

2ml. 2819.4

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

**ÉVALUATION DE LA PALPATION ET DE LA VUE
RADIOGRAPHIQUE DU REBORD ACÉTABULAIRE DORSAL
DANS LE BUT D'UNE DÉTECTION PRÉCOCE DE LA DYSPLASIE
DE LA HANCHE CANINE**

par

Benoît Charette
Département de sciences cliniques
Faculté de médecine vétérinaire

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de
Maître ès sciences (M.Sc.)
en sciences vétérinaires
option sciences cliniques

avril 2000

© Benoît Charette, 2000



SF
607
V54
2000
N. 009

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
FACULTÉ DES ÉTUDES SUPÉRIEURES

Ce mémoire intitulé:

**ÉVALUATION DE LA PALPATION ET DE LA VUE
RADIOGRAPHIQUE DU REBORD ACÉTABULAIRE DORSAL
DANS LE BUT D'UNE DÉTECTION PRÉCOCE DE LA DYSPLASIE
DE LA HANCHE CANINE**

présenté par:

Benoît Charette

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes:

Dr Norbert H. Bonneau: Président du jury

Dr Jacques Dupuis: Directeur de recherche

Dr Guy Beauregard: Codirecteur de recherche

Dr Émile Bouchard: Membre du jury

Mémoire accepté le: 30 OCT 2000

SOMMAIRE

La dysplasie de la hanche canine (DHC) est la maladie orthopédique la plus fréquente. Ses conséquences peuvent être désastreuses aussi bien pour le propriétaire et sa famille que pour la qualité de vie de l'animal. La DHC est une maladie héréditaire qui, contrairement à l'humain, n'est pas congénitale. À la naissance, les hanches sont normales mais leur développement se fait de façon fautive. Un des principaux facteurs connus prédisposant de la DHC est la laxité articulaire qui s'installe graduellement et entraîne un fonctionnement anormal de l'articulation. Ce mauvais fonctionnement provoque inévitablement la formation d'ostéoarthrose. Le diagnostic de la DHC est relativement facile lorsque l'animal présente des symptômes. La difficulté majeure réside dans le diagnostic précoce de cette maladie. Celui-ci permettrait d'éviter la vente de chiens atteints de la maladie, d'éviter la reproduction de ces sujets et d'établir, au besoin, un plan thérapeutique. Différentes procédures diagnostiques furent développées au cours des années. Les tests de palpation, dont le plus utilisé est le test d'Ortolani, ne démontrent pas des résultats répétables d'une étude à l'autre. Le diagnostic précoce de la DHC par la vue radiographique de l'Orthopedic Foundation for Animals (OFA) a souvent été critiqué à cause de la position utilisée. L'extension complète des hanches entraîne une torsion des composantes fibreuses de la capsule articulaire qui diminuerait la laxité passive détectable sur cette radiographie. D'autre part, les vues radiographiques utilisées par la méthode du Pennsylvania Hip Improvement Program (PennHIP) permettent de détecter cette laxité passive. Cette méthode est par contre laborieuse, nécessite une accréditation et expose les examinateurs à des doses répétées de radiation. Les résultats obtenus par cette méthode donnent un pourcentage élevé de faux-positifs. En effet, les chiens démontrant une laxité passive par cette méthode ne développent pas tous de l'ostéoarthrose. La vue radiographique du rebord acétabulaire dorsal (RAD) permet de visualiser la portion acétabulaire qui supporte la tête fémorale lorsque le membre est en appui. L'usure du RAD serait le reflet du fonctionnement anormal de la hanche, c'est-à-dire de la présence d'une laxité dynamique. Cette vue radiographique permet également de mesurer la pente acétabulaire correspondant à chaque hanche.

Le premier objectif de cette étude était de standardiser une méthode de palpation et de vérifier la répétabilité dans la mesure de l'angle de réduction et de subluxation obtenue à l'aide d'un goniomètre électronique.

Le deuxième objectif était d'évaluer la répétabilité dans la mesure de la pente acétabulaire, de vérifier l'effet de la position du bassin sur la mesure de cette pente et de vérifier l'ampleur des variations de cette pente acétabulaire chez le jeune chien.

Le troisième objectif était d'évaluer la corrélation présente entre les différentes techniques mesurant la laxité articulaire, ainsi que la corrélation entre la pente acétabulaire et la laxité articulaire.

Cinquante-trois (53) chiens de races Labrador Retriever, Bouvier Bernois ou Labernois, âgés de six mois ont été inclus dans l'étude. Sous anesthésie générale, chaque hanche était palpée par trois examinateurs selon une technique standardisée pour mesurer l'angle de réduction et l'angle de subluxation. Un examen radiographique du bassin comprenant une vue standard OFA, la méthode PennHIP et la vue du RAD a ensuite été effectué pour chaque chien. Sur la vue OFA, une évaluation subjective selon les critères de l'OFA était donnée par trois examinateurs. Pour chaque hanche, une mesure de l'angle de Norberg a aussi été effectuée par deux examinateurs. Les films radiographiques de la méthode PennHIP ont été envoyés à la compagnie Synbiotics pour analyse. Sur la vue du RAD, la pente acétabulaire de chaque hanche était mesurée par trois examinateurs.

Une bonne corrélation ($r = 0,886$) entre les examinateurs a été obtenue lors de l'évaluation subjective de la vue OFA mais l'accord de ceux-ci entre les sept catégories d'évaluation était faible ($k = 0,43$). Une bonne corrélation inter-examinateur ($r = 0,718$) dans la mesure de l'angle de Norberg a été observée. La répétabilité a été jugée bonne à excellente dans la mesure de l'angle de réduction intra- et inter-examinateur ($r = 0,975$ et $r = 0,843$ respectivement) mais seulement passable pour la mesure de l'angle de subluxation inter-examinateur ($r = 0,652$). Dans la mesure de la pente acétabulaire, il y avait une excellente corrélation ($r = 0,94$) sans différence significative intra-examinateur. La corrélation était bonne inter-examinateur ($r = 0,78$) mais une différence significative a été observée dans la mesure de celle-ci ($p < 0,0001$, ANOVA). Seule une corrélation

passable a été observée entre la mesure de l'angle de réduction et la mesure de l'angle de Norberg ($r = -0,630$) et également entre la mesure de l'angle de réduction et l'index de distraction ($r = 0,637$). Une faible corrélation a été observée entre la mesure de la pente acétabulaire et l'angle de réduction ($r = 0,648$).

La standardisation de la méthode de palpation et l'excellente répétabilité dans la mesure de l'angle de réduction en font un outil diagnostique intéressant. Cette méthode peut donc être utilisée par plusieurs examinateurs avec la conviction d'obtenir des résultats adéquats et répétables. Il est à prévoir que ce test diagnostique nous permettra d'établir des valeurs de référence pour ce qui est de la laxité passive permise chez un jeune chien sans que celui-ci ne développe de l'ostéoarthrose.

Bien qu'une variation de la pente acétabulaire chez les jeunes chiens ait été démontrée, la mesure de cette pente acétabulaire par différents examinateurs présente une différence significative. Il devient alors difficile d'établir des valeurs de référence précises.

TABLE DES MATIÈRES

Sommaire.	iii
Table des matières.	vi
Liste des tableaux.	ix
Liste des figures.	xi
Liste des sigles et abréviations.	xii
Remerciements.	xiv

INTRODUCTION.	1
-----------------------	---

Chapitre premier: Étude bibliographique

I. L'articulation de la hanche.	4
1. Description anatomique.	4
2. Fonctionnement normal.	5
II. La dysplasie de la hanche.	7
1. Définition.	7
2. Étiologie.	7
2.1. Héritabilité.	8
2.2. Facteurs environnementaux.	9
3. Pathophysiologie.	10
4. Symptômes cliniques.	12
5. Diagnostic.	13

5.1. Méthodes de palpation.	14
5.1.1. Bardens et Hardwick	14
5.1.2. Ortolani.	15
5.1.3. Barlow.	18
5.2 Méthodes radiographiques.	19
5.2.1. Orthopedic Foundation for Animals (OFA).	19
5.2.2. Pennsylvania Hip Improvement Program (PennHIP).	24
5.2.3. Rebord Acétabulaire Dorsal (RAD)	30
III. Conséquences émotionnelles et cliniques.	32
IV. Hypothèses de recherche.	33

Chapitre deuxième: Étude expérimentale

Benoît Charette, DVM; Jacques Dupuis, DVM, MS; Guy Beauregard, DVM; Luc Breton, DVM, MS; Julie Paré, DVM, PhD. : EVALUATION OF COXOFEMORAL PALPATION AND DORSAL ACETABULAR RIM RADIOGRAPHIC VIEW TO BE USED FOR EARLY DETECTION OF CANINE HIP DYSPLASIA.

I. Structured abstract	37
II. Introduction.	39
III. Materials and methods	41
IV. Results.	44
V. Discussion.	53
VI. Footnotes.	61
VII. References	62

Chapitre troisième: Discussion-Conclusion

I.	Standardisation d'une méthode de palpation	65
II.	Répétabilité intra- et inter-examineur dans la mesure de l'angle de réduction .	65
III.	Répétabilité intra- et inter-examineur dans la mesure de l'angle de subluxation	67
IV.	Répétabilité intra- et inter-examineur dans la mesure de la pente acétabulaire	67
V.	Impact du positionnement du bassin sur la mesure de la pente acétabulaire. . .	68
VI.	Variation de la pente acétabulaire chez les chiens en croissance.	68
VII.	Conclusion et implications cliniques.	68
Bibliographie.		70

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre premier

Tableau I. Pourcentage de faux-négatifs et de faux-positifs pour le test d'Ortolani. . . . 17

Tableau II. Pourcentage de faux-négatifs et de faux-positifs pour la détection de l'ostéoarthrose à des âges différents selon la technique diagnostique utilisée à 6 mois d'âge. 29

Chapitre deuxième

Tableau III. Within-examiner correlation (and 95% C.I.) in the measurement of the angle of reduction. 47

Tableau IV. Between-examiner correlation (and 95% C.I.) in the measurement of the angle of reduction. 47

Tableau V. Within-examiner correlation (and 95% C.I.) in the measurement of the angle of subluxation. 48

Tableau VI. Between-examiner correlation (and 95% C.I.) in the measurement of the angle of subluxation. 48

Tableau VII. OFA subjective evaluation, Norberg angle, PennHIP distraction index, angle of reduction, angle of subluxation and the DAR slope measurement for 53 6-month-old dogs. 49

Tableau VIII. Between-examiner correlation (and 95% C.I.) in the measurement of the acetabular slope for the two hips measurement. 52

Tableau IX. Means \pm S.D. in the measurement of the acetabular slope for the two hips measurement. 52

Tableau X. Pearson's correlation coefficient between methods. 52

LISTE DES FIGURES

Chapitre premier

Figure 1. Anatomie de la région de la hanche.	4
Figure 2. Force résultante compressive active.	6
Figure 3. Schéma simplifié de l'étiopathogénie de la dysplasie de la hanche canine.	11
Figure 4. Test d'Ortolani en décubitus dorsal.	15
Figure 5. Laxité articulaire démontrée par le test d'Ortolani.	16
Figure 6. Mesure de l'angle de réduction à l'aide d'un goniomètre électronique.	18
Figure 7. Position de l'animal pour la prise radiographique OFA.	20
Figure 8. Liste des critères d'évaluation et des sept grades utilisés par l'OFA.	21
Figure 9. Mesure de l'angle de Norberg.	23
Figure 10. Mesure de l'index de laxité selon la méthode PennHIP.	27
Figure 11. Mesure de la pente acétabulaire sur la vue RAD.	31

Chapitre deuxième

Figure 12. Modified method for the measurement of the acetabular slope.	46
--	----

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ANOVA	<i>analysis of variance</i> , analyse des variances
C.I.	<i>confidence interval</i> , intervalle de confiance
DAR	<i>dorsal acetabular rim</i> , rebord acétabulaire dorsal
D.H.	dysplasie de la hanche
DHC	dysplasie de la hanche canine
DI	<i>distraction index</i> , index de laxité
DJD	<i>degenerative joint disease</i> , maladie articulaire dégénérative
i.e.	<i>id est</i> , c'est-à-dire
IM	<i>intramuscular</i> , intramusculaire
IV	<i>intravenous</i> , intraveineux
k	Kappa
kg	<i>kilogram</i> , kilogramme
lh	<i>left hip</i> , hanche gauche
mg	<i>milligram</i> , milligramme
min	minute
ml	millilitre
mm	millimètre
NA	<i>Norberg angle</i> , angle de Norberg
OFA	<i>Orthopedic Foundation for Animals</i>
PennHIP	<i>Pennsylvania Hip Improvement Program</i>
RAD	rebord acétabulaire dorsal
rh	<i>right hip</i> , hanche droite
S.D.	<i>standard deviation</i> , déviation standard
ug	<i>microgram</i> , microgramme
>	plus grand que
<	plus petit que
≤	plus petit ou égal
°	degré

± plus ou moins

% pour cent

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont travaillé de près ou de loin à la réalisation de ce projet de recherche. Plusieurs personnes ont été impliquées pour le bon fonctionnement et l'aboutissement d'un projet de cette envergure:

au Docteur Jacques Dupuis,

pour sa soif constante de réponse, pour sa curiosité et sa rigueur scientifique, pour sa disponibilité, pour son intérêt au bien-être des animaux, pour son amitié

au Docteur Guy Beauregard,

pour sa disponibilité, ses conseils, sa bonne humeur et son soutien moral.

Je remercie les Docteurs Breton et Paré pour leur grande disponibilité et leurs précieux conseils.

Je remercie également la Fondation Mike Rosenbloom, le Fonds pour la Formation de Chercheurs et l'Aide à la Recherche (FCAR), le Fonds de recherche clinique de l'Académie de Médecine Vétérinaire du Québec et le Fonds du Centenaire de l'Université de Montréal pour leur support financier.

Je remercie Madame Josée Despars, Monsieur Noël Champagne et Monsieur Éric St-Pierre de la Fondation Mira pour leur grande contribution à ce projet.

J'adresse aussi un grand merci à Josée Langlois, Carole Lammers, Chantal Boudrias, Nadia Bergeron, Frédéric Sauvé pour leur participation dans le projet.

Je voudrais exprimer toute ma gratitude et mon amour à ma mère et mon père qui ont toujours témoigné un encouragement sans frontière pour tout ce que j'entreprenais. Votre présence dans mon cœur est une étincelle de vie qui me procure énergie et courage.

Merci à mon frère pour son amour, son encouragement et sa joie de vivre.

Enfin, je veux exprimer mon amour à Véronique qui m'a appuyé tout au long de ce projet. Merci pour ta compréhension, ta délicatesse et ta présence.

INTRODUCTION

Le chien fait souvent partie intégrante de la famille. Plusieurs chiens ont un rôle de support important pour l'humain. Les chiens guides, les chiens de travail pour personnes ayant une déficience physique, les chiens policiers, les chiens secouristes ou les chiens qui font de la zoothérapie sont souvent irremplaçables. Bien que ces chiens effectuent un travail exceptionnel, ils ne sont malheureusement pas à l'abri de maladies.

La maladie orthopédique la plus commune chez le chien est la dysplasie de la hanche. Elle atteint toutes les races de chien mais est beaucoup plus fréquente chez les chiens de grandes races et de races géantes. La dysplasie de la hanche se développe toujours en jeune âge mais sa manifestation clinique peut survenir à n'importe quel moment. La vie du chien et de son propriétaire se voient alors modifiées de façon importante.

Depuis plus de 30 ans, les vétérinaires et les éleveurs tentent d'éliminer cette maladie. Bien que certaines races soient moins affectées, la dysplasie est par contre toujours présente chez plusieurs autres. S'il était possible de détecter la dysplasie de la hanche en très jeune âge, il serait alors possible d'éviter la reproduction et la vente des individus affectés. Plusieurs frustrations émotionnelles et économiques pourraient alors être épargnées.

Le premier objectif de cette étude était de standardiser une méthode de palpation et de vérifier la répétabilité dans la mesure de l'angle de réduction et de subluxation obtenue à l'aide d'un goniomètre électronique.

Le deuxième objectif était d'évaluer la répétabilité dans la mesure de la pente acétabulaire, de vérifier l'effet de la position du bassin sur la mesure de cette pente et de vérifier l'ampleur des variations de cette pente acétabulaire chez le jeune chien.

Le troisième objectif était d'évaluer la corrélation présente entre les différentes techniques mesurant la laxité articulaire, ainsi que la corrélation entre la pente acétabulaire et la laxité articulaire.

