	550
17	500	585
18	580	590
19	498	578
20	510	525
21	410	550
22	432	580
23	450	535
24	525	500
25	500	595

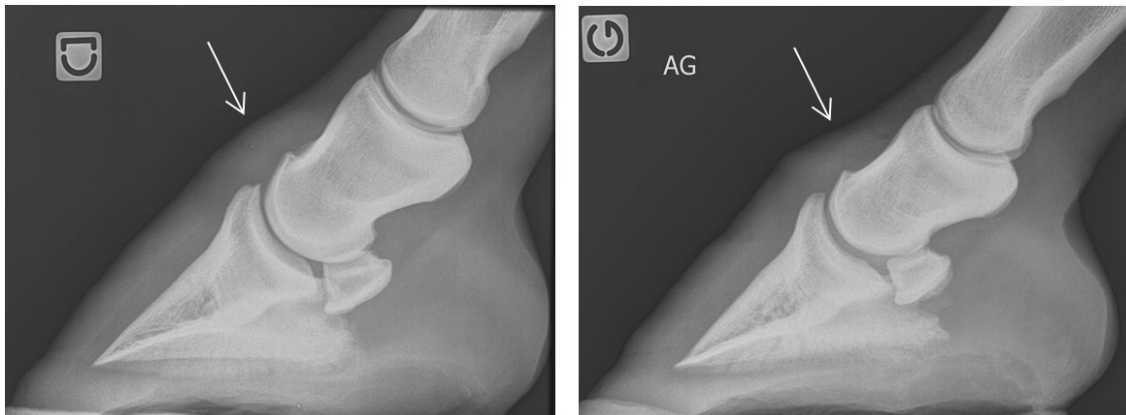


Figura II.1: Radiografie di piedi anteriori di due cavalli con (sx) e senza (dx) distensione sinoviale dell'articolazione interfalangea distale.

Figure II.1: Radiographies des pieds antérieurs de 2 chevaux avec (G) et sans (D) distension synoviale de l'articulation interphalangienne distale.

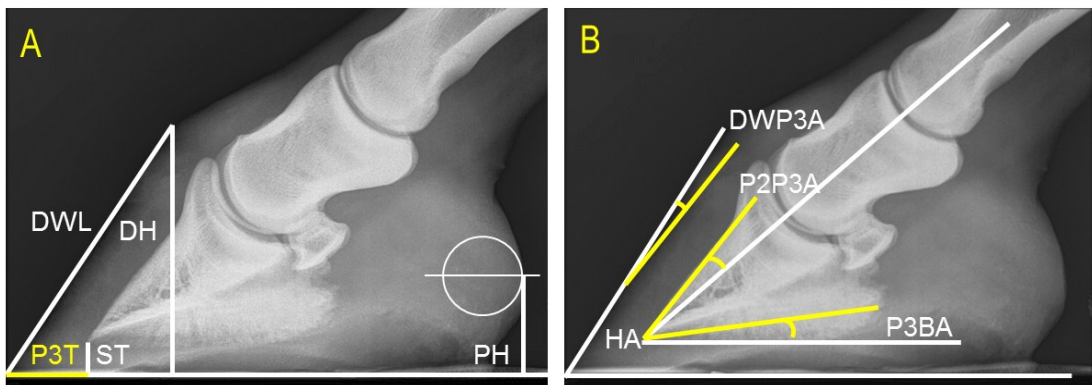


Figure II.2: Misure radiografiche delle distanze (A) e degli angoli (B).

Figure II.2: Mesures radiographiques des distances (A) et des angles (B).

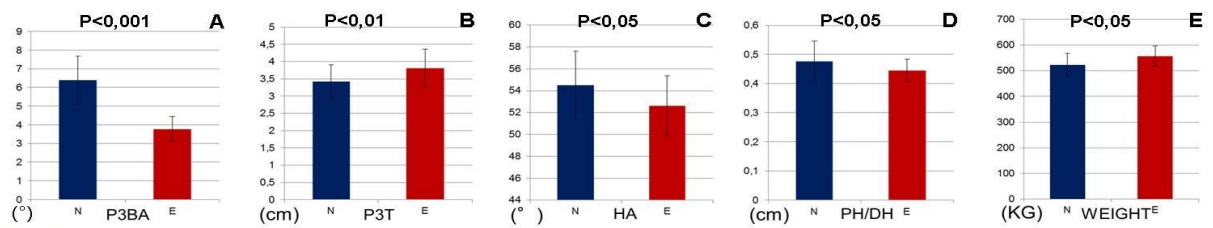


Figura II.3: Istogrammi del confronto fra i parametri considerati, con grado di significatività della differenza tra i 2 gruppi. Weight = peso corporeo, N = cavalli senza effusione, E = cavalli con effusione.

Figure II.3: Histogrammes de la comparaison entre les paramètres considérés, avec le degré de signification de la différence entre les 2 groupes. Weight = poids (Kg), N = chevaux sans effusion, E = chevaux avec effusion.

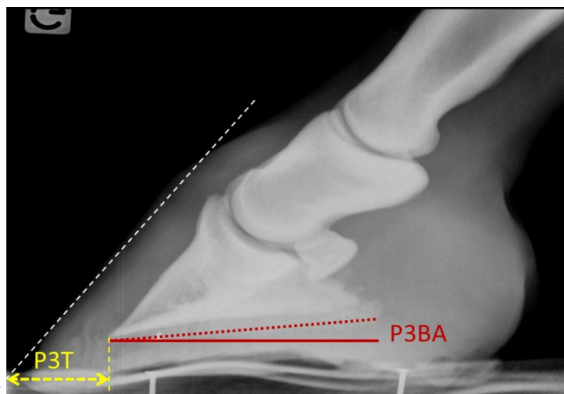


Figura II.4 : Correlazione negativa tra P3T e P3BA ; E: $r = -0,34$; N: $r = -0,30$.

Figure II.4 : Corrélation négative entre P3T et P3BA; E: $r = -0,34$; N: $r = -0,30$.

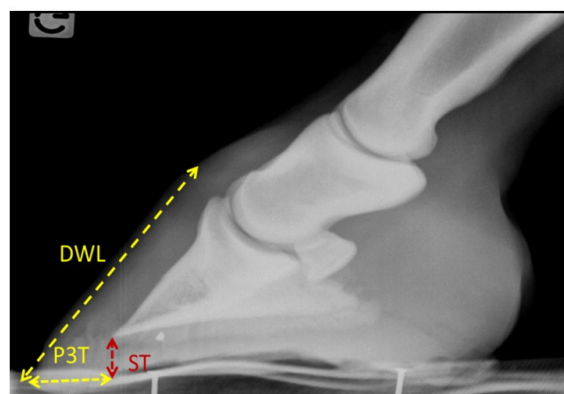


Figura II.5 : Correlazione positiva tra P3T e - DWL; E: $r = 0,76$; N: $r = 0,65$ - ST; E: $r = 0,66$; N: $r = 0,38$.

Figure II. 5 : Corrélation positive entre P3T - DWL; E: $r = 0,76$; N: $r = 0,65$ - ST; E: $r = 0,66$; N: $r = 0,38$.

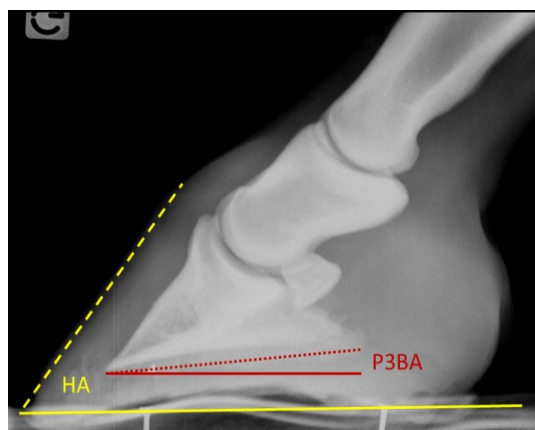
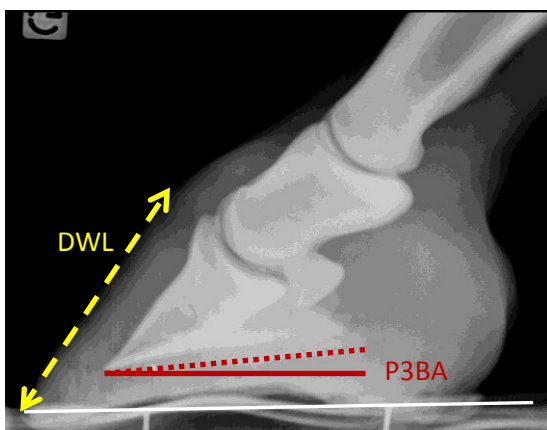


Figura II.6 : Correlazione negativa tra P3BA e DWL; E: $r = -0,39$; N: $r = -0,36$.

Figure II.6 : Corrélation négative entre P3BA et DWL; E: $r = -0,39$; N: $r = -0,36$.

Figura II.7 : Correlazione positiva tra P3BA e HA; E: $r = 0,46$; N: $r = 0,39$.

Figure II.7 : Corrélation positive entre P3BA et HA; E: $r = 0,46$; N: $r = 0,39$.

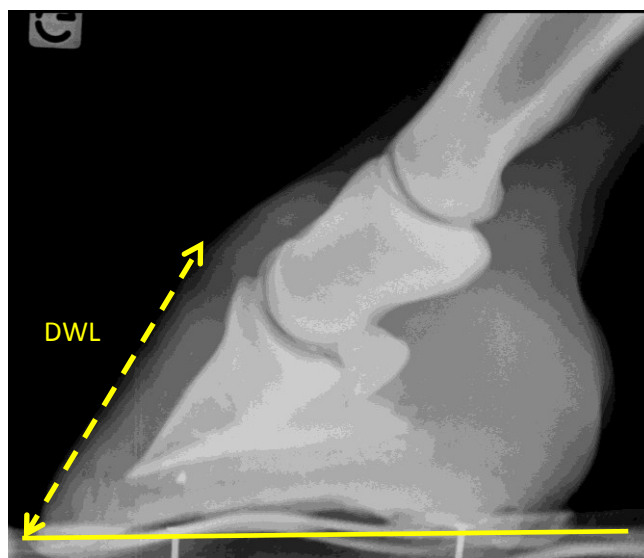


Figura II.8 : Correlazione negativa DWL e HA; E: $r = -0,42$; N: $r = -0,33$.

Figure II.8 : Corrélation négative entre P3BA et DWL; E: $r = -0,42$; N: $r = -0,33$.

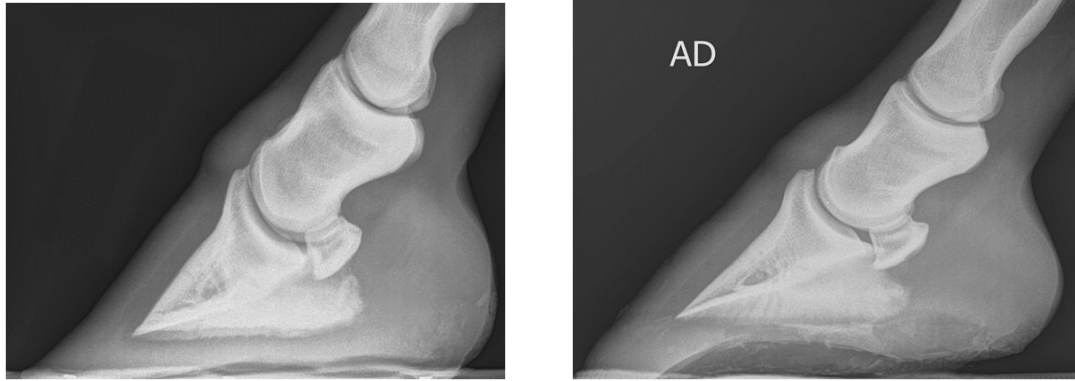


Figura II.9: Radiografie in latero-mediale di 2 piedi anteriori con punta lunga, talloni bassi ed angolo della terza falange orizzontale (sx) ed invertito (dx).

Figure II.9: Radiographies en projection LM de 2 pieds antérieurs avec pince longue, talons bas et angle de la phalange distale horizontal (G) et inversée (D).

10.5. Bibliografia

AUDUGIÉ F., DENOIX J.M., HEILES Ph., REGNAULT Jc., TAVERNIER L., ROUX K., “*Depistage radiographique des lésions des jarrets sur 150 jeunes chevaux*”, *Pratique Vétérinaire Equine*, Vol. 25, n.°3, 1993.

BOSWELL R.P., MITCHELL R.D., DYSON S.J., “*Lameness in the Show Hunter and Show Jumper*”, In : *Diagnosis and Management of Lameness in the horse*, pag 965-975, Saunders, 2003.

DYSON S.J., “*The distal phalanx and distal interphalangeal joint*”, In: *Diagnosis and management of lameness in the horse*, Ross - Dyson, Saunders, 2003.

DYSON S. J., TRANQUILLE C. A. COLLINS S.N., PARKIN T.D.H., MURRAY R.C., “*An investigation of the relationships between angles and shapes of the hoof capsule and the distal phalanx*“ Eq. Vet. J., doi: 10.1111/j.2042-3306.2010.00162.x., 2010.

ELIASHAR E., McGUIGAN M.P., WILSON A.M.”*Relationship of foot conformation and force applied to the navicular bone of sound horses at the trot*”, Eq. Vet. J., 36 (5) 431-435, 2004.

KUMMER M., GEYER H., IMBODEN I., AUER J., LISCHER C., ”*The effect of hoof trimming on radiographic measurements of the front feet of normal Warmblood horses*”, Eq. Vet. J., 172, 58-66, 2005.

MENDOZA P., “*Relative values of radiography and ultrasonography for the evaluation of synovial effusion in the ex-vivo equine distal interphalangeal joint*”, Complementary Masters Thesis: Equine Clinic, Department of Clinical Sciences of the companion animals and equids. University of Liège, Liège : pages p.45, 2009.

O’GRADY S.E., POUPARD D.A., “*Physiological horseshoeing: an overview*”, Eq. Vet. Educ., 13, 330-334, 2001.

SMITH S.S., DYSON S.J., MURRAY R.C., WEEKES J., “*Is there an association between distal phalanx angles and deep digital flexor tendon lesions?*”, In: 50th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, 50, 328-331, 2004.

VERWILGHEN D., SERTEYN D., PILLE F., BOLEN G.; SAUNDERS J., GRULKE S., BUSONI V., “*Prevalence of radiographic findings in candidate sires (2001-2008)*”, Res.Vet. Science, 87, 319-328, 2009.

11. STUDIO III

Proiezione latero-mediale vs quattro proiezioni nella diagnosi delle patologie ortopediche di sviluppo del garretto in cavalli in accrescimento. È sufficiente la proiezione latero-mediale?

11.1. Introduzione

L'esame radiografico dei cavalli in accrescimento viene ritenuto un esame diagnostico non invasivo affidabile per la ricerca della maggior parte delle lesioni che si manifestano durante lo sviluppo e la crescita degli stessi e consente di mettere in evidenza la maggior parte delle patologie osteo-articolari (Audigé et al., 1993). L'articolazione del garretto è al secondo posto, dopo la regione del piede anteriore, in ordine di riscontro di immagini radiografiche sospette (IRS) ed anormali (IRA) riferibili a patologie ortopediche di sviluppo (DOD). Le principali DOD riscontrate nel garretto sono l'osteochondrosi (OC), le lesioni simil-cistiche subcondrali e le artropatie degenerative giovanili (DJD) (Butler J.A. et al., 2000; Kane A.J., 2005; Sandgren et al., 1988). Per il garretto sono spesso richieste, durante visita di compravendita o durante screening radiografico per l'ammissione come riproduttori ai libri genealogici, le quattro proiezioni (4P) radiografiche standard: latero-mediale, dorsolaterale-plantaromediale 15° obliqua, plantarolaterale-dorsomediale 45° obliqua e dorso-plantare (Butler et al., 2000; Burnet, 2007). Le immagini radiografiche dei cavalli all'inizio della loro preparazione atletica possono essere di due tipi, osteocondrale e degenerativo. Alcuni segni radiografici di DOD possono essere messi meglio in evidenza solo in una delle proiezioni standard (Torre et al., 1999; Butler et al., 2000; Richardson, 2003) ed è per questo che normalmente, per una valutazione completa alla ricerca di DOD

proprie dell'articolazione, si effettuano tutte le quattro proiezioni. Con la proiezione latero-mediale (LM) si possono osservare frammenti del rilievo intermedio della coclea tibiale, frammenti e lesioni d'OC dei labbri della troclea dell'astragalo; inoltre, quando correttamente esposta, è possibile osservare frammenti ed aumenti di dimensioni del tubercolo prossimale dell'astragalo e le lesioni degenerative articolari delle articolazioni intertarsiche prossimale e distale e dell'articolazione tarsometatarsica (Busoni, 2007). Con la proiezione dorso-plantare (DP) si mettono in evidenza le lesioni del malleolo mediale e laterale della tibia e degli spazi articolari intertarsali (Busoni, 2007). Con la proiezione dorsolaterale-plantaromediale 15° obliqua (DL-PlM 15° obliqua) si mettono in evidenza cisti e frammenti osteocondrali del malleolo mediale (Torre et al., 1999) della tibia, osteocondrite dissecante (OCD) e lesioni degenerative articolari della parte dorso mediale delle articolazioni intertarsiche (Busoni, 2007). Con la proiezione plantarolaterale-dorsomediale 45° obliqua (PIL-DM 45° obliqua) si mettono in evidenza le lesioni del *sustentaculum tali*, frammenti osteocondrali e cisti del labbro laterale della troclea dell'astragalo e l'aspetto dorso laterale delle articolazioni intertarsiche; si possono inoltre vedere in maniera ottimale il rilievo intermediario della coclea tibiale e gli eventuali frammenti che ne derivano (Busoni, 2007). Data la specificità di ogni proiezione, un protocollo di screening che includa tutte e 4 le proiezioni di base ha ovviamente una maggiore efficacia nell'individuare le anomalie osteoarticolari del garretto. Tuttavia in un programma di screening, in particolare nei giovani cavalli, il miglior protocollo radiografico sarà quello che avrà la migliore efficacia diagnostica con i minori tempi, costi ed esposizione a radiazioni del personale.

L'obiettivo di questo studio è stato quello di confrontare, in garretti di

giovani cavalli sportivi all'inizio della loro preparazione atletica, le diagnosi emesse dalla lettura della sola proiezione LM con quelle emesse dalle letture delle radiografie in 4P. Lo studio ha avuto inoltre lo scopo di determinare la variabilità inter-operatore, sia nella lettura della sola proiezione LM che di quella in 4P, tramite l'uso di un'apposita griglia di valutazione.

11.2. Materiali e metodi

Sono state prese in esame le radiografie dei garretti nelle 4 proiezioni standard, effettuate su stalloni di 2-3 anni presentati alla Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università di Liegi nel periodo compreso tra il 2005 ed il 2007 per screening radiografico necessario all'ammissione come riproduttori al "Royal Belgian Sports Horse Society" (Studbook sBs). Gli esami radiografici, realizzati in radiologia digitale indiretta (AGFA CR 25.0) erano stati ottenuti in condizioni identiche per tutti i soggetti. La diagnosi radiografica delle lesioni era scaturita dalla valutazione dell'insieme delle 4 proiezioni (4P) effettuata da due veterinari radiologi diplomati all'European College of Veterinary Diagnostic Imaging (ECVDI) ed è stata definita Lettura Ufficiale in 4P (LU4P). Per questo studio, di un totale di circa 350 stalloni, sono stati scelti gli esami radiografici di 135 garretti, in modo che il campione contenesse le DOD di più comune riscontro: OC di tutti i siti (coclea tibiale, labbri dell'astragalo, malleoli, tubercolo prossimale), cisti subcondrali, artropatia degenerativa delle articolazioni intertarsiche e tarso-metatarsica. Sugli stessi radiogrammi è stata effettuata una successiva lettura da parte di 8 veterinari: 2 radiologi (ECVDI), 1 chirurgo diplomato dell'European College of Veterinary Surgeons (ECVS), 2 dottorandi di ricerca in diagnostica per immagini e 3

veterinari con esperienza in radiologia equina dei quali 2 docenti universitari ed un libero professionista. Delle letture di questi 8 lettori, quella effettuata in LM da uno dei 2 radiologi ECVDI, poiché ritenuto il lettore più esperto (LE), è stata presa come riferimento ed è stata definita Lettura Ufficiale in LM (LULM). L'insieme delle restanti 7 letture è stato definito Lettura degli Altri Lettori (AL). Tutte le letture degli 8 lettori sono state realizzate tramite l'uso di una griglia di valutazione (**Tabella III.1**), redatta nella fase preparatoria dello studio sulla base della bibliografia, comprendente una lista dei segni radiografici più frequenti (Labens et al. 2007; Busoni, 2007; Vanderperren et al., 2009).

I dati ottenuti sono stati elaborati statisticamente utilizzando il test Z per proporzioni con $p < 0,05$ (5%) per verificare le seguenti differenze:

- 1) nell'ambito delle letture in LM, le letture LULM vs quelle di AL, relativamente al parametro presenza/assenza di ciascuno dei segni radiografici di DOD;
- 2) nell'ambito delle letture in 4P, le letture LU4P vs quelle AL, relativamente al parametro presenza/assenza di ciascuno dei segni radiografici di DOD;
- 3) per quanto riguarda LE, le letture in LM vs le letture in 4P, relativamente al parametro presenza/assenza dei segni radiografici di DOD più significativi;
- 4) per quanto riguarda gli AL, le letture in LM vs le letture in 4P, relativamente al parametro presenza/assenza dei segni radiografici di DOD più significativi.

Come sopra anticipato, i confronti ai punti 1) e 2), sono stati effettuati su tutte le voci della griglia di lettura considerando tutte le varianti anatomiche e tutte le lesioni, indipendentemente dalla loro gravità. I confronti ai punti

3) e 4) sono stati effettuati sui segni radiografici di lesioni selezionati perché considerati clinicamente più significativi e più frequentemente riportati in letteratura (Busoni, 2007; Verwilghen et al., 2009). I segni radiografici di lesioni selezionati, sono stati classificati in 2 gruppi: gruppo OC (lesioni di tipo osteocondrale e cistico) (**Figura III.1; Figura III.2; Figura III.3**) e gruppo AJ (lesioni di tipo artropatia giovanile) (**Figura III.4**) (**Tabella III.2**). In ciascuno dei 2 gruppi di lesioni è stato calcolato l'accordo tra gli 8 lettori nel classificare il garretto come positivo o negativo per lesioni di tipo OC e per lesioni di tipo AJ. Sono stati considerati positivi i garretti in cui era stata rilevata almeno una lesione tra quelle selezionate e negativi i garretti in cui non era stata riscontrata alcuna lesione. L'accordo tra i lettori è stato calcolato per lesioni di tipo OC e di tipo AJ considerate insieme e non per singola lesione. L'accordo è stato determinato calcolando la percentuale di accordo totale (P_o) ed il multirater free-marginal kappa (k_{free}).

