UNIVERSITÀ
DI PARMA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE MEDICO VETERINARIE

Corso di Laurea Magistrale a Ciclo Unico in Medicina Veterinaria

LA DISPLASIA DELL'ANCA NEL CANE: EZIOPATOGENESI E DIAGNOSTICA PER IMMAGINI

HIP DYSPLASIA IN THE DOG: ETHIOPATHOGENESIS AND DIAGNOSTIC IMAGING

Relatore:

Chiar.mo Prof. Giacomo Gnudi

Laureando

Simone Nicolò Benvenuti

ANNO ACCADEMICO 2025-2026

SOMMARIO

ABSTRACT 5

INTRODUZIONE 7

CAPITOLO I: ANATOMIA DELL'ARTICOLAZIONE COXO-FEMORALE 8

PARTE UNO: ARTICOLAZIONE COXO-FEMORALE 8

Superfici articolari 9

Mezzi di unione 9

Sinoviale 10

Movimenti dell'articolazione 11

PARTE DUE: BACINO O PELVI 11

Ileo 12

Ischio 13

Pube 14

Particolarità di specie: il coxale del cane 15

PARTE TRE: IL FEMORE 15

Struttura e sviluppo del femore 17

Epifisi prossimale del femore 17

Diafisi del femore 18

Epifisi distale del femore 18

CAPITOLO II: EPIDEMIOLOGIA E PATOGENESI DELLA DISPLASIA DELL'ANCA 19

PARTE UNO: EPIDEMIOLOGIA E PREDISPOSIZIONI DI RAZZA 19

Definizione e inquadramento della patologia 19

Impatto epidemiologico 19

Predisposizioni di razza e Bias statistici 20

Fattori costituzionali, dimensionali e di genere 21

PARTE DUE: PATOGENESI 21

Genetica 22
Lassità articolare 23
Alterazioni strutturali del Bacino 25
Influenza della crescita rapida e dell'apporto energetico 26
Influenza dell'apporto di Sali Minerali e Vitamine 27
Influenze ormonali sull'insorgenza della displasia dell'anca 27
Masse muscolari coinvolte nell'espressione clinica della displasia dell'anca 27
Ruolo della biomeccanica nella patogenesi della displasia dell'anca 29
PARTE TRE: FISIOPATOLOGIA DELL'EVOLZIONE DISPLASICA 30
CAPITOLO III: DIAGNOSI RADIOGRAFICA DELLA DISPLASIA DELL'ANCA 34
PARTE UNO: ALTERAZIONI RADIOGRAFICHE LEGATE ALL'ETÀ 34
Dalla nascita ai primi 2 mesi 34
Da 2 a 4 mesi 35
Da 4 a 12 mesi 35
Oltre i 12 mesi 36
PARTE DUE: PREPARAZIONE E POSIZIONAMENTO DEL PAZIENTE 38
Culla per il posizionamento 38
Distrattore o cuneo 39
PARTE TRE: PROIEZIONI RADIOGRAFICHE 39
Proiezione ventro-dorsale ad arti tesi 39
Proiezione ventro-dorsale ad arti flessi 49
Proiezione ventro-dorsale con zampe a rana 53
Proiezione latero-laterale 56
Proiezione DAR 58
CAPITOLO IV: LINE GUIDA NELLA DIAGNOSI UFFICIALE DI DISPLASIA DELL'ANCA 61

PARTE UNO: ENTI ACCREDITATORI 61
FCI (Fédération Cynologique Internationale) 62
OFA (Orthopedic Foundation for Animals) 65
BVA/KC (British Veterinary Association / The Kennel Club) 68
PARTE DUE: IL RUOLO DELLE CENTRALI DI LETTURA UFFICIALI IN ITALIA 71
FSA (Fondazione Salute Animale) 71
Ce.Le.Ma.Sche (Centro di Lettura delle Malattie Scheletriche) 74
PARTE TRE: PROSPETTIVE DI MIGLIORAMENTO 77
Bias di campionamento 77
Istituzione di database pubblici 79
CONCLUSIONI 81
BIBLIOGRAFIA 83
SITOGRAFIA 89

ABSTRACT

Canine Hip Dysplasia (CHD) represents one of the most common and debilitating orthopedic diseases of skeletal development, with a polygenic hereditary nature and a multifactorial etiology, without, however, representing a congenital disease. Hip dysplasia in dogs represents the main cause of early secondary osteoarthritis affecting the coxofemoral joint, with a marked prevalence in medium, large, and fast-growing giant breeds.

The present thesis aims to systematically examine the anatomical, pathogenetic, radiological and official diagnostic aspects related to the diagnosis of CHD. In the first chapter of the work the normal anatomy of the coxofemoral joint, the pelvis, and the femur is described, analyzing the articular surfaces and the capsuloligamentous and muscular means of union involved in maintaining joint stability. In the second chapter, the epidemiological factors and pathogenetic mechanisms of hip dysplasia in dogs are investigated in depth, highlighting how the interaction between genetic predisposition and environmental, nutritional, hormonal, muscular and biomechanical factors determines the onset of joint laxity, femoral head subluxation and the consequent triggering of osteoarthritic degenerative processes. The third chapter of the thesis is dedicated to the methodologies of radiographic diagnosis for hip dysplasia with a focus on the evolution of the findings observable on radiographs in relation to the patient's age, on preparation and positioning under deep sedation or general anesthesia and on the execution and interpretation of the main radiographic projections (extended-leg ventrodorsal, distraction and compression projections according to the Badertscher, PennHIP and Flückiger methods, frog-leg ventrodorsal, laterolateral and DAR projection). In the fourth chapter, the different international guidelines for official diagnosis adopted by the main world accrediting bodies are discussed: FCI (Fédération Cynologique Internationale); OFA (Orthopedic Foundation for Animals); BVA/KC (British Veterinary Association / The Kennel Club). Furthermore, the role played in Italy by the official reading centers recognized by ENCI and MASAF (FSA and Ce.Le.Ma.Sche.) is examined. Prospects for improvement are also addressed regarding the

overcoming of sampling bias, which causes a false negative in the prevalence of the disease, the standardization of methodologies for evaluating the degree of dysplasia among various European and international countries, and the use of databases to make official dysplasia diagnoses of subjects undergoing radiological study accessible and unrestricted.

INTRODUZIONE

L'articolazione coxo-femorale, classificata anatomicamente come un'enartrosi, connette la testa del femore alla cavità acetabolare dell'osso coxale. Essa rappresenta il fulcro biomeccanico per il trasferimento delle forze propulsive dagli arti pelvici al tronco. La corretta funzionalità dell'articolazione dipende dalla perfetta congruenza tra la testa del femore e la cavità acetabolare e dall'integrità dei mezzi di unione che agiscono per rendere stabile l'articolazione.

Nel cane, il normale sviluppo dell'articolazione coxo-femorale può essere compromesso dall'insorgenza della displasia dell'anca (*Canine Hip Dysplasia*, CHD). Questa patologia si configura come una patologia dello sviluppo scheletrico con carattere poligenico ereditario ma non congenito e ad eziologia multifattoriale. Alla nascita anche i cuccioli geneticamente predisposti all'insorgenza della patologia presentano delle articolazioni coxo-femorali normo strutturate, tuttavia, nel corso dell'accrescimento, l'azione di molteplici fattori esterni può alterare il delicato equilibrio biomeccanico dell'articolazione in fase di crescita. L'alterazione di tale equilibrio porta all'instaurarsi di una lassità articolare patologica. Ne consegue un accumulo anomalo delle forze di carico sul margine acetabolare dorsale, portando ad innescare una cascata di eventi microtraumatici, infiammatori e biochimici a carico della cartilagine subcondrale e dell'osso subcondrale. Questa cascata di eventi porta allo sviluppo precoce della malattia articolare degenerativa.