Les résultats obtenus nous permettront de poursuivre le projet à long terme afin d'établir des valeurs de référence qui détermineront en jeune âge si le chien développera de l'ostéoarthrose dans le futur.

Chapitre premier:

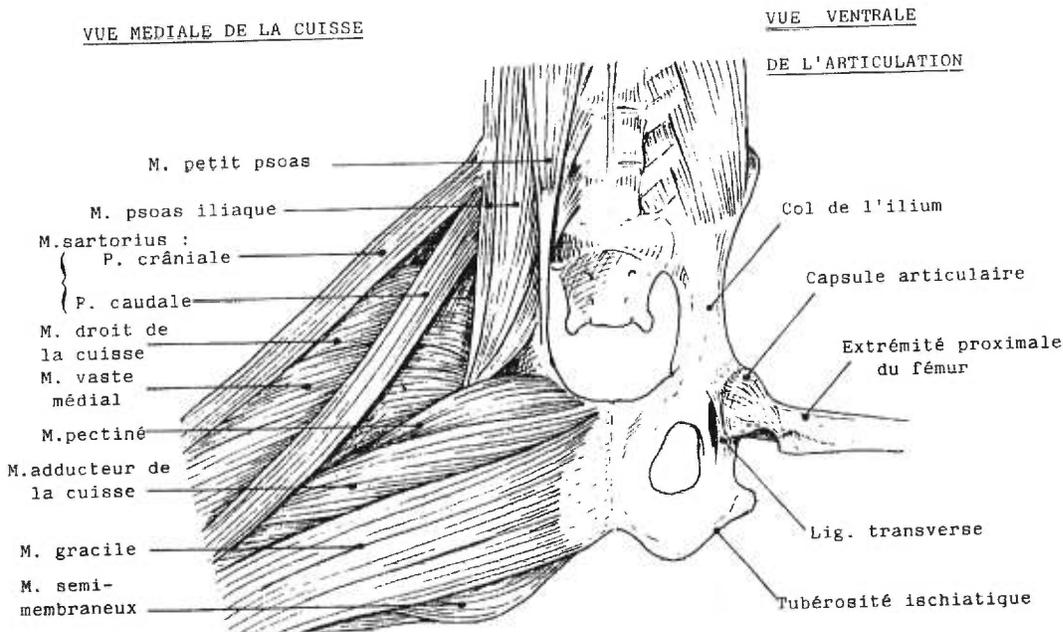
ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. L'articulation de la hanche

1. Description anatomique

L'articulation de la hanche, ou coxofémorale, est une articulation sphéroïde qui unit la tête fémorale à la cavité acétabulaire du bassin¹. La tête fémorale est maintenue à l'intérieur de la cavité acétabulaire grâce au ligament de la tête fémorale, appelé également ligament rond ou ligament *Teres*, au ligament transverse de l'acétabule, à la capsule articulaire et aux muscles avoisinants¹ (figure1).

Figure 1. Anatomie de la région de la hanche (d'après Chatelain¹)



Chez le chien normal, l'articulation contient entre 0,1 et 0,3 ml de liquide synovial. Le ligament de la tête fémorale est contenu à l'intérieur de la cavité articulaire et son volume

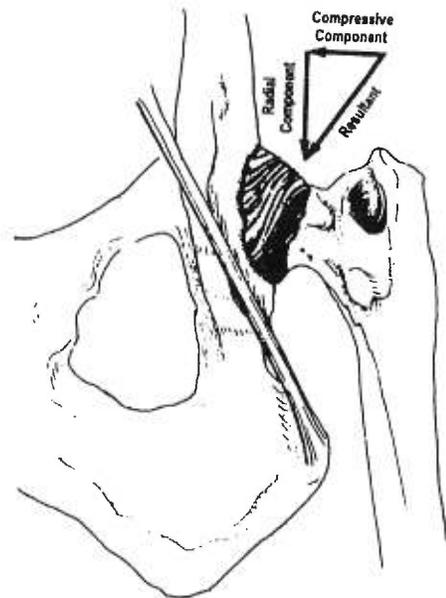
augmente graduellement durant la croissance jusqu'à environ 0,6 ml puis demeure constant pour le reste de la vie de l'animal². La surface articulaire de la tête fémorale et de la cavité acétabulaire est tapissée d'une couche de cartilage dont l'épaisseur est proportionnelle à l'intensité des pressions qu'il subit créant ainsi un épaissement plus important à la périphérie de l'acétabule et au centre de la convexité de la tête du fémur¹. Un bourrelet acétabulaire fibrocartilagineux augmente et complète la cavité.

L'environnement musculaire est complexe et se compose principalement des muscles fessiers, des muscles obturateurs, des muscles jumeaux et du muscle droit de la cuisse (figure 1, p.4). La vascularisation de la hanche provient principalement des artères glutéales crâniale et caudale ainsi que des artères circonflexes fémorales latérale et médiale. L'articulation coxofémorale est innervée par une quantité importante de petites ramifications provenant majoritairement des nerfs sciatique, obturateur et fémoral¹.

2. Fonctionnement normal

Chez le chien normal, debout et à l'arrêt, environ 40% de son poids est supporté par les membres pelviens³. Les forces sont transmises du sol au membre pelvien et ensuite au bassin par l'entremise de la hanche. L'articulation de la hanche peut être imagée comme une balle dans une coupole. Pour avoir un fonctionnement optimal avec un minimum de stress, le centre de la tête fémorale et le centre de l'acétabule doivent, en théorie, être vis-à-vis l'un l'autre lorsque le chien porte du poids sur son membre⁴. Lorsque la hanche est en position neutre, elle est stabilisée principalement par la pression atmosphérique, c'est-à-dire l'effet vacuum présent à l'intérieur même de l'articulation⁵. Par contre, lors des mouvements de flexion ou d'extension, l'articulation doit alors compter sur la solidité de la capsule articulaire, sur les ligaments et les muscles qui l'entourent. Les muscles jouent un rôle extrêmement important dans la stabilisation de la hanche. Tous les muscles intrinsèques à la hanche ont une orientation anatomique très spécifique lorsque le chien porte du poids sur son membre. En effet, leur orientation génère une force résultante compressive active qui force la tête fémorale à demeurer bien en profondeur dans l'acétabule⁶ (figure 2, p.6).

Figure 2. Force résultante compressive active (d'après Smith et McKelvie⁶)



Tout déplacement du centre de la tête fémorale par rapport au centre de l'acétabule entraîne une incongruence articulaire. Cette incongruence modifie les forces mécaniques et entraîne un stress excessif au niveau de l'articulation⁴. Si la portion crâniorsale de l'acétabule ne rencontre pas perpendiculairement le vecteur de force engendré par la tête fémorale, il y a subluxation³.

II. La dysplasie de la hanche

1. Définition

Décrite pour la première fois chez le chien par Schnelle en 1935, le terme dysplasie signifie, de par son origine latine, un développement fautif⁷. La meilleure définition de la dysplasie de la hanche canine (DHC) encore acceptée aujourd'hui nous a été donnée par Henricson, Norberg et Olsson en 1966: La dysplasie de la hanche est un degré variable de laxité au niveau de l'articulation permettant une subluxation en jeune âge, entraînant un remplissage acétabulaire et un aplatissement de la tête fémorale, pour finalement aboutir au développement d'ostéoarthrose⁸. Chez le chien, la dysplasie de la hanche n'est pas une maladie congénitale comme elle l'est chez l'Homme⁸. Le chien naît avec des hanches normales mais plusieurs facteurs influencent leur développement.

2. Étiologie

La DHC est présente chez toutes les races de chien. À l'exception du Bulldog, dont les individus sont atteints dans une proportion de 70,5%, les chiens de grandes races et de races géantes sont les plus affectés. Le St-Bernard, avec 48,2% des individus atteints, est la race la plus touchée de ce groupe⁹. Les races peu affectées (<10%) appartiennent presque toutes aux races de petit format et aux lévriers¹⁰. Ces données proviennent de l'Orthopedic Foundation for Animals (OFA). L'OFA est une organisation à but non-lucratif fondée en 1966 à Columbia, Missouri, États-Unis¹¹. Elle évalue les radiographies envoyées par les propriétaires et émet un rapport sur l'état des hanches du chien examiné. Cependant, il faut comprendre que les données transmises par l'OFA sont probablement biaisées à la baisse puisqu'une présélection des radiographies est déjà faite par le vétérinaire ou par le propriétaire. Ce dernier peut faire parvenir seulement les radiographies ayant un potentiel d'obtenir un certificat de non-dysplasie. En 1984, par exemple, seulement 4,5% des chiens de race labrador enregistrés au cercle américain du

chenil (American Kennel Club) ont été évalués pour la DHC par l'OFA. Cette évaluation donnait 13,7% de Labrador dysplasiques¹¹.

Il est connu que la DHC est une maladie héréditaire. On dit qu'il s'agit d'une maladie à transmission polygénique multifactorielle¹². L'expression de la maladie est contrôlée par plusieurs gènes mais la sévérité de cette expression est également influencée par plusieurs facteurs environnementaux. Il est important de préciser que l'environnement, quel qu'il soit, ne peut rendre un chien dysplasique si celui-ci n'est pas porteur des gènes de la dysplasie^{9,10}.

2.1 Héritabilité

L'héritabilité est une estimation de l'influence que peut avoir l'environnement sur l'expression génétique^{9,12,13}. Un coefficient d'héritabilité de 1,0 signifie que l'apparition d'un trait donné est entièrement contrôlé par la présence ou l'absence des gènes et que l'environnement ne joue aucun rôle. Un coefficient de 0,0 signifie au contraire que la génétique n'a aucune influence⁹. Pour la DHC, l'héritabilité varie, selon les races, entre 0,2 et 0,6 se situant la plupart du temps entre 0,4 et 0,5^{8,9,12,14}. Le coefficient d'héritabilité varie beaucoup puisqu'il est un résultat relatif à une population bien ciblée¹⁰. Le phénotype est influencé par la race, le degré de consanguinité et les facteurs environnementaux tel que le type de diète, le régime alimentaire et l'exercice⁹.

Cela veut donc dire que pour un trait spécifique, plus le coefficient d'héritabilité est élevé et plus grande est la pression sélective sur les individus, plus rapidement un changement sera perçu de génération en génération¹⁴. Pour ce qui est de la DHC, les facteurs environnementaux sont responsables d'environ 50% de la sévérité dans l'expression de la maladie⁸.

2.2 Facteurs environnementaux

Plusieurs facteurs environnementaux ont été incriminés dans la DHC. La plupart des recherches ont permis de démontrer que plusieurs des facteurs suspectés n'avaient que très peu ou pas d'influence sur le développement de la dysplasie. La vaccination avec un virus vivant atténué et l'hyperthermie causée par l'éruption des dents sont des facteurs n'ayant démontré aucun effet sur le développement de la maladie¹⁵. La quantité de calcium, de vitamine C, D et E, le pourcentage d'hydrate de carbone, de protéines ou de gras dans la diète sont des facteurs ayant probablement peu ou pas d'influence sur le développement de la maladie malgré que les études réalisées ne permettent pas une conclusion définitive^{15,16}. Le seul facteur environnemental constant et bien accepté est une diète très riche en calories favorisant une croissance très rapide. Les chercheurs ont pu diminuer l'incidence de la dysplasie chez les chiens recevant 25 à 30% moins de nourriture que le témoin ayant accès à une quantité *ad libitum*^{15,17}.

La quantité d'exercice qui doit être permise à un chien en croissance soulève beaucoup de controverse. Certains vétérinaires croient qu'un exercice intense est nécessaire afin de permettre le développement d'une bonne masse musculaire, facteur important dans la stabilisation de l'articulation. D'autres vétérinaires, au contraire, vont suggérer un exercice contrôlé afin de minimiser les traumatismes aux tissus osseux, aux cartilages articulaires et aux tissus mous péri-articulaires. Aucune étude n'a été réalisée pour démontrer l'influence de l'exercice sur la dysplasie. Riser a réussi à diminuer l'incidence de la dysplasie chez les chiots à risque en les confinant dans une petite cage jusqu'à 6 mois d'âge. Les chiots demeuraient assis, les membres pelviens fléchis et en abduction. Par contre, ces chiots ne démontraient aucune socialisation¹⁸. Il existe donc des facteurs ou des combinaisons de facteurs qui sont encore inconnus et qui ont un rôle important dans la sévérité de l'expression de la dysplasie.

3. Pathophysiologie

Il a été démontré que la DHC est une maladie héréditaire mais qui n'est pas congénitale comme la dysplasie chez l'humain. La DHC constitue indiscutablement une modification de l'architecture normale au niveau de l'articulation coxofémorale. La question qui se pose est de savoir si des modifications de l'architecture relatives à d'autres articulations ou à des orientations osseuses impliquant une laxité articulaire peuvent constituer des facteurs favorisant ou déclenchant la dysplasie. En effet, il est plus que vraisemblable que des facteurs multiples s'additionnent pour aboutir à cette pathologie complexe que représente la dysplasie¹⁰. Il a été démontré que les angles d'inclinaison et d'antéversion du fémur n'avaient pas de conséquence sur le développement de la dysplasie¹⁹.

Indépendamment de toutes les controverses qui existent, il est bien accepté dans la littérature que la laxité articulaire est le facteur initial qui affecte l'articulation de la hanche, en voie de devenir dysplasique^{7,14}. Il semble impossible de démontrer une laxité articulaire chez le chiot âgé de moins de 14 jours⁷⁻⁹. Une hypothèse émise est que la laxité soit causée par un développement disproportionné entre la masse musculaire et les os, l'articulation de la hanche étant la seule articulation où la force musculaire est importante pour prévenir la luxation de la tête fémorale lorsque le membre supporte du poids^{8,20,21}. La diminution relative du tonus et de la force musculaire serait responsable de l'instabilité et de l'incongruence articulaire²¹. Cette instabilité crée des forces anormales au niveau de l'articulation en forçant la tête fémorale hors de sa position anatomique dans l'acétabule.

Suite au développement d'instabilité, la croissance et le développement de l'acétabule et de la tête fémorale sont sérieusement affectés^{8,22}. Chez le chiot aussi jeune que deux à trois mois, on peut voir un arrondissement du rebord acétabulaire dorsal. Le cartilage articulaire de la tête fémorale est usé et abîmé à l'endroit où il vient en contact avec l'acétabule. Les forces excessives de compression et le surplus de pression subit par l'acétabule en déforme son rebord dorsal. La déformation atteint sa limite et le contour articulaire acétabulaire se modifie d'une forme concave vers une forme convexe. Il y a

par la suite de la fibrillation du cartilage articulaire, de la chondromalacie et finalement des microfractures du rebord acétabulaire dorsal²⁰. La tête fémorale subit aussi des modifications de sa forme et de son cartilage articulaire suivant le développement acétabulaire. Le ligament rond devient oedémacié et empêche la tête fémorale de retourner dans une position normale²⁰. Chez le chien normal, le volume du ligament atteint 0,6 ml. Chez le chien dysplasique, son volume augmente jusqu'à $0,99 \pm 0,21$ ml².

Après une période qui peut être relativement longue, le degré de laxité diminue à mesure que la capsule articulaire se fibrose, que le rebord acétabulaire dorsal s'use, que la cavité acétabulaire se remplit de tissu fibreux, fibrocartilagineux et puis osseux et que la tête fémorale se déforme¹². Nous assistons par la suite à une progression d'événements entraînant le développement d'ostéoarthrose.

Comprendre la cause de la laxité articulaire serait probablement comprendre l'étiopathogénie de la dysplasie elle-même⁸ (figure 3).

Figure 3. Schéma simplifié de l'étiopathogénie de la dysplasie de la hanche canine.

Hanches normales à la naissance



?



Laxité articulaire



Subluxation



Ostéoarthrose

4. Symptômes cliniques

La dysplasie de la hanche est une maladie qui peut évoluer jusqu'à l'âge de deux ans. La phase principale de développement se situe entre trois et huit mois d'âge²⁰. Par la suite, la dysplasie est stable mais l'ostéoarthrose va progresser. On peut séparer les chiens qui démontrent des symptômes associés à la dysplasie en deux groupes soit le chien de moins de un an et le chien de plus de un an. Le chien immature présente des symptômes associés à la synovite, à la subluxation voir même la luxation complète de la tête fémorale par rapport à l'acétabule et aux microfractures du rebord acétabulaire dorsal^{5,7,20}. Le propriétaire reconnaît un ou plusieurs des symptômes suivants chez son chien. Celui-ci démontre une démarche anormale, de la difficulté à monter les escaliers ou à monter dans la voiture, de l'intolérance à l'exercice, il préfère demeurer assis ou couché. Le propriétaire peut même entendre un «cloc» lorsque son chien se lève ou marche. Dans les cas où une hanche est plus sévèrement atteinte que l'autre, le chien peut démontrer une boiterie importante. Lorsque les symptômes sont peu sévères, il n'est pas rare de noter une période d'amélioration où le chien devient plus confortable. La fibrose périarticulaire, la stabilisation de la tête fémorale et la guérison des microfractures du rebord acétabulaire dorsal sont responsables de cette amélioration de l'état physique du chien⁷. Par contre, l'articulation coxofémorale ne fonctionne pas normalement et l'ostéoarthrose s'installe et progresse à une vitesse variable selon les individus.