11.3. Risultati

Nella lettura della sola proiezione LM, per quanto riguarda il confronto tra i lettori LE e gli AL per ciascuna lesione (**Tabella III.3; Tabella III.4**), i risultati ottenuti non sono risultati significativamente differenti ($p > 0,05$) per le seguenti lesioni:

- appiattimento, depressione o osteocondrosi con o senza frammenti del labbro mediale o laterale della troclea dell'astragalo;
- appiattimento, depressione, irregolarità o osteocondrosi con frammento del rilievo intermedio della coclea tibiale ;
- prominenza o frammentazione del tubercolo prossimale dell'astragalo;
- osteocondrosi del malleolo mediale o laterale della tibia;

- cisti ossea subcondrale nell'estremità distale della tibia o nel calcaneo;
 - rimodellamento dorsale/osteofiti dell'estremità distale della tibia e dell'articolazione intertarsica distale;
 - perdita della visibilità e riduzione dello spazio articolare, sclerosi e lisi subcondrale delle articolazioni tarso-metatarsica, intertarsica prossimale ed intertarsica distale;
 - cisti ossea subcondrale delle articolazioni intertarsica prossimale ed intertarsica distale;
 - perdita della definizione cortico-midollare dell'articolazione intertarsica distale;
 - variazioni della radiopacità del margine articolare o dell'osteofita dell'articolazione tarso-metatarsica;
 - segni radiografici di entesopatia all'inserzione del sospenditore del nodello.
- Nella stessa lettura della sola proiezione LM tra i lettori LE vs AL, si sono invece riscontrate differenze significative ($p < 0,05$) per le seguenti varianti anatomiche e per le lesioni riscontrate:
- variazioni della forma o frammentazione dell'estremità distale del labbro mediale dell'astragalo;
 - cisti ossea subcondrale nell'astragalo e dell'articolazione tarso-metatarsica;
 - rimodellamento dorsale/osteofiti e perdita della definizione cortico-midollare dell'articolazione intertarsica prossimale;
 - variazioni della radiopacità dei margini articolari dell'articolazione intertarsica distale;
 - osteofita/entesofita del metatarso III e rimodellamento dorsale/osteofiti dell'articolazione tarso-metatarsica.

Nella lettura in 4P nel confronto tra i lettori LU4P vs AL, i risultati sono

largamente sovrapponibili a quelli ottenuti per la sola proiezione LM, e sono state rilevate in maniera significativamente diversa ($p < 0,05$) le seguenti lesioni (**Tabella III.3; Tabella III.5**):

- rimodellamento dorsale/osteofiti delle articolazioni intertarsica prossimale, intertarsica distale e tarso-metatarsica;
- variazioni della radiopacità del margine articolare o dell'osteofita dell'articolazione tarso-metatarsica.

Nel confronto tra la lettura della sola proiezione LM e quella in 4P di LE, i risultati ottenuti non hanno presentato differenza significativa ($p > 0,05$) per tutti i segni radiografici di lesioni, tranne che per l'osteocondrosi dei malleoli della tibia per la quale la significatività è risultata avere un $p = 0,05$ (**Tabella III.2; Tabella III.6**).

Nel confronto tra la lettura della sola proiezione LM e quella in 4P degli AL, è stato rilevato un numero maggiore di segni radiografici di lesioni in 4P rispetto alla sola LM. I risultati ottenuti sono risultati significativamente differenti ($p < 0,05$) per le seguenti lesioni (**Tabella III.2; Tabella III.7**):

- depressione o irregolarità nel rilievo intermedio della coclea tibiale (OC senza frammento);
- OC di uno dei malleoli tibiali;
- cisti ossea subcondrale dell'articolazione tarso-metatarsica;
- rimodellamento dorsale/osteofiti delle articolazioni intertarsica prossimale, intertarsica distale e tarso-metatarsica;
- variazioni della radiopacità del margine articolare o dell'osteofita dell'articolazione tarso-metatarsica.

L'accordo tra gli 8 lettori nel classificare i garretti in positivi o negativi relativamente alle lesioni del gruppo OC è risultato ottimo per le letture della sola proiezione LM ($P_o = 0,93$; $k_{free} = 0,86$) e sostanziale per quelle in

4P ($P_o=0,82$; $k_{free}=0,65$). L'accordo tra gli 8 lettori nel classificare i garretti in positivi o negativi relativamente alle lesioni del gruppo AJ è risultato invece moderatamente inferiore sia per la proiezione LM ($P_o=0,77$; $k_{free}=0,54$) che per quelle in 4P ($P_o=0,78$; $k_{free}=0,57$).

11.4. Discussione e conclusioni

Per il presente studio era stata elaborata una griglia di lettura redatta in base alla letteratura esistente sulle lesioni radiografiche del garretto (Labens et al., 2007; Busoni, 2007; Vanderperren et al., 2009) ed includeva una serie di voci corrispondenti sia a segni radiografici che a lesioni radiografiche. Il risultato del confronto tra le letture del lettore con maggiore esperienza (LE) e degli altri lettori (AL), suggerisce che l'uso di una griglia aiuta il lettore con meno esperienza a verificare tutti i siti anatomici maggiormente affetti di una regione, garantendo la massima omogeneità nell'analisi visiva dell'immagine radiografica. Inoltre, una griglia che includa sia segni radiografici che lesioni radiografiche aiuta l'osservatore anche al riconoscimento dei segni radiografici più significativi e più frequentemente riscontrabili aumentando la probabilità di identificazione di questi da parte dei lettori con meno esperienza. Infatti, la differenza significativa tra la lettura del LE rispetto a quella degli AL riguardava essenzialmente segni radiografici di tipo degenerativo delle articolazioni intertarsiche.

L'artropatia degenerativa delle articolazioni intertarsica distale e tarsometatarsica è un reperto radiografico molto frequente (Butler et al., 2008, Björnsdóttir et al., 2000, Björnsdóttir et al., 2004, Laverty et al., 1991). Tuttavia il significato clinico della maggior parte dei segni radiografici di tipo degenerativo è molto variabile a seconda dei cavalli (Björnsdóttir et al., 2000, Björnsdóttir et al., 2004, Dutton et al., 1998). Gli

osteofiti/entesofiti del metatarso principale vengono riscontrati molto frequentemente, con una prevalenza dall'8% al 31%, in giovani cavalli clinicamente sani (Preston et al., 2010; Verwilghen, 2009; Oliver, 2008; Kane et al., 2005). Gli osteofiti dell'articolazione intertarsica distale invece sono più spesso associati ad irregolarità della densità o della superficie subcondrale e vengono considerati significativi (Lavery et al., 1991). I segni radiografici di artropatia delle articolazioni intertarsica prossimale e talo-calcaneale sono raramente osservati (Smith, 2005) ed il segno predominante è generalmente la lisi subcondrale (Busoni, 2007). Le differenze di interpretazione in base al significato clinico dei segni radiografici possono in parte spiegare la differenza nella lettura da parte di lettori di esperienza diversa. In effetti, lettori con maggiore esperienza possono avere tendenza a stimare normale un'articolazione con segni radiografici lievi o discutibili il cui significato clinico sia considerato nullo e questo renderebbe ragione del fatto che, nel presente studio, gli AL tendano a rilevare un maggior numero di segni radiografici rispetto al lettore LE. La loro localizzazione anatomica, prevalentemente dorsale e dorsomediale, potrebbe inoltre spiegare la rilevazione più elevata di alcuni dei segni radiografici da parte degli AL di questo tipo di lesioni nella lettura in 4P rispetto alla lettura della sola LM. È inoltre possibile che il ripetersi della rilevazione delle stesse lesioni nelle diverse proiezioni, induca il lettore con meno esperienza ad una sovrastima delle lesioni stesse. La differenza di significatività nella rilevazione delle cisti tra le articolazioni prossimali e le articolazioni distali è dovuta alla debole prevalenza di questo tipo di lesione ed all'assenza di queste in alcune localizzazioni anatomiche. In effetti, eccetto una cisti subcondrale nel metatarso prossimale rilevata nella lettura in 4P da parte di AL, le altre cisti

erano state rilevate solo da LE. Questo risultato suggerisce che per l'identificazione di lesioni a basso contrasto radiografico all'interno della struttura ossea sia necessaria una maggiore esperienza, rispetto a quella che serve per l'identificazione di lesioni basata su alterazioni del profilo o della forma dell'osso stesso. L'OC dei malleoli è l'unica lesione del gruppo OC per cui la lettura in 4P faccia differenza nella rilevazione delle lesioni, indipendentemente dal tipo di lettore. Questo risultato concorda con quanto riportato precedentemente in letteratura e cioè con la necessità di proiezioni radiografiche specifiche per mettere in evidenza le lesioni dei malleoli ed in particolare di quello mediale (Torre et al., 1999; Verwilghen et al., 2010). La significatività al limite della soglia stabilita ($p=0,05$) per la differenza della sola lettura LM vs quella in 4P da parte del LE per le OCD del malleolo può essere correlata alla bassa prevalenza di questo tipo di lesione. La difficoltà di rilevazione di questo tipo di lesione e la scarsa sensibilità dell'esame radiografico rispetto ad esempio all'esame ecografico (Relave, 2009), possono spiegare perché questo tipo di lesioni sono stimate in maniera diversa dal LE rispetto agli AL, con una prevalenza più elevata nelle letture degli AL. L'accordo tra i lettori nella classificazione dei garretti come positivi o negativi per le lesioni di tipo OC e AJ suggerisce che l'uso della griglia possa essere di grande aiuto nella discriminazione tra cavalli affetti e cavalli esenti da patologia nei protocolli di selezione. L'accordo risultato quasi perfetto per le lesioni di tipo OC rappresenta un fattore molto interessante per il protocollo di screening dei riproduttori dato che viene riconosciuto un certo grado di ereditabilità di questo tipo di lesione (Grondhal et al., 1993; Mayoussier, 2009; Lykkjen et al., 2011). L'accordo inferiore per i segni radiografici di tipo AJ può essere imputabile al grado lieve di questo tipo di lesioni nel gruppo di giovani cavalli

utilizzato ed è in parte correlabile alla variazione di interpretazione di questo tipo di segni radiografici da parte dei diversi lettori. Sarebbe quindi interessante, in uno studio successivo, valutare nuovamente l'accordo tra i lettori relativamente a questo tipo di segni radiografici, non su giovani cavalli in accrescimento, quanto piuttosto in un gruppo di cavalli adulti, in parte clinicamente sani ed in parte con zoppia imputabile ad un dolore localizzato nelle articolazioni del garretto. Quanto finora detto consente di affermare che la proiezione LM, inclusa peraltro in tutti i protocolli di screening, è adatta per l'identificazione delle patologie osteo-articolari del garretto di giovani cavalli (Stock, 2004). Alcuni protocolli di screening dei cavalli in accrescimento, relativamente all'articolazione del garretto, includono solo la proiezione LM per la rapidità di realizzazione di una sola proiezione (Robert et al., 2005), nonostante la maggior parte di questi includano la proiezione PIL-DM obliqua (Pilsworth et al., 2011), perché considerata classicamente la più efficace per la rilevazione dell'OCD della coclea tibiale (Busoni, 2007). Alcuni protocolli basati su 3 proiezioni, aggiungono la proiezione DL-PIM a 10°-20° "shallow oblique" alla LM ed alla PIL-DM per l'esame del malleolo mediale (Stock, 2004), mentre solo pochi protocolli includono tutte le 4P (McIlwraith et al., 2003). Nel presente studio è stata formulata l'ipotesi che la sola proiezione LM potesse apportare una quantità sufficiente di informazioni ad un gruppo di lettori per classificare i cavalli come affetti o esenti da DOD e che la lettura della sola proiezione LM non fosse significativamente differente dalla lettura in 4P. I risultati ottenuti in questo studio confermano l'ipotesi e sono in accordo con le pubblicazioni di numerosi autori francesi (Robert et al., 1995, Denoix et al., 1991) i quali, già da alcuni anni utilizzano la sola proiezione LM per gli screening radiografici. L'uso di una sola proiezione,

attraverso una maggiore rapidità di esecuzione dell'esame, permette di ridurre le durate di contenimento e di eventuale sedazione del soggetto, con il grande vantaggio di una minore esposizione del personale sia a radiazioni che a rischi di infortuni, soprattutto quando si esaminano regioni degli arti posteriori come è il caso del garretto. La proiezione LM consente una buona visualizzazione del rilievo intermedio della coclea tibiale, dei labbri laterale e mediale della troclea dell'astragalo, del tubercolo prossimale dell'astragalo, della coclea tibiale, delle articolazioni intertarsiche e tarso-metatarsica. Al contrario, tale proiezione non consente una buona visualizzazione dei malleoli laterale e mediale della tibia, come confermato anche da questo studio, e potrebbe quindi indurre ad una sottostima, quando usata da sola, della prevalenza delle lesioni osteocondrali dei malleoli. La prevalenza di questo tipo di lesione è tuttavia relativamente bassa (Verwilghen et al., 2009) e questa anomalia è frequentemente associata ad effusione tibio-tarsica (Wright, 1992; Ross et al., 2003) elemento che, nei casi in cui è presente, induce all'effettuazione di proiezioni complementari quali la DP e la DL-PIM 15° obliqua per mettere in evidenza i 2 malleoli (Denoix et al., 1998; Denoix, 2004). La maggior parte delle lesioni riscontrate in questo lavoro sono ampiamente descritte in letteratura nei giovani cavalli di razze differenti (Fischer et al., 1984; McIlwraith et al., 1991; Schougaard, 1990; Shelley et al., 1984), quali soprattutto le lesioni di osteocondrosi del rilievo intermedio della coclea tibiale e del labbro laterale della troclea dell'astragalo e le artropatie degenerative giovanili delle articolazioni intertarsiche e tarso-metatarsica (Alvarado et al., 1993; Hartung et al., 1983; Laverty et al., 1991; Watrous et al., 1991). Questo suggerisce che i risultati di questo studio possano essere generalizzati anche a popolazioni diverse da quella studiata. Al

contrario, alcune immagini radiografiche anormali, come le cisti ossee subcondrali e le lesioni del tubercolo prossimale dell'astragalo, sono meno descritte (Audigié et al., 1993; Busoni, 2007) e la loro prevalenza relativamente bassa rende difficile l'analisi dei risultati per questo tipo di anomalie. Il tipo di popolazione studiata corrisponde inoltre ad una tipica popolazione su cui viene realizzato uno screening radiografico precoce. I risultati di questo studio scaturiscono da una popolazione di giovani cavalli all'inizio della preparazione atletica il cui esame clinico statico e dinamico non rilevava problemi significativi, per cui le lesioni radiografiche riscontrate sono da considerare poco gravi. Questo rafforza l'attendibilità dei risultati e sostiene l'utilità della griglie di lettura negli esami radiografici di screening, dato il buon accordo dimostrato su lesioni poco gravi, notoriamente più difficili da rilevare.

Tabella III.1: Griglia di lettura utilizzata dagli 8 lettori: segno radiografico e numero corrispondente della lesione (N).

Tableau III.1: Grille de lecture utilisée par les 8 lecteurs: signe radiographique et nombre de la lésion correspondant (N).

JOINT	N	RADIOGRAPHYC SIGN
HOCK		
Tibio-tarsal joint	1	Shape variations or fragmentation of the distal extremity of the medial talar ridge
	2	Flattening of talar ridge (specify if medial or lateral)
	3	Notch in the talar ridge (specify if medial or lateral)
	4	OC of the talar ridge with changes in bony profile and opacity (specify if medial or lateral)
	5	OC of the talar ridge with fragmentation (specify if medial or lateral)
	6	Fragment at the distal extremity of the lateral talar ridge

	7	a: Flattening b: Notch or irregular bone margin of tibial cochlear ridge (OC without fragment)
	8	OC of the tibial cochlear ridge with fragment
	9	Prominent proximal tubercle of the talus
	10	OC of the proximal tubercle of the talus (fragment)
	11	OC of the maleolus (specify if medial or lateral)
	12	Subchondral bone cyst in the distal tibia
	13	Subchondral bone cyst in the talus
	14	Subchondral bone cyst in the calcaneus
	15	Dorsal modelling / osteophytes distal tibia
Proximal intertarsal joint	16	Dorsal modelling / osteophytes
	17	Loss of visibility of the joint space
	18	Narrowed joint space
	19	Loss of corticomedullary definition
	20	Subchondral bone sclerosis
	21	Subchondral bone lysis
	22	Subchondral bone cyst
Distal intertarsal joint	23	Dorsal modelling / osteophytes
	24	Changes in opacity of the joint margins
	25	Loss of visibility of the joint space
	26	Narrowed joint space
	27	Loss of corticomedullary definition
	28	Subchondral bone sclerosis
	29	Subchondral bone lysis
	30	Subchondral bone cyst
Tarso-metatarsal joint	31	Bony spur on Mt III
	32	Dorsal modelling / osteophytes
	33	Changes in opacity of the joint margin or of the bony spur
	34	Loss of visibility of the joint space
	35	Narrowed joint space
	36	Loss of corticomedullary definition
	37	Subchondral bone sclerosis
	38	Subchondral bone lysis
	39	Subchondral bone cyst
Third Interosseus Muscle insertion	40	Thickening of the plantar cortex
	41	Bony proliferation on the plantar cortex
	42	Avulsion fragment at the origin

Tabella III.2: Classificazione (gruppo OC e gruppo AJ) dei segni radiografici più significativi e numero corrispondente (N).

GRUPPO	N	SEGNO RADIOGRAFICO	
OC	Hock 4	OC nella troclea con modificazioni del profilo e dell'opacità	
	Hock 5	OC della troclea dell'astragalo con frammentazione	
	Hock 6	frammento all'estremità distale del labbro laterale della troclea dell'astragalo	
	Hock 7b	depressione o irregolarità nel rilievo intermedio coclea tibiale (OC senza frammento)	
	Hock 8	OC del rilievo intermedio della coclea tibiale con frammento	
	Hock 10	OC del tubercolo prossimale dell'astragalo (frammento)	
	Hock 11	OC del malleolo tibiale (specificare se mediale o laterale)	
	Hock 12	cisti ossea subcondrale nell'estremità distale della tibia	
	Hock 13	cisti ossea subcondrale nell'astragalo	
	Hock 14	cisti ossea subcondrale nel calcaneo	
	Hock 21	lisi ossea subcondrale dell'articolazione intertarsica prossimale	
	Hock 22	cisti ossea subcondrale dell'articolazione intertarsica prossimale	
	Hock 28	sclerosi ossea subcondrale dell'articolazione intertarsica distale	
	Hock 29	lisi dell'osso subcondrale dell'articolazione intertarsica distale	
	Hock 30	cisti ossea subcondrale dell'articolazione intertarsica distale	
	Hock 38	lisi ossea subcondrale dell'articolazione tarso-metatarsica	
	Hock 39	cisti ossea subcondrale dell'articolazione tarso-metatarsica	
	AJ	Hock 16	rimodellamento dorsale / osteofiti dell'art. intertarsica prossimale
		Hock 23	rimodellamento dorsale / osteofiti dell'art. intertarsica distale
Hock 24		variazioni della radiopacità dei margini articolari dell'art. intert. dist	
Hock 31		osteofita/entesofita dorsale del metatarso III	
Hock 32		rimodellamento dorsale / osteofiti dell'art. tarso-metatarsica	
Hock 33		variazioni della radiopacità del margine articolare o dell' osteofita dell'art. tarso-metatarsica	

Tableau III.2: Classification (groupe OC et groupe AJ) des signes radiographiques les plus significatifs et nombre correspondant (N).

GROUPE	N	SIGNE RADIOGRAPHIQUE	
OC	Hock 4	OC dans la trochlée du talus avec modification du profil et de l'opacité	
	Hock 5	OC dans la trochlée du talus avec fragments	
	Hock 6	fragment à l'estremité distale de la lèvre latérale du talus	
	Hock 7b	Encoche ou irrégularité dans le relief intermédiaire de la cochlée tibiale (OC sans fragment)	
	Hock 8	OC dans le relief intermédiaire de la cochlée tibiale avec fragment	
	Hock 10	OC du tubercule proximale du talus (fragment)	
	Hock 11	OC de la malléole latérale ou médiale du tibia	
	Hock 12	kyste sous-chondral dans le tibia distal	
	Hock 13	kyste sous-chondral dans le corps du talus	
	Hock 14	kyste sous-chondral dans <i>calcaneus</i>	
	Hock 21	lyse sous-chondral de l'articulation intertarsienne proximale	
	Hock 22	kiste osseuse sous-chondral de l'art. intertarsienne proximale	
	Hock 28	sclérose trabéculaire de l'articulation intertrsienne distale	
	Hock 29	lyse sous-chondrale de l'articulation intertarsienne distale	
	Hock 30	kiste sous-chondral de l'articulation intertarsienne distale	
	Hock 38	lyse sous-chondrale de l'articulation tarso-métatarsienne	
	Hock 39	Kiste sous-chondrale de l'articulation tarso métatarsienne	
	AJ	Hock 16	remodelage dorsal / ostéophyte de l'art. intertarsienne proximale
		Hock 23	remodelage dorsal / ostéophyte de l'art. intertarsienne distale
Hock 24		variation de la radiopacité des marges articulaires de l'articulation intertarsienne distale	
Hock 31		ostéophyte/enthésophyte dorsal du metatarse III	
Hock 32		rimodellamento / ostéophyte dorsal de l'art. tarso-métatarsale	
Hock 33		Variation de la radiopacité de la marge articulaire ou de l'ostéophyte de l'articulation tarso-metatarsienne	

Tabella III.3 : Segni radiografici e numero corrispondente (N).

JOINT	N	RADIOGRAPHYC SIGN
HOCK		
Tibio-tarsal joint	1	Shape variations or fragmentation of the distal extremity of the medial talar ridge
	2	Flattening of talar ridge (specify if medial or lateral)
	3	Notch in the talar ridge (specify if medial or lateral)
	4	OC of the talar ridge with changes in bony profile and opacity (specify if medial or lateral)
	5	OC of the talar ridge with fragmentation (specify if medial or lateral)
	6	Fragment at the distal extremity of the lateral talar ridge
	7	a: Flattening b: Notch or irregular bone margin of tibial cochlear ridge (OC without fragment)
	8	OC of the tibial cochlear ridge with fragment
	9	Prominent proximal tubercle of the talus
	10	OC of the proximal tubercle of the talus (fragment)
	11	OC of the maleolus (specify if medial or lateral)
	12	Subchondral bone cyst in the distal tibia
	13	Subchondral bone cyst in the talus
	14	Subchondral bone cyst in the calcaneus
	15	Dorsal modelling / osteophytes distal tibia
Proximal intertarsal joint	16	Dorsal modelling / osteophytes
	17	Loss of visibility of the joint space
	18	Narrowed joint space
	19	Loss of corticomedullary definition
	20	Subchondral bone sclerosis
	21	Subchondral bone lysis
	22	Subchondral bone cyst
Distal intertarsal joint	23	Dorsal modelling / osteophytes
	24	Changes in opacity of the joint margins
	25	Loss of visibility of the joint space
	26	Narrowed joint space
	27	Loss of corticomedullary definition
	28	Subchondral bone sclerosis
	29	Subchondral bone lysis
	30	Subchondral bone cyst
Tarso-metatarsal joint	31	Bony spur on Mt III
	32	Dorsal modelling / osteophytes
	33	Changes in opacity of the joint margin or of the bony spur
	34	Loss of visibility of the joint space
	35	Narrowed joint space

	36	Loss of corticomedullary definition
	37	Subchondral bone sclerosis
	38	Subchondral bone lysis
	39	Subchondral bone cyst
Third Interosseus Muscle insertion	40	Thickening of the plantar cortex
	41	Bony proliferation on the plantar cortex
	42	Avulsion fragment at the origin

Tabella III.4: Segno radiografico (numero corrispondente) per assenza di lesioni nella LM degli AL rispetto alla LULM.

Tableau III.4: Signe radiographique (nombre correspondant) pour l'absence des lésions dans la LM des AL vs LULM.