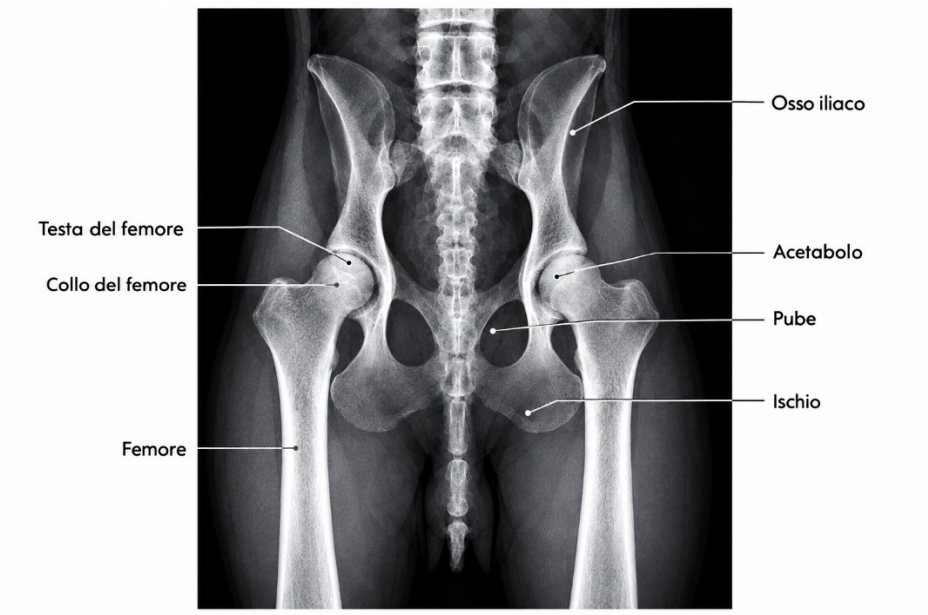
L'esame radiografico assume un ruolo fondamentale sul piano clinico per poter diagnosticare precocemente la presenza di displasia dell'anca e orientare la scelta terapeutica verso l'approccio più adeguato al paziente, oltre a valutare l'andamento dell'evoluzione osteoartrosica nei soggetti adulti e anziani. Lo studio radiografico delle articolazioni coxo-femorali è lo strumento cardine per la diagnosi ufficiale dei soggetti delle razze predisposte candidati alla riproduzione. L'obiettivo della diagnosi ufficiale è di attestare oggettivamente il grado di displasia delle articolazioni coxo-femorali, inserirlo nei registri genealogici e di ridurre progressivamente la frequenza dei geni predisponenti negli animali candidati alla riproduzione.

CAPITOLO I

ANATOMIA DELL'ARTICOLAZIONE COXO-FEMORALE

PARTE UNO: ARTICOLAZIONE COXO-FEMORALE

L'articolazione dell'anca o articolazione coxo-femorale è di tipo a sfera, definita anche enartrosi, e unisce il femore all'osso coxale. Presenta due superfici articolari, rappresentate dall'acetabolo, facente parte dell'osso coxale, e dalla testa del femore (Fig. 1.1). Presenta dei mezzi di unione che mantengono salda l'articolazione. È presente una sinoviale dell'articolazione.



(Figura 1.1: radiogramma in proiezione ventro-dorsale (VD) di cane in cui si mettono in evidenza le strutture del bacino e del femore che sono coinvolte nell'articolazione coxo-femorale. Immagine presa da R. Barone Vol 2 parte 2 Artrologia, 2021)

Superfici articolari

Le due superfici articolari coinvolte nell'articolazione dell'anca sono l'acetabolo, per quanto riguarda l'osso coxale, e la testa del femore. L'acetabolo presente un cercine periferico fibrocartilagineo detto labbro acetabolare. La superficie interna del cercine periferico è liscia e bagnata dalla sinovia e si raccorda alla superficie semilunare dell'acetabolo. La superficie esterna è più ampia ed è sede di inserzione della capsula sinoviale. Questo cercine ha la funzione di ingrandire molto la cavità dell'acetabolo. Ha, inoltre, la funzione di livellare ed eliminare tutte le ineguaglianze del bordo dell'acetabolo. Il cercine acetabolare (o labbro dell'acetabolo), passando sopra l'incisura acetabolare, prende il nome di legamento trasverso dell'acetabolo. Questo si presenta ispessito e robusto.

Mezzi di unione

L'unione tra osso coxale e femore è estremamente solida ed è assicurata da una capsula articolare, da un legamento intrarticolare e da formazioni accessorie.

Mezzi di unione: Capsula articolare

La capsula articolare costituisce un manicotto molto solido che avvolge completamente il labbro acetabolare e la testa del femore. Questo manicotto origina sul versante esterno, sulla base acetabolare e sul legamento trasverso. Il manicotto termina sul collo del femore. È formato da fibre collagene incrociate ed il suo spessore non è uniforme. Nel cane la porzione craniale si ispessisce in prossimità dell'acetabolo. La capsula articolare si inserisce sul cercine acetabolare. La capsula articolare presenta un'incisura in cui decorre il legamento rotondo del femore.

Mezzi di unione: Legamento della testa del femore

Il legamento della testa del femore o legamento rotondo è un breve e potente cordone intrarticolare che prende attacco a livello della fossa della testa del femore ed a livello della fossa dell'acetabolo. Si presenta quasi circolare e la sua sezione diviene più o meno allungata nella fossa acetabolare. Il legamento della testa femorale è completamente contenuto nell'articolazione, rivestito dalla sinoviale. Si può presentare con delle variazioni individuali ed in casi eccezionali può essere assente. La funzione principale del legamento della testa del femore è rappresentata dalla limitazione della flessione e dell'abduzione del femore sul bacino.

Mezzi di unione: Legamento accessorio

Nel cane questo legamento è rappresentato da un semplice fascio pubico derivante dal legamento della testa del femore.

Mezzi di unione: Mezzi accessori di unione

La solidità dell'articolazione è aumentata da masse muscolari molto sviluppate. Tra queste masse muscolari si hanno: i muscoli del bacino; il muscolo ileopsoas; i muscoli terminanti sulla parte prossimale del femore; i muscoli della coscia. La capsula articolare, interposta da tessuto connettivo adiposo, è in rapporto, cranialmente, con l'origine del capo lungo del muscolo quadricipite femorale e con il muscolo articolare dell'anca. Dorsalmente è in rapporto con il muscolo gluteo profondo. Caudalmente è in rapporto con i muscoli gemelli e con la terminazione dei muscoli otturatori. Medialmente è in rapporto con l'origine dei muscoli adduttori della coscia.

Sinoviale

La sinoviale dell'articolazione coxo-femorale è vasta. È presente su tutta la faccia interna della capsula articolare. La sinoviale copre la testa del femore ed una porzione del collo della testa del femore. La sinoviale

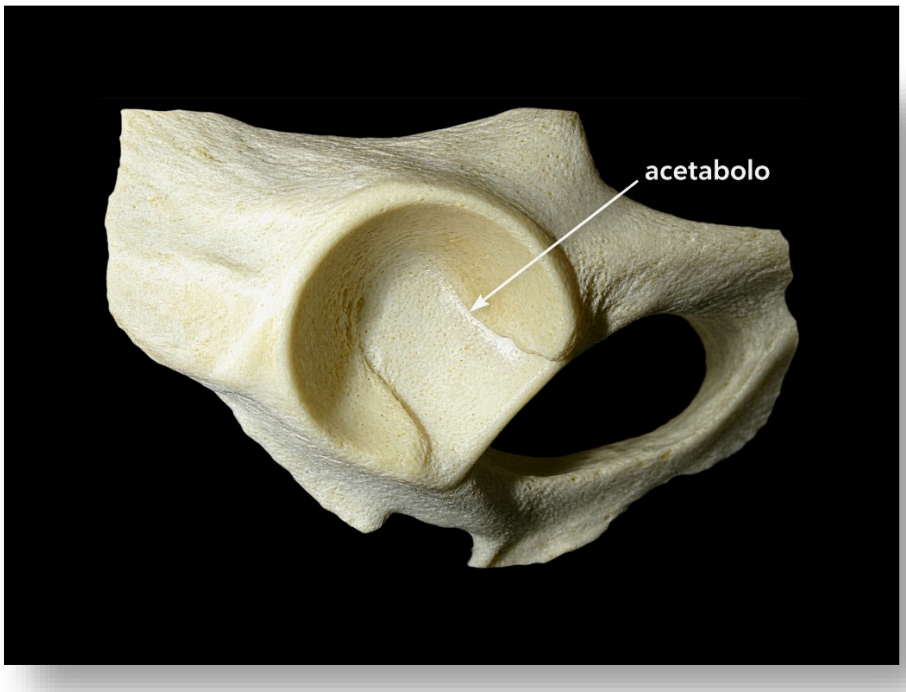
forma, inoltre, un piccolo diverticolo nella parte della fossa acetabolare non occupata dall'inserzione legamentosa. La sinoviale dell'anca è ben protetta dalle masse muscolari e non presenta alcun processo rilevabile all'esplorazione dal vivo.

Movimenti dell'articolazione

L'articolazione dell'anca è di tipo a sfera e permette movimenti ampi e vari. Nella flessione, la testa del femore ruota all'interno dell'acetabolo, in modo che l'estremità distale del femore si porti in direzione craniale o caudale. La testa del femore, che tenderebbe a uscire dall'acetabolo, è mantenuta in situ dalla capsula articolare e dalla trazione esercitata dai muscoli glutei. L'estensione applica un meccanismo inverso. La lussazione craniale della testa del femore è impedita da dei rinforzi articolari della capsula, dal legamento della testa del femore e dall'azione del capo lungo del muscolo quadricipite femorale. I movimenti di adduzione e abduzione sono molto ridotti nel cane. La rotazione è possibile solo con l'arto semiflesso.