Chez le chien mature, les symptômes cliniques sont causés par la présence d'ostéoarthrose. Les mêmes symptômes observés chez le chien immature sont alors rencontrés, c'est-à-dire une intolérance à l'exercice, de la difficulté à monter les escaliers ou dans la voiture, etc. Mais en plus, ces animaux présentent habituellement de la raideur des membres pelviens après un repos prolongé ou un exercice intense. L'ankylose articulaire s'installe ensuite progressivement et plusieurs vont éventuellement démontrer une démarche raide avec des pas de faible amplitude. Les symptômes cliniques chez le chien mature se présentent à un âge très variable selon les individus. Cette variation dépend, entre autres, de la vitesse de progression de l'ostéoarthrose ainsi que de la tolérance du chien à une douleur chronique.

5. Diagnostic

L'examen général démontre la plupart du temps un animal en bon état de chair et souvent avec un excès de poids. L'examen de la démarche permet de mettre en évidence certaines anomalies. Les foulées sont de faible amplitude au niveau des membres pelviens et ces derniers sont souvent placés sous le corps lorsque l'animal est à la marche ou au trot. À la course, le chien effectue un appui simultané des membres pelviens en faisant des sauts de lapin. Lorsqu'un membre est plus affecté, il est possible de détecter une boiterie qui peut être assez importante. La dysplasie de la hanche est unilatérale dans 3 à 30% des cas selon la race^{3,22}. Par contre, une asymétrie dans la sévérité des signes cliniques est souvent rencontrée. À l'examen myo-arthro-squelettique, plusieurs changements peuvent être observés. Lors d'un stade avancé de la maladie, la musculature du poitrail est souvent très développée, le chien ayant cette capacité d'adaptation de transférer son poids vers l'avant. La masse musculaire des cuisses est, quant à elle, atrophiée. Le degré d'atrophie dépend beaucoup de la sévérité et de la durée de la condition. Lors de la palpation des membres pelviens, l'animal démontre de la douleur à l'abduction et à l'extension de la hanche. Dans les cas plus chroniques, l'amplitude de mouvement de l'articulation peut être diminuée et il est parfois possible de percevoir des crépitations causées par la fibrose et l'ostéoarthrose présentes⁷.

L'examen orthopédique permet de différencier la DHC des autres maladies orthopédiques ou neurologiques. Chez le chien immature, le diagnostic différentiel comprend entre autre la panostéite, l'ostéochondrite disséquante du grasset ou du tarse et l'ostéodystrophie hypertrophique. Chez le chien mature, il comprend principalement la rupture du ligament croisé crânial, le syndrome lombosacré et les arthropathies d'origine immunitaire¹². La confirmation de la dysplasie se fait à l'aide des radiographies du bassin. Il est relativement facile de diagnostiquer la dysplasie de la hanche lorsque le chien présente des symptômes. Mais la détection précoce de la dysplasie avant même son apparition clinique fait l'état de recherches depuis déjà plusieurs années.

5.1 Méthodes de palpation

La palpation des membres pelviens, et plus spécifiquement de l'articulation de la hanche, fait partie de l'examen myo-arthro-squelettique. Des chercheurs ont développé des méthodes de palpation plus spécifiques pour le diagnostic précoce des individus atteints de la dysplasie de la hanche.

5.1.1 Bardens et Hardwick

Bardens et Hardwick furent parmi les premiers chercheurs à standardiser et appliquer une méthode de palpation en 1968²³. L'animal est placé en décubitus latéral, l'examineur tient le fémur parallèle au sol dans une main tandis que l'autre main est placée sur le grand trochanter. L'examineur soulève le fémur en le maintenant parallèle au sol pour sentir la tête fémorale quitter l'acétabule si le chien démontre une laxité à la hanche. Dans le travail original fait par Bardens et Hardwick, un déplacement latéral de plus de 1 mm était considéré comme un diagnostic positif de la dysplasie de la hanche⁹.

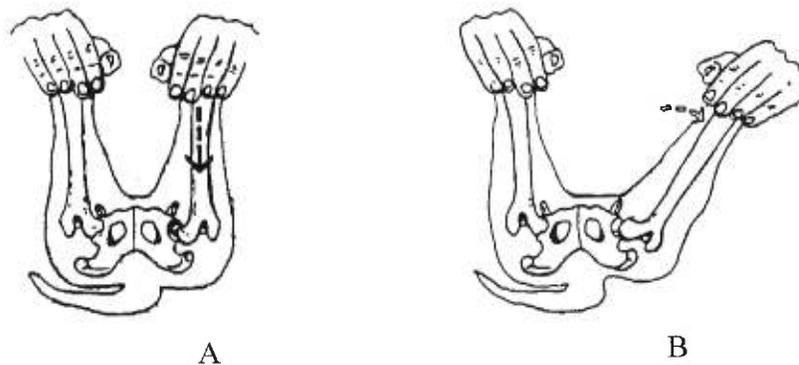
D'autres chercheurs n'ont pu reproduire ces résultats⁹. Cette méthode s'avère malheureusement trop subjective. Certains chercheurs ont donc tenté d'obtenir des données objectives en utilisant une échelle placée au côté de l'animal et en mesurant le déplacement du grand trochanter en millimètres, mais il y avait encore une fois trop de variation entre les examineurs pour avoir des données répétables²⁴.

Le test de Bardens et Hardwick a été utilisé chez l'animal aussi jeune que quatre semaines mais n'a jamais été un bon critère de prédiction de la dysplasie de la hanche. Giardina et MacCarthy ont rapporté que l'âge idéal de palpation est entre sept et neuf semaines et ils ont obtenu une corrélation de 87% entre la palpation en jeune âge et le développement de la DHC²³. Des études plus récentes ont remis en cause la prédictabilité et l'exactitude de ce test. Ces différentes études rapportent des résultats faussement négatifs dans 50 à 85% lorsque les chiots sont palpés à l'âge de 7 à 11 semaines et dans 37% lorsque les chiots sont palpés à l'âge de 16 à 18 semaines^{15,24,25}. Ce test a perdu de son intérêt et de son utilité en raison de sa faible valeur pronostique²⁶.

5.1.2 Ortolani

La méthode de palpation de loin la plus utilisée est le test d'Ortolani. Ce test a été mis au point chez l'humain en 1935 par Dr Ortolani afin de diagnostiquer la dysplasie de la hanche chez les très jeunes enfants⁸. Il fut décrit par la suite chez le chien²⁷. Le test d'Ortolani peut être effectué en décubitus latéral ou, préférablement, en décubitus dorsal. L'examineur se place à l'extrémité caudale de l'animal et maintient les membres pelviens au niveau des genoux, afin que les fémurs soient perpendiculaires au sol et bien parallèles (figure 4A). En faisant une légère pression vers le bas, l'examineur fait une abduction des membres jusqu'à ce que un «cloc» soit perçu ou même entendu²⁷ (figure 4B).

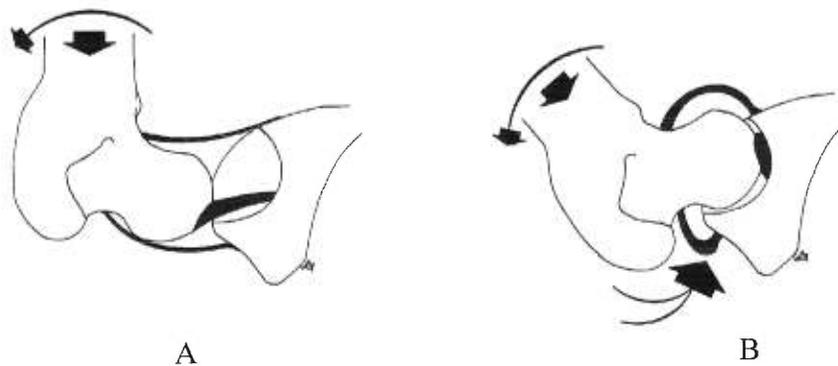
Figure 4. Test d'Ortolani en décubitus dorsal (A) position de départ (B) abduction du membre jusqu'à la réduction de la tête fémorale dans l'acétabule (d'après Chalman²⁷)



La présence d'un signe d'Ortolani indique une laxité articulaire (figure 5, p.16). Il faut mentionner qu'un résultat négatif du test a une signification diagnostique seulement si l'animal est sous anesthésie générale⁸. Un test d'Ortolani positif a longtemps été perçu

comme étant diagnostique de dysplasie de la hanche. À l'origine, le test d'Ortolani était suggéré sur des chiots âgés de 7 à 11 semaines. La masse musculaire des patients plus âgés rendrait le test plus difficile à réaliser²⁷.

Figure 5. Laxité articulaire démontrée par le test d'Ortolani (A) position de départ (B) réduction de la tête fémorale dans l'acétabule



Il est important de noter que l'on retrouve beaucoup de faux-négatifs en très jeune âge²⁵ (tableau I, p.17).

Tableau I. Pourcentage de faux-négatifs et de faux-positifs pour le test d'Ortolani. Le pourcentage de faux-négatifs représente le nombre de chien avec un test d'Ortolani négatif ayant développé de l'ostéoarthrose et inversement pour les faux-positifs

ÂGE	FAUX-NÉGATIFS	FAUX-POSITIFS
6 à 10 semaines	85 %	0 %
16 à 18 semaines	37 %	15 %
52 semaines	7 %	16 %

La valeur de ce test serait donc plus grande chez l'animal plus âgé.

Un test d'Ortolani peut être faussement négatif pour différentes raisons. Les plus fréquentes étant une position ou une technique inadéquate, un animal trop jeune n'ayant pas de laxité articulaire encore présente, une anesthésie trop légère, une destruction excessive du rebord acétabulaire dorsal, une capsule articulaire déjà fibrosée, la présence d'ostéophytes importants ou une luxation permanente de la tête fémorale³. La palpation effectuée pendant le test d'Ortolani peut donner des informations supplémentaires sur l'intégrité du cartilage acétabulaire et de la tête fémorale²⁷.

Cette manipulation permet également de mesurer l'angle entre le plan sagittal et le fémur lorsque la tête fémorale retourne dans l'acétabule. Cet angle est appelé l'angle de réduction (figure 6, p.18). Plus l'angle de réduction est élevé, plus grande est la laxité articulaire. L'angle de réduction est souvent utilisé dans la planification chirurgicale de la triple ostéotomie du bassin²⁸.

Figure 6. Mesure de l'angle de réduction à l'aide d'un goniomètre électronique (d'après Slocum²⁹)



5.1.3 Barlow

Le test de Barlow est utilisé plus dans un contexte de planification thérapeutique que dans un contexte diagnostique. Il permet d'avoir un aperçu de l'état du rebord acétabulaire dorsal et du remplissage acétabulaire. L'animal est placé en décubitus dorsal et l'examineur est placé à son extrémité caudale. Celui-ci maintient les membres pelviens au niveau des genoux avec les membres en abduction puis, en appliquant une légère pression dans l'axe long des fémurs pour éviter une rotation du bassin, l'examineur procède à une adduction des membres jusqu'à ce que la tête fémorale subluxé dorsalement de l'acétabule.

Cette manipulation permet également de mesurer l'angle entre le plan sagittal et l'endroit où la tête fémorale quitte l'acétabule. Cet angle est appelé l'angle de subluxation. Plus l'angle de subluxation est élevé, plus la pente du rebord acétabulaire dorsal est élevée et/ou plus le rebord acétabulaire dorsal est endommagé et/ou plus la cavité acétabulaire est remplie par du tissu.

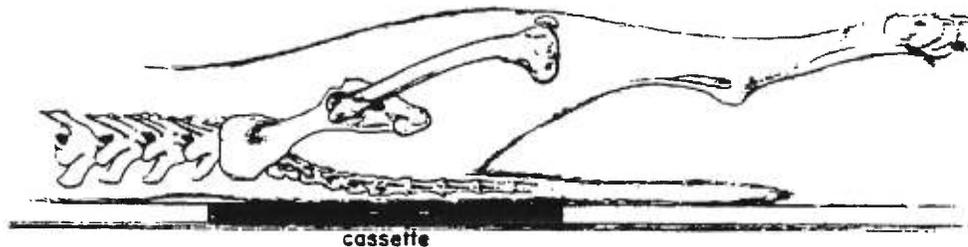
5.2 Méthodes radiographiques

5.2.1 Orthopedic Foundation for Animals (OFA)

Il est généralement possible d'avoir une forte suspicion de la DHC par les symptômes cliniques, l'examen physique et l'examen orthopédique incluant la palpation. Le diagnostic final de la dysplasie se fait par contre à l'aide de radiographies. La vue radiographique la plus employée est, encore aujourd'hui, celle suggérée par l'*American Veterinary Medical Association* lors d'un congrès spécial sur la dysplasie de la hanche en 1961³⁰. En 1966, lors de sa création, l'OFA adopte cette vue radiographique comme position standard pour le diagnostic de la DHC.

L'animal est placé en décubitus dorsal. Malgré que l'OFA ne l'exige pas, l'anesthésie générale est fortement recommandée. Une étude faite en 1991 a clairement démontré que la laxité articulaire peut être différente chez le chien anesthésié et le chien réveillé, le chien anesthésié ayant le maximum de laxité détectable³¹. L'examineur se place à l'extrémité caudale du chien et fait l'extension des hanches en tenant les membres pelviens au niveau des torses. Les fémurs doivent être maintenus parallèles et une rotation interne des membres est effectuée afin de placer les rotules bien au centre des fémurs (figure 7, p.20). Sur la radiographie, le bassin, les deux hanches et les deux fémurs doivent apparaître au complet³².

Figure 7. Position de l'animal pour la prise radiographique OFA



La radiographie est évaluée selon des critères bien établis. Premièrement, la position doit être parfaite. Les ailes iliaques doivent être de même largeur et les trous obturateurs de même diamètre. Les fémurs doivent être bien droits et parallèles avec les rotules bien au centre de ceux-ci. Lorsque la position est jugée acceptable, une évaluation subjective de chaque articulation de la hanche selon les critères d'évaluation définis par l'OFA est effectuée (figure 8, p.21). L'animal reçoit un des sept grades d'évaluation déterminé en fonction de la hanche la plus atteinte³³. Une hanche est considérée normale si au moins 50% de la tête fémorale est recouverte par le rebord acétabulaire dorsal et qu'il n'y a qu'un minimum de remodelage osseux et/ou d'ostéophytose. Une hanche est jugée dysplasique si la minorité de la tête fémorale est recouverte, s'il y a présence d'incongruence articulaire entre la tête fémorale et l'acétabule, s'il y a un remodelage des structures osseuses ou la présence d'ostéophytes^{9,14}. Les radiographies sont évaluées par trois radiologistes et l'évaluation finale est basée sur la majorité des résultats. Les chiens qui ont une évaluation excellente, bonne ou passable et qui ont au moins deux ans d'âge reçoivent un numéro d'enregistrement, par l'OFA, en fonction de la race du patient^{11,22}. Le chien doit avoir au minimum deux ans pour obtenir son numéro d'enregistrement puisque la précision du diagnostic utilisant la position de l'OFA augmente jusqu'à cet âge²².