Lesione (riferimento Tabella III.3)	LULM n (%)	AL n (%)	p-value
Hock 1	127 (94.1)	826 (87.4)	0.02
Hock 2	118 (87.4)	856 (90.6)	0.24
Hock 3	128 (94.8)	904 (95.7)	0.63
Hock 4	135 (100.0)	934 (98.8)	0.20
Hock 5	135 (100.0)	944 (99.9)	0.71
Hock 6	133 (98.5)	941 (99.6)	0.10
Hock 7a	130 (96.3)	871 (92.2)	0.09
Hock 7b	131 (97.0)	924 (97.8)	0.56
Hock 8	132 (97.8)	925 (97.9)	0.94
Hock 9	129 (95.6)	916 (96.9)	0.43
Hock 10	134 (99.3)	937 (99.2)	0.90
Hock 11	135 (100.0)	945 (100.0)	-
Hock 12	134 (99.3)	944 (99.9)	0.12
Hock 13	134 (99.3)	945 (100.0)	0.01
Hock 14	135 (100.0)	945 (100.0)	-
Hock 15	134 (99.3)	940 (99.5)	0.76
Hock 16	135 (100.0)	916 (96.9)	0.04
Hock 17	135 (100.0)	924 (97.8)	0.08
Hock 18	135 (100.0)	934 (98.8)	0.20
Hock 19	135 (100.0)	916 (96.9)	0.04
Hock 20	135 (100.0)	927 (98.1)	0.11
Hock 21	135 (100.0)	943 (99.8)	0.60
Hock 22	135 (100.0)	945 (100.0)	-
Hock 23	117 (86.7)	821 (86.9)	0.95

Hock 24	129 (95.6)	934 (98.8)	0.01
Hock 25	133 (98.5)	922 (97.6)	0.51
Hock 26	133 (98.5)	921 (97.5)	0.48
Hock 27	124 (91.9)	902 (95.4)	0.08
Hock 28	133 (98.5)	928 (98.2)	0.80
Hock 29	134 (99.3)	943 (99.8)	0.29
Hock 30	135 (100.0)	945 (100.0)	-
Hock 31	100 (74.1)	610 (64.6)	0.03
Hock 32	97 (71.9)	769 (81.4)	0.01
Hock 33	127 (94.1)	914 (96.7)	0.13
Hock 34	135 (100.0)	941 (99.6)	0.46
Hock 35	134 (99.3)	942 (99.7)	0.46
Hock 36	134 (99.3)	937 (99.2)	0.90
Hock 37	134 (99.3)	937 (99.2)	0.90
Hock 38	135 (100.0)	944 (99.9)	0.71
Hock 39	134 (99.3)	945 (100.0)	0.01
Hock 40	133 (98.5)	929 (98.3)	0.87
Hock 41	135 (100.0)	944 (99.9)	0.71
Hock 42	135 (100.0)	945 (100.0)	-

Tabella III. 5: Segno radiografico (numero corrispondente) per assenza di lesioni nella 4P degli AL rispetto a LU4P.

Tableau III.5: Signe radiographique (nombre correspondant) pour l'absence des lésions dans la 4P des AL vs LU4P.

Lesione (riferimento Tabella III.3)	LU4P n (%)	AL n (%)	p-value
Hock 1	125 (92.6)	823 (87.1)	0.07
Hock 2	119 (88.1)	843 (89.2)	0.70
Hock 3	127 (94.1)	893 (94.5)	0.85
Hock 4	135 (100.0)	921 (97.5)	0.06
Hock 5	135 (100.0)	944 (99.9)	0.71
Hock 6	133 (98.5)	938 (99.3)	0.33
Hock 7a	124 (91.9)	817 (86.5)	0.08
Hock 7b	132 (97.8)	896 (94.8)	0.13
Hock 8	131 (97.0)	926 (98.0)	0.45
Hock 9	127 (94.1)	846 (89.5)	0.10
Hock 10	134 (99.3)	927 (98.1)	0.32
Hock 11	133 (98.5)	914 (96.7)	0.64
Hock 12	135 (100.0)	935 (98.9)	0.22
Hock 13	134 (99.3)	942 (99.7)	0.46
Hock 14	135 (100.0)	945 (100.0)	-
Hock 15	135 (100.0)	943 (99.8)	0.60
Hock 16	135 (100.0)	878 (92.9)	0.001
Hock 17	135 (100.0)	945 (100.0)	-
Hock 18	135 (100.0)	944 (99.9)	0.71
Hock 19	135 (100.0)	934 (98.8)	0.20
Hock 20	135 (100.0)	941 (99.6)	0.46
Hock 21	135 (100.0)	940 (99.5)	0.41
Hock 22	135 (100.0)	943 (99.8)	0.60
Hock 23	119 (88.1)	641 (67.8)	<0.001

Hock 24	130 (96.3)	919 (97.2)	0.56
Hock 25	133 (98.5)	927 (98.1)	0.75
Hock 26	133 (98.5)	925 (97.9)	0.64
Hock 27	124 (91.9)	881 (93.2)	0.58
Hock 28	133 (98.5)	932 (98.6)	0.93
Hock 29	134 (99.3)	934 (98.8)	0.61
Hock 30	135 (100.0)	944 (99.9)	0.71
Hock 31	95 (70.4)	607 (64.2)	0.16
Hock 32	99 (73.3)	593 (62.8)	0.02
Hock 33	130 (96.3)	856 (90.6)	0.03
Hock 34	135 (100.0)	937 (99.2)	0.30
Hock 35	134 (99.3)	937 (99.2)	0.90
Hock 36	134 (99.3)	938 (99.3)	-
Hock 37	134 (99.3)	919 (97.2)	0.15
Hock 38	135 (100.0)	943 (99.8)	0.60
Hock 39	134 (99.3)	931 (98.5)	0.46
Hock 40	135 (100.0)	923 (97.7)	0.08
Hock 41	135 (100.0)	944 (99.9)	0.71
Hock 42	135 (100.0)	944 (99.9)	0.71

Tabella III.6: Segno radiografico (numero corrispondente) delle lesioni di tipo OC e AJ, per assenza di lesioni, delle letture di LE: lettura LM vs 4P.

Tableau III.6: Signe radiographique (nombre correspondant) des lésions de type OC et AJ, pour absence de lésions, des lectures du LE: lecture LM vs 4P.

Lesione (riferimento Tabella III.2)	LM n (%)	4P n (%)	p-value
Hock 4	135 (100.0)	135 (100.0)	-
Hock 5	135 (100.0)	135 (100.0)	-
Hock 6	133 (98.5)	133 (98.5)	-
Hock 7b	131 (97.0)	132 (97.8)	0.68
Hock 8	132 (97.8)	131 (97.0)	0.68
Hock 10	134 (99.3)	134 (99.3)	-
Hock 11	135 (100.0)	133 (98.5)	0,05
Hock 12	134 (99.3)	135 (100.0)	0.33
Hock 13	134 (99.3)	134 (99.3)	-
Hock 14	135 (100.0)	135 (100.0)	-
Hock 16	135 (100.0)	135 (100.0)	-
Hock 21	135 (100.0)	135 (100.0)	-
Hock 22	135 (100.0)	135 (100.0)	-
Hock 23	117 (86.7)	119 (88.1)	0.73
Hock 24	129 (95.6)	130 (96.3)	0.77
Hock 28	133 (98.5)	133 (98.5)	-
Hock 29	134 (99.3)	134 (99.3)	-
Hock 30	135 (100.0)	135 (100.0)	-
Hock 31	100 (74.1)	95 (70.4)	0.50
Hock 32	97 (71.9)	99 (73.3)	0.80
Hock 33	127 (94.1)	130 (96.3)	0.40
Hock 38	135 (100.0)	135 (100.0)	-
Hock 39	134 (99.3)	134 (99.3)	-

Tabella III.7: Segno radiografico (numero corrispondente) delle lesioni più significative di tipo OC e AJ, per assenza di lesioni, delle letture degli AL: lettura LM vs 4P.

Tableau III.7: Signe radiographique (nombre correspondant) des lésions les plus significatives de type OC et AJ, pour absence des lésions, des lectures des AL: lecture LM vs 4P.

Lesione (riferimento Tabella III.2)	LM, n (%)	4P n (%)	p-value
Hock 4	934 (98.8)	921 (97.5)	0.04
Hock 5	944 (99.9)	944 (99.9)	-
Hock 6	941 (99.6)	938 (99.3)	0.38
Hock 7b	924 (97.8)	896 (94.8)	0.0006
Hock 8	925 (97.9)	926 (98.0)	0.88
Hock 10	937 (99.2)	927 (98.1)	0.04
Hock 11	945 (100.0)	914 (96.7)	<0.0001
Hock 12	944 (99.9)	935 (98.9)	0.005
Hock 13	945 (100.0)	942 (99.7)	0.09
Hock 14	945 (100.0)	945 (100.0)	-
Hock 16	916 (96.9)	878 (92.9)	0.0001
Hock 21	943 (99.8)	940 (99.5)	0.27
Hock 22	945 (100.0)	943 (99.8)	0.17
Hock 23	821 (86.9)	641 (67.8)	<0.0001
Hock 24	934 (98.8)	919 (97.2)	0.01
Hock 28	928 (98.2)	932 (98.6)	0.49
Hock 29	943 (99.8)	934 (98.8)	0.009
Hock 30	945 (100.0)	944 (99.9)	0.33
Hock 31	610 (64.6)	607 (64.2)	0.86
Hock 32	769 (81.4)	593 (62.8)	<0.0001
Hock 33	914 (96.7)	856 (90.6)	<0.0001
Hock 38	944 (99.9)	943 (99.8)	0.57
Hock 39	945 (100.0)	931 (98.5)	0.0002



Figura III.1: Cisti subcondrale del metatarso prossimale in un cavallo del gruppo belga con osteofita e rimodellamento dorsale dell'articolazione tarso-metatarsica.

Figure III.1: Kyste du métatarsé proximal chez un cheval du groupe belge.



Figura III.2: Appiattimento del rilievo intermedio della coclea tibiale senza frammento.

Figure III.2: Aplatissement du relief intermédiaire de la cochlée sans fragment.

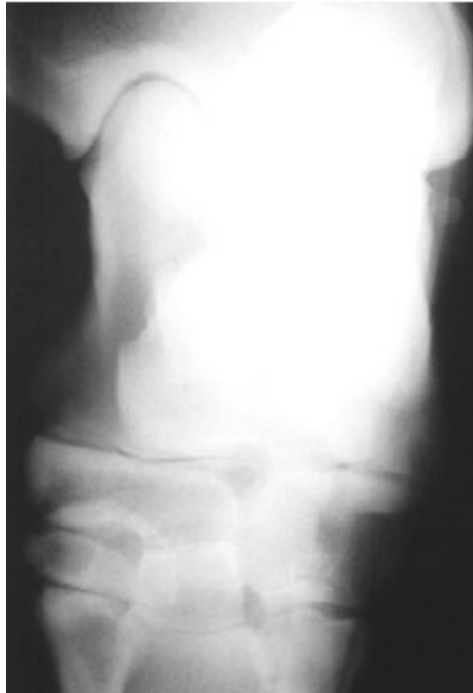


Figura III.3: Osteocondrosi del malleolo tibiale con frammento in un cavallo del gruppo belga.

Figure III.3: Ostéochondrose de la malléole avec fragment chez un cheval du groupe belge.



Figura III.4: Osteofita/entesofita dorsale del metatarsale III in un cavallo del gruppo belga.

Figure III.4: Ostéophyte/enthésophyte dorsal du metatarse III chez un cheval du groupe belge.

11.5. Bibliografia

ALVARADO A., MARCOUX M., BRETON L., “*Manifestation radiologiques de la maladie articulaire dégénérative juvénile chez de jeunes chevaux standardbreds avant l’entraînement*”, Prat. Vét. Equine, 25, 1 : 11-18, 1993.

AUDUGIÉ F., DENOIX J.M., HEILES Ph., REGNAULT Jc., TAVERNIER L., ROUX K., “*Depistage radiographique des lésions des jarrets sur 150 jeunes chevaux*”, Pratique Vétérinaire Equine, Vol. 25, n.º3., 1993.

BJÖRNSDÓTTIR S., AXELSSON M., EKSELL P. et al., “*Radiographic and clinical survey of degenerative joint disease in the distal tarsal joints in Icelandic horses*”, Equine Vet J 32:268, 2000.

BJÖRNSDÓTTIR S., EKMAN S., EKSELL P et al, “*High detail radiography and histology of the centrodistal tarsal joint of Icelandic horses 6 months to 6 years*”, Equine Vet J 36:5, 2004.

BURNET Z., “*La visite d’achat du cheval: approche pratique sur CD-ROM interactif*”, Thèse de Doctorat présenté à l’Université C.B. de Lyon I, École Nationale Vétérinaire de Lyon, 2007.

BUSONI V., editors: “*The stifle and tarsus*”, in Textbook of Veterinary Diagnostic radiology, Fifth edition, Saunders Elsevier, Section III, Chapter 19, pag. 370-374, 2007.

BUTLER J.A., COLLES C.M., DYSON S.J., et al., editors: *“The stifle and tibia”*, in Clinical radiology of the horse, ed 2, London, Blackwell, 2000.

DENOIX J.M., *“Valeur et limites de l’examen radiographique lors de visite d’achat”*, CEREOPA-ERPC, Compte rendu de la 17ème Journée d’étude, 133-48, 1991.

DENOIX J.M., *“Ultrasound examination of joints and miscellaneous tendons”*, In Rantanen N, McKinnon A (eds): Equine diagnostic ultrasound, Baltimore, Williams & Wilkins, p 475, 1998.

DENOIX J.M., BUSONI V., *“Ultrasonography of joints and synovia”*, In White NA, Moore JN, (eds): Current techniques in equine surgery and lameness, ed 2, Philadelphia, Saunders, p 643, 1998.

DENOIX J.M., AUDIGIÉ F., *“Imaging of the musculoskeletal system in horses”*, In: Hinchcliff K, Kaneps AJ, Geor RJ, Bayly W (eds): Equine Sports Medicine and Surgery – Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete, Philadelphia, Saunders, p 161, 2004.

DUTTON DM, WATKINS JP, WALKER MA et al, *“Incomplete ossification of the tarsal bones in foals: 22 cases (1988-1996)”*, J. Am. Vet. Med. Assoc., 213:1590, 1998.

FISCHER A.T., BARCLAY W.P., *“Osteochondrosis dissecans in the horse”*, Comp. Cont. Educ., 6, 3 : S123-S31, 1984.

GRONDAHL A. M., N. I. DOLVIK, “*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*”, J. Am. Vet. Med. Assoc. 203:101–104, 1993.

HARTUNG K., MÜNZER B., KELLER H., “*Radiologic evaluation of spavin in young trotters*”, Vet. Radiology, 24, 4 : 153-5, 1983.

KANE A.J., PARK R.D., MCILWRAITH C.W. et al, “*Radiographic changes in Thoroughbred yearling. Part 1: prevalence at the time of the yearling sales*”, Equine Vet. J., 35:354, 2005.

LABENS R., BUSONI V., PETERS F. et al., “*Ultrasonographic and radiographic diagnosis of patellar fragmentation secondary to bilateral medial patellar ligament desmotomy in a Warmblood gelding*”, Equine Vet Educ, 17:201, 2005.

LABENS R., INNOCENT G.T., VOÛTE L.C., “*Reliability of a quantitative rating scale for assessment of horse with distal tarsal osteoarthritis*”, Vet. Radiol, Ultrasound, 48(3):204-11, 2007.

LAVERTY S., STOVER S.M., BÉLANGER D. et al., “*Radiographic, high detail radiographic, microangiographic and histological findings of the distal portion of the tarsus in weanlings, young and adult horses*”, Equine Vet J 23:413, 1991.

LYKKEJEN S., ROED K.K., DOLVIK N.I., “*Osteochondrosis and*

osteocondral fragments in Standardbred trotters: Prevalence and relationships”, Eq. Vet. J., DOI : 10.1111/j.2042-3306.2011.00434x, 2011.

MCILWRAITH C.W., FOERNER J.J., “*Osteochondritis dissecans of the tarso-crural joint: results of treatment with arthroscopic surgery*”, Equine Vet. J., 23, 3 : 155-62, 1991.

MCILWRAITH C. WAYNE, KANE A., PARK R. D., “*Changes on radiographs at thoroughbred yearling sales: Prevalence and significance*”, Equine Practice, Volume 2, Issue 4, pag 329-338, Dec. 2003.

MAYOUSSIER A., “*Interet de la coblation dans l’exerese des nodules plantaires et des fractures abaxiales et apicales des os sesamoïdes proximaux des posterieurs chez le cheval: etude retrospective de 108 cas*”, Thèse pour le Doctorat Vétérinaire, Faculté de Medecine de Creteil, 2009.

OLIVER L.J., BAIRD D.K., BAIRD A.N. et al “*Prevalence and distribution of radiographically evident lesions on repository films in the hock and stifle joints of yearling Thoroughbred horses in New Zealand*”, N Z Vet J 56:202, 2008.

PILSWORTH R., HEAD M., “*Presales radiographic surveys in yearlings 1. Significance of lesions in the carpus, tarsus and stifle*”, Equine Practice, Issue: May, Volume: 32, pag: 174-183, 2011.

PRESTON S.A., ZIMMEL D.N., CHMIELEWSKI T.L. et al., “*Prevalence of various presale radiographic findings and association of findings with*

sales price in Thoroughbred yearlings sold in Kentucky”, J. Am. Vet. Med. Assoc., 236:440, 2010.

RELAVE F, MEULYZER M, ALEXANDER K et al., “*Comparison of radiography and ultrasonography to detect osteochondrosis lesions in the tarsocrural joint: a prospective study*”, Equine Vet J 41:34, 2009.

RICHARDSON D.W., “*Diagnosis and Management of Osteochondrosis and Osseous Cyst-like Lesions*”, In: M. W. Ross and S. J. Dyson, Diagnosis and management of lameness in the horse. W. B. Saunders: Philadelphia, Pa. ; London, 2003.

ROBERT C, DENOIX JM, HOULIEZ D. “*Evolution des images radiographiques des articulations des membres de chevaux entre 3 et 6 ans. Résultats préliminaires sur 46 sujets*”, Prat. Vet. Equine, 27(3),143-152, 1995.

ROBERT, C.*, JACQUET, S., VALETTE, J.-P., DENOIX, “*Breed variations in the distribution of osteoarticular lesions in horses at weaning*”, J.-M.56th Annual meeting of the EAAP, Uppsala, June 5th-9th, 2005.

ROSS M.W., DYSON S.J., editors: “*The tarsus*”, in Diagnosis and management of lameness in the horse, Saunders, Chapter 45, pag. 446, 2003.

SANDGREN B., “*Bony fragments in the tarsocrural and metacarpo-* or

metatarsophalangeal joints in the Standardbred horse a radiographic survey”, Equine Vet. J. Suppl. 6:66, 1988.

SCHOUGAARD H., FALKROONE 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., 22, 4 : 288-9, 1990.

SHELLEY J., DYSON S., “*Interpreting radiographs*”, 5 : *radiology of the equine hock*”, Equine Vet. J., 16, 6 : 488-95, 1984.

SMITH R.K.W., DYSON S.J., SCHRAMME M.C. et al., “*Osteoarthritis of the talocalcaneal joint in 18 horses*”, Equine Vet. J. 37:166, 2005.

STOCK KATHRIN FRIEDERIKE, “*Radiographic findings in the limbs of Hanoverian Warmblood horses: Genetic analyses and relationships with performance in sports*”, inaugural-dissertation, zur Erlangung des Grades einer, Doktorin der Veterinärmedizin (Dr. med. vet.) durch die Tierärztliche Hochschule Hannover, aus Freiburg im Breisgau, Hannover 2004.

TORRE F., TONIATO M., “*Osteochondral fragments from the medial malleolus in horses: a comparison between radiographic and arthroscopic findings*”, Proc Am Assoc Equine Pract 45:167, 1999.

VANDERPERREN K., RAES E., BREE H.V., SAUNDERS J.H., “*Diagnostic imaging of the equine tarsal region using radiography and*

ultrasonography. Part. 2, Bony disorders”, Vet. J., 179(2):188-96, 2009.

VERWILGHEN D., SERTEYN D., PILLE F., BOLEN G., SAUNDERS J., GRULKE S., BUSONI V., “*Prevalence of radiographic findings in candidate sires (2001-2008)*”, Vlaams Diergeneeskunding, Tijdschrift, 78, original article 419, 2009.

VERWILGHEN DR, BOLEN G, PAINDAVEINE P et al., “What is your diagnosis? Bone fragment in hock joint”, J Am Vet Med Assoc 237:29, 2010.

WATROUS B.J., HULTGREN B.D., WAGNER P.C., “*Juvenile spavin as a manifestation of osteochondrosis*”, Proceed. 9th Meet. Of the International Veterinary Radiology Association, Veldhoven, 59, 1991.

WRIGHT I., “*Fractures of the lateral malleolus of the tibia in 16 horses*”, Equine Vet. J., 24 : 424, 1992.

12. DISCUSSIONE GENERALE

Le patologie osteoarticolari giovanili del cavallo o DOD costituiscono un problema preoccupante per l'allevatore, il cavaliere e l'allenatore. Queste sono in effetti una delle maggiori cause di zoppia nel giovane cavallo sportivo e inducono delle perdite economiche importanti per l'industria delle corse e dei concorsi ippici (Denoix et al., 1996). Le DOD hanno un'incidenza economica importante perché possono compromettere totalmente o parzialmente la carriera sportiva dei soggetti colpiti (Robert et al., 1995). Il presente lavoro ha permesso di raccogliere dati sulla prevalenza di tali patologie e di studiare alcuni elementi relativi all'esame di screening radiografico di giovani cavalli utili al rilevamento precoce di alcune anomalie osteoarticolari. Gli studi sono stati condotti su due popolazioni distinte di cavalli: un gruppo di soggetti allevati in Belgio ed esaminati radiograficamente durante le selezioni per l'ammissione al "Royal Belgian Sport Horse Society" (Studbook sBs) come riproduttori, ed un gruppo di cavalli allevati in Sardegna ed esaminati radiograficamente durante visita di compravendita. I due gruppi di cavalli esaminati erano numericamente molto differenti, come diverse erano anche le condizioni di realizzazione degli esami radiografici. Infatti gli esami radiografici dei cavalli belga sono stati realizzati tutti in condizioni standard all'interno di una clinica per cavalli mentre quelli dei cavalli sardi sono stati effettuati sul campo e quindi in condizioni mai identiche. Nonostante queste differenze di numero di soggetti e di condizioni di esecuzione dell'esame possano aver con grande probabilità influenzato i risultati dello studio, questo ha comunque permesso di effettuare importanti rilevamenti sui cavalli allevati in Sardegna che possono rappresentare utilissimi dati preliminari di futuri programmi di screening regionali su più ampia scala.