PARTE DUE: IL BACINO O PELVI

Il bacino o pelvi costituisce la complessa struttura articolata solidamente alla colonna vertebrale e che funge da struttura di contenimento e passaggio per i visceri pelvici. Il bacino funge, inoltre, anche da fulcro meccanico per la propulsione degli arti pelvici. La struttura ossea è formata dalle due ossa coxali che si articolano dorsalmente con l'osso sacro e si uniscono ventralmente nella sinfisi pelvica (Fig. 1.1). Il coxale è un osso piatto, torto ad elica e obliquo in senso ventro-caudale. L'osso è formato dalla fusione precoce di tre strutture ossee: ileo (porzione dorsale); pube (porzione ventrale); ischio (porzione ventrale). Queste tre ossa convergono a formare l'acetabolo. L'acetabolo è la porzione di bacino che è coinvolta nell'articolazione coxo-femorale, avendo la funzione di ospitare la testa del femore (Fig. 1.2).



(Figura 1.2: in immagine si ha l'acetabolo, porzione del bacino formata dall'unione di ileo, ischio e pube)

Ileo

L'ileo costituisce il segmento più esteso e cranio-dorsale dell'osso coxale. L'ileo è deputato alla connessione diretta con la colonna vertebrale tramite l'articolazione sacroiliaca. È morfologicamente suddiviso in un corpo ed in un'ampia ala, questi sono collegati da un peduncolo ristretto definito collo dell'ileo. Il corpo dell'ileo partecipa alla formazione della porzione cranio-dorsale della cavità acetabolare (Fig. 1.3). Questo presenta ventralmente un margine ispessito. Questo margine ispessito, nei carnivori, mostra la spina iliaca ventro-caudale per l'inserzione del muscolo retto della coscia (Fig. 1.3). L'ala dell'ileo è un'espansione appiattita, la cui morfologia varia marcatamente tra le specie, presentandosi quasi sagittale e concava nei carnivori (Fig. 1.3 e 1.4). La faccia glutea è la porzione esterna. È più o meno concava, serve da superficie d'origine per la muscolatura glutea ed è percorsa da linee glutee (una dorsale, una ventrale e una caudale). Lo sviluppo di queste linee glutee differisce in base alla specie e al soggetto. La faccia sacropelvica è la porzione interna. È suddivisa in una porzione laterale liscia o

pianeggiante, questa presenta la fossa iliaca, la quale accoglie il muscolo iliaco, ed una porzione mediale rugosa, la quale presenta la facies auricolare, fondamentale per l'articolazione con l'osso sacro. Questa faccia auricolare è sormontata dalla tuberosità rugosa iliaca. Il margine craniale dell'ileo risulta ispessito e forma la cresta iliaca (Fig 1.3 e 1.4). Gli angoli principali comprendono la spina iliaca ventro-craniale, definito angolo dell'anca o tuber coxae, la spina iliaca dorso-craniale, definito angolo della groppa o tuber sacrale, e la spina iliaca dorso-caudale. Quest'ultima delimita la grande incisura ischiatica.

Ischio

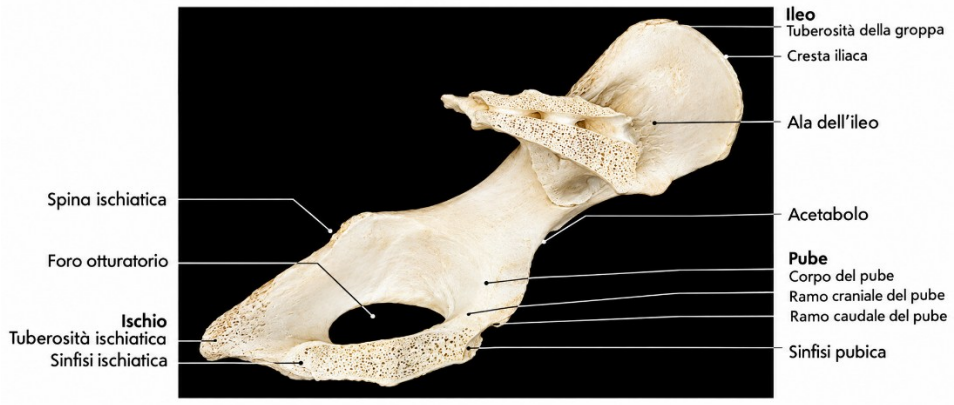
L'ischio forma la porzione caudale e ventrale dell'osso coxale. L'ischio contribuisce alla formazione della parte caudale dell'acetabolo e delimita gran parte del pavimento pelvico posteriore (Fig. 1.3 e 1.4). L'ischio viene suddiviso topograficamente in corpo, tavola e rami. Il corpo dell'ischio costituisce il pilastro che partecipa alla formazione della coppa acetabolare e si continua dorsalmente con la spina ischiatica (Fig. 1.3 e 1.4). La spina ischiatica è un rilievo osseo longitudinale marcatamente sviluppato nei mammiferi domestici. La tavola ischiatica è un'ampia lamina ossea, appiattita in senso dorso-ventrale. La tavola ischiatica costituisce la metà caudale del pavimento pelvico. Il margine laterale della tavola dell'ischio è scavato dalla piccola incisura ischiatica. La tuberosità ischiatica è una prominenza massiccia, situata all'angolo caudo-laterale della tavola (Fig 1.3 e 1.4). Questa tuberosità fornisce l'origine alla muscolatura ischiotibiale della coscia, ospitando l'inserzione di: muscolo bicipite femorale; muscolo semitendinoso; muscolo semimembranoso. La morfologia della tuberosità ischiatica presenta un ispessimento semplice nei carnivori. I margini caudali e mediali delle due ossa ischiatiche convergono medialmente formando la sinfisi ischiatica, questa rappresenta la porzione caudale della sinfisi pelvica (Fig. 1.4). Gli stessi margini vanno a delimitare, posteriormente, l'ampia concavità dell'arcata ischiatica.

Pube

Il pube rappresenta il più piccolo delle tre strutture ossee primitive che costituiscono il coxale. È situato nella regione cranio-ventrale della pelvi. Concorre a formare il pavimento pelvico anteriore e la porzione mediale del fondo dell'acetabolo (Fig. 1.3 e 1.4). Il pube si compone di un corpo (Fig. 1.4), il quale concorre a formare l'acetabolo, di un ramo craniale, definito anche ramo acetabolare trasversale, e di un ramo caudale, definito anche ramo sinfisario sagittale. Il pube presenta un foro otturatorio (Fig. 1.4). Questo foro è un'ampia apertura ovoidale o triangolare delimitata congiuntamente da pube e ischio. Questa apertura è chiusa in vivo dalla membrana otturatoria e presenta un solco otturatorio per il transito del fascio vascolo-nervoso. È presente un pettine del pube e delle eminenze ossee. Il margine craniale del ramo acetabolare concorre a formare il pettine del pube. Questo è un rilievo affilato che si innalza lateralmente nell'eminenza ileopubica e continua poi sulla linea arcuata. Sul piano mediano si osservano il tubercolo pubico dorsale e il tubercolo pubico ventrale. Questi sono punti di ancoraggio per le inserzioni dei muscoli addominali e del tendine prepubico. La faccia sinfisaria del pube concorre a formare la sinfisi pubica (Fig. 1.4), questa tende a ossificare precocemente rispetto alla componente ischiatica.



(Figura 1.3: rappresenta la veduta laterale del coxale destro di cane. Immagine presa da Konig et al, Anatomia degli animali domestici, 2020)