Figure 8. Liste des critères d'évaluation et des sept grades utilisés par l'OFA

Bassin normal (conformation excellente)

- tête très ronde et acétabule bien profonde
- acétabule en forme de "C"
- 75% de couverture de la tête fémorale par le rebord acétabulaire dorsal

Bassin normal (conformation bonne)

- tête ronde et acétabule profonde
- acétabule en forme de "C"
- 60 à 75% de couverture de la tête fémorale par le rebord acétabulaire dorsal

Bassin normal (conformation passable)

- tête un peu moins ronde
- léger arrondissement du bord crânial efficace de l'acétabule
- petits ostéophytes (croissants) au col
- 50 à 60% de couverture de la tête fémorale par le rebord acétabulaire dorsal

Conformation douteuse

- chien de moins de deux ans
- conformation marginale
- refaire l'examen 6 à 8 mois plus tard

Dysplasie de la hanche minimale

- acétabule moins profonde
- acétabule moins bien formée
- légère subluxation
- 40 à 50% de couverture de la tête fémorale par le rebord acétabulaire dorsal

Dysplasie de la hanche modérée

- acétabule peu profonde
- tête fémorale déformée
- subluxation
- ostéoarthrose plus ou moins marquée
- 25 à 40% de couverture de la tête fémorale par le rebord acétabulaire dorsal

Dysplasie de la hanche sévère

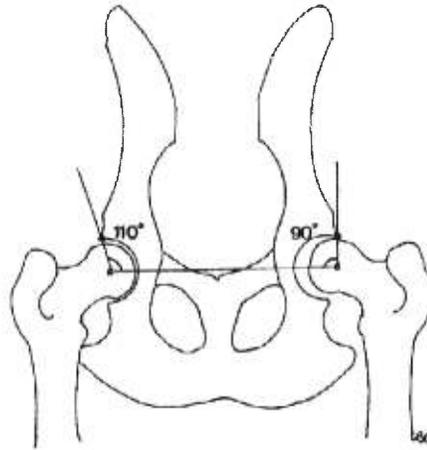
- pas de profondeur acétabulaire
- tête fémorale aplatie
- ostéoarthrose plus ou moins marquée
- subluxation importante
- moins de 25% de couverture de la tête fémorale par le rebord acétabulaire dorsal

Il est possible d'obtenir un rapport préliminaire de l'OFA si le chien est âgé de moins de deux ans. La prédictabilité du rapport préliminaire vs le rapport final à deux ans varie beaucoup selon l'âge de l'animal. En effet, on note une diminution de faux-négatifs et de faux-positifs à mesure que l'âge des animaux augmente³⁴. Corley rapporte 90% de corrélation entre le rapport préliminaire chez le chien âgé de quatre à six mois et le rapport final à deux ans³⁴. Dans une autre étude, chez les chiens ayant reçu un rapport préliminaire positif de dysplasie, 2,58% ont eu une évaluation normale à deux ans. Des chiens ayant une évaluation préliminaire normale, 8,49% se sont avérés dysplasiques à deux ans. Chez les chiens ayant reçus une évaluation préliminaire de conformation douteuse, 56,9% ont eu une évaluation normale à deux ans³⁵. Tous ces facteurs expliquent pourquoi l'OFA maintient l'âge de deux ans comme âge minimal pour obtenir un numéro d'enregistrement.

Devant la subjectivité importante dans l'évaluation des hanches selon les critères de l'OFA et la popularité grandissante de la laxité articulaire comme facteur principal dans le développement de la DHC, des chercheurs ont développé des moyens objectifs de mesurer cette laxité sur la vue radiographique OFA.

Le moyen le plus utilisé est la mesure de l'angle de Norberg⁴. Cette mesure s'effectue sur la radiographie même. Un point est placé au centre des deux têtes fémorales et une ligne relie ces deux points. Une ligne reliant le centre de la tête fémorale avec le bord crânial efficace de l'acétabule respectif à chaque hanche est ensuite tracée. Finalement, l'angle obtenu entre cette ligne et la ligne reliant les deux centres des têtes fémorales est mesuré (figure 9, p.23). Plus l'angle mesuré est élevé, meilleure est la congruence articulaire et moins grande est la laxité. La mesure de l'angle de Norberg est utilisée presque exclusivement en recherche à cause de la grande variation des résultats obtenus entre les individus. Les différentes études s'accordent pour dire qu'un angle de Norberg $>105^\circ$ est généralement un indicateur d'une hanche normale. Un angle de Norberg $< 90^\circ$ est un indicateur d'une hanche dysplasique^{25,33}. Il existe donc une zone grise importante entre 90° et 105° où l'interprétation des résultats est difficile. Il existe également des faux-positifs et des faux-négatifs. Un angle de Norberg de 88° a déjà été mesuré sur un chien avec des hanches qualifiées de normales à l'évaluation subjective¹⁴.

Figure 9. Mesure de l'angle de Norberg



Malgré l'utilisation des critères d'évaluation et de sélection de l'OFA, la prévalence de la DHC n'a pas diminué de façon significative. Il faut bien sûr tenir compte du facteur humain, c'est-à-dire de la volonté des éleveurs de chiens de races populaires d'éliminer de la reproduction les chiens atteints de dysplasie. Par contre, plusieurs facteurs ont valu une critique sévère à l'endroit de l'OFA. Premièrement, il n'est pas obligatoire de faire parvenir toutes les radiographies prises pour la détection de la DHC à l'OFA. Il existe donc une présélection faite par le vétérinaire, l'éleveur ou le client, ceux-ci faisant parvenir généralement les radiographies de bassin d'apparence normale ou incertaine. Deuxièmement, la marge d'erreur ou de désaccord est plus grande lorsque l'évaluation est strictement subjective. Landis et Koch ont suggéré qu'une valeur *Kappa* > 0,75 représente un excellent accord plus grand que la chance seule. Une valeur *Kappa* entre 0,40 et 0,75 représente un accord passable plus grand que la chance seule. Une valeur *Kappa* < 0,40 représente un accord faible ou inexistant plus grand que la chance seule³⁶. Une étude récente a démontré que l'accord entre trois radiologistes et l'OFA est très faible; la valeur du *Kappa* variant entre 0,04 et 0,20. Encore plus important, l'accord entre deux évaluations de la même radiographie provenant du même radiologiste est très

faiblement meilleur; le *Kappa* variant entre 0,38 et 0,45¹⁴. L'interprétation subjective affecte le résultat final et probablement encore plus les évaluations préliminaires en jeune âge. La troisième critique concerne la faible capacité de la vue OFA de mettre en évidence la laxité articulaire. La position où l'on retrouve le maximum de laxité passive au niveau de la hanche a été déterminée entre 10° de flexion et 30° d'extension, entre 10° et 30° d'abduction et entre 0 et 10° de rotation externe^{14,30}. La vue OFA masquerait donc cette laxité à cause de l'extension complète des hanches. Lorsque l'articulation de la hanche est en position neutre, c'est-à-dire lorsqu'un animal est debout et au repos, les composantes fibreuses de l'articulation sont orientées parallèlement au col fémoral. Les mouvements extrêmes, comme l'extension complète, entraînent une rotation des composantes fibreuses de la capsule articulaire. Cette rotation force la tête fémorale à entrer dans l'acétabule, diminuant ainsi la laxité détectable^{4,6,14,37}. Environ 50% et même plus de la laxité articulaire serait masquée de cette façon^{6,14}.

Les chercheurs se sont donc tournés vers des techniques radiographiques qui permettraient d'optimiser la détection et de quantifier cette laxité passive.

5.2.2 Pennsylvania Hip Improvement Program (PennHIP)

Il est maintenant bien accepté que la laxité articulaire est essentielle au développement de la DHC et plus précisément au développement de l'ostéoarthrose⁴. Cette laxité est donc présente pour plusieurs mois voire même des années avant l'apparition de l'ostéoarthrose³⁰. S'il était possible de quantifier cette laxité articulaire, cela nous donnerait un outil diagnostique pour la sélection des chiots et, plus important encore, pour la sélection des reproducteurs⁴.

Les chercheurs, qui ont critiqué l'OFA, ont développé une technique radiographique permettant de mettre en évidence la laxité articulaire passive. Déjà en 1972, on utilisait un instrument placé entre les cuisses de l'animal pour entraîner un déplacement latéral des têtes fémorales. La position utilisée était par contre la même que celle utilisée pour la

vue OFA c'est-à-dire les hanches en extension complète³⁰. Cette position entraîne une rotation de la capsule articulaire et masque une portion importante de la laxité articulaire. En 1983, les études sur le Pennsylvania Hip Improvement Program (PennHIP) ont débuté et les premiers articles dans la littérature vétérinaire sont apparus en 1990^{4,6}. Leurs résultats préliminaires ont permis de démontrer que le maximum de laxité articulaire passive se présente dans une position neutre c'est-à-dire entre 10° de flexion et 30° d'extension, entre 10° et 30° d'abduction et entre 0 et 10° de rotation externe^{14,30}. En prenant cette position de base et en plaçant un appareil entre les cuisses de l'animal utilisé comme levier afin de forcer les têtes fémorales hors des acétabules, les chercheurs ont développé la méthode PennHIP.

Une anesthésie générale ou une sédation profonde de l'animal est nécessaire lors des manipulations. Le chien est placé en décubitus dorsal et l'examineur se place à son extrémité caudale. Les membres pelviens sont tenus à la hauteur des tarsi et les fémurs placés en position neutre, perpendiculairement au sol. Un deuxième examineur maintient l'appareil entre les cuisses du chien. L'examineur tenant les membres pelviens applique une force dirigée médialement sur les deux membres, forçant ainsi les têtes fémorales à sortir de leurs acétabules. Une vue radiographique sous contrainte est prise à ce moment. Une vue radiographique standard OFA et une vue radiographique dite en compression sont également prises⁴. La vue radiographique de compression est effectuée en maintenant les membres de l'animal dans la même position que lors de la vue de distraction mais cette fois, l'appareil de distraction n'est pas utilisé et les têtes fémorales sont plutôt forcées dans leurs acétabules par une pression appliquée sur les grands trochanters. Un cours de formation d'une journée ainsi qu'une accréditation du PennHIP sont nécessaires afin de pouvoir effectuer cette méthode.

Toutes les radiographies prises selon la méthode PennHIP doivent être acheminées, sans exception, à la compagnie Synbiotics pour interprétation. Cette règle stricte permet d'avoir une comptabilité plus juste que l'OFA. La radiographie sous contrainte est alors analysée. Un premier cercle correspondant à la tête fémorale est tracé et son centre est identifié. Un deuxième cercle correspondant à la cavité acétabulaire est tracé et on y trouve également son centre. La distance entre le centre des cercles est mesurée puis

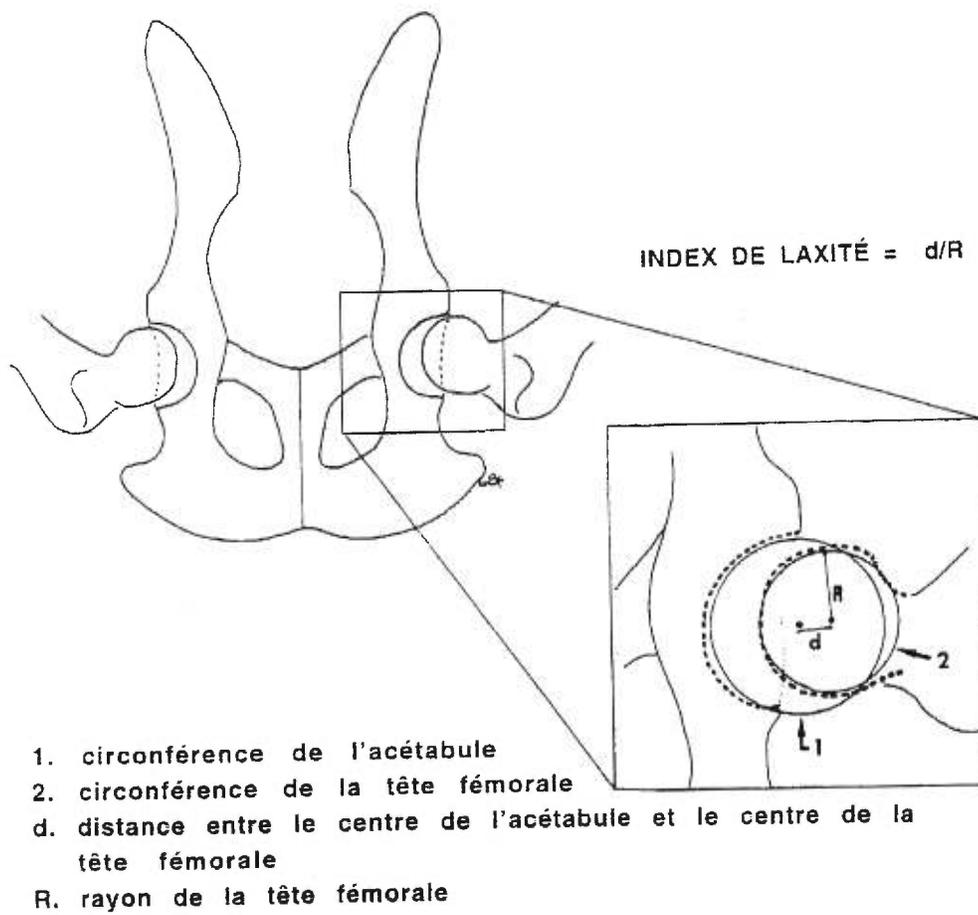
trouve également son centre. La distance entre le centre des cercles est mesurée puis cette valeur est ensuite divisée par le rayon de la tête fémorale. Un chiffre, sans unité, de 0 à 1 est ainsi obtenu. Ce chiffre correspond à l'index de laxité⁴ (figure 10, p.27).

L'analyse des résultats obtenus grâce à plusieurs années d'étude passées et présentes, a permis d'obtenir des valeurs de référence. Un index de laxité $< 0,3$ est associé à une bonne congruence articulaire et les chances de développer de l'ostéoarthrose sont considérées comme étant presque nulles³³. Cependant, des exceptions sont possibles. Par exemple, un chien ayant un index de laxité de 0,26 a développé de l'ostéoarthrose vers l'âge de un an²⁵. Un index de laxité $> 0,7$ est associé à une pauvre congruence articulaire avec une forte probabilité de développer de l'ostéoarthrose. Il existe par contre une importante zone grise entre 0,3 et 0,7 où le chien est considéré comme étant susceptible de développer de l'ostéoarthrose. Smith rapporte que le risque pour un chien de développer de l'ostéoarthrose augmente de façon logarithmique à mesure que l'index de laxité augmente au-dessus de 0,3³⁸. En effet, lorsque l'échelle de laxité est évaluée en entier, chaque augmentation de l'index de laxité de 0,1 correspond à 4,1 fois plus de risque de développer de l'ostéoarthrose^{6,38}. Il a bien été démontré que les chiens dont l'index de laxité est situé dans la zone grise ne manifesteront pas tous de l'ostéoarthrose³³. La laxité passive est donc essentielle au développement de l'ostéoarthrose au niveau des hanches mais n'est pas suffisante à elle seule¹⁴.

Les études de Smith ont également démontré que l'âge minimal pour lequel un index de laxité était valide était de quatre mois^{4,14,33,39}. Il existe une progression importante de la laxité articulaire entre deux mois et quatre mois d'âge mais cette laxité demeure presque stable par la suite jusqu'à l'âge adulte. C'est pourquoi la méthode PennHIP est présentement effectuée chez des chiots de plus quatre mois d'âge³⁹.

Il a aussi été démontré que la répétabilité intra- et inter-examineur était bonne et que seule une force minime était nécessaire pour mettre en évidence la laxité maximale présente dans les hanches lorsque les membres pelviens étaient placés en position neutre. Cela permet donc aux examinateurs certifiés d'effectuer la méthode PennHIP et d'avoir des résultats valables et répétables^{37,40}.

Figure 10. Mesure de l'index de laxité selon la méthode PennHIP



Un pourcentage élevé de chien (71%) ayant leur certificat de l'OFA se retrouve dans la zone susceptible du PennHIP de développer de l'ostéoarthrose. Les partisans du PennHIP reprochent la faible sensibilité de la méthode de l'OFA à détecter la laxité passive. Si un chien ne développe pas d'ostéoarthrose mais qu'il transmet les gènes responsables de cette laxité à ses descendants, ceux-ci seront susceptibles de développer de l'ostéoarthrose ou transmettront à leur tour les gènes de la laxité^{6,33}. Le PennHIP peut être lui aussi critiqué. Il a bien été démontré que la laxité passive était essentielle mais qu'elle n'était pas le seul facteur impliqué dans le développement ou non de l'ostéoarthrose³⁸. Il existe en effet 47% de faux-positifs avec la mesure de l'index de laxité c'est-à-dire des chiens qui sont dans la zone susceptible mais qui ne développeront jamais d'ostéoarthrose³³ (tableau II, p.29). D'un point de vue clinique, cela signifie qu'environ un chien sur deux pourrait être éliminé de la reproduction ou même euthanasié par les éleveurs et n'aurait jamais développé d'ostéoarthrose. Cette faible spécificité devient encore plus problématique lorsque le clinicien doit donner un pronostic à long terme pour un patient (voir conséquences émotionnelles et cliniques, p.32). L'argument des gens ayant développé le PennHIP est que les faux-négatifs sont plus dommageables d'un point de vue héréditaire que les faux-positifs. Grâce à sa grande sensibilité, le PennHIP serait un outil efficace pour diminuer la prévalence de la DHC par une sélection de masse³³.