Lo *Studio I* (studio sulla prevalenza delle lesioni radiografiche di DOD) è iniziato nel 2009 per ottenere dei dati relativi all'allevamento in Belgio ed in Sardegna. Ha permesso di rilevare le differenze di prevalenza delle diverse anomalie radiografiche tra un gruppo di 676 cavalli di 3 anni nati in Belgio e radiografati tra il 2000 ed il 2008 ed un gruppo di cavalli di 3-6 anni, nati in Sardegna e radiografati tra la fine del 2009 e l'inizio del 2011. Questo studio presenta quindi una sintesi di risultati ottenuti su una popolazione globale di 700 cavalli e permette di identificare le regioni maggiormente colpite mettendo in evidenza le potenziali differenze fra le due relative popolazioni. È risultato che nei cavalli allevati in Belgio esiste una maggiore prevalenza di lesioni a livello della grassella e del garretto rispetto a quelli allevati in Sardegna mentre in questi ultimi sono state rilevate più anomalie a livello del piede anteriore e del nodello. I dati di questo studio sono risultati in accordo con quelli riportati in letteratura sulla prevalenza delle lesioni radiografiche nei programmi di screening su popolazioni di cavalli di razze diverse (Denoix et al., 1996; Geffroy et al., 1997). Alcuni autori hanno infatti mostrato che i cavalli di razza Anglo Arabe (AA) ed i Trottatori hanno più immagini radiografiche anormali (IRA) nelle regioni distali degli arti posteriori rispetto ai cavalli di razza Selle Française (SF) e che i SF al contrario hanno più IRA nelle regioni prossimali degli arti posteriori (garretto e grassella) rispetto agli AA. È stato quindi ipotizzato che questa differenza possa essere dovuta alla differenza di mole tra gli AA ed i Trottatori da una parte ed i SF dall'altra. Anche altri studi hanno messo in evidenza la relazione tra siti di lesione e peso. I cavalli di grossa taglia e più pesanti sembrano essere più colpiti da lesioni di OC al garretto (Geffroy et al., 1997; Sandgren et al., 1993). Questi stessi studi suggeriscono inoltre che a favorire l'insorgenza di OC

sarebbe soprattutto l'accrescimento ponderale durante la fase di massima crescita piuttosto che la struttura finale del cavallo ed i risultati del presente lavoro vanno nella stessa direzione. Infatti, ad un'età media inferiore (anni 3,27 del gruppo belga contro 3,75 del gruppo sardo), i cavalli allevati in Belgio presentavano un peso superiore, confermando un aumento ponderale più importante nella fase di crescita. I cavalli sardi invece, più leggeri così come gli AA ed i Trottatori nei confronti dei SF (Sandgren et al., 1993; Carlsten et al., 1993), sono maggiormente colpiti nelle regioni più distali degli arti rispetto ai cavalli belga. Il confronto delle prevalenze di IRA e di IRS nei diversi soggetti e nelle due popolazioni, è stato possibile grazie all'omogeneità delle letture radiografiche, in questo caso realizzate dallo stesso lettore, da solo o in accordo con gli altri lettori. In assenza di un lettore comune può risultare invece relativamente difficile confrontare i risultati di differenti studi riguardanti l'incidenza delle patologie osteoarticolari in giovani cavalli in ragione di differenti metodologie e classificazione delle lesioni adottate. L'individuazione di un sistema di classificazione omogeneo dei differenti gradi di IRA ed IRS, indispensabile per confrontare i risultati dei diversi approcci su razze e paesi differenti, si è rivelato utile nel presente lavoro. Uno degli orientamenti principali degli studi intrapresi è stata l'identificazione precoce delle regioni più esposte a lesioni osteoarticolari per individuare quelle da prendere in considerazione nell'esame radiografico in corso di visita di compravendita (Denoix et al., 1996). Un numero globale di 700 cavalli rappresenta una base di dati sufficiente per rispondere ad un certo numero di domande. Considerando i due gruppi insieme, le regioni prevalentemente esposte alle IRA, dove la maggior parte delle lesioni sono risultate riferibili a DOD, in ordine decrescente sono: piede, nodello,

garretto e grassella. La prevalenza rilevata a livello del tarso prossimale dei cavalli belga (14,97%) è leggermente più elevata rispetto a quella riportata da altri autori (10,4% secondo Sandgren et al., 1993; 10,5% secondo Carlsten et al., 1993), mentre invece quella rilevata nel gruppo sardo è risultata inferiore (4,1%). Le prevalenze delle IRA ottenute sui nodelli anteriori e posteriori insieme (19,2% nei cavalli belga; 22,08% nei cavalli sardi) sono al contrario simili a quelli trovati dagli stessi autori (21,5% secondo Sandgren et al., 1993; 29,7% secondo Carlsten et al., 1993). Risulta invece impossibile confrontare con studi precedenti i dati di prevalenza relativi ai piedi anteriori perché non è presente in letteratura nessun dato in merito. Questo è probabilmente dovuto al fatto che la classificazione delle anomalie radiografiche del piede come espressione di DOD non è unanime (Poulos et al., 1989). Il limite maggiore di questo primo studio è stata la differenza di consistenza numerica dei due gruppi inclusi, rispettivamente di 676 e di 24 cavalli. Questo implica che certi tipi di lesioni a debole prevalenza possano essere state sottostimate nel gruppo sardo a causa del numero inferiore di cavalli presenti. Questa differenza di numero tra i due gruppi è legata al modo di reclutamento. Da una parte i cavalli belga rientrano in un grande programma di screening radiografico obbligatorio per i candidati stalloni, dall'altra gli esami radiografici dei cavalli sardi sono stati effettuati da veterinari liberi professionisti durante visite di compravendita. L'età leggermente superiore nel gruppo sardo (anni 3,75 vs 3,27) può aver influito sulla maggiore prevalenza di lesioni di tipo degenerativo, quali il rimodellamento dei margini articolari e gli osteofiti che compaiono più tardivamente e sulla gravità delle lesioni a carico dei piedi anteriori. La maggiore gravità delle lesioni riscontrate nei piedi del gruppo sardo rispetto a quello belga potrebbe invece essere dovuta

ai differenti sistemi di allevamento adottati, di tipo brado e su terreni rocciosi ed irregolari per i cavalli sardi rispetto al tipo più stanziale e su terreni morbidi e pianeggianti per i cavalli belga. Nei primi è facilmente presumibile una maggiore presenza di sollecitazioni meccaniche anomale a carico delle strutture più distali degli arti con maggiore esposizioni a frequenti microtraumi rispetto ai secondi. Per quanto riguarda le lesioni di apparizione giovanile, l'età più elevata non dovrebbe al contrario influenzare il loro aspetto radiografico perché la maggior parte delle IRA si sono dimostrate stabili tra 3 e 6 anni (Robert et al., 1995). La presenza di IRA quali il frammento da avulsione all'inserzione di un legamento collaterale nell'AID associata a distensione sinoviale evidenziati in alcuni cavalli sardi, suggerisce una eziologia traumatica acuta diretta all'articolazione stessa, piuttosto che un sovraccarico cronico all'inizio dell'attività sportiva associato ad anomala conformazione del piede. Lo *Studio II* (studio sulla relazione tra il segno radiografico di effusione dell'AID e la conformazione del piede) è stato realizzato sugli esami radiografici in proiezione LM dei piedi anteriori di 50 cavalli belga. La presenza di effusione del recesso dorsale dell'AID è stata stabilita sulla base dell'aspetto radiografico del profilo dei tessuti molli a livello della faccia dorsale della falange intermedia, secondo i criteri utilizzati da Verwilgen e collaboratori (Verwilgen et al., 2009). I risultati di questo studio hanno dimostrato che i cavalli allevati in Belgio con effusione dell'AID e senza altri segni radiografici anormali nei piedi, hanno una conformazione del piede caratterizzata da punta lunga, falange distale più orizzontale e talloni bassi. Questi risultati suggeriscono che questa conformazione del piede possa influenzare il carico di lavoro dell'AID al punto da indurre un'effusione articolare nei giovani cavalli all'inizio della

loro carriera sportiva e messi in lavoro da poco tempo. Nonostante l'influenza della conformazione del piede sulle forze che si esercitano sull'AID e sull'apparato podotrocleare sia stata largamente dimostrata in letteratura (Dyson et al., 2010), è ancora poco studiata l'importanza che la stessa può avere nei giovani cavalli. La scelta di un gruppo di cavalli esenti da segni radiografici a livello del piede e con esame clinico nella norma, permette di ridurre le possibilità di aver incluso dei cavalli che avevano subito un insulto traumatico acuto a livello dell'articolazione. Lo *Studio III* (studio sull'importanza della proiezione LM e delle 4 proiezioni nella diagnosi di DOD nel garretto) è stato realizzato per valutare l'utilità di una griglia di lettura radiografica nell'esame del garretto studiando l'accordo tra più lettori e per confrontare le diagnosi emesse con la sola radiografia in proiezione LM con quelle ottenute dalla lettura delle 4 proiezioni (4P) (LM, DP, DL-PIM, PIL-DM). In effetti, secondo il paese e l'organismo richiedente l'esame radiografico di screening in giovani cavalli di età superiore ad un anno, le proiezioni incluse in questi protocolli di screening risultano differenti. Alcuni protocolli includono la sola proiezione LM dal momento che fornisce il maggior numero di indicazioni rispetto a ciascuna delle altre (Robert et al., 2005), altri 3 proiezioni (LM, DL-PIM, PIL-DM) (Stock, 2004) ed altri ancora le 4P (LM, DP, PIL-DM, DL-PIM) (McIlwright et al., 2003). I risultati di questo studio hanno mostrato che non c'è differenza significativa tra la lettura della sola LM rispetto alla lettura 4P del LE per tutti i segni radiografici tranne che per l'OC dei malleoli della tibia, dove la differenza è al limite della significatività ($p=0,05$). Il confronto tra la lettura LM e la lettura 4P effettuate dagli AL ha mostrato che questi lettori trovano generalmente un numero maggiore di segni di lesioni radiografiche sulle 4P rispetto alla sola LM. L'accordo

elevato tra lettori di esperienza e background differenti nella classificazione dei cavalli in DOD positivi e DOD negativi nel garretto sulla base delle lesioni riscontrate, è a favore dell'utilizzo della griglia per lo screening radiografico durante le selezioni dei cavalli. Al contrario, il più debole accordo per quel che riguarda i segni radiografici di tipo degenerativo e localizzati nelle articolazioni intertarsiche e tarsometatarsica, suggerisce la necessità di stabilire dei criteri radiografici meglio definiti per la loro identificazione e potrebbe essere messo in relazione con le opinioni divergenti sul significato clinico di questo tipo di lesioni quando di gravità lieve (Busoni 2007). Tuttavia, il debole accordo potrebbe anche essere dovuto all'influenza dell'angolo di incidenza dei raggi sui margini articolari delle articolazioni distali del tarso. Delle piccole differenze di incidenza possono infatti creare una grande varietà di immagini delle articolazioni distali ed influenzare quindi la lettura. La differenza dei risultati nella lettura delle 4 proiezioni tra il lettore LE, considerato il più affidabile perché aveva effettuato la lettura ufficiale del programma di screening dello studbook, e gli altri lettori, potrebbe suggerire che sia necessaria una maggiore esperienza al fine di interpretare criticamente le immagini supplementari fornite dalle proiezioni DP ed oblique. Questo lavoro, costituito dai tre studi sopradescritti, ha indagato sulle lesioni DOD nei giovani cavalli e sul loro riscontro durante screening radiografico. Le conclusioni dimostrano l'importanza sia dell'esame radiografico che del suo protocollo di realizzazione. Esaminando la prevalenza delle lesioni (Studio I), la relazione tra la conformazione del piede e la presenza dell'effusione dell'AID (Studio II) nonché la validità di una griglia di lettura e l'efficacia della sola proiezione LM del garretto (Studio III), questo lavoro dimostra l'utilità di uno screening precoce che si avvalga di

un numero ridotto di proiezioni radiografiche e che sia quindi facilmente applicabile in campo. Questo protocollo radiografico dovrebbe includere le 2 proiezioni DP e LM dei piedi anteriori e le proiezioni LM dei nodelli, dei garretti e delle grasselle. Le radiografie dei piedi anteriori dovrebbero essere realizzate con l'arto in appoggio e centrate sull'articolazione interfalangea distale, in modo da ottenere utili informazioni per un ottimale controllo del pareggio dello zoccolo all'inizio della preparazione atletica. Questo favorirebbe una più precoce cura del piede la quale contribuirebbe notevolmente alla tutela del benessere dei cavalli sportivi, prevenendo quelle lesioni che si verificano per il reiterarsi di improprie sollecitazioni meccaniche da cattiva conformazione. Anche la possibilità di ridurre il numero delle proiezioni radiografiche necessarie per l'esame del garretto da 8 a 2, consentendo una più semplice e rapida effettuazione dell'esame nel suo insieme, diminuirebbe notevolmente sia l'impatto del contenimento fisico e farmacologico sul cavallo che l'esposizione a radiazioni ionizzanti, favorendo anch'essa la salvaguardia dello stato di benessere animale. L'utilizzo di una griglia di valutazione dedicata per ciascuna regione considerata ed elaborata sul modello di quella utilizzata nello studio III per il garretto, permetterebbe una lettura più affidabile fin dall'inizio dell'esame, consentendo una riduzione del numero di radiografie per la lettura sia da parte del veterinario libero professionista sul campo che delle commissioni di selezione in un secondo momento. Questa "pre-selezione" da parte dei veterinari sul campo potrebbe semplificare e stimolare più larghe campagne di screening su un maggior numero di soggetti, contribuendo complessivamente al benessere del cavallo.

13. CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Considerandolo in maniera prospettica, il presente lavoro necessita di un ampliamento che prenda in considerazione i fattori eziopatogenetici che intervengono nella comparsa delle DOD. Le ipotesi di cui bisognerebbe verificare l'incidenza sono: la componente genetica in relazione alla taglia del cavallo, i fattori biomeccanici, la condotta di allevamento ed i fattori ambientali ed alimentari. Tra questi ultimi, sarebbe opportuno indagare le relazioni tra una nutrizione altamente energetica e l'entità dell'esercizio fisico esaminando la velocità di incremento ponderale. Gli studi dovrebbero essere estesi alla discendenza, per esempio radiografando un certo numero di prodotti di ogni stallone. Questo approccio, definito da alcuni autori di tipo eco-patologico, alla ricerca radiografica sui cavalli associa un'indagine sui terreni e sull'ambiente in cui crescono i puledri (Geffroy et al., 1997). I dati ottenuti dovrebbero permettere di progredire nell'identificazione dei fattori di rischio per le principali DOD e di stimare la probabilità di comparsa di queste all'interno di un allevamento, aiutando allevatori e preparatori nella scelta dei migliori sistemi di allevamento e strategie di allenamento. La conoscenza delle DOD può, al pari di altre discipline, entrare a far parte di un più vasto studio multifattoriale sulle cause della "contro-performance" e diventare mezzo di identificazione precoce, all'interno di allevamenti e scuderie, di cavalli futuri agonisti e di quei soggetti invece a debole potenziale sportivo dove il mantenimento e l'addestramento gravano fortemente sul budget economico delle corse e dei concorsi ippici. Non sarà facile mettere in atto questo nuovo approccio ma i passi fatti in questi ultimi anni fanno pensare che gli allevatori belga e, anche se probabilmente in misura inferiore, quelli sardi, potrebbero essere loro stessi a richiederlo o essere pronti a parteciparvi. È quindi veramente

importante individuare un protocollo radiografico che permetta di privilegiare le proiezioni radiografiche che più di altre forniscono utili indicazioni su un gran numero di articolazioni, limitando il costo dell'esame e l'esposizione a radiazioni ionizzanti. Allo scopo di identificare le lesioni indotte da DOD nelle articolazioni più comunemente colpite, sembra importante effettuare le proiezioni LM e DP dei piedi anteriori ed una LM dei nodelli, dei garretti e delle grasselle, dal momento che queste sono le regioni più esposte alle patologie osteoarticolari giovanili, al fine di evidenziare il maggior numero di anomalie con il minor numero di proiezioni radiografiche. Idealmente, anche se la prevalenza delle lesioni della grassella è risultata ridotta nello Studio I, la proiezione LM di questa regione dovrebbe comunque essere inclusa in quanto le lesioni di OC dei labbri della troclea femorale hanno un significato clinico relativamente elevato (Carton, 2004). Questo protocollo risponderebbe dunque a 2 criteri essenziali per un protocollo di screening da applicare su vasta scala (Hoppe, 1984; Mc Ilwraith et al., 1993; Mc Ilwraith et al., 1993): un criterio di fattibilità su giovani cavalli talvolta poco o per niente manipolati ed un criterio di rapporto costo/beneficio grazie alla sua capacità di mettere in evidenza un gran numero di lesioni osteoarticolari per proiezione (Hoppe, 1984; McIlwraith et al., 1991; McIlwraith et al., 1993). La radiologia viene infatti considerata come l'esame diagnostico più sicuro per trovare le anomalie in assenza di segni clinici a riposo (Denoix et al., 1991). Inoltre, lo strumentario necessario per l'esame radiografico è facilmente trasportabile sul campo durante visita di compravendita. Sarebbe infine interessante e di notevole importanza per il futuro delle popolazioni equine, poter effettuare controlli radiografici a distanza di 3 anni dall'inizio della preparazione atletica dei cavalli per

valutare le influenze di tempo e di attività sportiva sulle lesioni di DOD e mostrarne l'eventuale evoluzione a seconda dell'articolazione interessata. Gli arti anteriori dei cavalli sportivi, con il passare del tempo, sono soggetti ad importanti variazioni mentre l'esame degli arti posteriori effettuato a 3 anni di età sembra molto più affidabile per la ricerca delle anomalie che si riscontrano a 6 anni. Bisogna infine tener conto della probabilità che un certo numero di cavalli venga trattato chirurgicamente per la patologia riscontrata, in un momento qualsiasi della sua vita, sia per l'ammissione ai libri genealogici che prima della visita di compravendita o in un periodo successivo, prima di intraprendere la carriera sportiva. Una raccolta di dati clinici e di risultati di questionari da indirizzare ad allevatori ed allenatori dovrebbe quindi essere contemplata a completamento di una politica di screening e di selezione su grande scala.

14. BIBLIOGRAFIA GENERALE

ALVARADO A., MARCOUX M., BRETON L., “*Manifestation radiologiques de la maladie articulaire dégénérative juvénile chez de jeunes chevaux standardbreds avant l’entraînement*”, Prat. Vét. Equine, 25, 1 : 11-18, 1993.

AUDUGIÉ F., DENOIX J.M., HEILES Ph., REGNAULT Jc., TAVERNIER L., ROUX K., “*Depistage radiographique des lésions des jarrets sur 150 jeunes chevaux*”, Pratique Vétérinaire Equine, Vol. 25, n.º3, 1993.

BAXTER G.M., TURNER A.S., “*Diseases of Bone and related structures*”, In: T. S. Stashak and O. R. Adams, Adams' lameness in horses. Lippincott Williams & Wilkins: Baltimore, 401-407, 2002.

BIGGI M., DYSON S., “*Comparison between radiological and magnetic resonance imaging lesions in the distal border of the navicular bone with particular reference to distal border fragments and osseous cyst-like lesions*”, Equine Vet. J., 42, 707-712, 2010.

BJÖRNSDÓTTIR S., AXELSSON M., EKSELL P. et al., “*Radiographic and clinical survey of degenerative joint disease in the distal tarsal joints in Icelandic horses*”, Equine Vet J 32:268, 2000.

BJÖRNSDÓTTIR S., EKMAN S., EKSELL P et al, “*High detail radiography and histology of the centrodistal tarsal joint of Icelandic horses 6 months to 6 years*”, Equine Vet J 36:5, 2004.

BOSWELL R.P., MITCHELL R.D., DYSON S.J., “*Lameness in the Show Hunter and Show Jumper*”, In : *Diagnosis and Management of Lameness in the horse*, pag 965-975, Saunders, 2003.

BOULET C., RICARD A., DENOIX J.M., “*Influence des images radiographiques sur les d’un effectif de chevaux de race française*“, In: *Compte-rendu de la 24° journée de la recherche équine*, Institut du Cheval, 93-102, 1998.

BOURZAC C., ALEXANDER K., ROSSIER Y., LAVERTY S., “*Comparison of radiography and ultrasonography for the diagnosis of osteochondritis dissecans in the equine femoropatellar joint*”, *Equine Vet. J.*, 41, 685-692, 2009.

BREHM W., STAECKER W., “*Osteochondrosis in the tarsocrural joint of Standardbred trotters. Correlation between radiographic findings and racing performance*”, In: *proceedings of AAEP*, 45:164-166,1999.

BRINK P., DOLVIK N.I., TVERDAL A., “*Lameness and effusion of the tarsocrural joints after arthroscopy of osteochondritis dissecans in horses*”, *Vet. Rec.*, 165, 709-712, 2009.

BUCKWALTER J.A., MANKIN H.J., “*Articular cartilage: degeneration and osteoarthritis, repair, regeneration, and transplantation*”, *Instr. Course Lect.*, 47, 487-504, 1998.

BURNET Z., *“La visite d’achat du cheval: approche pratique sur CD-ROM interactif”*, Thèse de Doctorat présenté à l’Université C.B. de Lyon I, École Nationale Vétérinaire de Lyon, 2007.

BUSONI V., editors: *“The stifle and tarsus”*, in Textbook of Veterinary Diagnostic radiology, Fifth edition, Saunders Elsevier, Section III, Chapter 19, pag. 370-374, 2007.

BUTLER J.A., COLLES C.M., DYSON S.J., et al., editors: *“The stifle and tibia”*, in Clinical radiology of the horse, ed 2, London, Blackwell, 2000.

BUTLER J.A., COLLES C.M., DYSON S.J. et al., *“Clinical radiology of the horse, ed 3”*, London, Blackwell, 2008.

CARLSTEN J., SANDGREN B., DALIN G., *“Dépistage radiographique des lésions des jarrets sur 150 jeunes chevaux”*, Pratique Vétérinaire Equine, 25, (2), 123-128, 1993.

CARTON T.F.T., *“Examen radiographique des membres de 270 poulains au sevrage: anomalies et signes locaux associés”*, École Nationale Veterinaire d’Alfort, Thèse pour le Doctorat Vétérinaire, Faculté de Médecine Vétérinaire de Créteil, 2004.

COUROUCE A., GEFFROY O., VALETTE J.P., *“Pathologie ostéo-articulaire juvénile chez le cheval trotteur français: prévalence et relation avec la performance”*, In: proceeding of 6th Congress of Equine Medicine and Surgery, 89-101, 1999.

DEBERG M.A., LABASSE A.H., COLLETTE J., SEIDEL L., REGINSTER J.Y., HENROTIN Y.E., “*One-year increase of Coll 2-1, a new marker of type II collagen degradation, in urine is highly predictive of radiological OA progression*”, *Osteoarthr. Cartil.*, 13, 1059-1065, 2005.

DECLERCQ J., MARTENS A., MAES D., BOUSSAUW B., FORSYTH R., BOENING K.J., “*Dorsoproximal proximal phalanx osteochondral fragmentation in 117 Warmblood horses*”, *Vet Comp Orthop Traumatol*, 22, 1-6, 2009.

DENOIX J.M., “*Valeur et limites de l’examen radiographique lors de visite d’achat*”, *CEREOPA-ERPC, Compte rendu de la 17ème Journée d’étude*, 133-48, 1991.

DENOIX J.M., VALETTE J.P., ROBERT C., HOULIEZ D., HEILES P.H., “*Prévalence des images radiographiques anormales dans les membres de 575 chevaux de races française âgés de trois ans*” *Prat. Vét. Éq.*, 28:97-104, 1996.

DENOIX J.M., “*Ultrasound examination of joints and miscellaneous tendons*”, In Rantanen N, McKinnon A (eds): *Equine diagnostic ultrasound*, Baltimore, Williams & Wilkins, p 475, 1998.

DENOIX J.M., BUSONI V., “*Ultrasonography of joints and synovia*”, In White NA, Moore JN, (eds): *Current techniques in equine surgery and lameness*, ed 2, Philadelphia, Saunders, p 643, 1998.

DENOIX J.M., VALETTE J.P., HEILES P., RIBOT X., TAVERNIER L.,
“*Etude radiographique des affections ostéo-articulaires juvéniles (AOAJ)chez des chevaux de races françaises, âgés de trois ans : présentation globale des résultats sur 1180 sujets*“, *Pratique Vétérinaire Equine*, vol 32, n°26, 35-41, 2000.

DENOIX J.M., AUDIGIÉ F., “*Imaging of the musculoskeletal system in horses*”, In: Hinchcliff K, Kaneps AJ, Geor RJ, Bayly W (eds): *Equine Sports Medicine and Surgery – Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete*, Philadelphia, Saunders, p 161, 2004.

DIK K.J., ENZERINK E., VAN WEEREN P.R., “*Radiographic development of osteochondral abnormalities, in the hock and stifle of Dutch Warmblood foals, from age 1 to 11 months*”, *Equine Vet. J. Suppl.*, 31, 9-15, 1999.

DONABEDIAN M., VAN WEEREN P.R., PERONA G., FLEURANCE G., ROBERT C., LEGER S., BERGERO D., LEPAGE O., MARTIN-ROSSET W., “*Early changes in biomarkers of skeletal metabolism and their association to the occurrence of osteochondrosis (OC) in the horse*”, *Equine Vet. J.*, 40, 253-259, 2008.

DOUGLAS J., “*Pathogenesis of osteochondrosis, Developmental orthopaedic diseases and Lameness*”, In: M. W. Ross and S. J. Dyson, *Diagnosis and management of lameness in the horse*. W. B. Saunders: Philadelphia, Pa. ; London, 534-543, 2003.

DUTTON DM, WATKINS JP, WALKER MA et al, “*Incomplete ossification of the tarsal bones in foals: 22 cases (1988-1996)*”, J. Am. Vet. Med. Assoc., 213:1590, 1998.

DYSON S.J., “*The distal phalanx and distal interphalangeal joint*”, In: *Diagnosis and management of lameness in the horse*, Ross - Dyson, Saunders, 2003.

DYSON S. J., TRANQUILLE C. A. COLLINS S.N., PARKIN T.D.H., MURRAY R.C., “*An investigation of the relationships between angles and shapes of the hoof capsule and the distal phalanx*“ Eq. Vet. J., doi: 10.1111/j.2042-3306.2010.00162.x., 2010.