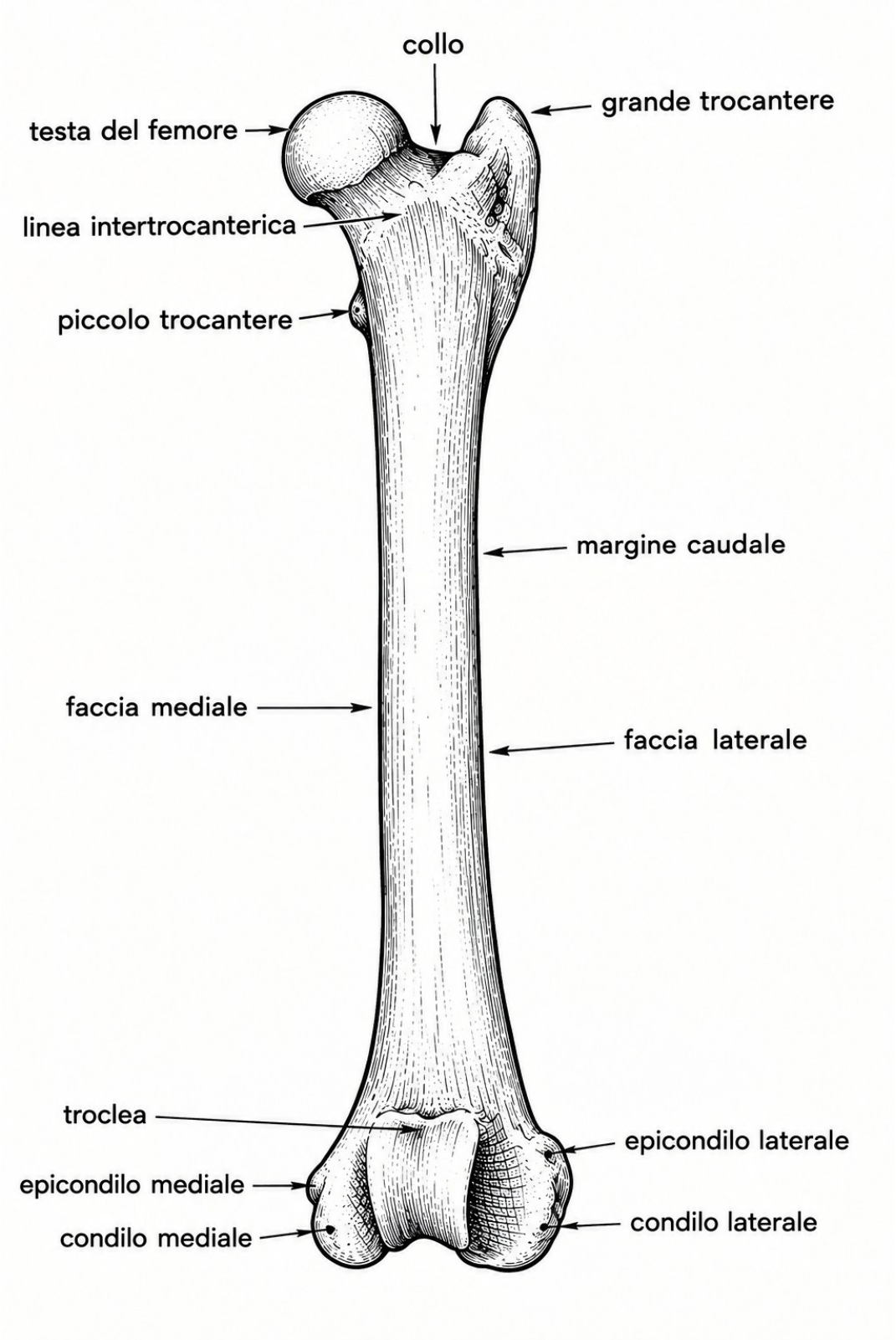
(Figura 1.4: rappresenta la veduta mediale del coxale sinistro di cane. Immagine presa da Konig et al, Anatomia degli animali domestici, 2020)

Particolarità di specie: il coxale nel cane

Nel cane, il coxale presenta un asse maggiore quasi orizzontale, posto in parallelo con il piano mediale. L'ala dell'ileo risulta essere concava lateralmente, orientata quasi sagittalmente e ripiegata ventralmente. La spina iliaca dorso-craniale risulta essere bassa e poco pronunciata, mentre la spina iliaca dorso-caudale è spessa, rilevata e unita alla spina iliaca dorso-craniale da un margine spesso e rugoso. L'angolo dell'anca è rugoso e tende a sdoppiarsi in due tubercoli. Il margine ventrale presenta un tubercolo prominente posto vicino all'acetabolo, la spina iliaca ventro-caudale, per permettere l'inserzione del muscolo retto della coscia.

PARTE TRE: IL FEMORE

Il femore rappresenta lo scheletro della coscia (Fig. 1.5). È costituito da un singolo segmento osseo diviso in tre sezioni anatomiche: epifisi prossimale del femore; diafisi o corpo del femore; epifisi distale del femore. È un osso lungo, pari e asimmetrico. Il femore si articola prossimalmente con l'acetabolo per mezzo della sua epifisi prossimale, andando a costituire la seconda parte dell'articolazione coxo-femorale (Fig. 1.1).



(Figura 1.5: rappresenta la veduta craniale del femore sinistro di cane. Immagine presa da R. Barone, Vol 2 parte 1 Osteologia, 2021)

Struttura e sviluppo del femore

Il femore è formato da un cilindro di sostanza compatta che racchiude la sostanza spugnosa e la cavità midollare. Lo strato di sostanza compatta si presenta maggiormente ispessito a livello della diafisi, ovvero a livello del corpo del femore. Si presenta, invece, più assottigliato a livello delle epifisi (distale e prossimale). L'osteogenesi del femore parte da un centro germinativo diafisario e da tre centri germinativi a livello dell'estremità distale e da un centro germinativo a livello dell'estremità prossimale. Nel cane questi centri germinativi compaiono verso la quarta settimana di gestazione. Durante lo sviluppo corporeo le epifisi della testa del femore e del grande trocantere si saldano tra loro prima che l'epifisi distale si saldi con la diafisi femorale.

Epifisi prossimale del femore

L'epifisi prossimale del femore presenta una testa del femore (Fig. 1.1 e 1.5), coinvolta nell'articolazione coxo-femorale, sporge medialmente rispetto all'asse diafisario principale. La testa si presenta sferica, diretta medialmente all'asse diafisario e caratterizzata da un avvallamento, poco profondo, per l'inserzione del legamento rotondo. Nel cane la testa del femore è separata dal massiccio trocanterico per mezzo di un collo (Fig. 1.1 e 1.5), ben distinto e relativamente lungo. Il femore presenta un grande trocantere (Fig. 1.5) che è posizionato lateralmente rispetto alla testa e funge da fulcro per la muscolatura glutea. Questo, nel cane, assume un profilo triangolare e non raggiunge in altezza il livello della testa articolare. La porzione craniale del grande trocantere ha dimensioni minori rispetto alla porzione caudale e non perfettamente separata. È presente anche un piccolo trocantere, situato sul lato caudo-mediale, distalmente a testa e collo del femore. Nel cane, il piccolo trocantere (Fig 1.5) si presenta come un rilievo conico e appuntito. Sulla faccia caudale dell'epifisi prossimale, tra la testa del femore e il grande trocantere, è presente la fossa trocanterica. Nel cane la fossa trocanterica risulta profonda e delimitata lateralmente da una cresta intertrocanterica. Questa cresta si attenua in prossimità del piccolo trocantere. Sul lato cranio-mediale si distingue la

linea intertrocanterica (Fig. 1.5), che si porta verso il piccolo trocantere, incrociando il collo del femore.

Diafisi del femore

La diafisi rappresenta il corpo del femore. Nel cane la diafisi si presenta lunga ed esile. Il corpo del femore ha forma cilindrica, rettilinea nella sua metà prossimale e leggermente incurvato in direzione caudale nella sua metà distale. Sulla faccia caudale si delinea una linea marcata, denominata linea aspra che si biforca sia sull'estremità prossimale che su quella distale. È presente un foro nutritizio principale situato nel terzo prossimale dell'osso. Il corpo del femore presenta un foro nutritizio accessorio posizionato più in alto rispetto a quello principale, sulla faccia craniale. Sulla branca laterale della linea aspra è presente una tuberosità glutea che si presenta spessa e rugosa ma poco rilevata. Il corpo del femore nel cane non presenta il terzo trocantere.

Epifisi distale del femore

L'epifisi distale presenta un condilo laterale e un condilo mediale sulla porzione distale (Fig. 1.5). Hanno entrambi forma di segmento ovoide e si relazionano con i condili tibiali. È presenta una depressione che separa i due condili, chiamata fossa intercondiloidea. Sono presenti, sui versanti esterni di entrambi i condili, degli epicondili (Fig. 1.5). Questi sono rilievi ossei più o meno evidenti che forniscono supporto per l'inserzione dei legamenti collaterali dell'articolazione del ginocchio. Sono presenti, sulla base laterale del condilo esterno, due depressioni per l'inserzione del muscolo popliteo e del tendine d'origine del muscolo estensore delle dita. Cranialmente si nota la troclea (Fig. 1.5) o superficie patellare che costituisce l'articolazione con la rotula.

CAPITOLO II

EPIDEMIOLOGIA E PATOGENESI DELLA DISPLASIA DELL'ANCA NEL CANE (CHD)

PARTE UNO: EPIDEMIOLOGIA E PREDISPOSIZIONI DI RAZZA

Definizione e inquadramento clinico della patologia

La displasia[1] dell'anca, frequentemente indicata nella pratica clinica con l'acronimo anglosassone CHD (*Canine Hip Dysplasia*), nel cane è stata descritta per la prima volta in letteratura scientifica da Schnelle, nel 1935. Il termine displasia dell'anca indica quindi un anormale sviluppo dell'articolazione coxofemorale.