Il faut bien sûr comprendre que la décision d'éliminer ou non de la reproduction les sujets susceptibles de transmettre la laxité est prise par l'éleveur seul. Considérant qu'il existe 47 % de faux-positifs et que d'autres facteurs doivent être présents pour permettre l'expression de la DHC, la décision devient ainsi difficile. De plus, cette méthode n'apporte pas beaucoup d'éléments qui peuvent aider un clinicien à prendre une décision concernant le plan thérapeutique d'un chien donné.

Tableau II. Pourcentage de faux-négatifs et de faux-positifs pour la détection de l'ostéoarthrose à des âges différents selon la technique diagnostique utilisée à 6 mois d'âge (d'après Smith et al³³)

Faux-négatifs

ÂGE	OFA SUBJECTIF	ANGLE DE NORBERG	INDEX DE LAXITÉ
12 mois	26 % (27)	0 % (10)	0 % (12)
24 mois	15 % (13)	0 % (7)	0 % (4)
36 mois	non disponible	non disponible	non disponible

() nombre de chiens

Faux-positifs

ÂGE	OFA SUBJECTIF	ANGLE DE NORBERG	INDEX DE LAXITÉ
12 mois	38 % (13)	50 % (30)	47 % (28)
24 mois	20 % (5)	46 % (11)	57 % (14)
36 mois	0 % (2)	33 % (3)	50 % (4)

() nombre de chiens

5.2.3 Rebord Acétabulaire Dorsal (RAD)

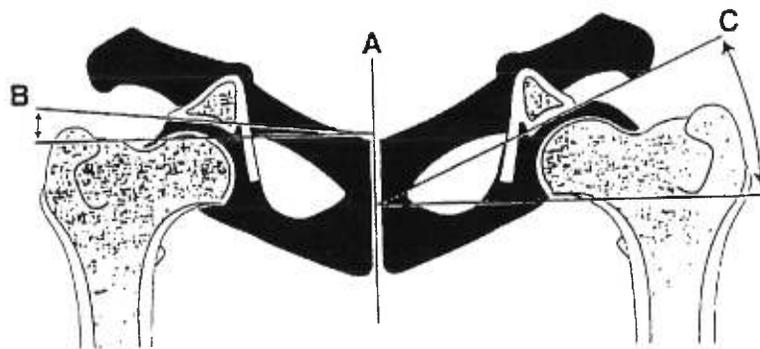
La présence d'une laxité passive ne permet pas de conclure que la même laxité est présente chez l'animal réveillé et portant du poids sur son membre, laxité que l'on qualifie de dynamique. La laxité dynamique est fort probablement le premier facteur responsable de l'ostéoarthrose à cause de la mauvaise répartition des stress sur la surface articulaire et, par conséquent, la destruction du cartilage^{6,33,34}. La laxité dynamique est donc d'un intérêt diagnostique important mais il n'existe présentement aucune méthode pour la mesurer^{6,14}.

En 1982, Slocum rapporte une nouvelle méthode radiographique permettant de visualiser la portion de l'acétabule supportant le poids du chien à l'appui c'est-à-dire le rebord acétabulaire dorsal (RAD)^{41,42}. Cette vue radiographique permet d'obtenir des informations qui ne sont pas nécessairement visibles sur la vue standard OFA. Il est possible de voir la présence de laxité articulaire, des fractures de la lèvre du RAD, de la sclérose du rebord acétabulaire et d'apprécier la pente acétabulaire⁴¹.

La procédure est effectuée avec le chien sous anesthésie générale et placé en décubitus sternal. Les membres pelviens sont tirés crânialement afin d'être parallèles à l'axe long du corps et sont maintenus en place à l'aide d'une courroie. Les tarsi sont soulevés de la table à l'aide de plates-formes. Cette position provoque une rotation du bassin permettant l'évaluation du rebord acétabulaire dorsal sur la radiographie⁴¹. Chez le chien normal, la portion latérale du RAD est franche et pointue. L'acétabule contourne la tête fémorale pour avoir une congruence articulaire parfaite⁴¹. Sur la radiographie, il est possible de tracer des lignes tangentielles au point de contact entre la tête fémorale et le rebord acétabulaire des hanches droite et gauche qui vont rencontrer une troisième ligne tracée sur le plan sagittal du bassin. L'angle obtenu entre cette tangente et une ligne perpendiculaire au plan sagittal correspond à la pente acétabulaire pour chaque hanche. Il a été mentionné que la somme des angles des hanches droite et gauche était inférieure à 15° chez un chien normal et supérieure à 15° chez un chien dysplasique⁴¹ (figure 11, p.31). Jusqu'à présent, la vue du RAD n'a fait l'objet d'aucune étude scientifique et son

utilité dans le diagnostic précoce de la DHC n'a jamais été étudiée. Elle est utilisée surtout dans la planification de la triple ostéotomie du bassin.

Figure 11. Mesure de la pente acétabulaire sur la vue RAD (d'après Slocum⁴¹)



A: Plan sagittal du bassin

B et C: Tangentes correspondant à la pente acétabulaire

III. Conséquences émotionnelles et cliniques

À cause du développement possible de la DHC jusqu'à l'âge de deux ans, les éleveurs vont parfois offrir une « garantie » à leurs clients jusqu'à cet âge. Le coût des chiens ayant une garantie est par conséquent plus élevé et certains propriétaires préfèrent payer un moindre coût et refuse alors la garantie. Cette garantie varie également d'un éleveur à l'autre et consiste la plupart du temps au remboursement en argent du prix d'achat ou au remplacement du chien. Le chien atteint de dysplasie sera, trop souvent, euthanasié. La DHC est classée vice rédhibitoire en France depuis la parution du décret du 26 juin 1989¹⁰.

La grande majorité des propriétaires vivent une période émotionnelle difficile. Ils doivent prendre une décision importante et souvent déchirante à savoir s'ils gardent leur animal qui aura besoin d'un traitement médical ou chirurgical ou s'ils font l'échange de celui-ci. Cette décision est d'autant plus difficile puisque le chien est souvent considéré comme un membre de la famille depuis déjà plusieurs mois. Il faut également prendre en considération l'aspect économique. Une somme d'argent importante a déjà été investie par les propriétaires que ce soit pour les soins vétérinaires, les cours d'obéissance ou l'entretien quotidien. Lorsque les propriétaires utilisent leur droit de garantie, seul le coût de l'achat sera remboursé ou alors le chien sera remplacé et les propriétaires devront réinvestir à nouveau beaucoup de temps et d'argent. S'il était possible de prédire en très jeune âge si les chiens développeront des symptômes associés à la dysplasie de la hanche, il serait alors possible pour les éleveurs d'éviter la vente de ces chiens. Cela permettrait également aux nouveaux propriétaires de savoir, avant de s'impliquer tant d'un côté économique qu'émotionnel, si ce nouveau membre de la famille aura des problèmes liés à la DHC dans le futur.

IV. Hypothèses de recherche

La diminution de l'incidence de la DHC est limitée par les moyens diagnostiques disponibles présentement. Ces moyens diagnostiques démontrent soit une sensibilité trop faible ou une utilité trop tardive permettant ainsi la reproduction des animaux affectés²⁵. Acceptant le fait qu'un des facteurs primordiaux dans le développement de la DHC soit la laxité articulaire, mais que certains chiens démontrent une laxité articulaire passive sans jamais développer de l'ostéoarthrose, un test permettant de différencier la laxité passive de la laxité dynamique aurait un impact énorme tant au point de vue diagnostique qu'au point de vue thérapeutique^{14,22}. Il est généralement accepté que les articulations d'un chien en croissance présentent plus de laxité que celles d'un chien mature. La difficulté est de déterminer le degré de laxité acceptable chez le chiot vs un degré de laxité pathologique qui entraînera un remodelage articulaire associé à la dysplasie de la hanche⁹.

La signification de la présence ou l'absence d'un signe d'Ortolani n'a jamais été évaluée dans une étude à long terme⁴³. Selon une étude, une corrélation positive existe entre la présence d'un signe d'Ortolani et l'index de distraction du PennHIP mais cette corrélation n'est pas suffisante pour être prédictive¹⁴. Cette étude utilisait la présence ou l'absence d'un signe d'Ortolani sans méthode de palpation standardisée.¹⁴

Notre première hypothèse est qu'il y a une laxité articulaire présente au niveau de la hanche chez le chien en croissance et qu'une méthode de palpation standardisée permettrait de reproduire les résultats de la mesure des angles de réduction et de subluxation d'un examinateur à l'autre. Ceci permettrait éventuellement d'obtenir des valeurs des angles de réduction et de subluxation chez le chien de 6 mois qui pourraient différencier une laxité passive sans conséquence pour le chien de celle favorisant le développement de la dysplasie de la hanche.

La portion dorsale de l'acétabule est responsable du support de la tête fémorale lorsque l'animal est à l'appui. Notre deuxième hypothèse est qu'une conformation anormale du rebord acétabulaire dorsal pourrait modifier les forces qui agissent sur l'articulation de la hanche provoquant une laxité dynamique pendant la mise en charge du membre. La

mesure de la pente acétabulaire chez le jeune chien en croissance permettrait la prédiction du développement de DHC.

Chapitre deuxième:

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

EVALUATION OF COXOFEMORAL PALPATION AND DORSAL ACETABULAR RIM RADIOGRAPHIC VIEW TO BE USED FOR EARLY DETECTION OF CANINE HIP DYSPLASIA.

Benoît Charette, DVM; Jacques Dupuis, DVM, MS; Guy Beauregard, DVM; Luc Breton, DVM, MS; Julie Paré, DVM, PhD.

From the Department of Clinical Sciences, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Montréal, 3200 Sicotte, C.P. 5000, Saint-Hyacinthe, Quebec, Canada, J2S 7C6

Supported by the Fonds pour la Formation de Chercheurs et l'Aide à la Recherche; the Fonds de recherche clinique de l'Académie de Médecine Vétérinaire du Québec; the Fonds du Centenaire de l' Université de Montréal and the Mike Rosenbloom Foundation.

This paper was presented at the 8th ACVS Symposium, October 8-11, 1998, Chicago, Illinois.

Acknowledgement : The authors would like to thank The Mira Foundation for their support.

I. Structured abstract

Objective- To standardize a palpation technique and to determine within- and between-examiner repeatability in the angle of reduction and the angle of subluxation measurements. To determine the variation and the within- and between-examiner repeatability of the acetabular slope measurement, and the effect of pelvis positioning on this measurement on 6-month-old dogs. To evaluate between-examiner agreement for the subjective evaluation using the 7 OFA categories, to evaluate the correlation between the angle of reduction, the Norberg angle, the distraction index and the acetabular slope measurement.

Animals- Fifty-three (53) 6-month-old dogs from three different breeds.

Procedure- The angles of reduction and subluxation were measured on a palpation exam. A radiographic examination including a standard hip-extended view, a compression and a distraction view and a DAR view were performed on each dog. A OFA subjective score, the Norberg angle, a distraction index and the acetabular slope were measured for each hip.

Results- For the angle of reduction measurement, the within-examiner repeatability was excellent ($r = 0.975$) and the between-examiner repeatability was good with no significant difference ($r = 0.843$). For the angle of subluxation measurement, the within-examiner repeatability was excellent ($r = 0.977$) but only a fair correlation was found for the between-examiner measurements ($r = 0.652$). For the acetabular slope measurement, an excellent within-examiner correlation was found ($r = 0.940$). A good correlation was found between-examiner ($r = 0.835$), however a significant difference was found in the measurements of the three examiners (ANOVA $p < 0.0001$). The under or over rotation slightly changed the slope measurement but a fair correlation was still observed with the perfect position ($r = 0.769$ and $r = 0.684$). If the pelvis is turned on one side, no correlation was found ($r = 0.090$). The

strongest relation between acetabular slope and coxofemoral laxity measurements was with the angle of reduction but the correlation was weak ($r = 0.648$).

Conclusions- The high repeatability of the angle of reduction measurement in 6-month-old dogs suggests that it may be used by multiple examiners with the expectation of comparable and consistent results.

The modified method of the acetabular slope measurement improved the between-examiner correlation but a significant difference was still observed.

II. Introduction

Canine hip dysplasia can affect any breed but is particularly prevalent in large and giant breeds. It is the most important cause of osteoarthritis of the hip in dogs. In 1966, Henricson, Norberg and Olsson described that joint laxity was the initiating factor, allowing subluxation of the femoral head and leading eventually to osteoarthritis.¹ It is known that dysplastic dogs are born with normal hips but that they rapidly develop femoral head subluxation because of increasing laxity.^{1,2} If laxity was detected early and quantified, hip dysplasia could be predicted at a very young age.

Palpation can be used to detect hip laxity. The most used palpation technique is the Ortolani maneuver.³ This palpation method allows to measure the angle of reduction i.e. the angle of limb abduction necessary to reduce the subluxated femoral head into the acetabulum. This angle of reduction increases as the magnitude of the dorsolateral subluxation of the femoral head increases.⁴ From an abducted position, a dorsolateral translation can be felt when the leg is slowly adducted. The angle of limb adduction necessary to subluxate the femoral head out of the acetabulum is called the angle of subluxation. This angle gives information about the integrity of the dorsal acetabular rim and the filling of the acetabulum.⁴ The use of the angle of subluxation as an early diagnostic tool for the hip dysplasia was never studied to our knowledge.

Different imaging techniques are presently used to detect hip laxity. The Orthopedic Foundation for Animals (OFA) has used the hip-extended radiographic view for more than 25 years.⁵ The diagnosis of hip dysplasia using this view has been questioned due to its high incidence of false negatives.⁶ This view has been criticized on the assumption that tightening of the joint capsule during positioning artificially masks hip laxity.⁷ In the early 90's, to minimize the risk of overlooking the laxity, a new technique known as the Pennsylvania Hip Improvement Program

(PennHIP) was introduced to detect laxity as soon as four months of age and predict the development of degenerative joint disease (DJD).⁷ This technique uses a distraction view with the femoral heads maximally displaced laterally. Distraction of the femoral heads away from the acetabula is achieved by placing an apparatus between the two femurs, against the pelvis and pressing the stifles toward each other. A distraction index (DI) can then be measured as a unitless variable that ranges from 0 to approximately 1. This DI corresponds to the distraction distance divided by the femoral head radius.⁷ A dog with a $DI < 0.3$ has merely no chance to develop DJD compare to a $DI > 0.7$ where a dog has almost 100% chances to do so.^{6,8} However, the PennHIP method shows a gray zone when the DI is between 0.3 to 0.7, meaning that the outcome for osteoarthritis in individuals with a DI within this range cannot be accurately predicted.⁸ This technique is considered expensive for owners and breeders, can be technically demanding, time consuming and exposes examiners to multiple radiation doses. Authorization and a license provided by the PennHIP organization is needed to perform this radiographic procedure.

At this time, the specific cause of joint laxity is still unknown. Biomechanical factors due to bone conformation could be responsible for the gradual stretching of the articular and periarticular soft tissues during growth. Acetabular maldevelopment has been implicated in the pathogenesis of hip dysplasia.⁹⁻¹² A more pronounced acetabular slope in dysplastic dogs could create a dorsolateral thrust of the femoral head during its compression against the acetabulum during weight-bearing. The active muscular forces become eventually ineffective in overcoming this developing abnormal thrust. This abnormal movement of the femoral head causes stretching of the joint capsule and ligament of the femoral head, microfractures of the dorsal acetabular rim, cartilage degeneration and joint capsule thickening, leading to severe degenerative joint disease. Slocum described a radiographic view where the Dorsal Acetabular Rim (DAR) can be evaluated.¹³ This view allows shape evaluation of the DAR and measurement of the acetabular slope.

The first objective of this study was to standardize a palpation technique and to determine within- and between-examiner repeatability in the angle of reduction measurement and in the angle of subluxation measurement.

The second objective was to determine the variation and within- and between-examiner repeatability of the acetabular slope measurement, and the effect of pelvis positioning on this measurement on 6-month-old dogs.

The last objective was to evaluate between-examiner agreement for the subjective evaluation using the 7 OFA categories, to evaluate the correlation between the angle of reduction, the Norberg angle, the distraction index and the acetabular slope measurement.