ECREMENT O., “*Incidence clinique et sportive des fragments distaux de l’os sesamoïde distal chez les chevaux de sport*”, École Nationale Veterinaire d’Alfort, Thèse pour le Doctorat Vétérinaire, Faculté de Médecine Vétérinaire de Créteil, 2011.

EKMAN S., CARLSON C.S., “*The pathophysiology of osteochondrosis*”, Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract., 28, 17-32, 1998.

ELIASHAR E., McGUIGAN M.P., WILSON A.M.”*Relationship of foot conformation and force applied to the navicular bone of sound horses at the trot*”, Eq. Vet. J., 36 (5) 431-435, 2004.

FARQUHARSON C., BERRY J.L., MAWER E.B., SEAWRIGHT E., WHITEHEAD C.C., “*Regulators of chondrocyte differentiation in tibial*

dyschondroplasia: an in vivo and in vitro study”, Bone, 17, 279-286, 1995.

FISCHER A.T., BARCLAY W.P., “*Osteochondrosis dissecans in the horse*”, Comp. Cont. Educ., 6, 3 : S123-S31, 1984.

FRANTZ N.Z., FRIESEN K.G., ANDREWS G.A., TOKACH M.D., YAMKA R.M., LOUGHIN T.L., NELSSSEN J.L., DRITZ S.S., “*Use of serum biomarkers to predict the development and severity of osteochondrosis lesions in the distal portion of the femur in pigs*”, Am. J. Vet. Res., 71, 946-952, 2010.

GATTI J., “*Evolution radiographiques des membres (pieds exceptés) de soixante-deux chevaux entre trois et seize ans*”, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Thèse pour le Doctorat Vétérinaire, Faculté de Médecine Vétérinaire de Créteil, 2006.

GEFFROY O., COUROUCÉ A., VALETTE J.P., KRAFT E., “*Pathologie ostéo-articulaire juvénile chez le cheval trotteur: étude préliminaire*”, Prat. Vét. Éq., 29:191-199, 1997.

GRONDAHL A. M., N. I. DOLVIK, “*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*”, J. Am. Vet. Med. Assoc. 203:101–104, 1993

HARTUNG K., MÜNZER B., KELLER H., “*Radiologic evaluation of spavin in young trotters*”, Vet. Radiology, 24, 4 : 153-5, 1983.

HENSON F.M., DAVIES M.E., JEFFCOTT L.B., “*Equine dyschondroplasia (osteochondrosis) - histological findings and type VI collagen localization*”, Vet. J., 154, 53-62, 1997a.

HENSON F.M.D., DAVENPORT C., BUTLER L., MORAN I., SHINGLETON W.D., JEFFCOTT L.B., SCHOFIELD P.N., “*Effects of insulin and insulin-like growth factors I and II on the growth of equine fetal and neonatal chondrocytes*”, Equine Vet. J., 29, 441-447, 1997b.

HENSON F.M.D., SCHOFIELD P.N., JEFFCOTT L.B., “*Expression of transforming growth factor-beta 1 in normal and dyschondroplastic articular growth cartilage of the young horse*”, Equine Vet. J., 29, 434-439, 1997c.

HOPPE F., “*Radiological investigations of osteochondrosis dissecans in Standardbred Trotters ààòland Swedish Warm-blood horses*“, Equine Vet. J., 16(5):425-429, 1984.

HUIZINGA H.A., VANDERWERF J.H.J., KORVER S., VANDERMEIJ G.J.W., “*Stationnary performance testing of stallions from the Dutch Warmblood riding horse population. 1. Estimated genetic-parameters of scored traits and the genetic relation with dressage and jumping competition from offspring of breeding stallions*”, Livest. Prod. Sci., 27, 231-244, 1991.

JEFFCOTT L.B., “*Osteochondrosis in the horse – searching for the key of*

pathogenesis“, Equine Vet. J., 23:331-338, 1991.

JEFFCOTT L.B., “*Problems and pointers in equine osteochondrosis*”, Equine Vet. J. Suppl., 16, 1-3, 1993.

JEFFCOTT L.B., “*Osteochondrosis - An international problem for the horse industry*”, J. Equine Vet., Sci., 16, 32-37, 1996.

JEFFCOTT L.B., HENSON F.M.D., “*Studies on growth cartilage in the horse and their application to aetiopathogenesis of dyschondroplasia (osteochondrosis)*”, Vet. J. 156, 177-192, 1998.

KANE A.J., PARK R.D., MCILWRAITH C.W. et al, “*Radiographic changes in Thoroughbred yearling. Part 1: prevalence at the time of the yearling sales*”, Equine Vet. J., 35:354, 2005.

KUMMER M., GEYER H., IMBODEN I., AUER J., LISCHER C., “*The effect of hoof trimming on radiographic measurements of the front feet of normal Warmblood horses*”, Eq. Vet. J., 172, 58-66, 2005.

LABENS R., BUSONI V., PETERS F. et al., “*Ultrasonographic and radiographic diagnosis of patellar fragmentation secondary to bilateral medial patellar ligament desmotomy in a Warmblood gelding*”, Equine Vet Educ, 17:201, 2005.

LABENS R., INNOCENT G.T., VOÛTE L.C., “*Reliability of a quantitative rating scale for assessment of horse with distal tarsal*

osteoarthritis”, Vet. Radiol, Ultrasound, 48(3):204-11, 2007.

LAMPE V., DIERKS C., DISTL O., “*Refinement of a quantitative trait locus on equine chromosome 5 responsible for fetlock osteochondrosis in Hanoverian warmblood horses*”, Anim. Genet., 40, 553-555, 2009.

LAVERTY S., STOVER S.M., BÉLANGER D., O’BRIEN T.R., PASCOE J.R., 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 Vet. J., 23, 6 : 413-21, 1980.

LAVERTY S., STOVER S.M., BÉLANGER D. et al., “*Radiographic, high detail radiographic, microangiographic and histological findings of the distal portion of the tarsus in weanlings, young and adult horses*”, Equine Vet J 23:413, 1991.

LAVERTY S., IONESCU M., MARCOUX M., BOURE L., DOIZE B., POOLE A.R., “*Alterations in cartilage type-II procollagen and aggrecan contents in synovial fluid in equine osteochondrosis*”, J. Orthop. Res., 18, 399-405, 2000.

LAWS E.G., RICHARDSON D.W., ROSS M.W., MOYER W., “*Racing performance of Standardbreds after conservative and surgical treatment for tarsocrural osteochondrosis*”, Equine Vet. J., 25:199-202, 1993.

LYKKJEN S., DOLVIK N.I., MCCUE M.E., RENDAHL A.K.,

MICKELSON J.R., ROED K.H., “*Genome-wide association analysis of osteochondrosis of the tibiotarsal joint in Norwegian Standardbred trotters*”, Anim. Genet, 41 Suppl 2, 111-120, 2010.

LYKKEJEN S., ROED K.K., DOLVIK N.I., “*Osteochondrosis and osteochondral fragments in Standardbred trotters: Prevalence and relationships*”, Eq. Vet. J., DOI : 10.1111/j.2042-3306.2011.00434x, 2011.

MAYOUSSIER A., “*Interet de la coblation dans l'exerese des nodules plantaires et des fractures abaxiales et apicales des os sesamoïdes proximaux des posterieurs chez le cheval: etude retrospective de 108 cas*”, Thèse pour le Doctorat Vétérinaire, Faculté de Medecine de Creteil, 2009.

MC ILWRAITH C.W., FOERNER J.J., DAVIS D.M., “*Osteochondrosis dissecans of the tarsocrural joint: result of treatment with arthroscopic surgery*”, Equine Vet. J., 23(3):155-162, 1991.

MC ILWRAITH C.W., “*Interference from referred clinical cases of osteochondritis dissecans*”, Equine Vet. J., 23(3):155-162, 1993.

MCILWRAITH C. WAYNE, KANE A., PARK R. D., “*Changes on radiographs at thoroughbred yearling sales: Prevalence and significance*”, Equine Practice, Volume 2, Issue 4, peg 329-338, Dec. 2003.

MCILWRAITH C.W., “*Developmental Orthopedic Disease: Problems of Limbs in young Horses*”, J. Equine Vet. Sci24, 475-479, 2004.

MCILWRAITH C.W., WRIGHT I.M., NIXON A.J., BOENING K.J.,
“*Diagnostic and surgical arthroscopy in the horse*”, Edinburgh ; New
York, Pages p 532, 2005.

MENDOZA P., “*Relative values of radiography and ultrasonography for
the evaluation of synovial effusion in the ex-vivo equine distal
interphalangeal joint*”, Complementary Masters Thesis: Equine Clinic,
Department of Clinical Sciences of the companion animals and equids.
University of Liège, Liège : pages p.45, 2009.

MITCHELL N.S., CRUESS R.L., “*Classification of degenerative
arthritis*”, Can. Med. Assoc. J., 117, 763-765, 1977.

NIXON A.J., POOL R.R., “*Histologic Appearance of Axial Osteochondral
Fragments from the Proximoplantar Proximopalmar Aspect of the
Proximal Phalanx in Horses*”, J. Am. Vet. Med. Assoc., 207, 1076-1080,
1995.

O’GRADY S.E., POUPARD D.A., “*Physiological horseshoeing: an
overview*”, Eq. Vet. Educ., 13, 330-334, 2001.

OLIVIER A., NURTON J.P., GUTHRIE A.J., “*An epizootological study of
wastage in thoroughbred racehorses in Gauteng South Africa*”, J. S. Afr.
Vet. Assoc., 68, 125-129, 1997.

OLIVER L.J., BAIRD D.K., BAIRD A.N. et al “*Prevalence and
distribution of radiographically evident lesions on repository films in the*

hock and stifle joints of yearling Thoroughbred horses in New Zealand", N Z Vet J 56:202, 2008.

PHILIPSSON J., ANDRÉASSON 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. Suppl., 16, 38-41, 1993.

PIERAMATI C., PEPE M., SILVESTRELLI M., BOLLA A., "*Heritability estimation of osteochondrosis dissecans in Maremmano horses*", Livest. Prod. Sci., 79, 249-255, 2003.

PILSWORTH R., HEAD M., "*Presales radiographic surveys in yearlings 1. Significance of lesions in the carpus, tarsus and stifle*", Equine Practice, Issue: May, Volume: 32, pag: 174-183, 2011.

POOL R.R., "*Difficulties in definition of equine osteochondrosis; differentiation of developmental and acquired lesions*", Equine Vet. J. Suppl., 16, 5-12, 1993.

POOL R.R., "*Pathologic manifestations of joint disease in the athletic horse*", In: C. W. McIlwraith and G. W. Trotter, Joint disease in the horse. W.B. Saunders: Philadelphia, 87-107, 1996.

POULOS, P.W., BROWN, A., BROWN, E. AND GAMBOA, L., "*On navicular disease in the horse. A roentgenological and patho-anatomic study. Part II. Osseous bodies associated with the impar ligament*", Vet.

Radiol. 30, 50-53, 1989.

PRESTON S.A., ZIMMEL D.N., CHMIELEWSKI T.L. et al., “*Prevalence of various presale radiographic findings and association of findings with sales price in Thoroughbred yearlings sold in Kentucky*”, J. Am. Vet. Med. Assoc., 236:440, 2010.

RELAVE F, MEULYZER M, ALEXANDER K et al., “*Comparison of radiography and ultrasonography to detect osteochondrosis lesions in the tarsocrural joint: a prospective study*”, Equine Vet J 41:34, 2009.

RELAVE F., MEULYZER M., ALEXANDER K., BEAUCHAMP G., MARCOUX M., “*Comparison of radiography and ultrasonography to detect osteochondrosis lesions in the tarsocrural joint: a prospective study*”, Equine Vet. J., 41, 34-40, 2009.

RICHARDSON D.W., “*Diagnosis and Management of Osteochondrosis and Osseous Cyst-like Lesions*”, In: M. W. Ross and S. J. Dyson, Diagnosis and management of lameness in the horse. W. B. Saunders: Philadelphia, Pa. ; London, 549-554, 2003.

ROBERT C., DENOIX J.M., HOULIEZ D., “*Evolution des images radiographiques des articulations des membres de chevaux entre 3 et 6 ans. Résultats préliminaires sur 46 sujets*”, P.V.E. 27(3), 143-152, 1995.

ROBERT, C.*, JACQUET, S., VALETTE, J.-P., DENOIX, “*Breed variations in the distribution of osteoarticular lesions in horses at*

weaning”, J.-M.56th Annual meeting of the EAAP, Uppsala, 5-9/06/2005.

RONEUS B., ARNASON T., COLLINDER E., RASMUSSEN M.,
“*Arthroscopic removal of palmar/plantar osteochondral fragments (POF) in the metacarpo- and metatarso-phalangeal joints of standardbred trotters--outcome and possible genetic background to POF*”, Acta Vet. Scand., 39, 15-24, 1998.

ROSS M.W., DYSON S.J., editors: “*The tarsus*”, in Diagnosis and management of lameness in the horse, Saunders, Chap. 45, pag. 446, 2003.

SANDGREN B., “*Bony fragments in the tarsocrural and metacarpo- or metatarsophalangeal joints in the Standardbred horse a radiographic survey*”, Equine Vet. J. Suppl. 6:66, 1988.

SANDGREN B., DALIN G., CARLSTEN J., “*Osteochondrosis in tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints in Standardbred Trotters*“, I. Epidemiology. Equine Vet. J. Suppl. 16:31-37, 1993.

SCHILLER J., ARNHOLD J., SONNTAG K., ARNOLD K., “*NMR studies on human, pathologically changed synovial fluids: role of hypochlorous acid*”, Magn. Reson. Med., 35, 848-853, 1996.

SCHOUGAARD H., FALKROONE 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.,

22, 4 : 288-9, 1990.

SEMEVOLOS S.A., STRASSHEIM M.L., HAUPT J.L., NIXON A.J.,
“*Expression patterns of hedgehog signaling peptides in naturally acquired equine osteochondrosis*”, J. Orthop. Res., 23, 1152-1159, 2005.

SERTEYN D., PIQUEMAL D., VANDERHEYDEN L., LEJEUNE J.P.,
VERWILGHEN D., SANDERSEN C., “*Gene expression profiling from leukocytes of horses affected by osteochondrosis*”, J. Orthop. Res., 28, 965-970, 2010.

SHELLEY J., DYSON S., “*Interpreting radiographs*”, 5 : *radiology of the equine hock*”, Equine Vet. J., 16, 6 : 488-95, 1989.

SLOET VAN OLDENRUITENBORGH-OOSTERBAAN M.M., MOL J.A., BARNEVELD A., “*Hormones, growth factors and other plasma variables in relation to osteochondrosis*”, Equine Vet. J. 31, 45-54, 1999.

SMITH R.K.W., DYSON S.J., SCHRAMME M.C. et al., “*Osteoarthritis of the talocalcaneal joint in 18 horses*”, Equine Vet. J. 37:166, 2005.

SMITH S.S., DYSON S.J., MURRAY R.C., WEEKES J., “*Is there an association between distal phalanx angles and deep digital flexor tendon lesions?*”, In: 50th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, 50, 328-331, 2004.

STOCK KATHRIN FRIEDERIKE, “*Radiographic findings in the limbs of*

Hanoverian Warmblood horses: Genetic analyses and relationships with performance in sports", inaugural-dissertation, zur Erlangung des Grades einer, Doktorin der Veterinärmedizin (Dr. med. vet.) durch die Tierärztliche Hochschule Hannover, aus Freiburg im Breisgau, Hannover 2004.

STOCK K.F., DISTL O., "*Evaluation of expected response to selection for orthopedic health and performance traits in Hanoverian Warmblood horses*", Am. J. Vet. Res., 66, 1371-1379, 2005.

THORP B., FARQHARSON C., KANA P.L., LOVERIDGENO, "*Osteochondrosis – dyschondroplasia: a failure of chondrocyte differentiation*", Equine Vet. J. Suppl., 16, 13-18, 1993.

TODHUNTER R.J., LUST G., "*Pathophysiology of Synovitis - Clinical Signs and Examination in Horses*", Compend Contin Educ Vet, 12, 980-992, 1990.

TODHUNTER P.G., KINCAID S.A., TODHUNTER R.J., KAMMERMANN J.R., JOHNSTONE B., BAIRD A.N., HANSON R.R., WRIGHT J.M., LIN H.C., PUROHIT R.C., "*Immunohistochemical analysis of an equine model of synovitis-induced arthritis*", Am. J. Vet. Res., 57, 1080-1093, 1996.

TORRE F., TONIATO M., "*Osteochondral fragments from the medial malleolus in horses: a comparison between radiographic and arthroscopic findings*", Proc Am Assoc Equine Pract 45:167, 1999.

TOUZOT-JOURDE G., RICARD A., DENOIX J.M., “*Estimation de l’héritabilité des affections ostéo-articulaires juvéniles dans un effectif de chevaux affiliés par le père*”, In: Compte-rendu de la 24° journée de la recherche équine, Institut du Cheval, 135-145, 1998.

VALETTE J.P., DENOIX J.M., BOULET C, MONNET Y., “*Pathologie ostéo-articulaire juvénile : bilan de l’étude sur 246 poulains de 1 et 2 ans. provenant de la région de Basse Normandie*”, In : Compte-rendu de la 26° journée de la Recherche équine, Institut du Cheval, 1° mars 2000.

VAN GREVENHOF E.M., SCHURINK A., DUCRO B.J., VAN WEEREN P.R., VAN TARTWIJK J.M., BIJMA P., VAN ARENDONK J.A., “*Genetic variables of various manifestations of osteochondrosis and their correlations between and within joints in Dutch warmblood horses*”, J. Anim. Sci., 87, 1906-1912, 2009.

VAN HOOGMOED L.M., SNYDER J.R., THOMAS H.L., HARMON F.A., “*Retrospective evaluation of equine prepurchase examinations performed 1991-2000*”, Equine Vet. J., 35, 375-381, 2003.

VAN WEEREN P.R., “*Osteochondrosis*”, In: J. A. Auer and J. A. Stick, Equine surgery. Elsevier Saunders: St. Louis, Mo., 1166-1178, 2006.

VANDERPERREN K., RAES E., BREE H.V., SAUNDERS J.H., “*Diagnostic imaging of the equine tarsal region using radiography and ultrasonography. Part. 2, Bony disorders*”, Vet. J., 179(2):188-96, 2009.

VERWILGHEN D., SERTEYN D., PILLE F., BOLEN G.; SAUNDERS J., GRULKE S., BUSONI V., “*Prevalence of radiographic findings in candidate sires (2001-2008)*”, Res.Vet. Science, 87, 319-328, 2009.

VERWILGHEN DR, BOLEN G, PAINDAVEINE P et al., “*What is your diagnosis? Bone fragment in hock joint*”, J Am Vet Med Assoc 237:29, 2010.

VOS N.J., “*Incidence of osteochondrosis (dissecans) in Dutch Warmblood horses presented for prepurchase examination*”, Ir. Vet. J., 61, 33-37, 2008.

WATROUS B.J., HULTGREN B.D., WAGNER P.C., “*Juvenile spavin as a manifestation of osteochondrosis*”, Proceed. 9th Meet. Of the International Veterinary Radiology Association, Veldhoven, 59, 1991.

WRIGHT I., “*Fractures of the lateral malleolus of the tibia in 16 horses*”, Equine Vet. J., 24 : 424, 1992.

15. ALLEGATI



XVI SIVE International Congress CarraraFiere - Carrara, January 29th-31st, 2010

PRIME ESPERIENZE SULL'UTILIZZO DEL RADIO ELECTRIC ASYMMETRIC CONVEYER (REAC) NELL'IPOFERTILITÀ DELLO STALLONE

**G.M. Careddu, DMV¹, F. Cubeddu, DMV^{1,2}, I. Cossu, DMV, PhD³, R. Cherchi, DMV³,
V. Fontani, DM, PhD⁴, A. Castagna, DM, PhD⁵, G. Collodel, DM, PhD^{6,7}, S. Rinaldi, DM, PhD⁴,
E. Sanna Passino, DMV¹**

*¹Dipartimento di Patologia e Clinica Veterinaria - Sezione di Clinica Chirurgica
Università di Sassari, Sassari, Italia*

*²Scuola di Dottorato in Riproduzione, Produzione e Benessere Animale
Università di Sassari, Sassari, Italia*

*³Agris - Dipartimento di Ricerca per l'Incremento Ippico, Ozieri, Italia
⁴Istituto Rinaldi Fontani, Firenze, Italia*

⁵Libero Professionista, Sassari, Italia

⁶Dipartimento di Chirurgia - Sezione di Biologia - Università di Siena, Siena, Italia

⁷Centro Interdipartimentale per la Ricerca e la Terapia dell'infertilità Maschile, Siena, Italia

Area di interesse: **Riproduzione**

Scopo del lavoro. Col presente studio si valuta l'effetto che la REAC terapia può esercitare sull'ipofertilità nello stallone, attraverso la sua azione sullo stress. La REAC terapia è una nuova forma di trattamento nelle patologie da stress nell'uomo¹, riconosciuta dal Registro di Prove Cliniche Australiano (ACTR) e dalla Piattaforma dei Registri di Prove Cliniche Internazionali (ICTRP) dell'Organizzazione Mondiale della Sanità. Similmente a quanto descritto nell'uomo, anche nello stallone situazioni ambientali sfavorevoli possono influenzare il comportamento sessuale e le caratteristiche del seme². Diversi studi nell'uomo hanno mostrato che l'applicazione di questa terapia porta ad una riduzione del livello di stress, e può essere utile nel miglioramento del processo di spermatogenesi³. Sulla base di quanto evidenziato nell'uomo, viene qui effettuata una valutazione degli spermogrammi di un gruppo di stalloni che hanno ricevuto la REAC terapia durante la stagione riproduttiva.

Materiali e metodi. Il protocollo terapeutico REAC (mod. CRM, prodotto da ASMED Srl Firenze, Italia) effettuato durante la stagione di monta 2009 su 11 stalloni (7 ipofertili; 4 nella norma) di razza ed età diverse, stabulati presso un unico Centro di Riproduzione, ha previsto inizialmente l'Ottimizzazione Neuro Posturale (ONP), seguita dall'applicazione, a giorni alterni per 18 sedute, dell'Attivazione Tissutale (AT). Il prelievo del seme, effettuato tre volte alla settimana da marzo a giugno 2009, veniva eseguito al manichino con vagina artificiale di tipo INRA modificato. Da luglio a settembre 2009 i prelievi sono stati effettuati una volta alla settimana. La concentrazione degli spermatozoi veniva misurata mediante Densimeter 590° - Animal Reproduction System, mentre con analizzatore di immagini Ceros s/n v 12.01/Power - Hamilton-Thorne Research venivano valutate motilità totale e motilità progressiva. Le medie e gli andamenti dei valori del periodo marzo-aprilemaggio-giugno 2009 sono stati confrontati mediante T-test con i corrispondenti degli stessi stalloni, raccolti nell'anno precedente (2008).

Risultati. Il volume totale è diminuito da marzo a maggio da ml 26 a ml 22 nel 2008 e da ml 36 a ml 29 nel 2009, per poi risalire in giugno 2008 a ml 26 ed a ml 31 nel 2009. La concentrazione è calata da 248 a 199 milioni/ml da marzo a giugno 2008; è diminuita da 271 a 239 milioni/ml nello stesso periodo 2009, presentando però un rialzo nel mese di aprile 2009 con 274 milioni/ml. La motilità totale è passata da 85% a 82% nel 2008 e da 78% a 69% nel 2009, presentando un andamento positivo in aprile e maggio con valori medi di 80%. La motilità progressiva è calata nel 2008 da 42% a 40% mentre è aumentata da 39% a 47% nel 2009. Le differenze osservate non sono risultate significative dal punto di vista statistico. Gli spermogrammi dei mesi di luglio, agosto e settembre 2009 successivi alla stagione di monta, hanno mostrato lievi incrementi, sebbene non significativi, soprattutto nei cavalli ipofertili nella motilità progressiva, con valori di 43%, 45% e 44% rispettivamente. Pressoché invariate sono invece risultate le medie di volume totale, concentrazione e motilità totale.