Sotto il profilo medico, la displasia dell'anca si configura come una comune patologia dello sviluppo scheletrico, la quale si distingue per essere multifattoriale (definita anche poligenica) ed ereditaria, ma non congenita. Il quadro patologico è caratterizzato da un'instabilità articolare che si manifesta con sublussazione o lussazione completa della testa del femore. Questa instabilità biomeccanica conduce inesorabilmente a uno sviluppo secondario e precoce di lesioni di natura artrosica a carico dei capi articolari (cavità acetabolare e testa del femore).

Impatto epidemiologico

Da un punto di vista prettamente epidemiologico, la displasia dell'anca riveste un ruolo di primaria importanza nella medicina degli animali d'affezione. Essa rappresenta, infatti, circa il 30 per cento di tutti i casi ortopedici affrontati nella pratica clinica quotidiana. Restringendo il campo statistico alle sole affezioni dell'articolazione coxofemorale, la CHD, costituisce il 71 per cento delle patologie non traumatiche dell'anca del cane. Proprio in virtù di questi numeri, la malattia costituisce in

[1] Da un punto di vista strettamente etimologico, la parola displasia deriva dai termini greci *dys*, che significa "anormale", e *plas(is)*, che significa "formazione" o "sviluppo" (F.F. Martini et al. Patologie articolari degli animali domestici. 2006).

assoluto la causa più frequente di sviluppo di artrosi d'anca nella specie canina.

Predisposizioni di razza e bias statistici

La distribuzione della CHD all'interno della popolazione canina non è casuale, ma mostra una spiccata predisposizione di razza. La patologia colpisce prevalentemente razze di taglia media, grande e gigante, in particolar modo i soggetti sottoposti a tassi di crescita rapida. L'incidenza varia in modo drastico a seconda della razza esaminata e dei parametri demografici.

I dati statistici indicano tassi di frequenza estremamente elevati in alcune specifiche razze: il Bulldog inglese presenta un'incidenza compresa tra il 70,5 e l'83,3 %, il San Bernardo tra il 48,2 e il 73,3 %, il Kuvasz il 71,4 % e il Terranova il 63,8 %. Anche razze estremamente popolari come il Golden Retriever (fino al 55,7 %), il Pastore Tedesco (circa 46,8 %) e il Rottweiler (circa 25 %) mostrano un rischio di insorgenza significativamente aumentato rispetto alla popolazione canina mista. Al contrario, esistono razze morfologicamente grandi o giganti che presentano tassi di incidenza irrisori: il Borzoi registra una prevalenza di appena l'1,9 %, il Siberian Husky del 5,3 % e anche il Levriero Afgano e l'Alano (16,1 %) mostrano un rischio significativamente ridotto di sviluppare la malattia rispetto alla media. [2]

È tuttavia essenziale considerare un importante bias statistico nella lettura di questi dati epidemiologici: i valori di prevalenza pubblicati molto probabilmente sottostimano la reale diffusione della malattia. Poiché gran parte delle statistiche deriva dai registri delle centrali di lettura ufficiali (come la Orthopedic Foundation for Animals - OFA), i radiogrammi appartenenti a cani che risultano clinicamente e palesemente displasici raramente vengono inviate per la refertazione, in quanto i proprietari e gli allevatori non hanno interesse a certificare un animale malato. Inoltre, per

[2] Dati statistici presi da: Fries et al. The pathogenesis and diagnosis of canine hip dysplasia. 1995

molti allevatori, la certificazione delle anche dei riproduttori è un valore aggiunto qualora queste risultino esenti dalla displasia.

Fattori costituzionali, dimensionali e di genere

L'espressione fenotipica della malattia è influenzata in maniera critica da molteplici fattori costituzionali e morfologici. Tra gli elementi scatenanti di maggior rilevanza si annoverano l'altezza dell'animale, il suo peso corporeo totale, il ritmo di crescita (soprattutto in animali di razze giganti a crescita rapida), lo sviluppo della massa muscolare pelvica e il livello di attività fisica svolta.

La stretta correlazione tra lo stress biomeccanico e le alterazioni patologiche è dimostrata dal fatto che raramente la patologia si manifesta nei soggetti che da adulti non superano i 10 kg di peso. L'instabilità articolare si può osservare anche in cani di taglia molto piccola, nei gatti e perfino in animali come i cincillà; tuttavia, il loro peso ridotto e le corte leve ossee che li caratterizzano non consentono l'estrinsecazione delle gravi e tipiche modificazioni ossee che invalidano i cani più pesanti.

Infine, per quanto concerne la distribuzione anatomica e di genere, i dati clinici evidenziano che la malattia si presenta in forma bilaterale in ben il 93 per cento dei casi. Sotto il profilo del sesso, maschi e femmine risultano essere colpiti dalla patologia con una frequenza che è considerata del tutto simile.

PARTE DUE: PATOGENESI

Durante lo sviluppo embriologico la crescita delle due porzioni costituenti l’articolazione coxo-femorale è sincrona ed è caratterizzata, per un fisiologico accrescimento, da una buona funzionalità meccanica, adeguata lubrificazione, piena congruenza dei capi articolari e azione di forze meccaniche equilibrate. Alla nascita, anche i cuccioli che manifesteranno successivamente la displasia, presentano articolazioni strutturalmente e funzionalmente normali. Il periodo critico per lo sviluppo di una corretta stabilità dell’articolazione coxo-femorale va dalla nascita ai primi 60

giorni di vita. In questo periodo, qualsiasi modificazione nell'equilibrio biomeccanico o nella congruenza tra acetabolo e testa del femore, influenza negativamente il corretto processo di maturazione dell'articolazione dell'anca. Per i cuccioli lo stress biomeccanico sostenuto dall'articolazione ha inizio durante l'allattamento nel momento in cui si sforzano di raggiungere le mammelle della madre per il pasto. Queste sollecitazioni hanno un'influenza negativa in quanto le ossa si presentano ancora in uno stato immaturo, poco ossificate e maggiormente elastiche. In quest'ottica giocano un ruolo fondamentale i tessuti molli circostanti nel prevenire la sublussazione della testa del femore. L'ossificazione raggiunge uno stadio quasi completo intorno ai 6 mesi di vita del cane. A questa età i tessuti articolari sono sufficientemente resistenti per prevenire le deformazioni plastiche.

Questa patologia possiede una componente genetica predeterminata (genotipo) che si manifesta solo in caso in cui si abbiano uno o più fattori scatenanti lo stress biomeccanico. Le componenti coinvolte nella predisposizione non si limitano a essere genetiche ma riguardano anche fattori nutrizionali, strutturali, biomeccanici e ambientali. Tutte queste componenti giocano un ruolo fondamentale nell'instaurarsi della patologia displasica, conducendo a lassità articolare, all'incongruenza tra testa del femore e acetabolo e allo sviluppo di osteoartrosi secondaria precoce.

Genetica

L'ereditarietà della displasia dell'anca nel cane è di carattere poligenico e quindi comporta l'interazione di centinaia di geni. La gravità della displasia dell'anca in un soggetto è determinata dal numero di geni danneggiati e dall'azione da essi svolta. Un soggetto che manifesta CHD deve possedere i geni responsabili dell'insorgenza della patologia. Questi geni, che agiscono sullo scheletro, provocano un'alterazione ossea che comporta modificazioni che interessano la cartilagine, il tessuto connettivo di sostegno e il muscolo. Tramite studi statistici è possibile predire il valore genotipico di displasia in un soggetto destinato alla riproduzione, così da poter selezionare soltanto soggetti con basso o assente valore genotipico.

Essendo, tuttavia, una patologia a carattere poligenico non vi è la certezza che da due soggetti esenti da displasia nasca una progenie esente da displasia d'anca. Il fatto di avere riproduttori esenti da displasia favorisce la nascita di progenie con bassa probabilità di sviluppare displasia d'anca. È tuttavia possibile che soggetti con genotipo anormale possano vivere senza manifestare mai la malattia. D'altra parte, è possibile che soggetti con articolazioni coxo-femorali radiograficamente prive di displasia possano trasmettere il genotipo della displasia dell'anca alla prole. I fattori ambientali possono giocare un ruolo fondamentale nell'espressione dei geni associati alla displasia dell'anca. Risulta, quindi, che l'espressione fenotipica della patologia non sia influenzata soltanto dal pool genetico ma anche dai fattori ambientali. Genetica e ambiente si sovrappongono nel complesso sistema che determina l'espressione della malattia [F.M. Martini; patologie articolari del cane e del gatto; 2006].