III. Materials and methods

Fifty-three (53) 6-month-old dogs owned by the Mira Foundation were evaluated; 7 Labrador Retrievers, 10 Bernese Mountain dogs and 36 Labrador x Bernese Mountain dogs, 29 females and 24 males, weighing 19 to 33 kg. A complete physical examination was done for all dogs. A complete orthopedic examination was conducted to detect any symptoms associated with hip dysplasia and to rule out any other orthopedic diseases. Protocol used in this study was approved by the Institutional Animal Care and Use Committee of the Université de Montréal.

The dogs were premedicated with acepromazine^a (0.05 mg/kg, IM) or acepromazine (0.05 mg/kg, IM) and butorphanol^b (0.1 mg/kg, IM). Anesthesia was induced with propofol^c (4 mg/kg, IV) and maintained with propofol (280 ug/kg/min, IV) using a perfusion pump. Oxygen was given through an orotracheal tube.

Hip palpation was done with the dog in dorsal recumbency and the pelvis positioned as straight as possible. One examiner was standing at the end of the table. The knees were firmly grasped and testing was always initiated with both knees touching each other, so that no over-adduction was never allowed. The femurs were placed perpendicular to the table, the knees were flexed and with a slight pressure applied equally to both limbs, the limbs were abducted until a “cloc” was felt. An electronic goniometer^d was used to measure the angle of reduction. The probe was placed just caudal to the origin of the pectineus muscle and gently pressed against the coxofemoral joint. The side of the goniometer was apposed to the side of the medial femoral condyle, while carefully maintaining the probe against the coxofemoral joint.⁴ The angle of reduction was then recorded. From an abducted position, the limbs were adducted until a dorsolateral translation of the femur was felt. The angle of subluxation was measured with the goniometer. Each angle was measured three times by three different examiners who were not aware of the previous results.

The radiographic study consisted of a standard hip-extended radiographic view¹⁴, a compression and distraction view as described in the PennHIP method¹⁵ and a Dorsal Acetabular Rim view.¹³ All the PennHIP views were done by the same certified examiner. Fluoroscopy was used to perfectly position the pelvis for the DAR view. The effect of pelvic rotation on the acetabular slope measurement was analysed by placing pelvises in different positions. Twelve dogs had their pelvis placed in perfect position and then placed in under rotation, in over rotation or turned to one side.

Standard hip-extended, compression and distraction radiographic views were sent to the Synbiotics Corporation^e to determine the distraction index. Based on the standard hip-extended view, a subjective score was given by three different examiners according to the OFA criteria. Objective quantification of hip laxity on the hip-extended view was obtained by measuring the Norberg angle (NA). The measurements were performed by two examiners. The acetabular slope was measured two times by three different examiners. Because it is sometime difficult to

identify the pelvic symphysis on the radiograph and draw the line corresponding to the sagittal plane of the pelvis, two lines were first drawn, one over each dorsal aspect of the acetabulum. A line was then traced on the joint surface of each dorsal acetabulum at the point of lateral contact with the femoral head. A line was finally traced between the intersection of the two lines on each side of the hip joint. The angle measured between this line and the tangential line of the joint surface corresponds to the acetabular slope of a single hip joint (figure 12, p.46). A slope angle was also determined for both hips.

A Spearman rank correlation test and a Pearson's correlation coefficient were used for the OFA view data between examiners. A Kappa was used to measure the agreement between-examiner.¹⁶ A Pearson's correlation coefficient was also used for the within- and between-examiner repeatability on the DAR view and for the angles of reduction and subluxation. The smallest correlation coefficient was reported. For the within-examiner repeatability, one examiner and one hip were randomly taken. For the between-examiner repeatability, one measurement and one hip were randomly taken. A repeated measures ANOVA was used to detect differences within- and between-examiner.

To compare the techniques used to detect hip laxity, a correlation test was done between the angle of reduction and the Norberg angle, and between the angle of reduction and the distraction index. To evaluate the association between the acetabular slope and coxofemoral laxity, correlation tests were done between the acetabular slope and the NA, the DI and the reduction angle.

The null hypothesis that the correlation coefficient were no different from 0 was rejected at $p \leq 0.05$.¹⁷

IV. Results

Palpation- Using the standardized palpation technique, an excellent within-examiner repeatability was observed in the measurement of the angle of reduction and the repeated measures ANOVA showed no significant difference between the measurements (table III, p.47). The between-examiner correlation was still good and the ANOVA showed no significant difference (table IV, p.47). For the angle of subluxation, an excellent correlation was found within-examiner and the ANOVA showed no significant difference between measurements (table V, p.48). Only a fair correlation was found, however, between-examiner for the angle of subluxation and the ANOVA showed no significant difference between the three examiners (table VI, p.48).

A fair inversed correlation was found between the angle of reduction and the Norberg angle ($r = -0.6305$, $p < 0.0001$) and a fair correlation was found between the angle of reduction and the distraction index ($r = 0.6365$, $p < 0.0001$).

Hip-extended radiographic view- For the subjective evaluation of the hip-extended radiographic view according to the OFA criteria, a good correlation was found between the examiners ($r = 0.886$). However, a kappa ($k = 0.43$) indicated that there was not a good agreement between examiners using the seven OFA categories. The agreement improved tremendously ($k = 0.75$) when only two categories were used, dysplastic or not dysplastic. The joint laxity evaluation was done on the hip-extended radiographic view by measuring the Norberg angle. There was a fair correlation between the two examiners $r = 0.718$ (95% CI, 0.556 to 0.828, $p < 0.0001$) and the paired t test showed no significant difference between the angle measurements ($p = 0.41$).

Distraction radiographic view- Distraction index results for all dogs, as calculated by Synbiotics Corporation, are shown in table VII (p.49).

DAR view- For the measurement of the acetabular slope, an excellent within-examiner correlation was found between the measurements ($r = 0.94$, 95% CI, 0.8961 to 0.9657, $p < 0.0001$) and the paired t test showed no significant difference ($p = 0.52$). The correlation was good between-examiner ($r = 0.78$) but the repeated measures ANOVA showed a significant difference between the three examiners ($p < 0.0001$). If one measurement was randomly used for the two hips measurement (figure 12A, p. 46), the correlation was better ($r = 0.83$) but a significant difference between the three examiners was still observed ($p < 0.0001$, ANOVA) (table VIII, p.52 and table IX, p.52).

In this study, fluoroscopy was used to properly position the pelvis for the DAR view. The under rotation ($r = 0.769$, 95% CI, -0.114 to 0.973, $p = 0.074$) or over rotation ($r = 0.684$, 95% CI, -0.040 to 0.937, $p = 0.061$) slightly changed the slope measurement but a fair correlation was still observed with the perfect position. However, if the pelvis is turned on one side, no correlation at all was found when compared to the perfect position ($r = 0.090$, 95% CI, -0.711 to 0.790, $p = 0.847$).

The strongest relation between acetabular slope and coxofemoral laxity measurements was with the angle of reduction but the correlation was weak (table X, p.52)

Finally, it was determined in this study that there is a true variation in the acetabular slope between 6-month-old dogs for tangents connecting both the left and right hips (mean = $168.06^\circ \pm 9.7^\circ$), and for the acetabular slope of one hip (mean = $5.99^\circ \pm 5.01^\circ$).

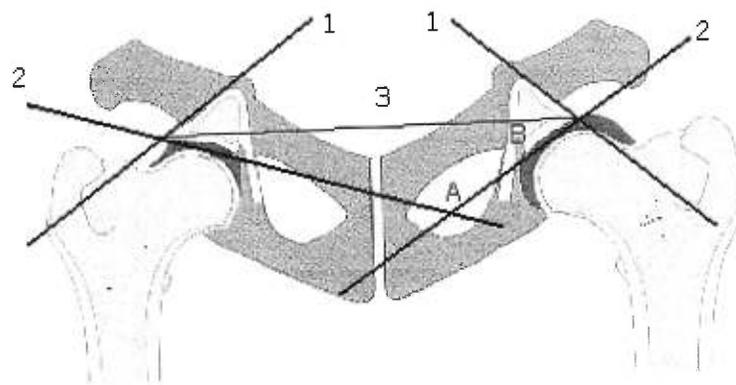


Figure 12. Modified method for the measurement of the acetabular slope.

- (1) First line drawn over the dorsal aspect of the dorsal acetabular rim.
- (2) Tangential line of the joint surface.
- (3) Line between the intersection of the two previous lines.
- (A) Slope angle determined for both hips as described by Slocum.⁴
- (B) Angle corresponding to the acetabular slope of one hip with the modified method.

Table III. Within-examiner correlation (and 95% C.I.) in the measurement of the angle of reduction.

	Measurement 1	Measurement 2	Measurement 3
Measurement 1	1		
Measurement 2	0.985 (0.974, 0.991)	1	
Measurement 3	0.975 (0.957, 0.986)	0.988 (0.979, 0.993)	1

$p < 0.0001$, ANOVA $p = 0.82$

Table IV. Between-examiner correlation (and 95% C.I.) in the measurement of the angle of reduction.

	Examiner 1	Examiner 2	Examiner 3
Examiner 1	1		
Examiner 2	0.894 (0.822, 0.938)	1	
Examiner 3	0.843 (0.725, 0.913)	0.931 (0.875, 0.963)	1

$p < 0.0001$, ANOVA $p = 0.51$

Table V. Within-examiner correlation (and 95% C.I.) in the measurement of the angle of subluxation.

	Measurement 1	Measurement 2	Measurement 3
Measurement 1	1		
Measurement 2	0.985 (0.974, 0.991)	1	
Measurement 3	0.977 (0.960, 0.987)	0.995 (0.991, 0.997)	1

$p < 0.0001$, ANOVA $p = 0.81$

Table VI. Between-examiner correlation (and 95% C.I.) in the measurement of the angle of subluxation.

	Examiner 1	Examiner 2	Examiner 3
Examiner 1	1		
Examiner 2	0.843 (0.742, 0.907)	1	
Examiner 3	0.699 (0.502, 0.827)	0.652 (0.434, 0.798)	1

$p < 0.0001$, ANOVA $p = 0.83$

Table VII. OFA subjective evaluation, Norberg angle, PennHIP distraction index (DI), angle of reduction, angle of subluxation and the DAR slope measurement for 53 6-month-old dogs.

DOG #	OFA		Norberg angle (°)	PennHIP (DI)	Reduction angle (°)	Subluxation angle (°)	DAR slope (°)
1	normal	lh	99	0.46	no	no	5
		rh	103	0.50	no	no	4
2	normal	lh	98	0.72	26.6	0.7	8
		rh	99	0.64	12.4	1.0	8
3	normal	lh	98	0.63	18.8	4.6	5
		rh	104	0.79	13.1	no	6
4	normal	lh	99	0.67	18.0	no	4
		rh	101	0.75	no	no	9
5	normal	lh	99	0.74	22.8	0.9	5
		rh	99	0.74	16.1	no	5
6	normal	lh	107	0.58	no	no	5
		rh	112	0.67	no	no	6
7	normal	lh	105	0.54	no	no	4
		rh	110	0.58	no	no	5
8	normal	lh	109	0.64	no	no	5
		rh	106	0.68	no	no	5
9	normal	lh	109	0.81	no	no	4
		rh	110	0.81	no	no	6
10	dysplastic	lh	100	0.88	28.1	-0.1	14
		rh	106	0.81	22.8	-1.0	14
11	normal	lh	104	0.57	no	no	9
		rh	108	0.57	8.2	no	5
12	dysplastic	lh	94	0.80	27.0	-1.9	11
		rh	102	0.92	21.5	0.1	9
13	normal	lh	103	0.74	7.4	-7.2	9
		rh	103	0.70	6.9	-1.5	6
14	dysplastic	lh	98	0.77	4.9	-9.4	9
		rh	98	0.73	11.9	-6.0	10
15	dysplastic	lh	91	0.88	38.5	3.0	16
		rh	97	cavitation	28.4	0.9	12
16	normal	lh	93	0.80	9.6	no	5
		rh	103	0.80	18.5	no	3
17	normal	lh	92	0.88	32.6	-1.3	7
		rh	100	cavitation	11.0	no	11
18	normal	lh	100	0.74	15.4	no	5
		rh	97	0.83	27.4	no	8
19	normal	lh	105	0.57	11.7	-5.1	7
		rh	111	0.61	18.6	-2.3	8
20	dysplastic	lh	95	0.81	36.3	1.6	11
		rh	99	0.88	34.2	-0.4	13
21	dysplastic	lh	97	0.64	17.2	-2.3	5
		rh	93	0.93	29.3	-2.4	11
22	dysplastic	lh	90	0.79	40.4	16.5	27

		rh	91	0.86	44.0	5.7	27
23	normal	lh	101	0.88	19.2	-5.7	12
		rh	107	0.77	15.1	-6.1	11
24	normal	lh	100	0.62	11.2	0.1	10
		rh	106	0.65	14.5	-1.8	12
25	normal	lh	104	0.72	10.6	-0.1	4
		rh	106	0.76	no	no	4
26	normal	lh	108	0.67	3.4	no	10
		rh	106	0.67	3.0	no	8
27	normal	lh	103	0.79	15.8	-4.2	4
		rh	106	0.71	8.8	-6.5	5
28	normal	lh	104	0.54	no	no	1
		rh	103	0.62	16.1	no	1
29	dysplastic	lh	94	0.65	25.4	-0.8	7
		rh	94	0.65	19.1	-3.4	7
30	normal	lh	103	0.50	no	no	6
		rh	106	0.50	no	no	4
31	normal	lh	107	0.52	no	no	4
		rh	112	0.52	no	no	5
32	normal	lh	106	0.46	no	no	4
		rh	106	0.56	no	no	4
33	normal	lh	112	0.57	no	no	6
		rh	111	0.61	no	no	6
34	normal	lh	105	0.54	no	no	3
		rh	103	0.54	no	no	2
35	normal	lh	106	0.44	no	no	1
		rh	109	0.48	no	no	1
36	normal	lh	103	0.50	no	no	2
		rh	106	0.46	1.4	no	2
37	normal	lh	105	0.60	3.1	-4.5	7
		rh	105	0.64	14.9	-4.4	6
38	normal	lh	98	0.65	4.6	-3.7	8
		rh	104	0.64	2.0	-4.2	6
39	normal	lh	105	0.58	6.6	-6.1	5
		rh	109	cavitation	3.1	-7.2	5
40	dysplastic	lh	97	0.59	no	no	2
		rh	102	0.52	5.3	-7.9	2
41	normal	lh	106	cavitation	no	no	1
		rh	110	cavitation	no	no	1
42	dysplastic	lh	97	0.71	no	no	1
		rh	102	0.64	no	no	2
43	dysplastic	lh	97	0.78	no	no	1
		rh	98	0.74	1.3	-9.1	2
44	normal	lh	105	0.71	no	no	4
		rh	109	0.67	-0.1	-3.8	3
45	normal	lh	106	cavitation	no	no	0
		rh	100	0.69	8.0	-9.7	1
46	dysplastic	lh	95	0.74	20.4	-2.7	14
		rh	100	0.67	13.7	-7.2	13
47	normal	lh	96	0.58	no	no	5

		rh	98	0.58	no	no	5
48	normal	lh	93	0.64	12.7	-4.8	9
		rh	102	0.64	16.9	-2.9	9
49	dysplastic	lh	93	0.59	10.3	-6.2	15
		rh	97	0.56	13.9	-4.3	19
50	normal	lh	104	0.63	5.1	-10.5	7
		rh	108	0.67	-2.6	-7.5	7
51	normal	lh	102	0.46	no	no	6
		rh	106	0.42	no	no	5
52	dysplastic	lh	98	0.76	16.0	-5.9	12
		rh	105	0.56	0.2	no	5
53	normal	lh	110	0.50	no	no	3
		rh	108	0.54	no	no	3

lh: left hip

rh: right hip

no: no angle was palpated

*Consensus of two out of three evaluations was recorded as the final outcome for the OFA

*Data expressed as means for the Norberg angle, Reduction angle, Subluxation angle and Acetabular slope

Table VIII. Between-examiner correlation (and 95% C.I.) in the measurement of the acetabular slope for the two hips measurement.

	Examiner 1	Examiner 2	Examiner 3
Examiner 1	1		
Examiner 2	0.8840 (0.8033, 0.9338)	1	
Examiner 3	0.8354 (0.7257, 0.9036)	0.9002 (0.8298, 0.9424)	1

$p < 0.0001$

Table IX. Means \pm S.D. in the measurement of the acetabular slope for the two hips measurement.

ANOVA $p < 0.0001$

	Examiner 1	Examiner 2	Examiner 3
Mean	161.70	159.60	165.20
S.D.	11.00	9.81	10.41

Table X. Pearson's correlation coefficient between methods.