Conclusioni. La presenza di stress non è stata verificata ma è facilmente presumibile, almeno di moderato grado, dati gli inevitabili obblighi a cui uno stallone è sottoposto in un Centro di Riproduzione. Nei valori dei parametri osservati, la grande variabilità ha levato la significatività statistica alle differenze comunque presenti e vantaggiose sia nelle medie che soprattutto in qualche caso specifico. Questo vale in modo particolare per il volume totale da marzo a giugno 2009 e per la tendenza favorevole della motilità progressiva da luglio a settembre 2009. Ulteriori studi su più ampia scala che consentano confronti per periodi di tempo più lunghi, supportati da analisi con più sofisticate come TEM e FISH, sono necessari per valutare quanto la REAC terapia possa portare beneficio nel miglioramento del processo di spermatogenesi e dello stress legato alle odierne condizioni di stabulazione del cavallo.

Bibliografia

1. Rinaldi S, Fontani V, Aravagli L, Saragò G. - A new diagnostic and therapeutic approach to the General Adaptation Syndrome. *Int J Psychophysiol* 2002; 45: 148-9.
2. McKinnon A., Voss J. - *Equine Reproduction* - Lea & Febiger, 1993.
3. Collodel G., Moretti E., Fontani V., Rinaldi S., Aravagli L., Saragò G., Capitani S., Anichini C. - Effect of emotional stress on sperm quality. *Indian J Med Res* 128, September 2008, pp 254-261.

Indirizzo per corrispondenza:

Prof. Giovanni Mario Careddu - Università degli Studi di Sassari,
Dipartimento di Patologia e Clinica Veterinaria
Via Vienna, 2 - 07100 Sassari (SS), Italia
Tel. 079/229470 - Cell. 3293808647 - E-mail: gcareddu@uniss.it.

PRIME ESPERIENZE CLINICHE SULL'UTILIZZO DEL RADIO ELECTRIC ASYMMETRIC CONVEYER (REAC) IN MEDICINA EQUINA

E. Sanna Passino, DMV₁, G.M. Careddu, DMV₁, F. Cubeddu, DMV_{1,2}, F. Secci, DMV_{1,3},
G. Rossi, DMV_{1,3}, N. Columbano, DMV, PhD₁, G. Masala, DMV₁, M.L. Manunta, DMV, PhD₁,
V. Fontani, DM, PhD₄, A. Castagna, DM, PhD₅, S. Rinaldi, DM, PhD₄

*¹Dipartimento di Patologia e Clinica Veterinaria - Sezione di Clinica Chirurgica -
Università degli Studi di Sassari, Sassari, Italia*

*²Scuola di dottorato in Riproduzione, Produzione e Benessere Animale -
Università degli Studi di Sassari, Sassari, Italia*

*³Dottorato di ricerca in Anestesia e Chirurgia Comparata - Università degli Studi di Messina,
Messina, Italia*

⁴Istituto Rinaldi Fontani, Firenze, Italia

⁵Libero Professionista, Sassari, Italia

Area di interesse: **Neurologia**

Scopo del lavoro. È quello di presentare i primi risultati dell'applicazione di due protocolli di trattamento con REAC (Radio Electric Asymmetric Conveyer), in alcune patologie traumatiche e degenerative del cavallo. Il REAC è una apparecchiatura terapeutica usata in medicina umana che, pur rientrando nell'ampio campo delle apparecchiature elettromedicali, presenta caratteristiche tecnologicamente innovative, finalizzate al miglioramento delle funzioni neuro psico biologiche di feedback alle condizioni ambientali. Tra queste funzioni annoveriamo anche quelle "riparative" dei tessuti. Sulla scorta dei risultati acclarati in medicina umana si è voluta testare l'efficacia del REAC in ambito veterinario ove la componente placebo è considerata minima o assente.

Materiali e metodi. 5 cavalli di razza, sesso ed età differenti, sono stati sottoposti a un ciclo di trattamenti con REAC. Tre soggetti presentavano patologie a carico dei tessuti duri: uno la frattura da avulsione del condilo femorale mediale con lesione del legamento collaterale, l'altro una OCD bilaterale della grassella, il terzo una deviazione angolare dell'arto anteriore. Due soggetti, invece, presentavano lesioni dei tessuti molli: il primo un linfedema dell'arto posteriore, il secondo una soluzione di continuo traumatica penetrante dello scroto. Dei quattro protocolli fondamentali relativi ai trattamenti con REAC abbiamo utilizzato inizialmente l'Ottimizzazione Neuro Posturale (ONP), finalizzata all'avvio dei corretti meccanismi neuro psico biologici di feedback alle condizioni ambientali ed al miglioramento delle strategie motorie e posturali. Il trattamento, assolutamente indolore e non invasivo, consiste di un'unica seduta della durata di 500ms che si esegue poggiando il probe dell'apparecchiatura su uno specifico punto dell'orecchio. In seguito, come secondo protocollo, abbiamo impiegato l'Attivazione Tissutale (AT) che prevede l'applicazione, tramite un multi probe, di uno speciale elettrodo laminare posizionato in zona retro cervicale o direttamente sulla zona da trattare. Si somministra per 18 sedute a giorni alterni. Anche questo trattamento è assolutamente indolore e non invasivo. L'apparecchiatura REAC utilizzata in questo studio è il mod. CRM, prodotto da ASMED Srl Firenze, Italia.

Risultati. In tutti i casi trattati si sono osservati segnali di una positiva e globale ottimizzazione delle funzioni nervose. In particolare si osserva una sostanziale correzione dell'assetto posturale, inclusa la cinematica, l'orientamento nello spazio e la coordinazione neuromotoria. Nei casi caratterizzati da tumefazioni o soluzioni di continuo il processo di guarigione è stato rapido ed ottimale. Gli effetti generali possono essere schematicamente riassunti in una migliore coordinazione motoria, in un miglioramento dell'efficienza prestativa, in una maggiore resistenza allo stress, in un miglioramento della funzione immunitaria, nella velocizzazione dei processi riparativi. La terapia è indolore, non è invasiva, è di facile e rapida applicazione, non presenta controindicazioni ed è priva di effetti collaterali.

pag 337

Conclusioni. I risultati di questo lavoro, seppur preliminari, ci consentono di affermare che l'impiego del REAC amplia le nostre opportunità terapeutiche. Infatti, sino ad oggi, non disponevamo di un dispositivo finalizzato a risolvere le componenti adattative disfunzionali che spesso impediscono il successo di altri approcci terapeutici. Quasi tutte le terapie abitualmente in uso agiscono con l'intento di sopprimere i sintomi della malattia, lavorando sugli effetti finali della catena adattativa. I risultati, seppur brillanti sul momento, possono essere deludenti nel corso del tempo, perché i problemi causali possono permanere. I trattamenti con REAC, essendo specificamente indirizzati al miglioramento delle funzioni neuro psico biologiche di feedback alle condizioni ambientali, possono essere utili sia nella prevenzione che nella riduzione delle componenti adattative disfunzionali alla base dei diversi quadri patologici.

Bibliografia

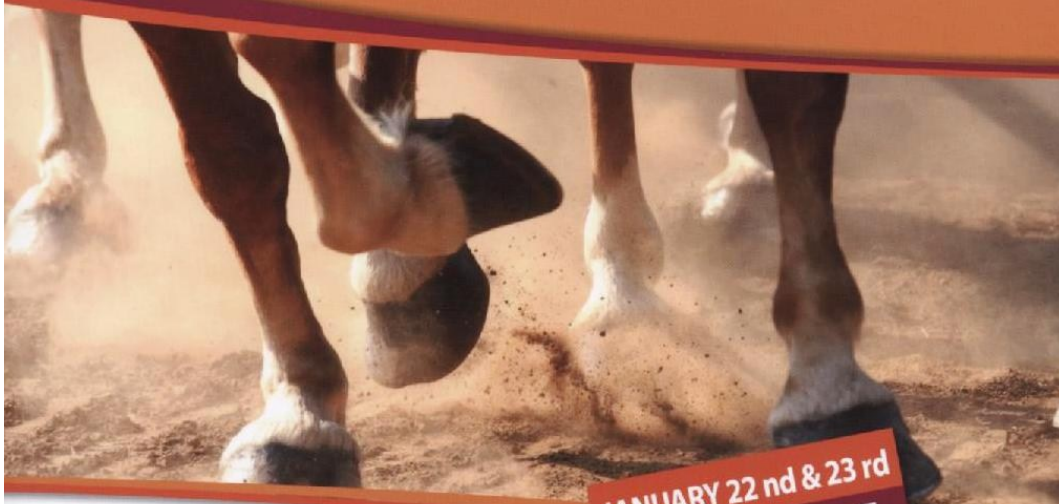
1. Rinaldi S. et al. - A new diagnostic and therapeutic approach to the General Adaptation Syndrome. *Int J Psychophysiol* 2002; 45: 148-9.
2. Rinaldi S. et al. - Dysmetria and biological stress therapy, in ICMART 2009, p.60, Thessaloniki, Greece.
- 3 Rinaldi S. et al. - Neuro-Psycho-Physical Optimization with Conveyor of Modulating Radiance. New Strategy to Facilitate Neuro-Psycho-Physical Rehabilitation, 1th Int Congr Neuroscience Maison de l'UNESCO, Paris, 2005.
4. Rinaldi S. et al. - A Randomised controlled trial to evaluate the effectiveness of Neuro Psycho Physical Optimization (NPPO) with Conveyer of Modulating Radiance (CMR Therapy) in reducing the subjective perception of stress and stress-related pains and physical problems", Australian New Zealand Clinical Trials Register, 2001.

Indirizzo per corrispondenza:

Prof. Dott. Eraldo Sanna Passino - Dipartimento di Patologia e Clinica Veterinaria
Sezione di Clinica Chirurgica, Via Vienna, 2, 07100 Sassari (SS), Italia
Tel. +39 079 229471 - E-mail: esp@uniss.it

Belgian International Congress
Veterinarians & Farriers

hippos 
The Unfortunate Horse



JANUARY 22nd & 23rd
2011
4th EDITION
BRUSSELS



www.hipposcongress.eu

AN INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN FOOT CONFORMATION AND DISTAL INTERPHALANGEAL JOINT EFFUSION IN YOUNG WARBLOOD HORSES AT THE BEGINNING OF THEIR TRAINING

Cubeddu F.^{1,2}, Bastianacci V.¹, Verwilghen D.³, Spaziante D.⁴, Busoni V.¹

1Imagerie Médicale, Pole Equin/Département des sciences Cliniques des animaux de compagnie et des équidés, Faculté de médecine Vétérinaire, Université de Liège, Belgique. 2Clinica Chirurgica, Dipartimento di Patologia e Clinica Veterinaria, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Sassari, Italia. 3Chirurgie Equine, Pole Equin/Département des sciences Cliniques des animaux de compagnie et des équidés, Faculté de médecine Vétérinaire, Université de Liège, Belgique. 4Scuola di Scienze Mediche Veterinarie, Università degli Studi di Camerino, Italia.
francescacubeddu@tiscali.it

Introduction

Long toe-low heels conformation has been postulated to cause biomechanical alterations and it is a common finding in Warmblood horses [1].

Objective

The aim was to investigate the relationships between foot conformation and distal interphalangeal joint effusion in young Warmblood horses at the beginning of their training.

Materials & methods

The lateromedial radiographs of the forefeet obtained for the veterinary screening of young Warmblood stallions were used. The radiographs of 17 horses with bilateral radiographic evidence of distal interphalangeal joint effusion (group E) and of 17 horses without (group N) were used for this study. The following measurements were obtained 3 times and used to compare the 2 groups using a T-test: length of the dorsal hoof wall, hoof angle, length of the toe, sole thickness, distal phalanx angle, ratio between height of the heels and dorsal hoof height [2].

Results

There was a significant difference in foot conformation between the horses of the 2 groups. Horses of the group E have a lower distal phalanx angle ($P < 0,001$), lower hoof angle ($P < 0,05$), lower heels height/dorsal height ratio ($P < 0,05$) and a longer toe ($P < 0,01$). Horses of group E were also heavier than horses in group N ($P < 0,05$) [3].

Conclusions

The results of this study confirm the relevance of foot conformation in young horses and support the hypothesis that a long toe-low heels conformation increases the workload of the distal interphalangeal joint in heavy Warmblood horses at the beginning of their training [1,4].

References

- [1]. Dyson S. J., Tranquille C. A. et al., (2010), Eq. vet. J., doi: 10.1111/j.2042-3306.2010.00162.x [2]. Kummer M., Geyer H. et al., (2006), Vet. J. 172, 58-66. [3]. Smith S. S., Dyson S. J. et al, (2004), Proc. Amer. Assoc. Eq. Pract. 50, 328-321. [4]. Eliashar E., McGuigan M. P. et al., (2004), Eq. vet. J. 36 (5), 431-435.

**AN INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN
RADIOLOGICAL MEASUREMENTS IN NORMAL FRONTFEET OF YOUNG
WARMBLOOD HORSES BRED IN BELGIUM**

Cubeddu F.^{1,2}, Bastianacci V.¹, Verwilghen D.³, Spaziante D.⁴, Busoni V.¹

*1Imagerie Médicale, Pole Equin/Département des sciences Cliniques des animaux de compagnie et des équidés, Faculté de médecine Vétérinaire, Université de Liège, Belgique. 2Clinica Chirurgica, Dipartimento di Patologia e Clinica Veterinaria, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Sassari, Italia. 3Chirurgie Equine, Pole Equin/Département des sciences Cliniques des animaux de compagnie et des équidés, Faculté de médecine Vétérinaire, Université de Liège, Belgique. 4Scuola di Scienze Mediche Veterinarie, Università degli Studi di Camerino, Italia.
francescacubeddu@tiscali.it*

Introduction

An abnormal foot conformation has been implicated as causing biomechanical alterations and it is commonly found in young warmblood horses.

Objective

The study aims of investigating the relationship between radiological measurements in normal frontfeet of young warmblood horses and comparing them to the data reported in the literature.

Materials & methods

The lateromedial radiographs of the normal frontfeet of 34 warmblood stallions obtained for the screening of developmental orthopedic disorders were used. The following measurements were obtained 3 times: length of the dorsal hoof wall (DWL), hoof angle (HA), length of the toe (P3T), sole thickness (ST), distal phalanx angle (P3BA), angle between the dorsal hoof wall and the dorsal surface of the distal phalanx (DWP3A), ratio between height of the heels and dorsal hoof height (PH/DH) [1]. The Pearson's coefficient (r) was used to establish the correlations between measurements and the T-test used to compare the results with the data of the published literature.

Results

P3T was negatively correlated ($P<0,01$) with HA and DWP3A. P3BA was negatively correlated ($P<0,05$) with DWL. PH/DH was positively correlated ($P<0,05$) with HA and ST. ST was positively correlated ($P<0,05$) with P3T. The radiological measurements were in agreement with those reported in the literature [1,2,3,4,5].

Conclusions

The results of this study demonstrate the correlation between different radiological measurements of the forefeet of young warmblood horses and are consistent with the findings reported in other populations.

References

[1]. Kummer M., Geyer H. et al., (2006), Vet. J. 172, 58-66. [2]. Dyson S. J., Tranquille C. A. et al., (2010), Eq. vet. J., doi: 10.1111/j.2042-3306.2010.00162.x [3]. Linford R., O'Brien T. et al., (1993), Am. J. vet. Res. 54, 38-51. [4]. Cripps P. and Eustace R., (1999), Eq. vet. J. 31, 427-432. [5]. Verschooten F., Roels J. et al., (1989), Res. vet. Sci. 46, 15-21.



ITALIAN SOCIETY FOR VETERINARY SCIENCES

**LXV ANNUAL MEETING
OF THE ITALIAN SOCIETY
FOR VETERINARY SCIENCES**

ABSTRACTS



TROPEA-DRAPIA (VV), 7-10 September 2011

CORRELAZIONE TRA CONFORMAZIONE DEL PIEDE ED EFFUSIONE DELL'ARTICOLAZIONE INTERFALANGEA DISTALE AGLI ARTI ANTERIORI IN GIOVANI CAVALLI ALL'INIZIO DELLA PREPARAZIONE ATLETICA

RELATIONSHIP BETWEEN FOOT CONFORMATION AND DISTAL INTERPHALANGEAL JOINT EFFUSION IN FRONTFEET OF YUNG HORSES AT THE BEGINNING OF THEIR TRAINING

Cubeddu F¹, Careddu GM², Sanna Passino E², Busoni V³ ¹Scuola di Dottorato in Produzione, Riproduzione e Benessere Animale, Università degli Studi di Sassari; ²Dipartimento di Patologia e Clinica Veterinaria - Sezione di Clinica Chirurgica, Università degli Studi di Sassari; ³Service d'Imagerie, Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Liegi (Belgio)

Parole chiave: conformazione, piede, effusione, interfalangea distale, cavallo

Key words: conformation, foot, effusion, distal interphalangeal joint, horse

SUMMARY – Aim of this study was to find foot conformation mostly associated with radiographic evidence of distal interphalangeal joint effusion in young horses at the beginning of their sport career. Latero-medial radiographic parameters related to foot conformation were measured and statistically compared between 25 horses with and 25 horses without distal interphalangeal joint effusion. A strong positive correlation with long toe-low heels conformation was found, indicating bigger workload at the distal interphalangeal joint, which could be reduced by correct trimming of the hoof.

INTRODUZIONE – Lo screening radiologico dei cavalli nelle visite di compravendita e di ammissione ai libri genealogici è un importante mezzo di valutazione dello stato osteo-articolare dell'animale e costituisce un utile strumento per ulteriori indagini. Consente da una parte di vedere in anticipo segni premonitori di future patologie articolari e dall'altra di adottare appropriate strategie di allevamento volte a ridurre la presenza di patologie articolari su base genetica. L'effusione dell'articolazione interfalangea distale è uno dei segni radiografici di più comune riscontro nei giovani cavalli, viene evidenziata anche in soggetti clinicamente sani, soprattutto agli arti anteriori e secondo alcuni autori può essere causata da un'impropria sollecitazione meccanica del piede all'inizio della preparazione atletica (1). Il pareggio può influire enormemente sulla conformazione esteriore del piede, sull'allineamento dell'asse zoccolo-pastorale e sulla posizione della terza falange all'interno dello zoccolo, potendo modificare in maniera significativa il valore dei numerosi parametri visibili in tutte le proiezioni radiografiche, soprattutto in quella latero-mediale (LM) (2). Veterinari e maniscalchi sostengono che molte delle zoppie viste oggi potrebbero essere prevenute o trattate con adeguati pareggi e ferratura, pianificati mediante esami radiologici (3). Conformazioni del piede caratterizzate da punta lunga, tendono ad aumentare il carico sulle porzioni palmari del piede, comportando alterazioni biomeccaniche quali l'estensione dell'articolazione interfalangea distale e la diminuzione dell'angolo di deviazione del tendine flessore profondo del dito intorno all'osso navicolare (3). Un ridotto rapporto altezza talloni / altezza parete dorsale dello zoccolo ed un diminuito angolo della falange distale, aumentano la forza che si esercita sull'osso navicolare, predisponendo i cavalli alla sindrome podotrocleare (4). Nei piedi affetti da lesione all'apparato podotrocleare, da sola oppure associata a lesione del tendine flessore superficiale delle falangi, la lunghezza della parete dorsale dello zoccolo è risultata aumentata mentre il rapporto altezza talloni / altezza parete dello zoccolo diminuito (5). Il presente lavoro valuta le principali misure radiografiche che descrivono la conformazione del piede, allo scopo di individuare le condizioni maggiormente associate alla presenza di effusione all'articolazione interfalangea distale in giovani cavalli all'inizio della preparazione atletica.

MATERIALI E METODI – Sono state prese in esame le radiografie in proiezione LM dei piedi anteriori di stalloni di 2-3 anni presentati alla Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università di Liegi nel periodo compreso tra il 2006 ed il 2010 per screening radiologico

necessario all'ammissione come riproduttore al "Royal Belgian Sports Horse Society" (Studbook sBs). Per questo studio sono stati scelti in maniera casuale 25 soggetti esenti da segni radiografici a carico dei piedi anteriori (gruppo N) ed altri 25 con la sola evidenza radiografica di effusione dell'articolazione interfalangea distale (gruppo E). L'esame radiologico era stato condotto previa sferratura e pulizia del fettone. L'arto è stato posto in appoggio unipodale su un blocco di legno piano di 10 cm di altezza, la distanza fuoco-film è stata sempre di 100 cm e la distanza piede-cassetta radiografica sempre di 2 cm. La cassetta, cm 18x24, è stata posizionata mediante un reggicassetta, parallelamente al piano sagittale del piede, con il lato lungo orizzontale. Il fascio primario è stato puntato al centro del piede perpendicolarmente al suo piano sagittale, in modo da dividere in parti uguali le distanze dalla punta dello zoccolo ai talloni e dalla corona al bordo soleare. La collimazione ha incluso i 2/3 distali della prima falange ed i limiti esterni della scatola cornea. Le radiografie sono state processate con metodo indiretto con sviluppatrice Agfa modello CR 25.0. La lettura dei radiogrammi era stata effettuata una prima volta nella Facoltà di Liegi da 2 radiologi diplomati dell'European College of Veterinary Diagnostic Imaging (ECVDI) ed una seconda volta nella Facoltà di Ghent, da 2 radiologi anch'essi diplomati ECVDI, uno dei quali aveva già effettuato la prima lettura all'Università di Liegi. La diagnosi finale è stata formulata per consenso dei radiologi senior di entrambe le Facoltà. La presenza di effusione all'articolazione interfalangea distale è stata valutata tramite l'esame del profilo dorsale dei tessuti molli a livello della faccia dorsale della seconda falange secondo i criteri utilizzati da Verwilghen e collaboratori (1). Successivamente, sulle radiografie dei piedi selezionati per questo lavoro sono state effettuate, da parte di un unico lettore medico veterinario, tre misurazioni consecutive in cm ed in gradi d'angolo (per poi utilizzare la media aritmetica di ciascuna) dei seguenti parametri: lunghezza della parete dorsale (DWL), lunghezza della punta dello zoccolo (P3T), spessore della suola (ST), rapporto altezza talloni/altezza parete dello zoccolo (PH/DH), angolo dello zoccolo (HA), angolo della terza falange (P3BA), angolo tra parete dorsale dello zoccolo e faccia dorsale della terza falange (DWP3A) (Figura 1). È stato inoltre preso in considerazione il peso in Kg di ciascun cavallo, registrato all'atto della visita. I dati ottenuti sono stati elaborati statisticamente mediante t-test per verificare differenze tra i due gruppi (gruppo N e gruppo E) nei parametri considerati e mediante coefficiente di Pearson (r) per evidenziare correlazioni tra gli stessi all'interno dei gruppi.