Lassità articolare

La lassità articolare dell'articolazione coxo-femorale gioca un ruolo determinante nell'insorgenza della CHD. Questa è infatti riconosciuta come elemento determinante nello sviluppo delle modificazioni strutturali che conducono all'artrosi associata alla displasia dell'anca. La lassità articolare è anche considerata una caratteristica costante nei pazienti affetti da CHD. La lassità articolare è considerata come preludio del rimodellamento articolare e della conseguente malattia degenerativa. Alla lassità si oppongono strutture anatomiche fondamentali, quali: il legamento rotondo; la capsula articolare; la conformazione articolare; la muscolatura circostante l'articolazione. La lassità articolare è un fattore trasmesso geneticamente e a carattere altamente ereditario andando a rientrare nel pool di geni che predispongono all'insorgenza della displasia dell'anca.

Negli stadi precoci della malattia si possono osservare delle caratteristiche alterazioni che coinvolgono l'articolazione, quali: aumento del volume del liquido sinoviale (in situazioni fisiologiche il volume del liquido sinoviale è di 0,80ml); ipertrofia del legamento rotondo; lesioni a carico della

cartilagine articolare della testa del femore e dell'acetabolo. Queste alterazioni compaiono precocemente e prima di qualsiasi evidenza radiografica di displasia. Il liquido sinoviale se aumenta di volume può portare, anche in assenza di altre alterazioni, a lassità articolare in quanto l'accumulo del liquido sinoviale innalza la pressione endoarticolare, annullando la stabilità dell'anca e provocando la sublussazione. Alla base dell'aumento della produzione del liquido sinoviale si hanno delle alterazioni infiammatorie sinoviali.

Altro fattore molto importante nell'insorgenza della lassità articolare è la robustezza della capsula articolare. La robustezza della capsula è data dalla sua composizione in collagene. Il collagene di tipo I risulta essere maggiormente resistente rispetto al collagene di tipo III. Nei cani predisposti allo sviluppo della CHD è stata riscontrata una maggiore presenza di collagene di tipo III rispetto al collagene di tipo I. Tuttavia, la composizione della capsula articolare da sola non è sufficiente a portare a lassità articolare ma concorre insieme ad altri fattori. La lassità articolare non è singolarmente deputata all'insorgenza della CHD: un'eccessiva lassità articolare è una condizione necessaria ma non sufficiente all'insorgenza della patologia. L'aumento della lassità articolare rappresenta però un fattore di rischio per lo sviluppo della displasia dell'anca nel cane. È dimostrato che i cuccioli nati con articolazioni ben salde, ovvero con una bassa lassità articolare, raramente sviluppano osteoartrosi. Tuttavia, non tutti i cani che mostrano una marcata lassità articolare o sublussazione in giovane età svilupperanno invariabilmente le alterazioni ossee degenerative tipiche della CHD. Alcuni soggetti sono in grado di tollerare elevati gradi di instabilità senza sviluppare artrosi. Questi soggetti possono agire come portatori sani del pool genetico associato allo sviluppo di CHD.

L'aumento della lassità articolare risulta essere correlato anche alla conformazione della rima acetabolare dorsale. Il contatto tra testa del femore e acetabolo deve essere perpendicolare all'asse lungo del femore, al fine di ottenere una stabilità articolare ottimale. Questo è importante in quanto le forze generate dai gruppi muscolari flessori ed estensori

dell'anca e dagli adduttori sono parallele all'asse lungo del femore. Nel caso in cui si abbia un'eccessiva inclinazione acetabolare i gruppi muscolari minori, quali i muscoli glutei, eserciteranno una forza di trazione maggiore sul femore in direzione mediale nella cavità acetabolare per mantenere la riduzione dell'anca. Questo comporta un affaticamento dei muscoli glutei, fisiologicamente non deputati al mantenimento della stabilità articolare, con conseguente diminuzione della stabilità stessa. In questo caso soltanto la capsula articolare permane ad impedire la traslazione laterale della testa del femore. A sua volta, questo comporta uno stiramento eccessivo della capsula articolare, dato dall'azione continua delle forze di traslazione laterale. Come conseguenza allo stiramento della capsula articolare si ha una perdita di congruenza della testa del femore con l'acetabolo. Questa perdita di congruenza determina una concentrazione delle forze di carico femorali sul margine acetabolare dorsale, portando a una situazione di danno erosivo da parte dell'acetabolo.

Alterazioni strutturali del bacino

Ai fini della biomeccanica articolare dell'articolazione coxo-femorale sia l'architettura che la conformazione spaziale del bacino rivestono un ruolo cruciale. Le alterazioni conformazionali non si limitano solo alla morfologia acetabolare o femorale, ma possono coinvolgere l'intera emipelvi attraverso delle deformità torsionali. Queste alterazioni consistono in un'anomala extra rotazione dell'emipelvi lungo il proprio asse longitudinale, conferendo al bacino un aspetto radiografico caratteristico a forma triangolare, presentando ischi raccorciati e ali dell'ileo eccessivamente arrotondate e allargate, definite in letteratura come "ali a farfalla"[3] (conosciute anche con il termine anglosassone

[3] Aspetto radiografico tipico del bacino del Bulldog Inglese in proiezione ventro-dorsale dovuta all'extra rotazione dell'emipelvi. (A. Volta et al.: Pelvis and hip joint development in English Bulldogs. Vet Comp Orthop Traumatol 1/2010).

“butterfly ilial wings). Questa modificazione va ad alterare profondamente i rapporti articolari tra acetabolo e testa del femore.

La deformità torsionale dell’emipelvi porta a una dorso-versione dell’acetabolo. Questo comporta una riduzione funzionale della copertura acetabolare dorsale, che predispone l’articolazione a lassità, sublussazione o lussazione della testa del femore, aggravando il quadro della displasia dell’anca. L’insorgenza di lassità, sublussazione o lussazione della testa del femore si accompagna a un rimodellamento osteoartrosico precoce (può instaurarsi prima dei quattro mesi di vita dell’animale).

In un animale con articolazioni fisiologiche il margine acetabolare dorsale sporge lateralmente per fornire un’adeguata copertura e stabilità alla testa del femore. Nella situazione di dorso versione indotta dalla torsione pelvica, questa copertura cranio-dorsale viene funzionalmente persa o ridotta.

Influenza della crescita rapida e dell’apporto energetico

Le razze di cane caratterizzate da un rapido incremento ponderale sono considerate razze particolarmente a rischio di sviluppare la CHD. La loro maggiore predisposizione è data dal fatto che l’aumento di peso nel cucciolo è causa di un incremento degli stress biomeccanici che agiscono sull’articolazione coxo-femorale. La nutrizione interviene come cofattore nell’espressione fenotipica della displasia dell’anca. Infatti, cuccioli alimentati con razioni eccessivamente energetiche tendono ad avere un incremento della crescita scheletrica e del peso corporeo maggiore rispetto a cuccioli alimentati con razioni alimentari congrue con lo sviluppo corporeo. I primi sei mesi di vita di un cucciolo sono i più critici. Alimentando un cucciolo, con un pool genetico favorente l’insorgenza della malattia, con alimenti altamente energetici comporta un aumento del rischio di espressione della malattia in quanto un accrescimento troppo rapido non permette all’animale una maturazione scheletrica ottimale e determina un eccessivo peso corporeo. Queste alterazioni portano a un eccessivo incremento dello stress biomeccanico sulle articolazioni dell’anca di un animale non ancora scheletricamente maturo. D’altra parte,

se un cucciolo, sempre con pool genetico favorente la malattia, viene alimentato con razioni in deficit energetico si avrà una minore probabilità di insorgenza della malattia. Una caratteristica dei cuccioli sottoposti a rapido accrescimento è la chiusura prematura delle cartilagini d'accrescimento dell'acetabolo.

Influenza dell'apporto di Sali minerali e Vitamine

Nella displasia dell'anca del cane anche l'apporto di Sali minerali e Vitamine gioca un ruolo fondamentale. La somministrazione di una dieta con eccesso di Calcio (quantità di Calcio superiore al 2,5% della sostanza secca nella razione [(1)]) può aumentare il rischio di espressione clinica della displasia d'anca. Questa situazione sfavorevole è associata a un apporto cronico di Calcio, il quale va a spezzare il delicato equilibrio fisiologico degli ormoni regolatori del metabolismo del Calcio a livello osseo (calcitonina e paratormone). Segue una riduzione dell'attività osteoclastica con conseguente ritardo nell'ossificazione e nel rimodellamento scheletrico.

Influenze ormonali sull'insorgenza della displasia dell'anca nel cane

Sono presenti diversi ormoni che contribuiscono al metabolismo del calcio fisiologico e alcuni di questi (estrogeni; relaxina; insulina; ormone della crescita; paratormone) sono deputati responsabili di contribuire all'insorgenza della CHD.