	NA	DI	RA	AS
NA	1	- 0.361	- 0.579	- 0.526
DI	- 0.361	1	0.647	0.492
RA	- 0.579	0.647	1	0.648
AS	- 0.526	0.492	0.648	1

NA= Norberg angle; DI= distraction index; RA= reduction angle;
AS= acetabular slope.

V. DISCUSSION

It is well accepted that laxity plays a key role in the etiology of canine hip dysplasia, disease in which the hips are affected by various degrees of osteoarthritis. To a certain extent, it is possible with different techniques to detect and measure that laxity. However, all these techniques only measure the passive laxity i.e. when no weight-bearing and muscular forces are applied to the joint. It is known that not all dogs with passive laxity will develop DJD.⁸ In fact, it is difficult to determine from the passive laxity evaluation if one hip undergoes similar magnitude of translation during weight-bearing, the so called functional laxity.⁸ It is very difficult, merely impossible, to quantify that functional laxity. Measurement of the passive laxity is therefore the best tool currently available clinically to predict DJD.

A number of clinical examination tests can give information about the hip joint. Hip palpation as described in the Ortolani's, Barden's and Barlow's tests all provide information on coxofemoral joint laxity as the caput femoris is pressed in and out of the acetabulum, thereby creating more or less specific palpatory feelings or clicking sounds.³ These diagnostic methods using hip palpation have been used only to provide semiquantitative information regarding absence or presence of joint laxity. A positive Ortolani sign is thought to be a risk factor for the development of hip joint disease, but the significance of its presence or absence has not been evaluated in long-term studies.¹⁸ Therefore, semiquantitative hip palpation has not been demonstrated to have clear diagnostic or prognosis value in dogs to date. The angle of abduction necessary to reduce the subluxated femoral head (angle of reduction) can be precisely measured with an electronic goniometer and is directly correlated to the severity of the dorsal subluxation.⁴ Determination of the angle of reduction sufficient to initiate the remodeling and cartilage changes associated with functional laxity has never been studied in young normal and dysplastic dogs. Passive coxofemoral subluxation as quantified by means of precise palpation could determine a dog's susceptibility of developing coxofemoral degenerative joint disease. The

angles of reduction and subluxation are commonly used in the pre-operative planification of a triple pelvic osteotomy and the technique has already been described.⁴ Different factors are believed to be responsible for false negative angle of reduction. The most important ones are probably positioning and technical errors.¹⁹ Allowing the acetabulum to increase its coverage of the femoral head through pelvic rotation could prevent subluxation of one hip during testing, thus producing a false negative sign.³ Joint capsule fibrosis and acetabular filling are the principal pathologic factors responsible for a false negative result in older dysplastic dogs.

Establishment of high repeatability of the angle of reduction measurement in 6-month-old dogs suggests that it may be used by multiple examiners with the expectation of comparable and consistent results. Different factors were however identified and standardized during this study. The knees were kept in natural flexion to provide better control of the legs by the examiners. Both stifles were allowed to touch each other at the beginning of the test and the limbs were always abducted simultaneously. This prevented overadduction of the femurs and also rotation of the pelvis on one side during measurement. If a dog's conformation made it difficult to keep it still on its back, sand bags were added on each side of its thorax and additional technical assistant assured proper positioning by holding the pelvis by the iliac wings to prevent its rotation when the limbs were abducted. Special attention regarding the use of the goniometer was critical. It is likely the greatest variable of this measure. The probe was placed just caudal to the pectineus muscle near its origin and a finger held it in place, with slight pressure so it could rest near the iliopectineal eminence. The side of the goniometer was then gently apposed to the medial femoral condyle without pushing the limb further in abduction. Dejardin has reported that the interpretation of the angle of reduction may vary from dog to dog depending on the animal's anatomy.²⁰ We are confident that with the standardized method of palpation, it is possible to minimize this variation.

In this study, the subjective evaluation of the standard hip-extended radiographic view was done according to the OFA criteria. Corley and Hogan mentioned a 93.4% agreement between radiologists on the classification of normal, borderline, or dysplastic dogs.²¹ Those dogs were 24 months of age or older. The present findings were more in accordance with Smith's results²² and the agreement between-examiner was very low when the seven OFA categories were used. There was however an important improvement when only two categories were used but it was not as good as reported by Corley and Hogan.²¹ This is an examination with define criteria but still, it is a subjective final decision. Smith also reported a within-radiologist variability only slightly better than the between-radiologist variability.²² Within-radiologist repeatability was not tested in our study.

The Norberg angle measurement is an objective evaluation of the joint laxity determined from the standard hip-extended radiographic projection. There is a lot of variation in the Norberg angle values in normal and dysplastic dogs and this is why it is not routinely used in clinical cases but rather as an investigational tool. With this method, a NA score of $>105^\circ$ is associated with tight hip and a NA score of $< 90^\circ$ is associated with joint subluxation.⁸ In one study, 44% of the dogs judged to have normal hip by the OFA subjective evaluation had an NA $< 105^\circ$.²² The lowest NA associated with a normal OFA score was 88° .²² In an other study, no hip developed DJD when the NA $> 107^\circ$ and the hips with a NA $< 95^\circ$ between the age of 16 to 18 weeks and 1 year old, all developed DJD.⁶ In the present study, the NA measurements ranged from 90° to 106° in dogs judged dysplastic and from 92° to 112° in dogs judged normal, at 6 months of age.

The stress-radiographic method was developed to quantify maximum laxity of the hip joint. There has been an expanding body of research to support use of the distraction index for assessing susceptibility to canine hip dysplasia. Distraction index can be measured with acceptable reliability as early as 4 months of age.⁸ It is important to note that in this present study, 26% of the 6-month-old dogs were

classified dysplastic according to the OFA subjective evaluation whereas 46% of the dogs were classified as highly susceptible to develop DJD according to the PennHIP method ($DI > 0.7$). The position used in the standard hip-extended radiographic view is believed to tighten the joint capsule by spiral tensioning of the fibrous elements of the capsule.⁷ This may be the explanation for the poor sensitivity of the standard hip-extended radiographic view to detect joint laxity.⁷ Comparison of results of hip-extended view and stress radiographic technique reveals that up to 29% of the dogs that are considered free of hip dysplasia on the hip-extended view have hip joints laxity on the stress radiographic technique.⁸ On average, there is 2.5 to 11 times more joint laxity on the distraction view than on the standard hip-extended view.²² The reliability of OFA method in diagnosing hip dysplasia has been reported to improve with age.²² The hip-extended view is in fact more accurate to detect hip dysplasia once the degenerative changes have occurred. On the contrary, the PennHIP method may not be very specific. A forty-seven percent (47%) chance of false positives have been reported between a distraction index of 0.3 to 0.7.⁸ Therefore, not all hips with detectable passive hip laxity on stress radiographs will develop DJD. Passive laxity is considered to be necessary but not, on itself, sufficient to produce hip DJD.²² According to the PennHIP method, 54% of the dogs in the present study were classified as susceptible to develop DJD (DI between 0.3 and 0.7). Therefore, the outcome for more than half of the dogs of this study cannot be accurately predicted with this technique. We believe that the PennHIP method should be used for selection of the breeding stock but since it does not give reliable information on whether a dog will actually develop DJD or not in its lifetime for all breeds of dogs, it should not be use for clinical purpose as a soul diagnostic method.

Correlation analysis showed that the Norberg angle, the distraction index and the angle of reduction varied in the same direction but that only fair correlations were found between them. The poor sensitivity of the Norberg angle measurement to appreciate coxofemoral laxity and the poor specificity for detection of hip dysplasia of the distraction method probably explain why correlations between methods are not

better. This emphasizes the fact that early diagnosis of hip dysplasia is not precise in young dogs. The weak correlations between each of the diagnostic methods, at 6 months of age, indicate that the predictive values for early detection of canine hip dysplasia are different for these methods and that maybe stress radiography and palpation methods measure different components of hip conformation.¹⁸ The contribution of passive laxity, as quantified on the hip-extended radiographic view by the Norberg angle and the distraction index and the contribution of dorsolateral coxofemoral subluxation as quantified by the angle of reduction, to the risk of developing coxofemoral DJD at a later stage is presently investigated on these dogs.

The angle of subluxation reflects the status of the dorsal acetabular rim and the acetabular cavity.⁴ A high angle of subluxation suggests that the DAR has been damaged and worn off and/or that the acetabulum has experienced filling. We also believe that, in young dogs, a high angle of subluxation could represent an abnormal acetabular slope without any bone damage yet. In this study, only a fair correlation was found in the between-examiner measurement of the angle of subluxation. The very small angles of subluxation obtained and bulging of the muscle mass at the medial aspect of the leg made this measurement difficult using the electronic goniometer in 6-month-old dogs. We believe that repeatability of this measurement should be better in dogs with greater angle of subluxation associated with the development of bone damage and remodeling. However, these changes are usually observed at an older age. Therefore, at 6 months of age, subluxation angle results should be interpreted with caution and each individual should establish its own set of data.

Coxofemoral laxity has always been accepted as the initiating factor in the pathogenesis of hip dysplasia. It is unknown whether laxity of the coxofemoral joint is a primary condition in hip dysplasia or whether it develops secondary to other abnormalities. It has been postulated that genetic influences play an important role in the degree of hip joint laxity present in an individual, but it remains to be proven.²²

Biomechanical factors due to bone conformation could be responsible for the gradual stretching of the articular soft tissues during growth. The femoral neck angle and anteversion were not responsible for development of canine hip dysplasia in one study.²³ We suggest that the presence of a pronounced acetabular slope in dysplastic dogs could create a dorsolateral thrust of the femoral head during its compression against the acetabulum. The active forces (musculature) are eventually ineffective in overcoming this developing abnormal thrust. Repetitive internal trauma may eventually lead to progressive laxity in dysplastic dogs. The dorsal acetabular rim view has been described to visualize the weight bearing portion of the acetabulum.¹³ Positioning was well described and the pelvis should be aligned vertically so that the x-ray beam passes through the shaft of the ilium, with both tuber ischii and tuber sacrale aligned vertically. The DAR view provides a way to visualise a cross-section of the dorsal acetabulum with standard radiographic technique and equipment. One value of this radiographic technique is to evaluate the dorsal rim of the acetabulum for damages. Damages to the weight-bearing portion of the acetabulum is likely a consequence of functional laxity. The DAR radiographic view is currently a mean to detect the presence of functional laxity. The determination of the dorsal acetabular slope at 6 months of age, before any bone damage has occurred, and its association with subsequent development of passive hip laxity and degenerative joint disease has never been the object of a prospective study. This could improve the understanding of hip dysplasia and provide an early diagnostic method. Slocum has described that tangential lines can be drawn on the radiographic film at the point of contact between the femoral head and the acetabular rim and intersect medially.¹³ It was difficult to analyze and measure the acetabular slope according to Slocum technique. The pelvic symphysis was not always well visualized on the radiographs making determination of the sagittal plane impossible in some instances. Because it was easier and always possible to visualize the dorsal aspect of the dorsal acetabular rim than the pelvic symphysis, the technique of measurement was modified. The correlation improved reasonably but there was still a significant difference between-examiner. Therefore, each measurement of the acetabular slope for both hips has to be given a range of

$\pm 6^\circ$, ($\pm 3^\circ$ for the measurement of the acetabular slope of a single hip), in order to be 95% confident of including the true measurement.

In this study, position of the pelvis during the DAR view was found to be very important.¹³ Fluoroscopy was used to perfectly position the pelvis before the radiograph was taken. One of the goals of this project was to evaluate a technique that could be available to veterinary practitioners for early diagnostic of hip dysplasia. Few practices have fluoroscopic equipment. The importance of good positioning has been emphasized by Slocum but the effect of pelvic positioning on the acetabular slope measurement was never analyzed.¹³ Over or under rotation of the pelvis affected the slope measurement but a correlation was still present. The pelvis can not, however, be turned to one side. That rotation changes completely the value of the acetabular slope and no correlation was found with the proper positioning. With little experience, it becomes relatively easy to perfectly position the pelvis by palpating the knees for side rotation and palpating the dorsal aspect of the ilial wing and the ischium for over or under rotation. These two points should make a perfect line, perpendicular to the x-ray table.

Using the DAR view, dogs with a combined DAR slope less than 160° were reported dysplastic by Slocum.⁴ In the present study, a weak association was found between the acetabular slope and the extent of passive dorsolateral subluxation as determined by the reduction angle. Two hypothesis may explain that weak association. The angle of reduction is a measure of a passive laxity that may be less present or even absent in the awake dog, but the acetabular slope represents the dynamic component subjected by the hip joint. Joint conformation and passive joint laxity are distinct components of hip joint stability. The other possibility may be the way the acetabular slope is measured. This study showed a significant difference between-examiner in the acetabular slope measurement. If it could be possible to improve the way the acetabular slope is measured, the correlation between-examiner could be improved and the association with the angle of reduction may be stronger.

Contribution of the acetabular slope to the risk of developing coxofemoral DJD at a later stage is presently under investigation.

VI. Footnotes

^a Atravet®, acepromazine, Ayerst, Montreal, Quebec, Canada.

^b Torbugesic®, butorphanol, Ayerst, Montreal, Quebec, Canada.

^c Rapinivet®, propofol, Schering-Plough, Pointe-Claire, Quebec, Canada.

^d Slocum Enterprises, Inc., Eugene, Oregon.

^e Synbiotics Corporation, Malvern, PA.

VII. References

1. Henricson B, Norberg I, Olsson S.-E. On the etiology and pathogenesis of hip dysplasia: a comparative review. *J small anim Pract* 1966; 7: 673-688.
2. Riser WH. The dysplastic hip joint: its radiographic and histologic development. *J Am Vet Radiol Soc* 1973; 14: 35-50.
3. Chalman JA, Butler HC. Coxofemoral joint laxity and the Ortolani sign. *JAAHA* 1985; 21: 671-676.
4. Slocum B, Slocum TD. Hip. In: Bojrab B, Ellison GW, Slocum B. *Current techniques in small animal surgery*. Maryland: Williams and Wilkins, 1998; 1127-1165.
5. Corley EA, Keller GG, Lattimer JC, et al. Reliability of early radiographic evaluations for canine hip dysplasia obtained from the standard ventrodorsal radiographic projection. *JAVMA* 1997; 211: 1142-1146.
6. Adams WM, Dueland RT, Meinen J, et al. Early detection of canine hip dysplasia: comparison of two palpation and five radiographic methods. *JAAHA* 1998; 34: 339-347.
7. Smith GK, Biery DN, Gregor TP. New concepts of coxofemoral joint stability and the development of a clinical stress-radiographic method for quantitating hip joint laxity in the dog. *JAVMA* 1990; 196: 59-70.
8. Smith GK, Gregor TP, Rhodes WH, et al. Coxofemoral joint laxity from distraction radiography and its contemporaneous and prospective correlation with laxity, subjective score, and evidence of degenerative joint disease from conventional hip-extended radiography in dogs. *Am J Vet Res* 1993; 54:1021-1042.
9. Riser WH. Canine hip dysplasia: cause and control. *JAVMA* 1974; 165: 360-362.
10. Cardinet GH, Kass PH, Wallace LJ, et al. Association between pelvic muscle mass and canine hip dysplasia. *JAVMA* 1997; 210: 1466-1473.

11. Hedhammar A, Wu F, Krook L, et al. Overnutrition and skeletal disease: an experimental study in growing Great Dane dogs. *Cornell Vet* 1974; 64: 1-160.
12. Todhunter RJ, Lust G, Kaderly R. Surgically induced acetabular dysplasia and hip dysplasia in growing dogs. *Vet Surg* 1993; 22: 403.
13. Slocum B, Devine TM. Dorsal acetabular rim radiographic view for evaluation of the canine hip. *JAAHA* 1990; 26: 289-296.
14. Corley EA, Keller GG. Hip dysplasia: A guide for dog breeders and owners, 2nd ed. Columbia, Missouri: *Orthopedic Foundation for Animals* 1994.
15. Training manual (PennHIP), International Canine Genetic Inc, University of Pennsylvania, 1994.
16. Martin SW, Meek AH, Willeberg P. Veterinary epidemiology: Principles and methods. *Iowa State University Press*, Ames 1987: 74-75.
17. Daniels WW. Biostatistics: A foundation for analysis in the health sciences. 5th ed. John Wiley and Sons, NY 1991; 218-223, 398-399, 613-621.
18. Farese JP, Todhunter RJ, Lust G, et al. Dorsolateral subluxation of hip joints in dogs measured in a weight-bearing position with radiography and computed tomography. *Vet Surg* 1998; 27: 393-405.
19. Cook JL, Tomlinson JL, Constantinescu GM. Pathophysiology, diagnosis, and treatment of canine hip dysplasia. *Comp Cont Educ* 1996; 18: 853-866.
20. Dejardin LM, Perry RL, Arnoczky SP. The effect of triple pelvic osteotomy on the articular contact area of the hip joint in dysplastic dogs: an *in vitro* experimental study. *Vet Surg* 1998; 27: 194-202.
21. Corley EA, Hogan PM. Trends in hip dysplasia control: analysis of radiographs submitted to the Orthopedic Foundation for Animals, 1974 to 1984. *JAVMA* 1985; 187: 805-809.
22. Smith GK. Advances in diagnosing canine hip dysplasia. *JAVMA* 1997; 210: 1451-1457.
23. Hauptman J, Cardinet GH, Morgan JP, et al. Angles of inclination and anteversion in hip dysplasia in the dog. *Am J Vet Res* 1985; 46: 2033-2036.