RISULTATI – Fra i due gruppi è stata rilevata differenza significativa nella maggior parte dei parametri considerati. Nei piedi con effusione, rispetto ai piedi senza effusione sono stati riscontrati valori più elevati nella lunghezza della punta dello zoccolo ($E = 3,80 \pm 0,55$; $N = 3,42 \pm 0,48$ con $p < 0,01$) e valori più piccoli nell'angolo dello zoccolo ($E = 52,62 \pm 2,75$; $N = 54,49 \pm 3,14$ con $p < 0,05$), nell'angolo della terza falange ($E = 3,76 \pm 0,68$; $N = 6,39 \pm 1,29$ con $p < 0,001$) e nel rapporto altezza talloni/altezza parete dello zoccolo ($E = 0,44 \pm 0,03$; $N = 0,47 \pm 0,07$ con $p < 0,05$). Il peso corporeo è risultato significativamente maggiore nei cavalli con effusione ($E = 556 \pm 40,28$; $N = 523 \pm 46,16$ con $p < 0,05$). Differenze non significative sono state invece riscontrate in lunghezza della parete dorsale ($E = 10,57 \pm 0,82$; $N = 10,26 \pm 1,13$ con $p > 0,05$), spessore della suola ($E = 1,90 \pm 0,49$; $N = 1,97 \pm 0,43$ con $p > 0,05$), angolo tra parete dorsale dello zoccolo e faccia dorsale della terza falange ($E = 2,39 \pm 1,35$; $N = 2,43 \pm 1,48$ con $p > 0,05$). E' stata inoltre riscontrata correlazione tra i seguenti parametri: lunghezza della punta dello zoccolo P3T negativamente correlata con angolo della terza falange P3BA ($r = -0,337$ con $p \leq 0,05$ nel gruppo E; $r = -0,298$ non significativo nel gruppo N) e positivamente correlata con lunghezza della parete dorsale dello zoccolo DWL ($r = 0,762$ nel gruppo E; $r = 0,653$ nel gruppo N con $p \leq 0,01$ in entrambi i gruppi) e spessore della suola ST ($r = 0,664$ con $p \leq 0,01$ nel gruppo E; $r = 0,378$ non significativo nel gruppo N); angolo della terza falange P3BA negativamente correlato con lunghezza della parete dorsale dello zoccolo DWL ($r = -0,390$ con $p \leq 0,05$ nel gruppo E; $r = -0,365$ con $p < 0,05$ nel gruppo N) e positivamente correlato con angolo dello zoccolo HA ($r = 0,463$ nel gruppo E; $r = 0,390$ nel gruppo N con $p \leq 0,01$ in entrambi i gruppi); lunghezza della parete dorsale dello zoccolo DWL negativamente correlata con angolo dello zoccolo HA ($r = -0,423$ nel gruppo E con $p \leq 0,01$; $r = -0,338$ nel gruppo N con $p \leq 0,05$).

258

205

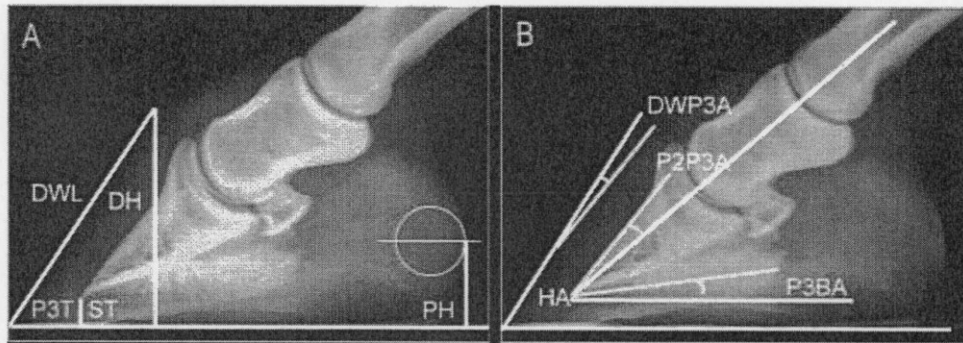


Figura 1: Misure radiografiche delle distanze e degli angoli. **A:** DWL = lunghezza della parete dorsale, misurata tra “il punto di flesso” parete-corona ed il suolo (cm); P3T = lunghezza della punta dello zoccolo, misurata tra le proiezioni al suolo della punta di P3 e della punta dello zoccolo (cm); ST = spessore della suola, misurata tra la punta di P3 ed il suolo (cm); PH/DH = rapporto altezza talloni / altezza parete dello zoccolo, dove l’altezza dei talloni è la distanza tra il punto di maggiore convessità del profilo del tallone ed il suolo mentre l’altezza della parete dello zoccolo è la distanza tra il “punto di flesso” parete-corona ed il suolo. **B:** HA = angolo dello zoccolo misurato all’intersezione di DWL con il suolo (°); P3BA = angolo della terza falange misurato all’intersezione della linea tracciata dalla convessità del processo palmare di P3 alla punta di P3 con il suolo (°); DWP3A = angolo tra parete dorsale dello zoccolo e faccia dorsale della terza falange (°).

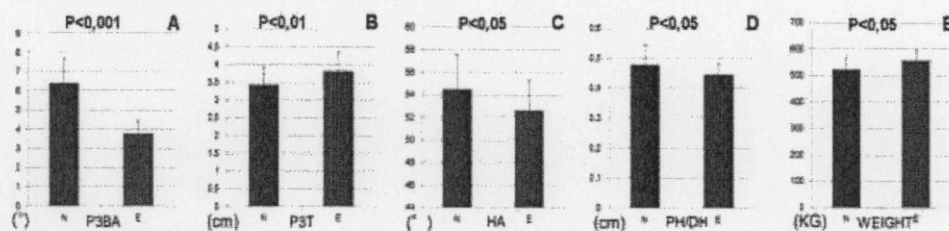
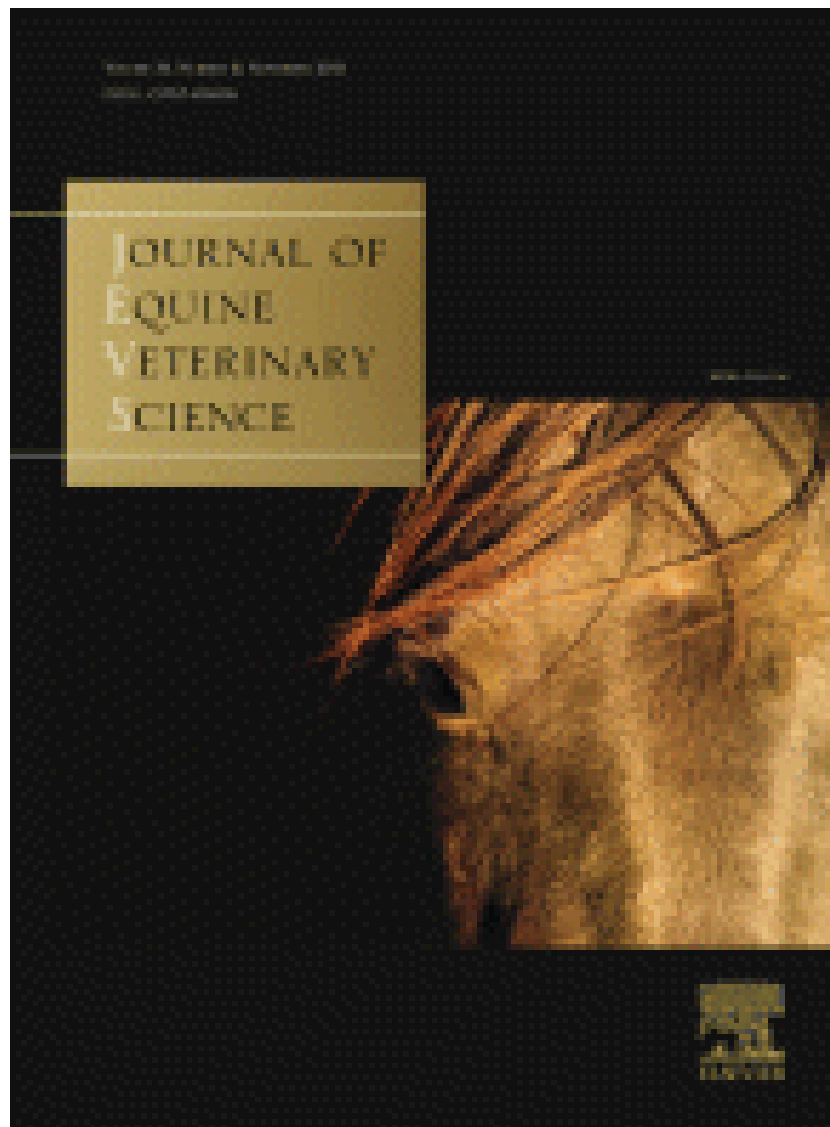
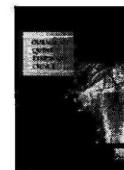


Figura 2: Istogrammi del confronto fra i parametri considerati, con grado di significatività della differenza tra i 2 gruppi. Weight = peso corporeo, N = cavalli senza effusione, E = cavalli con effusione.

DISCUSSIONE – I risultati dimostrano che l’effusione interfalangea distale è fortemente associata alla conformazione del piede punta lunga–talloni bassi (punta dello zoccolo e lunghezza della parete dorsale maggiori). Gli stessi piedi presentano un angolo dello zoccolo minore e pareti dorsali di zoccolo e di terza falange che tendono a divergere distalmente. Inoltre, l’angolo della terza falange è prossimo allo zero sino a diventare, in alcuni casi, negativo. Tutto ciò è a supporto dell’ipotesi che la conformazione del piede punta lunga – talloni bassi, in giovani cavalli sportivi con peso maggiore all’inizio della loro preparazione atletica, aumenti il carico di lavoro nell’articolazione interfalangea distale (6). Una cura preventiva dovrebbe quindi essere finalizzata, fin dall’inizio della preparazione atletica, a contenere la lunghezza della punta dello zoccolo a favore di una buona altezza dei talloni.

BIBLIOGRAFIA – 1) Verwilghen D., Busoni V. et al (2009) Res. Vet. Science 87, 319-328. 2) Kummer M., Geyer H. et al (2006) Vet. J. 172, 58-66. 3) O’Grady S.E., Poupard D.A. (2001) Eq. Vet. Educ. 13, 330-334. 4) Eliashar E., McGuigan M. P. et al (2004) Eq. Vet. J. 36 (5) 431-435. 5) Dyson S. J., Tranquille C. A. et al (2010) Eq. Vet. J., doi: 10.1111/j.2042-





Original Research

Physical, Hematological, and Biochemical Responses to Acute Intense Exercise in Polo Horses

Rosanna Zobba PhD^a, Mauro Ardu DVM^b, Serena Niccolini DVM^c, Francesca Cubeddu DVM^d, Corrado Dimauro PhD^e, Piero Bonelli PhD^f, Carla Dedola Dip.ECVD^a, Stefano Visco PhD^a, Maria Luisa Pinna Parpaglia PhD^a

^a Dipartimento di Patologia e Clinica Veterinaria, Sezione di Clinica Medica, Università di Sassari, via Vienna 2, 07100 Sassari, Italia

^b Libero Professionista, via E. Costa 66, 07100 Sassari, Italia

^c Libero Professionista, via Principessa Iolanda 83, 07100 Sassari, Italia

^d Libero Professionista, Gilbert Ferret, 07041 Alghero (SS), Italia

^e Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari, via E. De Nicola 9, 07100 Sassari, Italia

^f Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna G. Pegreffì, via Vienna 2, 07100 Sassari, Italia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 November 2010

Received in revised form

07 February 2011

Accepted 07 March 2011

Available online 28 May 2011

Keywords:

Polo

Horses

Hematology

Biochemistry

Exercise physiology

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the response of physical, hematological, and biochemical parameters after acute intense exercise in polo horses playing in an outdoor international competition. The game consisted of four periods (chukkas) and each period consisted a playing time of 7 minutes. Two matches were played everyday for a week. A total of 12 horses were examined. Each "high-goal" polo horse played one chukka a day for 4 days. Horses were clinically examined the day before the games started and then daily during the 4 days of their participation in the games. During these days, physical examination was performed and blood sample was collected at rest (T0), immediately (T1) after exercise, and after 30 minutes of exercise (T2). Blood samples were analyzed for total cell counts and for determination of creatine kinase, lactate dehydrogenase (LDH), aspartate aminotransferase, lactate, total proteins, calcium, magnesium, phosphorus, and cortisol. Data were evaluated using two-way analysis of variance. Exercise caused significant dehydration ($P < .01$), mucous membranes congestion, increased heart rate ($P < .001$), and capillary refill time ($P < .001$). It also caused increased value of the following parameters: hematocrit ($P < .001$), red blood cells ($P < .001$), hemoglobin ($P < .001$), white blood cells ($P < .05$), lymphocyte ($P < .001$), total proteins ($P < .001$), creatine kinase ($P < .05$), LDH ($P < .01$), lactate ($P < .001$), and cortisol ($P < .01$), and a decrease in the platelet count ($P < .001$), calcium ($P < .01$), phosphorus ($P < .001$), and magnesium ($P < .001$). All parameters returned within or near the reference range by 30 minutes postexercise. On the basis of these observations, data were considered indicative of a good response to an acute intense exercise. Moreover statistical results obtained were typical of a mixed aerobic/anaerobic metabolic pathway that is prevailing in this sport.

© 2011 Elsevier Inc. All rights reserved.

Correspondence author at: Maria Luisa Pinna Parpaglia, PhD, University of Sassari, Faculty of Veterinary Medicine, Dipartimento di Patologia e Clinica Veterinaria, via Vienna 2, 07100 Sassari, Italy.
E-mail address: pinnapar@uniss.it (M.L. Pinna Parpaglia).

0737-0806/\$ - see front matter © 2011 Elsevier Inc. All rights reserved.
doi:10.1016/j.jevs.2011.03.010

1. Introduction

Physical, hematological, and biochemical changes associated with exercise have been extensively analyzed in several types of horses such as Thoroughbreds [1-3], endurance horses [4-10], eventers [11-14], and show

jumpers [15,16]. However, only few studies about polo horses during a competition have been performed: there is one study about heart rate monitoring in low-goal (nonelite) horses by Marlin and Allen [17], two old studies regarding some hematological and biochemical findings by Craig et al. and Adeyefa et al. [18,19], and a study about lactate and cortisol by Malinowski et al. [20]. Recently, a new study related to plasma ion changes in high-goal (elite) polo ponies has been conducted by Ferraz et al. [21]. Marlin and Allen [17] recorded the heart rate during and after competitive polo games in six low-goal (nonelite) polo ponies to describe the absolute heart rate (mean HR in their study was 215 ± 7 beats/min), the relationship of these heart rates to maximal heart rate (HR_{max} in their study was 166 ± 6 beats/min), and the characteristics of a typical chukka in terms of effort during the game. On the basis of their observation, they proposed that low-goal polo places moderate-to-high stress on the cardiovascular system. Craig et al. [18] described some physical, hematological, and biochemical changes in 18 polo horses immediately after playing two chukkas and after a 15-minute rest period during an indoor polo season. The increased value observed between pre- and postexercise on lactic acid, protein, sodium, hemoglobin (Hgb), packed cell volume, pH, heart rate, and respiration rate led the authors to conclude that the changes in findings in indoor polo were similar in some aspects to those reported for racehorses, and in some others, to those reported for 3-day event and endurance horses. In their study, Craig et al. included neither the evaluation of white blood cells (WBC) and platelet count (Plt) nor the muscular profile. Biochemical profile in the study by Adeyefa et al. [19] was more complete than the one in the work by Craig et al., but parameters were analyzed only before and immediately after exercise and they were evaluated with obsolete instruments and methods. During an outdoor polo training, Ferraz et al. [21] registered a reduction in venous pH, carbon dioxide partial pressure (PCO_2), bicarbonate (HCO_3^-), and strong ion difference, together with an increased packed cell volume, Hgb, lactate, glucose, sodium, and chloride. They concluded that the horses participating in a training match underwent a high-intensity effort with alteration in electrolytes and acid-base equilibrium. Other studies about polo horses described specific pathologies such as exertional rhabdomyolysis and exercise-induced pulmonary hemorrhage [22,23], or physiologic responses during exercise on a treadmill [24-26].

According to Posner (2004) [27], polo is an equestrian modality played in approximately 30 countries. The game is usually played on a grass pitch, 274-m long by 183-m wide, with four players in each team. Each game is divided into four (or occasionally six) periods called chukkas, each of which consists of a 7-minute playing time. Players must change ponies after every chukkas, although it is permissible to play a game with two ponies, riding each in two alternate chukkas. Although still known as ponies for historic reason, most polo ponies are now between 15 and 16 hands high and therefore "technically" horses. Each player has handicap ranging from -2 (lowest ability player) to $+10$ (highest ability player). The handicaps of all the members of a team are added up to give the total team handicap value. Teams of approximately equal handicaps

play against one another. Generally, a match ending with more than 10 goals is considered high-goal (elite) polo. Unlike most equestrian sports, polo demands constantly changing exercise intensities as hard galloping is interrupted by stopping, turning, and constant changes of speed. This aspect of polo game is in accordance with a mix aerobic/anaerobic metabolic pathway prevailing in this sport (P.A. Miller, [personal communication]).

The aim of this study was to evaluate the response of physical, hematological, and biochemical parameters after acute intense exercise in polo horses playing in an outdoor international competition. With this report, the authors want to add new data about physiological demands imposed by this equestrian sport.

2. Materials and Methods

The present study was performed in Italy (Arzachena, OT: N $41^{\circ}7'54''$.0, E $9^{\circ}26'27''$.0) in July 2008 during a Polo International Competition. Games were played according to the International polo rules. Two matches took place outdoors in late afternoon everyday during 1 week. At the beginning of the daily game, mean temperature and humidity were $22.4^{\circ}C$ and 25%, respectively, whereas, at the end, mean temperature and humidity were $17.6^{\circ}C$ and 27%, respectively (data supplied by "Consortio S.A.R. SRL: Regional Meteorological Service for Sardinia, seat of Sassari"). One match was played by two teams consisting of four players each (handicap of the teams was between 12 and 15). The game was composed of four chukkas on a field of grass of approximately 10 acres. A total of 12 adult horses were included in this study. All the monitored horses played one chukka a day for 4 days. There were 11 female horses and one male horse, that is, 11 Criollo \times Thoroughbreds and one Thoroughbred, respectively. The age of the horses was between 8 and 10 years and their body weight was around 400 kg. Horses were clinically examined the day before the game, and then daily during the 4 days of their participation in the matches. During these days, they were observed at rest in the box (T0), and at the end of the chukkas (T1) and after a 30-minute recovery period (T2), when they were washed and brought back to their boxes. Mucous membranes, heart rate, capillary refill time, sweating, and signs of dehydration were examined. Mucous membranes were described as normal (A), hyperemic (B), and (C) congested. Signs of dehydration were measured by skinfold test and scored in the following way: (1) absent, (2) moderate, (3) important. Blood samples were collected by jugular venipuncture and stored in K3 EDTA tubes (VetCollect, Idexx Laboratories, Mi, Italia) for hematological evaluation and in plain tubes for biochemical analyses. Serum was immediately separated and refrigerated or frozen until use. Red blood cells (RBC), hematocrit (Hct), Hgb, main corpuscular volume, main corpuscular Hgb (MCH), MCH concentration, red cells dispersion width, WBC, neutrophils, eosinophils, basophils, lymphocytes, monocytes, Plt, main platelet volumes (MPV), platelet distribution width (PDW) were evaluated using LaserCyte Analyzer (IDEXX Laboratories, Mi, Italia). Creatine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH), aspartate aminotransferase, lactate, total proteins (TP), calcium (Ca), magnesium (Mg), and phosphorus (P)

were measured using the dry slide technology of VetTest Chemistry Analyzer (IDEXX Laboratories, Mi, Italia). Cortisol concentration was determined using a competitive immunoassay (Eclética cortisol, Adaltis, Roma, Italia) with an automatic laboratory analyzer (Eclética, Adaltis, Roma, Italia). Collected variables were evaluated using two-way analysis of variance with the following linear-mixed model:

$$Y = \mu + T + H + \varepsilon$$

where Y is the dependent variable, μ is the overall mean, T is the fixed effect of exercise (T0, T1, and T2), H is the random effect of horse (12 animals), and ε is the residual error. For each variable, mean value with the relative standard error at T0, T1, and T2 were measured. Global relationships between the considered variables were highlighted using the Pearson correlation coefficient *r*. The intensity of the correlation was fixed as follows: low if $-0.3 < r < 0$ or $0 < r < 0.3$; middle if $-0.5 < r < -0.3$ or $0.3 < r < 0.5$; high if $-1.0 < r < -0.5$ or $0.5 < r < 1.0$. Data analysis was carried out using SAS/STAT software.

3. Results

Results of analysis of variance are shown in Table 1. Clinical inspection performed on the day before the competition showed that the animals were clinically healthy, except for one horse which was showing mild dehydration signs.

At T0, all horses had pink mucous membranes (A). Mean values for capillary refill time, heart rate, and hydration status at T0 were considered normal. At T1 mucous membranes were hyperemic or congested (B or C), while capillary refill time ($P < .001$), heart rate ($P < .001$), and skinfold test ($P < .01$) were significantly increased. After T2, congestion of the mucous membranes was similar or less pronounced than during T1. Heart rate and capillary refill time decreased significantly, although their values were still higher compared with the pre-exercise levels ($P < .001$). Skin turgor test did not show significant difference between T2 and T1. Sweating was not evaluated because the horses were washed soon after the exercise.

RBC, Hct, Hgb, and lactate were significantly increased immediately after the match ($P < .001$). Their values at T1 and T2 were significantly higher than T0, but the values at T2 were significantly lower than during T1. WBC were significantly increased ($P < .05$) immediately after exercise because of an increase in the number of lymphocyte ($P < .001$). Lymphocyte count decreased from T1 to T2 ($P < .01$). Plt count significantly decreased immediately after the game ($P < .001$) and showed a significant increase from T1 to T2 ($P < .001$). Ca, P, and Mg concentrations significantly decreased after the game (Ca: T0 vs. T1, $P < .01$ and T0 vs. T2, $P < .05$; P: T0 vs. T2 and T1 vs. T2, $P < .001$; Mg: T0 vs. T2, $P < .001$ and T1 vs. T2, $P < .01$). TP increased immediately after exercise (T0 vs. T1, $P < .001$) and decreased after 30 minutes of rest (T1 vs. T2, $P < .01$). CK increased significantly immediately after the exercise, whereas LDH increased after 30 minutes of rest ($P < .01$). Cortisol level showed a higher value at T1 than T0 ($P < .01$) and at T2 than T0 ($P < .05$) but did not significantly change at T2 compared with T1. The exercise-to-rest ratio (T1/T0) was 1.56 for

cortisol level. Main corpuscular volume, MCH concentration, MCH, red cells dispersion width, neutrophils, eosinophils, basophils, monocytes, MPV, and PDW did not show any significant alterations.

Correlations between parameters are shown in Fig. 1. High correlation ($0.5 < r < 1.0$) was observed between lactate, heart rate, capillary refill time, RBC, Hgb, and Hct. Medium-to-high correlation ($0.3 < r < 0.5$ or $0.5 < r < 1.0$) was observed between WBC, lymphocytes, RBC, Hgb, and Hct. High correlation was present between the reduction of Plt and the increase of lactate and heart rate and medium correlation was observed between the reduction of Plt and Hct, RBC, and Hgb. High correlation was found between LDH and CK, and between P and Mg. TP and cortisol level did not show any noteworthy correlation with other parameters with the exception of low correlation between cortisol and lactate, WBC and Hgb.

4. Discussion

In our study, the mean heart rate at T2 (48.44 ± 1.83 beats/min) was significantly lower than T1 (80.56 ± 1.91 beats/min) presenting values similar to the reference range. Postexercise heart rate recovery time revealed that the horses were well-trained and had a good physiological response to acute exercise [28]. Hyperemic or congested mucous membranes immediately after the game were almost certainly because of polycythemia, excitement, and peripheral vasodilatation. Increased capillary refill time and reduced skin turgor were indicators of a mild dehydration, but the condition improved after 30 minutes of rest. PT increased from 6.92 ± 0.09 g/dL at rest to 7.54 ± 0.09 g/dL after exercise, with a difference of 0.62 g/dL (9 percent of rest value). The observed increased serum protein concentration might be because of a mild reduction in the plasmatic volume, and not real dehydration caused by the sweating. Hemoconcentration could be due to intercompartmental fluid shifts rather than a real fluid loss [29]. Fluid deficits and their effects are more pronounced during prolonged exercise when sweating is of longer duration and can become massive, rather than during brief maximal exercises [30].

The increase of Hct, RBC, and Hgb was because of the release of erythrocytes into the circulation as a result of splenic contraction. These adaptations induce a higher oxygen-carrying capacity of the blood to the active muscle, an increased aerobic capacity, and a reduction in the lactate production [31-33]. Hemoconcentration, as reflected by the little change in the plasma proteins, probably has low influence on polycythemia. According to several studies related to hematological changes associated with exercise, the increase in Hct, RBC, and Hgb varies with exercise intensity. The latter determines the degree of splenocontraction which, on its behalf, depends on the oxygen required by the active muscles [14,31].