Masse muscolari coinvolte nell'espressione clinica della displasia dell'anca nel cane

Le masse muscolari che sono coinvolte nell'articolazione coxo-femorale svolgono un ruolo di estrema importanza nell'insorgenza della displasia dell'anca, in quanto la CHD è una patologia biomeccanica. Qualsiasi alterazione che riguarda lo sviluppo muscolare agisce negativamente sulla stabilità articolare. I soggetti che durante le fasi di accrescimento incorrono

in problematiche, quali un arresto o un ritardo della crescita muscolare o l'incapacità da parte delle masse muscolari di raggiungere la maturità funzionale con la medesima velocità dell'apparato scheletrico, presentano una maggiore vulnerabilità della stabilità articolar e di conseguenza saranno maggiormente predisposti all'insorgenza della displasia dell'anca.

I cani displasici presenta un minor indice di massa muscolare pelvica (PMMI[4]) rispetto a soggetti non displasici. La gravità della malattia è inversamente proporzionale al PMMI: minore sarà il PMMI e maggiore sarà il grado di gravità della CHD.

Nei cani affetti da displasia dell'anca il processo responsabile delle alterazioni che riguardano lo sviluppo muscolare è riconducibile a un fattore genetico determinato, andando a rientrare, anch'esso, nel pool di geni che predispongono un animale alla manifestazione della CHD. Questi fattori genetici agiscono andando ad alterare i meccanismi che controllano la crescita e la differenziazione dei muscoli coinvolti nell'articolazione coxo-femorale. Il corretto sviluppo ed equilibrio dei muscoli adduttori e abduttori ha un ruolo fondamentale nel creare e mantenere le forze dirette medialmente, forze necessarie per mantenere in sede la testa del femore e prevenirne la sublussazione. Tra i muscoli coinvolti nel mantenimento di queste forze si osserva il muscolo pettineo (origina dal tendine prepubico e dall'eminenza ileopettinea; termina sulla superficie poplitea del femore). Pazienti displasici presentano una dimensione delle miofibre di tipo 1 e 2 ridotta. Questa riduzione di dimensione è sia associata a un minore sviluppo delle fibre muscolari sia a un ridotto sviluppo del tessuto connettivo di supporto, dei vasi e dei nervi; rispetto a ciò che si osserva nel tessuto muscolare del muscolo pettineo di animali esenti da displasia dell'anca. Il ridotto sviluppo delle componenti del muscolo pettineo si traduce in un suo accorciamento. L'accorciamento del muscolo pettineo comporta un aumento dell'instabilità articolare in quanto la testa del

[4] PMMI: acronimo di Pelvic Muscle Mass Index (indice di massa muscolare pelvica), è un parametro utilizzato per valutare lo sviluppo relativo della muscolatura del bacino nei cani in rapporto al loro peso corporeo totale. Formula di calcolo: PMMI= (peso totale della muscolatura pelvica/peso corporeo) x100. Un animale è generalmente esente quando l'indice PMMI è superiore a 12,0. Un PMMI inferiore a 9,0 è frequentemente riscontrato in animali con manifestazione della CHD. Fries et al. The pathogenesis and diagnosis of canine hip dysplasia. 1995.

femore viene forza dorsalmente contro la rima acetabolare. Questo spostamento forzato della testa del femore innesca un rimaneggiamento patologico del tessuto cartilagineo. Oltre al muscolo pettineo altri muscoli hanno un ruolo fondamentale nel mantenimento della stabilità articolare. I muscoli glutei, che si inseriscono sul grande trocantere, sono considerati muscoli minore dell'anca ma sono fondamentali per esercitare una forza di trazione sul femore in direzione mediale (verso la cavità acetabolare), opponendosi quindi all'eventuale eccessiva inclinazione della rima acetabolare dorsale. I muscoli otturatore interno, otturatore esterno e muscoli gemelli svolgono una funzione di contenimento fondamentale per la stabilità dell'articolazione. Un eventuale danno a questi muscoli può portare a una rapida sublussazione della testa del femore e il successivo sviluppo di displasia dell'anca per i fattori patologici degenerativi che seguono alla lussazione della testa del femore.

Le alterazioni strutturali di un singolo muscolo non comportano direttamente l'insorgenza della patologia. Queste alterazioni vanno, invece, ad alterare l'equilibrio fisiologico delle forze esercitate dai muscoli coinvolti nell'articolazione coxo-femorale. L'alterazione dell'equilibrio concorre all'insorgenza e alla manifestazione della displasia dell'anca.

Ruolo della biomeccanica nella patogenesi della displasia dell'anca

Sull'articolazione coxo-femorale, durante il movimento, agiscono delle forze biomeccaniche. In un'articolazione sana, le forze biomeccaniche generate dal peso dell'animale in movimento e dalla muscolatura, coinvolta nell'articolazione, hanno il compito di spingere verso la cavità acetabolare la testa del femore. Il carico si distribuisce in maniera uniforme su tutta la superficie cartilaginea grazie alla perfetta congruenza dei capi articolari. La distribuzione omogenea delle forze è necessaria affinché segua uno sviluppo simmetrico e armonico sia dell'acetabolo sia della testa del femore.

Nell'anca di pazienti displasici, invece, la presenza della lassità articolare e dell'incongruenza delle componenti articolari altera il perfetto equilibrio delle forze biomeccaniche in gioco. Segue uno scivolamento della testa del

femore, nel momento in cui l'arto è nella fase di carico, verso l'esterno dell'articolazione, causando una sublussazione della testa del femore. In questa condizione le due superfici articolari non combaciano correttamente e il carico non viene più distribuito uniformemente su tutta la superficie cartilaginea dell'articolazione. In questa situazione il carico viene spostato unicamente sulla rima acetabolare dorsale. Questo spostamento del carico porta a un processo di rimodellamento patologico dell'acetabolo il quale tende ad appiattirsi. Ne consegue che la componente verticale delle forze assume un'importanza non trascurabile in quanto la testa del femore scivola verso l'esterno con facilità durante ogni passo del movimento. La capsula articolare e il legamento rotondo sono stirati eccessivamente dalla continua sublussazione della testa del femore. Questa condizione, in cronico, porta a un progressivo deterioramento e cedimento dei due. Segue uno stadio più avanzato in cui la testa del femore preme e sfrega costantemente contro una piccola porzione del margine acetabolare dorsale portando a un danneggiamento irreversibile della cartilagine, esponendo l'osso sottostante e innescando i processi patologici che conducono a una grave artrosi secondaria.

PARTE TRE: FISIOPATOLOGIA DELL'EVOLUZIONE DISPLASICA

Alla nascita, i cuccioli geneticamente predisposti allo sviluppo della displasia dell'anca nascono con anche normostrutturate. Durante l'età precoce, ovvero le prime due settimane di età, si ha una distensione della capsula e del legamento della testa del femore. Durante gli stadi precoci della malattia (fino alle 4 settimane di età) si osserva un aumento volumetrico del liquido sinoviale, che in condizioni fisiologiche non deve superare gli 0,80 ml. A questo si associa ipertrofia del legamento rotondo, sinovite proliferativa e ispessimento della capsula articolare. Il periodo critico per garantire un corretto sviluppo dell'articolazione rimane il periodo che va dalla nascita ai primi 60 giorni di vita. Durante questo periodo i tessuti sono ancora immaturi e possono essere sollecitati oltre i limiti di elasticità, andando a perdere la forma fisiologica.

L’aumento del volume del liquido sinoviale insieme alla distensione della capsula causano un incremento dell’instabilità articolare con conseguente aumento della lassità articolare. La lassità articolare provoca una dislocazione dorsolaterale della testa del femore. Il grado di dislocazione è correlato al grado, più o meno grave, di lassità articolare. Il principio di sublussazione, che segue queste modificazioni, si verifica tra i 60 e i 90 giorni di età e provoca un ritardo dell’ossificazione del margine acetabolare dorsale. Questi processi patologici portano ad avere una distribuzione scorretta delle forze di carico oppure a delle forze muscolari insufficienti per mantenere la stabilità articolare. Se la stabilità articolare non viene correttamente mantenuta il risultato è la sublussazione della testa del femore, la cui deviazione laterale porta a una concentrazione delle forze di carico sulla rima acetabolare dorsale.

La continua sublussazione e concentrazione di forze sulla rima acetabolare interferiscono con la capacità di crescita della cartilagine articolare. Ne consegue un ritardo nello sviluppo della rima acetabolare dorsale. La progressione di questi processi patologici porta, tra i 3 e i 5 mesi di età, a una mancanza di congruenza tra le superfici articolari di acetabolo e testa del femore, ad alterazioni nello sviluppo della rima acetabolare dorsale e ad alterazioni di struttura nelle componenti articolari. In questa situazione l’acetabolo assume una forma conica ed appiattita, portando ad un arrotondamento della rima acetabolare dorsale, mentre la testa del femore mostra un appiattimento con perdita di convessità.

Le alterazioni della rima acetabolare dorsale sono il risultato della concentrazione delle forze di carico su una piccola area di contatto tra la testa del femore e l’acetabolo. La perdita di contatto tra l’acetabolo e la testa del femore è imputabile all’aumento della presenza del liquido sinoviale.