Chapitre troisième:

DISCUSSION – CONCLUSION

I. Standardisation d'une méthode de palpation

Les tests de palpation utilisés présentement donnent des informations semiquantitatives sur la présence ou l'absence de laxité articulaire²⁷. La méthode la plus employée, le test d'Ortolani, n'a jamais fait l'objet d'une standardisation rigoureuse. Dans l'étude présente, plusieurs facteurs furent identifiés comme source potentielle de variation entre les examinateurs. La standardisation de la méthode de palpation a permis la modification des facteurs suivants : les genoux étaient gardés dans une position de flexion naturelle permettant ainsi aux examinateurs d'avoir un meilleur contrôle sur les membres de l'animal pendant le test. Les genoux devaient se toucher sur la ligne médiane au début du test. Cela empêchait d'avoir une adduction trop prononcée d'une des deux hanches. L'abduction des deux membres se faisait de façon simultanée afin d'empêcher une rotation du bassin pendant la manœuvre

Pour avoir un test valide, le bassin de l'animal devait toujours demeurer bien droit. Si la conformation du chien ne permettait pas une bonne tenue en décubitus dorsal, des supports étaient ajoutés de chaque côté du thorax et une personne supplémentaire tenait le bassin au niveau des ailes iliaques afin d'empêcher une rotation de celui-ci.

La correction de ces facteurs a permis d'obtenir des résultats beaucoup plus constants et répétables entre les examinateurs.

II. Répétabilité intra- et inter-examineur dans la mesure de l'angle de réduction.

La mesure de l'angle de réduction est utilisée de routine dans la planification d'une chirurgie de triple ostéotomie du bassin^{28,29}. Son utilisation comme méthode diagnostique n'avait jusqu'à présent jamais été étudiée. L'utilisation d'un goniomètre électronique a permis d'augmenter la précision des mesures obtenues mais a introduit une variable importante. Le goniomètre électronique devait être utilisé de façon méthodique. Une pression trop forte sur la sonde diminuait la valeur de l'angle et inversement, une

pression trop forte au niveau du condyle fémoral augmentait la valeur de l'angle. Avec une méthode de palpation standardisée et l'utilisation adéquate du goniomètre électronique, une excellente répétabilité intra-examineur et une bonne répétabilité inter-examineur ont été démontrées.

Certains facteurs peuvent expliquer un degré moindre de répétabilité inter-examineur par rapport à la répétabilité intra-examineur. Idéalement, un examineur aurait dû effectuer les trois palpations du même chien à des moments différents. Dans l'étude présente, les trois palpations étaient effectuées de façon consécutive par un même examineur. Il aurait été souhaitable de varier le temps entre les palpations puisque l'examineur avait alors une idée de la valeur de l'angle après la première mesure introduisant ainsi la possibilité d'un biais. La charge clinique des examineurs et le fait que l'animal soit sous anesthésie générale ne permettaient pas de prolonger le temps des manipulations. S'il avait été possible d'augmenter l'intervalle entre les palpations, la valeur de la corrélation intra-examineur aurait pu être plus faible.

D'autre part, la force appliquée sur les membres lors de l'abduction est très subjective. Dans la standardisation de la méthode de palpation, une force légère suffisante pour prévenir la rotation du bassin devait être utilisée. La variation de la force appliquée par les examineurs, aussi minime soit-elle, a pu faire varier la valeur de l'angle mesurée. Un appareil placé sous l'animal permettant de déterminer la variation de la pression exercée sur les membres pelviens pourrait permettre d'améliorer la valeur de la répétabilité. L'effet de la force appliquée par l'examineur durant la mesure de l'angle de réduction devra être évalué dans le futur.

L'utilisation du goniomètre électronique demeure une variable importante. Dans l'étude intra-examineur, la prise des trois mesures, à l'aide du goniomètre électronique, était effectuée par le même utilisateur. Lors de l'étude inter-examineur, les mesures étaient effectuées par trois utilisateurs différents. Idéalement, le même utilisateur aurait dû effectuer toutes les mesures. Par contre, la base de cette étude était de développer un outil diagnostique simple pouvant être utilisé par plusieurs équipes différentes. Une bonne répétabilité sans différence significative malgré les facteurs identifiés indique que cette méthode peut être utilisée par plusieurs examineurs et donner des résultats comparables.

III. Répétabilité intra- et inter-examineur dans la mesure de l'angle de subluxation.

Les facteurs d'écrit précédemment comme ayant une influence possible sur la répétabilité de la mesure de l'angle de réduction ont une influence similaire sur la mesure de l'angle de subluxation. La répétabilité inter-examineur de l'angle de subluxation ne s'est avérée que passable. La petitesse des angles mesurés et la masse musculaire importante à l'aspect médial des cuisses ont rendu la prise des mesures difficile avec le goniomètre électronique. Il serait intéressant de comparer différents types de goniomètre afin d'améliorer la répétabilité de cette mesure.

IV. Répétabilité intra- et inter-examineur dans la mesure de la pente acétabulaire.

Une excellente répétabilité dans la mesure de la pente acétabulaire intra-examineur a été démontrée. Il y avait une bonne corrélation dans la mesure inter-examineur mais une différence statistiquement significative a toutefois été observée. Il était souvent difficile de déterminer la pente acétabulaire selon la méthode décrite par Slocum⁴¹. En effet, la symphyse pelvienne est souvent difficile à visualiser ou sa largeur est souvent importante ce qui empêche de tracer la ligne correspondant au plan sagittal avec exactitude sur la radiographie. En modifiant la méthode de mesure, la corrélation fut améliorée mais une différence significative entre les examinateurs a persisté. Il faut donc penser inclure $\pm 3^\circ$ à chaque mesure de l'angle d'une pente acétabulaire afin d'être 95% certain que la vraie valeur se situe dans cet intervalle. Chaque examineur devrait idéalement établir ses propres valeurs de référence.

V. Impact du positionnement du bassin sur la mesure de la pente acétabulaire.

L'importance d'une position adéquate a déjà été mentionnée par Slocum⁴¹. L'effet du positionnement du bassin sur la mesure de la pente acétabulaire n'avait jamais été étudié. Il a été démontré que la position du bassin pouvait influencer la valeur de la pente acétabulaire. Une rotation trop faible ou trop prononcée du bassin affecte la valeur de la pente mais une corrélation est tout de même conservée. Par contre, lorsque le bassin est dévié d'un côté, il n'y a alors aucune corrélation possible avec la position idéale.

VI. Variation de la pente acétabulaire chez les chiens en croissance.

La cause de la laxité articulaire est inconnue. Une des hypothèses émises dans la présente étude était qu'une conformation osseuse différente pouvait entraîner un stress anormal au niveau de l'articulation et provoquer le développement de la laxité articulaire. Une variation de la pente acétabulaire chez les jeunes chiens a été démontrée dans cette étude. Il est présentement impossible d'établir si cette variation est la cause de la laxité articulaire ou si, inversement, la présence d'une laxité articulaire provoque une modification de l'architecture osseuse. La contribution de la pente acétabulaire au développement futur de l'ostéoarthrose est présentement étudiée.

VII. Conclusion et implications cliniques.

La différence significative observée dans la mesure de la pente acétabulaire a été très décevante. Par contre, cette étude était la première étude scientifique faisant la mise au point sur l'utilisation de la vue RAD pour le diagnostic précoce de la DHC. Il a été démontré également que la position du bassin avait une importance primordiale dans la mesure de la pente acétabulaire.

La standardisation d'une méthode de palpation et la bonne corrélation observée inter-examineur dans la mesure de l'angle de réduction ajoute un outil diagnostique facile et peu coûteux pour les propriétaires et les vétérinaires. La poursuite de l'étude est présentement en cours afin de déterminer le degré de laxité articulaire passive acceptable qui n'entraînera pas le développement de la DHC et par conséquent la formation d'ostéoarthrose.

BIBLIOGRAPHIE

1. Chatelain E. L'articulation de la hanche: Rappels d'anatomie. *Pratique médicale et chirurgicale de l'animal de compagnie*, 1985; 20: 95-101.
2. Lust G, Beilman WT, Rendano VT. A relationship between degree of laxity and synovial fluid volume in coxofemoral joints of dogs predisposed for hip dysplasia. *Am J Vet Res*, 1980; 41: 55-60.
3. Cook JL, Tomlinson JL, Constantinescu GM. Pathophysiology, diagnosis, and treatment of canine hip dysplasia. *Compend Contin Educ Pract Vet*, 1996; 18(8): 853-866.
4. Smith GK, Biery DN, Gregor TP. New concepts of coxofemoral joint stability and the development of a clinical stress-radiographic method for quantitating hip joint laxity in the dog. *JAVMA*, 1990; 196(1): 59-70.
5. Madsen JS. The joint capsule and joint laxity in dogs with hip dysplasia. *JAVMA*, 1997; 210(10): 1463-1465.
6. Smith GK, McKelvie PJ. Current concepts in the diagnosis of canine hip dysplasia. *Kirk's current veterinary therapy XII*, 1995; W.B. Saunders co: 1180-1188.
7. Wallace LJ. Canine hip dysplasia: Past and present. *Small animal*, 1987; 2(2): 92-106.
8. Henricson B, Norberg I, Olsson SE. On the etiology and pathogenesis of hip dysplasia: A comparative review. *J Small Anim Pract*, 1966; 7: 673-688.

9. Fries CL, Remedios AM. The pathogenesis and diagnosis of canine hip dysplasia: A review. *Can Vet J*, 1995; 36: 494-502.
10. Franck M. La dysplasie de la hanche. *Sci Vét Méd Comp*, 1995; 97: 209-226.
11. Corley EA, Hogan PM. Trends in hip dysplasia control: Analysis of radiographs submitted to the Orthopedic Foundation for Animals, 1974 to 1984. *JAVMA*, 1985; 187(8): 805-809.
12. Tomlinson J, McLaughlin R. Canine hip dysplasia: Developmental factors, clinical signs, and initial examination steps. *Vet Med*, 1996: 26-33.
13. Leighton EA. Genetics of canine hip dysplasia. *JAVMA*, 1997; 210(10): 1474-1479.
14. Smith GK. Advances in diagnosing canine hip dysplasia. *JAVMA*, 1997; 210(10): 1451-1457.
15. Lust G, Geary JC, Sheffy BE. Development of hip dysplasia in dogs. *Am J Vet Res*, 1973; 34: 87-91.
16. Richardson DC. The role of nutrition in canine hip dysplasia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 1992; 22(3): 529-540.
17. Kealy RD, Olsson SE, Monti KL, Lawler DF, Biery DN, Helms RW, Lust G, Smith GK. Effects of limited food consumption on the incidence of hip dysplasia in growing dogs. *JAVMA*, 1992; 201(6): 857-863.
18. Riser WH. A half century of canine hip dysplasia. *Semin Vet Med Surg*, 1987; 2(2): 87-91.

19. Hauptman J, Cardinet GH, Morgan JP, Guffy MM, Wallace LJ. Angles of inclination and anteversion in hip dysplasia in the dog. *Am J Vet Res*, 1985; 46(10): 2033-2036.
20. Riser WH. The dysplastic hip joint: Its radiographic and histologic development. *J Am Vet Radiol Soc*, 1973; 14: 35-50.
21. Cardinet GH, Kass PH, Wallace LJ, Guffy MM. Association between pelvic muscle mass and canine hip dysplasia. *JAVMA*, 1997; 210(10): 1466-1473.
22. McLaughlin R, Tomlinson J. Radiographic diagnosis of canine hip dysplasia. *Vet Med*, 1996: 36-47.
23. Giardina JF, MacCarthy AW. Hip palpation: Evaluation of a technic for early determination of predysplastic dogs. *VM/SAC*, 1971; 66: 878-882.
24. Wright PJ, Mason TA. The usefulness of palpation of joint laxity in puppies as a predictor of hip dysplasia in a guide dog breeding programme. *J Small Anim Pract*, 1977; 18: 513-522.
25. Adams WM, Dueland RT, Meinen J, O'Brien RT, Giuliano E, Nordheim EV. Early detection of canine hip dysplasia: Comparison of two palpation and five radiographic methods. *JAVMA*, 1998; 34: 339-347.
26. Arnbjerg J. Recent information about hip dysplasia. *Vet Clinic North Am*, 1999; 29(4): 921-934.
27. Chalman JA, Butler HC. Coxofemoral joint laxity and the Ortolani sign. *JAAHA*, 1985; 21: 671-676.

28. DeJardin LM, Perry RL, Arnoczky SP. The effect of triple pelvic osteotomy on the articular contact area of the hip joint in dysplastic dogs: An *in vitro* experimental study. *Vet Surg*, 1998; 27: 194-202.
29. Slocum B, Slocum TD. Hip. Bojrab B, Ellison GW, Slocum B. *Current techniques in small animal surgery*. Maryland: Williams and Wilkins, 1998; 1127-1165.
30. Heyman SJ, Smith GK, Cofone MA. Biomechanical study of the effect of coxofemoral positioning on passive hip joint laxity in dogs. *Am J Vet Res*, 1993; 54(2): 210-215.
31. Madsen JS, Svalastoga E. Effect of anaesthesia and stress on the radiographic evaluation of the coxofemoral joint. *J Small Anim Pract*, 1991; 32: 64-68.
32. Rendano VT, Ryan G. Canine hip dysplasia evaluation: A positioning and labeling guide for radiographs to be submitted to the Orthopedic Foundation for Animals. *J Vet Rad*, 1985; 26(6): 170-186.
33. Smith GK, Gregor TP, Rhodes WH, Biery DN. Coxofemoral joint laxity from distraction radiography and its contemporaneous and prospective correlation with laxity, subjective score, and evidence of degenerative joint disease from conventional hip-extended radiography in dogs. *Am J Vet Res*, 1993; 54(7): 1021-1042.
34. Corley EA, Keller GG, Lattimer JC, Ellersieck MR. Reliability of early radiographic evaluations for canine hip dysplasia obtained from the standard ventrodorsal radiographic projection. *JAVMA*, 1997; 211(9): 1142-1146.
35. Corley EA, Keller GG. Hip dysplasia. A guide for dog breeders and owners. A progress report and update. *Orthopedic Foundation for Animals*, Columbia, MO, 1993.

36. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 1977; 33: 159-174.
37. Smith GK, LaFond E, Heyman SJ, Cofone MA, Gregor TP. Biomechanical characterization of passive laxity of the hip joint in dogs. *Am J Vet Res*, 1997; 58(10): 1078-1082.
38. Smith GK, Popovitch CA, Gregor TP, Shofer FS. Evaluation of risk factors for degenerative joint disease associated with hip dysplasia in dogs. *JAVMA*, 1995; 206(5): 642-646.
39. Smith GK, Hill CM, Gregor TP, Olson K. Reliability of the hip distraction index in two-month-old German Shepherd dogs. *JAVMA*, 1998; 212(10): 1560-1563.
40. Smith GK, LaFond E, Gregor TP, Lawler DF, Nie RC. Within- and between-examiner repeatability of distraction indices of the hip joints in dogs. *Am J Vet Res*, 1997; 58(10): 1076-1077.
41. Slocum B, Devine TM. Dorsal acetabular rim radiographic view for evaluation of the canine hip. *JAAHA*, 1990; 26: 289-296.
42. Slocum B, Slocum TD. Examination of the canine hip. *Canine Practice*, 1991; 16(5): 5-10.
43. Farese JP, Todhunter RJ, Lust G, Williams AJ, Dykes NL. Dorsolateral subluxation of hip joints in dogs measured in a weight-bearing position with radiography and computed tomography. *Vet Surg*, 1998; 27: 393-405.