In our study, Hct values did not reach basal levels but were within the reference interval 30 minutes after the end of the game because of the resequestration of red cells by the spleen [34]. This aspect is considered a good index of cardiovascular and metabolic adjustments to physical effort [35].

Table 1

Mean values ($X \pm SE$) for each parameter at rest ($X_{T0} \pm SE_{T0}$), at the end of chukker ($X_{T1} \pm SE_{T1}$) and after recovery period ($X_{T2} \pm SE_{T2}$) and comparisons between the three time points (T0 vs. T1, T1 vs. T2 and T0 vs. T2)

Parameter	$X_{T0} \pm SE_{T0}$	$X_{T1} \pm SE_{T1}$	$X_{T2} \pm SE_{T2}$	Statistic relationship (<i>P</i>)		
				T0 vs. T1	T0 vs. T2	T1 vs. T2
Heart rate (20-40 beats/min)	34.64 ± 1.83	80.56 ± 1.91	48.44 ± 1.83	*	*	*
dehydration (seconds)	1.15 ± 0.14	1.77 ± 0.13	1.51 ± 0.13	**	Ns	Ns
Capillary refill time	1.02 ± 0.10	1.99 ± 0.10	1.41 ± 0.10	*	**	*
RBC (6.80-12.90 × 10 ¹² /L)	7.40 ± 0.24	11.05 ± 0.24	8.78 ± 0.23	*	*	*
HCT (32%-53%)	40.57 ± 1.20	61.50 ± 1.24	48.85 ± 1.17	*	*	*
HGB (110-190 g/L)	132.4 ± 3.8	193.1 ± 3.8	155.6 ± 3.7	*	*	*
MCV (37-58 fl)	55.21 ± 0.70	55.43 ± 0.72	55.61 ± 0.67	Ns	Ns	Ns
MCH (12.30-19.90 pg)	18.04 ± 0.29	17.52 ± 0.29	17.80 ± 0.28	Ns	Ns	Ns
MCHC (31.0-38.6 g/dl)	31.8 ± 0.60	31.78 ± 0.58	31.96 ± 0.56	Ns	Ns	Ns
RDW (17%-21%)	18.54 ± 0.09	18.61 ± 0.10	18.47 ± 0.09	Ns	Ns	Ns
WBC (5.40-14.30 10 ⁹ /L)	7.97 ± 0.46	9.75 ± 0.47	8.95 ± 0.45	***	Ns	Ns
NEU (2.26-8.50 × 10 ⁹ /L)	5.10 ± 0.37	5.94 ± 0.37	5.84 ± 0.36	Ns	Ns	Ns
LYM (1.50-7.70 × 10 ⁹ /L)	2.17 ± 0.18	3.21 ± 0.19	2.45 ± 0.18	*	Ns	**
MONO (0.10-1.00 × 10 ⁹ /L)	0.39 ± 0.02	0.36 ± 0.02	0.36 ± 0.02	Ns	Ns	Ns
EOS (0.10-1.00 × 10 ⁹ /L)	0.27 ± 0.02	0.24 ± 0.02	0.26 ± 0.02	Ns	Ns	Ns
BASO (0.00-0.03 × 10 ⁹ /L)	0.029 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.027 ± 0.00	Ns	Ns	Ns
PLT (90-350 × 10 ⁹ /L)	79.10 ± 2.81	55.20 ± 2.90	72.52 ± 2.73	*	Ns	*
MPV (fl)	8.05 ± 0.45	7.32 ± 0.46	7.60 ± 0.43	Ns	Ns	Ns
PDW (%)	17.59 ± 0.35	16.69 ± 0.36	16.87 ± 0.33	Ns	Ns	Ns
Ca (2.6-3.2 mmol/L)	2.9 ± 0.03	2.73 ± 0.03	2.78 ± 0.03	**	***	Ns
Phos (0.58-1.81 mmol/L)	1.08 ± 0.04	1.17 ± 0.04	0.77 ± 0.04	Ns	*	*
TP (56-79 g/L)	69.2 ± 0.9	75.4 ± 0.9	71.4 ± 0.9	*	Ns	**
AST (100-600 UI/L)	463.35 ± 51.89	533.25 ± 52.23	527.30 ± 51.83	Ns	Ns	Ns
LDH (250-2070 UI/L)	680.63 ± 39.91	793.90 ± 40.44	842.49 ± 39.94	Ns	**	Ns
CK (10-350 UI/L)	144.38 ± 19.18	208.28 ± 19.77	201.42 ± 19.24	***	***	Ns
Mg (1.70-2.43 mmol/L)	1.64 ± 0.03	1.56 ± 0.03	1.42 ± 0.03	Ns	*	**
Lactate (0.50-1.78 mmol/L)	1.21 ± 0.37	10.24 ± 0.40	4.79 ± 0.38	*	*	*
Cortisol (0.83-1.24 nmol/L)	1.08 ± 0.14	1.67 ± 0.15	1.60 ± 0.14	**	***	Ns

RBC, red blood cells; Hct, hematocrit; Hgb, hemoglobin concentration; MCV, main corpuscular volume; MCH, main corpuscular hemoglobin; MCHC, main corpuscular hemoglobin concentration; RDW, red cells dispersion width; WBC, white blood cells; NEU, neutrophils; EOS, eosinophils; BASO, basophils; LYM, lymphocytes; MONO, monocytes; PLT, platelets; MPV, main platelet volumes; PDW, platelet distribution width; Ca, calcium; P, phosphorus; TP, total proteins; AST, aspartate aminotransferase; LDH, lactate dehydrogenase; CK, creatine kinase; Mg, magnesium; Ns, not significative.

* $P < .001$.

** $P < .01$.

*** $P < .05$.

A significant leukocytosis ($P < .05$) was observed because of a transient rise in the mean lymphocyte count ($P < .001$) immediately after exercise, with a decrease of neutrophil/lymphocyte ratio ($N/L_{T0} \cong 2.35$ vs. $N/L_{T1} \cong 1.85$). After a 30-minute resting period, there was a restoration of N/L ratio caused by a decrease in lymphocytes counts ($N/L_{T2} \cong 2.38$). There are significant differences in the response of leukocytes to the exercise, based on its intensity and duration. Following high intensity exercise, changes in leukocytes count are likely due to catecholamine release and splenic contraction. The spleen releases not only the stored erythrocytes but also the leukocytes into the peripheral circulation. As the spleen is an important production site mainly for lymphocytes, the leukocytic increase in the peripheral circulation is proportionally higher in lymphocytes than other type of leukocytes [1].

The significant decrease in Plts observed in our horses contrasts with the changes described in the literature. The platelets, similar to the erythrocytes, are subject to increase in the circulating numbers because of the catecholamine release, the splenic contraction, and the hemoconcentration [36]. Our results have to be clarified.

The lactate value immediately after exercise ($T1$: 10.24 ± 0.40 mmol/L) was more similar to the one found by Craig et al. [18] (9.2 ± 1.2 mmol/L) than that found by Ferraz et al. [21] (18.70 ± 5.36 mmol/L). The increase observed by

Ferraz et al. [21] in outdoor polo was more than twice of that reported by Craig et al. [18]. The authors related this difference to the type of polo monitored by Craig et al., who studied indoor polo. However, because our results obtained from horses playing outdoor polo are similar to those obtained by Craig et al. measured during indoor polo matches, we think that the lactate values are not only dependent from the type of polo played but also from the influence of other variables, such as environmental conditions, handicap, training condition, horses, riders, and so on.

In our polo horses, lactate value was significantly decreased 30 minutes after the end of the game. A prompt lactate recovery after exercise is an index of animal fitness [37].

Although significant changes were found in CK and LDH concentration, their values remained always within the normal reference ranges. The mild increase in their values could have been caused by the normal enzyme response to the exercise, causing a transient alteration in the cell membrane permeability. The effects of physical effort on plasma activities of muscle enzymes may depend on the level of fitness of the animal, and on the intensity and duration of exercise as well as on the environment [38,39]. The mild decrease observed in Ca, phosphorus, and Mg blood concentration could have been caused by their

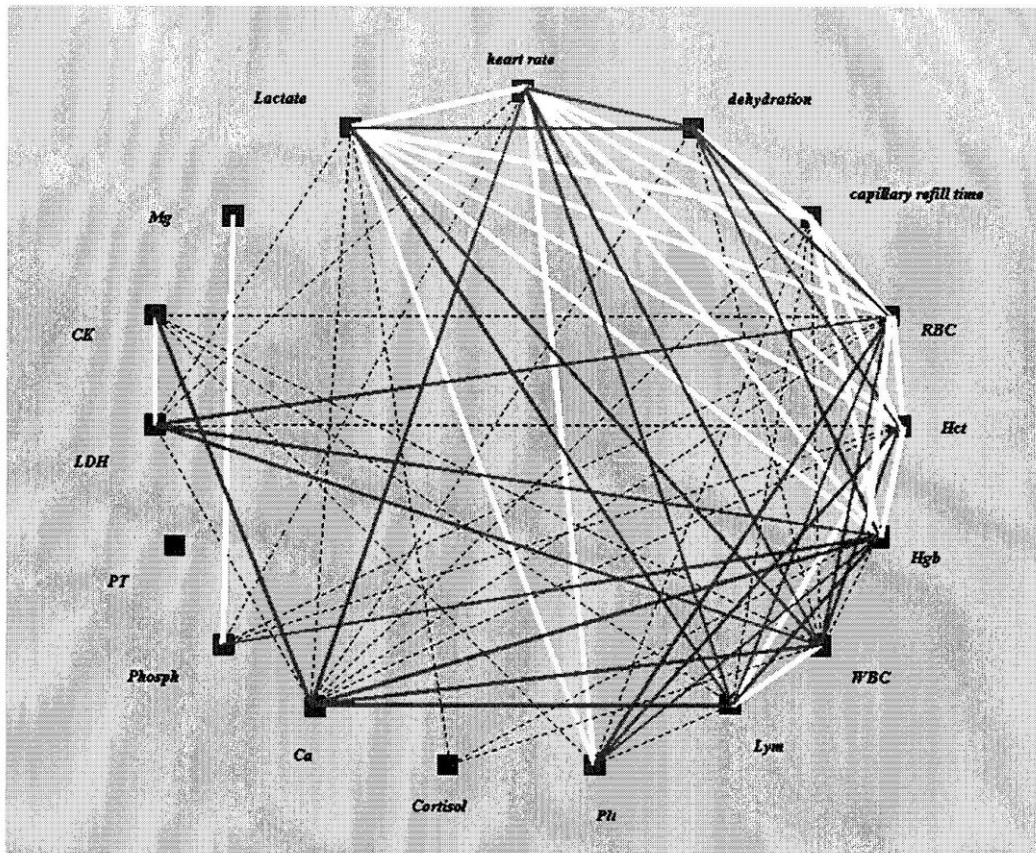


Fig. 1. Schematic description of correlations between variables. White lines, great correlation; grey lines, middle correlation; dotted black lines, low correlation (see text).

intracellular movement, which is necessary for their use in muscle function, rather than from their loss with the sweating. Decrease in Ca and P has been reported during polo competition by Craig et al. [18] as well.

Changes in serum cortisol concentrations confirm that all exercises, both high intensity and endurance, produce a stimulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis with an interruption of circadian rhythm, which results in elevated cortisol levels peaking usually 5 to 30 minutes after exercise [40,41]. High intensity exercise results in a two- to threefold increase of cortisol [42,43]. In our experience, cortisol exercise to rest ratio was 1.56 (T1/T0). We observed that cortisol levels significantly differ between pre-exercise and postexercise time, whereas there were no significant differences between postexercise and after 30 minutes of rest. Malinowski et al. [20] had already reported similar cortisol trend in polo horses.

The correlations between physical, hematological, and biochemical changes confirmed their role, their common origin, and the implication of individual variables in their variation during brief high-intensity exercise. High correlation ($0.5 < r < 1.0$) among lactate, heart rate, capillary refill time, RBC, Hgb, and Hct could be due to their positive

correlation with oxygen consumption during exercise and to their negative correlation with training and fitness [44,45]. Medium-to-high correlation ($0.3 < r < 0.5$ or $0.5 < r < 1.0$) between increase of WBC, lymphocytes, RBC, Hgb, and Hct immediately after exercise was due to catecholamine release and consequent spleen contraction. The lack of correlation between Hct and PT supported the hypothesis that polycythemia was predominantly a result of the increase in the mass of RBC caused by spleen contraction, rather than a decrease in the plasma volume. High correlation between the reduction of Plt with the increase of lactate and heart rate and the medium correlation between the reduction of Plt with Hct, RBC, and Hgb lead to the hypothesis that major workload caused a higher thrombocytopenia. High correlation between LDH and CK values was due to their exit from muscular cells as a consequence of transient alteration in cell membrane permeability, typical reaction during a response to exercise [38,46]. P and Mg were highly correlated with each other probably because their mild decrease was primarily caused by their loss through light sweating, whereas the absence of correlation with calcium could be due to its primary use by muscular cells during contraction. Cortisol did not show

any noteworthy correlation with the other parameters, with the exception for a low correlation with lactate, WBC, and Hgb. Despite increases in plasma cortisol concentration been reported to be linearly linked with the work duration, relation between cortisol and work intensity or lactate has not been clarified [47-49]. A low correlation between cortisol and lactate had been already described during polo by Malinowski et al. [20].

5. Conclusions

Physical and laboratory changes observed in our study were indicative of a physiological response to an acute intense exercise. This is confirmed by the optimum recovery time of some parameters (i.e., heart rate, Hct, and lactate) and from the fact that the majority of the parameters, although significantly changed, were near the physiological range immediately after exercise.

Analysis of the correlations between physical, hematological, and biochemical changes confirmed the common origin of the highest correlated parameters (i.e., RBC and lymphocyte from the splenic contraction; CK and LDH from the muscular modification; and Mg and P from sweating, lactate, heart rate, and RBC for the increase of oxygen consumption).

Acknowledgments

Research supported by Fondazione Banco di Sardegna, Sassari, Italy (2009).

References

- [1] Snow DH, Ricketts SW, Mason DK. Haematological response to racing and training exercise in Thoroughbred horse, with particular reference to the leukocyte response. *Equine Vet J* 1983;15:149-54.
- [2] Snow DH, Mason DK, Ricketts SW, Douglas TA. Post race blood biochemistry in Thoroughbred. In: Snow DH, Persson SG, Rose RJ, editors. *Equine exercise physiology*. Cambridge, UK: Granta Editions; 1983. p. 389.
- [3] Mukai K, Takahashi T, Eto D, Ohmura H, Tsubone H, Hiraga A. Heart rates and blood lactate response in Thoroughbred horses during a race. *J Equine Sci* 2007;18:153-60.
- [4] Deldar A, Fregin FG, Bloom JC, Davanipour Z. Changes in selected biochemical constituents of blood collected from horses participating in a 50-mile endurance ride. *Am J Vet Res* 1982;43:2239-43.
- [5] Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan MM, Wensing T, Barneveld A, Breukink HJ. Heart rate, blood biochemistry and performance of horses competing in a 100-km endurance ride. *Vet Rec* 1991;128:175-9.
- [6] Rose RJ. Haematological changes associated with endurance exercise. *Vet Rec* 1982;110:175-7.
- [7] Flaminio MJ, Rush BR. Fluid and electrolyte balance in endurance horses. *Vet Clin North Am Equine Pract* 1998;14:147-58.
- [8] Santos SA, Silva RA, Azevedo JR, Mello MA, Soares AC, Sibuya CY, et al. Serum electrolyte and total protein alterations in Pantaneiro horse during long distance exercise. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2001;53:351-7.
- [9] Teixeira-Neto AR, Ferraz GC, Moscardini AR, Balsamão GM, Souza JC, Queiroz-Neto A. Alterations in muscular enzymes of horses competing long-distance endurance rides under tropical climate. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2008;60:543-9.
- [10] Muñoz A, Cuesta I, Riber C, Gata J, Trigo P, Castejón FM. Trot asymmetry in relation to physical performance and metabolism in equine endurance rides. *Equine Vet J* 2006;36:50-4.
- [11] Andrews FM, Geiser DR, White SL, Williamson LH, Maykuth PL, Green EM. Haematological and biochemical changes in horses competing in a 3 star horse trial and 3-day-event. *Equine Vet J* 1995;20:57-63.
- [12] White SL. Fluid, electrolyte, and acid-base balances in three-day, combined-training horses. *Vet Clin North Am Equine Pract* 1998;14:137-45.
- [13] Snow DH. Haematological, biochemical and physiological changes in horses and ponies during the cross country stage of driving trial competitions. *Vet Rec* 1990;10:233-8.
- [14] Muñoz A, Riber C, Santisteban R, Rubio MD, Agüera EI, Castejón FM. Cardiovascular and metabolic adaptations in horses competing in cross-country events. *J Vet Med Sci* 1999;69:13-20.
- [15] Art T, Desmecht D, Amory H, Delogne O, Buchet M, Leroy P, et al. A field study of post exercise values of blood biochemical constituent in jumping horses: relationship with score individual and event. *J Vet Med A* 1990;37:231-9.
- [16] Aguilera-Tejero E, Estepa JC, Lopez I, Bas S, Mayer-Valor R, Rodriguez M. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. *Res Vet Sci* 2000;68:103-8.
- [17] Marlin DJ, Allen CR. Cardiovascular demands of competition on low-goal (non-elite) polo ponies. *Equine Vet J* 1999;31:378-82.
- [18] Craig L, Hintz HF, Soderholm LV, Shaw KL, Schryver HF. Changes in blood constituents accompanying exercise in polo horses. *Cornell Vet* 1985;75:297-302.
- [19] Adeyefa CA, Akinrinmade JF, Fajimi JL. Haematological and serum biochemical changes in polo horses in Nigeria. *Bull Anim Health Prod Afr* 1987;35:350-5.
- [20] Malinowski K, Potter JT, Dinger JE. Effects of exercise and competition on plasma cortisol and lactate concentrations and heart rate in polo ponies. In: *Proceedings of the 13th Equine Nutrition and Physiology Society Symposium*. Gainesville, FL: University of Florida; 1993. p. 223-4.
- [21] Ferraz GC, Soares OA, Foz NS, Pereira MC, Queiroz-Neto A. The workload and plasma ion concentration in a training match session of high-goal (elite) polo ponies. *Equine Vet J* 2010;42(Suppl):191-5.
- [22] McGowan CM, Posner RE, Christley RM. Incidence of exertional rhabdomyolysis in polo horses in the USA and the United Kingdom in the 1999/2000 season. *Vet Rec* 2002;150:535-7.
- [23] Voynick BT, Sweeney CR. Exercised-induced pulmonary hemorrhage in polo and racing horses. *J Am Vet Med Assoc* 1986;188:301-2.
- [24] Casaux-Alsina I, Catalano JC. Assessment of training in polo ponies from the cardiopulmonary responses to various levels of exercise. *Revista Militar de Veterinaria* 1978;25:86-94.
- [25] Saibene F, Cortili G, Gavazzi P. Maximal anaerobic (lactic) capacity and power of the horse. *Equine Vet J* 1985;17:130-2.
- [26] Harkins JD, Hintz HF, Eldredge DL, Schreter V, Soderholm V. Effect of detraining on indices of performance and their correlation with athletic ability of polo horses. *J Equine Vet Sci* 1993;13:348-54.
- [27] Posner RE. Veterinary aspects of training and competing polo ponies. In: Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Geor RJ, editors. *Equine sports medicine and surgery*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders; 2004. p. 1118-22.
- [28] Asheim A, Knudsen O, Lindholm A, Rulcker A, Saltin B. Heart rates and blood lactate concentrations of Standardbred horses during training and racing. *J Am Vet Med Assoc* 1970;137:304-12.
- [29] McKeever KH, Hinchcliff KW, Reed SM, Robertson JT. Role of decreased plasma volume in hematocrit alterations during incremental treadmill exercise in horses. *Am J Physiol* 1993;265:404-8.
- [30] McKeever KH. Body fluids and electrolytes: responses to exercise and training. In: Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Geor RJ, editors. *Equine sports medicine and surgery*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders; 2004. p. 854-71.
- [31] Persson SG. On blood volume and working capacity. *Acta Vet Scand* 1967;19(Suppl):1-189.
- [32] Muñoz A, Santisteban R, Rubio MD, Agüera EI, Escribano BM, Castejón FM. Locomotor, cardiocirculatory and metabolic adaptations to training in Andalusian and Anglo-Arabian horses. *Res Vet Sci* 1999;66:25-31.
- [33] Kearns CF, McKeever KH, John-Alder H, Abe T, Brechue WF. Relationship between body composition, blood volume and maximal oxygen uptake. *Equine Vet J* 2002;34(Suppl):485-90.
- [34] Muñoz A, Castejón FM, Rubio MD, Vivo R, Agüera EI, Escribano M, Santisteban R. How erythrocyte and plasma lactate concentrations are related in Andalusian horses during an exercise test and recuperation. *J Equine Sci* 1996;7:34-42.
- [35] Padalino B, Frate A, Tateo A, Siniscalchi M, Quaranta A. Valutazione dello stato di preparazione atletica del cavallo trotatore su pista dritta mediante determinazione del lattato, del valore. *Ippologia* 2005;16:31-3.
- [36] Hideo I, Tomomi T, Shoko N, Takanori N, Sadahiro W, Yasuto S, et al. Norepinephrine, but not epinephrine, enhances platelet reactivity and coagulation after exercise in humans. *J Appl Physiol* 1999;86:133-8.

- [37] Pösö AR, Hyyppä S, Geor RJ. Metabolic responses to exercise and training. In: Hinchcliff KW, Kaneps AJ, Geor RJ, editors. *Equine sports medicine and surgery*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders; 2004. p. 836-50.
- [38] Anderson MG. The influence of exercise on serum enzyme levels in the horse. *Equine Vet J* 1975;45:361-70.
- [39] Anderson MG. The effect of exercise on the lactic dehydrogenase and creatine kinase isoenzyme composition of horse serum. *Res Vet Sci* 1976;20:191-6.
- [40] Irvine CH, Alexander SL. Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse. *Domest Anim Endocrinol* 1994;11:227-38.
- [41] Nagata S, Takeda F, Kurosawa M, Mima K, Hiraga A, Kai M, et al. Plasma adrenocorticotropic, cortisol and catecholamines response to various exercises. *Equine Vet J* 1999;30(Suppl):570-4.
- [42] Marlin D, Nankervis K. Aspects of physiological stress and fatigue. In: Marlin D, Nankervis K, editors. *Equine exercise physiology*. London: UK. Blackwell Science LTD; 2002. p. 127-32.
- [43] McKeever KH. The endocrine system and the challenge of exercise. *Vet Clin North Am Equine Pract* 2002;18:321-53.
- [44] Karlsson J. Lactate and phosphagen concentrations in working muscle of man with special reference to oxygen deficit at the onset of work. *Acta Physiol Scand* 1971;358(Suppl):71-2.
- [45] Eaton MD, Evans DJ, Hodgson DR, Rose RJ. Maximal accumulated oxygen deficit in Thoroughbred horses. *J Appl Physiol* 1995;78:1564-8.
- [46] Boyd JW. The mechanisms relating to increases in plasma enzymes and isoenzymes in diseases of animals. *Vet Clin Pathol* 1985;12:9-25.
- [47] Church DB, Evans DL, Lewis DR, Rose RJ. The effect of exercise on plasma adrenocorticotropic, cortisol and insulin in the horse and adaptations with training. In: Gillespie JR, Robinson NE, editors. *Equine exercise physiology*. Davis, CA: Edward Bros; 2002. p. 506-15.
- [48] Desmecht D, Linden A, Amory H, Art T, Lekeux P. Relationship of plasma lactate production to cortisol release following completion of different types of sporting events in horses. *Vet Res Commun* 1996;20:371-9.
- [49] Jimenez M, Hinchcliff KW, Farris JW. Catecholamine and cortisol responses of horses to incremental exertion. *Vet Res Commun* 1998;22:107-18.