Il sovraccarico sulla cartilagine provoca un iniziale drastico rallentamento della crescita endocondrale a cui fa seguito fibrillazione articolare[5], condromalacia ed erosioni e microfratture con esposizione subcondrale. Questi processi patologici traumatici sono in grado di scatenare una serie di modificazioni biochimiche e strutturali a carico dell'articolazione. Questo danno all'articolazione innesca una cascata di eventi degenerativi che culmina con l'artrosi dell'anca. Si hanno lesioni gravi o morte dei condrociti, questo provoca la liberazione di citochine che determinano delle alterazioni del metabolismo condrocitario, sfavorendo l'attività di sintesi di nuovi condrociti. Si ha la cascata citochinica infiammatoria con instaurazione del processo flogistico e stimolazione dei nocicettori articolari. Si ha degradazione dei proteoglicani della matrice cartilaginea con conseguente imbibizione acquosa della cartilagine. I risultati di queste alterazioni patologiche e degenerative sono la perdita di elasticità e l'alterazione della capacità dell'articolazione di assorbire gli urti. Segue una deformazione dell'articolazione. Questi processi patologici non si limitano alla singola cartilagine articolare. Infatti, si autoalimentano e procedono con la sclerosi e successiva eburneazione dell'osso subcondrale[6].

[5] Fibrillazione cartilaginea articolare: è il primo stadio macroscopico e microscopico della degenerazione della cartilagine articolare. In un'articolazione sana, la cartilagine appare liscia e lucida. Quando viene sottoposta a carichi anomali, come nella displasia dell'anca, e a stress enzimatico, il reticolo di fibre collagene di tipo II e i proteoglicani della matrice si degradano. La superficie cartilaginea perde la sua levigatezza e inizia a sfaldarsi, fessurarsi e frammentarsi lungo i piani delle fibrille collagene. Macroscopicamente la cartilagine assume un aspetto opaco, ruvido e sfilacciato. Questo rammollimento e sfaldamento superficiale è l'anticamera dell'erosione profonda. (Fries et al. 1995)

[6] Eburneazione ossea: è una reazione sclerotica dell'osso subcondrale che si verifica nelle fasi avanzate dell'artrosi, quando la cartilagine è stata completamente consumata a causa della sublussazione e dell'attrito continuo. L'inevitabile sfregamento diretto tra le due estremità ossee durante il movimento provoca una risposta reattiva. La superficie si presenterà priva di elasticità e incapace di assorbire gli urti. (Fries et al. 1995)

Nelle fasi più avanzate di CHD si hanno un aumento dell'instabilità articolare e dell'incongruenza tra le superfici articolari di femore e acetabolo. Si ha anche un peggioramento del quadro di sinovite e un aumento della degenerazione articolare. Il quadro finale è un quadro di osteoartrite o artropatia degenerativa secondaria.

I segni tipici di queste condizioni sono: sclerosi dell'osso subcondrale, osteofiti periarticolari, rimodellamento articolare ed eventuale presenza di topi articolari [7]. La mancata congruenza tra femore e testa dell'acetabolo stimola i meccanismi di neoformazione ossea, che tendono a ridurre l'instabilità articolare operando un rimodellamento osseo. L'obiettivo di questo rimodellamento osseo è l'aumento del contatto articolare tra acetabolo e testa del femore.

[7]Topi articolari (joint mice o loose bodies): sono frammenti liberi di tessuto osteocartilagineo che fluttuano all'interno della cavità sinoviale dell'articolazione. A causa del continuo microtrauma, dovuto alla fibrillazione e alle fratture osteocondrali indotte dall'incongruenza articolare, dei piccoli frammenti di cartilagine o di osso possono staccarsi dalla superficie articolare. Questi frammenti fluttuano liberi nel liquido sinoviale. I topi articolari agiscono come corpi estranei: si incastrano tra i capi articolari, peggiorando l'erosione meccanica, esacerbando la sinovite infiammatoria e possono causare dolore acuto e improvvisi blocchi meccanici dell'anca durante la deambulazione. (Fries et al. 1995)

CAPITOLO III

DIAGNOSI RADIOGRAFICA DELLA DISPLASIA DELL'ANCA

L'esame radiografico costituisce una tipologia di diagnostica di fondamentale importanza per la diagnosi di displasia dell'anca. È necessario per stabilirne la prognosi ed indirizzare il paziente verso un trattamento conservativo o chirurgico. Viene utilizzato sia in pazienti giovani, per avere una diagnosi precoce di displasia dell'anca, sia in pazienti adulti per la diagnosi ufficiale di displasia e per determinarne la gravità, sia in pazienti anziani per ottenere utili informazioni sul grado di osteoartrosi presente.

PARTE UNO: ALTERAZIONI RADIOGRAFICHE LEGATE ALL'ETÀ

L'acetabolo e la testa del femore costituiscono l'unità funzionale dell'articolazione coxo-femorale e sono tra loro uniti e dipendenti l'uno dall'altro durante il processo di sviluppo e crescita. Nel momento in cui una componente dell'articolazione smetta di avere uno sviluppo congruo con lo sviluppo fisiologico dell'articolazione si incorrerà allo sviluppo di una situazione patologia, il cui risultato può condurre alla displasia dell'anca. Qualsiasi alterazione di una delle componenti si riflette negativamente sullo sviluppo e sulla conformazione delle altre componenti in un processo estremamente dinamico che inizia nei primi giorni di vita e progredisce, aggravandosi, fino al raggiungimento della maturità scheletrica.

Dalla nascita ai primi 2 mesi:

Questo periodo è critico per la salvaguardia dell'integrità articolare, in quanto le articolazioni coxo-femorali dei cuccioli sono sottoposte a stress biomeccanici intensi nel momento in cui i cuccioli cercano di raggiungere i capezzoli della madre per consumare il pasto. La maggior parte delle modificazioni strutturali che insorgono in questo periodo non sono ancora radiograficamente evidenti.

Da 2 a 4 mesi:

L'entità della sublussazione della testa del femore tende ad aggravarsi progressivamente nei soggetti che hanno subito traumi articolari nel periodo precedente. Nei soggetti predisposti alla displasia la reiterata sublussazione della testa del femore provoca un ritardo nell'ossificazione del margine acetabolare cranio-dorsale. In questo periodo è possibile valutare in radiografia la sublussazione della testa del femore tramite il calcolo dell'indice di distrazione (ID).

Da 4 a 12 mesi:

In questo periodo le alterazioni della morfologia dell'articolazione coxo-femorale divengono significative e sono chiaramente evidenziabili all'esame radiografico. Tramite studio radiografico è possibile distinguere se le alterazioni che stanno progredendo verso lo sviluppo della displasia possano essere considerate di origine acetabolare (displasia acetabolare) oppure di origine femorale (displasia femorale).

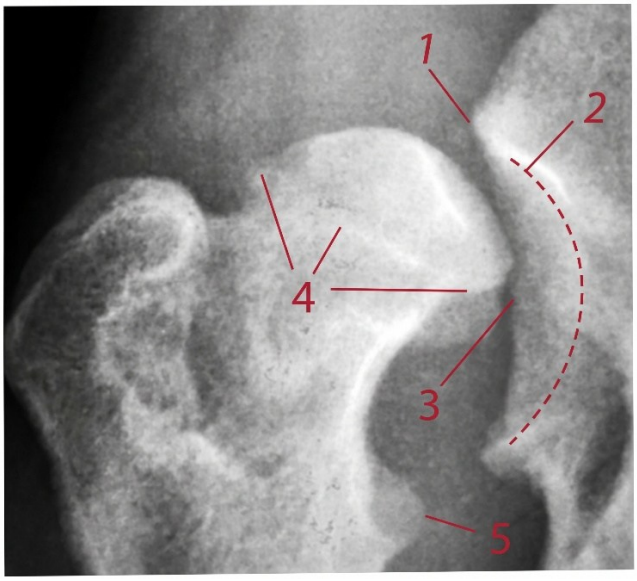
La displasia acetabolare, di insorgenza più frequente, è caratterizzata da un'eccessiva inclinazione della rima acetabolare dorsale[8] e dall'appiattimento della cavità acetabolare. Quest'ultima risulta incapace di accogliere la testa del femore. Le alterazioni che coinvolgo acetabolo e rima acetabolare dorsale sono da ricondursi a un insufficiente contatto tra la testa femorale e l'acetabolo. L'alterazione del corretto contatto tra testa del femore e acetabolo è causata da eccessiva lassità articolare o da un'alterazione nella direzione delle forze di carico. Queste forze, in situazione fisiologica, spingono la testa del femore all'interno dell'acetabolo, mentre in situazioni patologiche tendono a favorire una sublussazione della testa del femore. La dislocazione della testa del femore lateralmente determina la comparsa di microfratture del bordo acetabolare dorsale e lo stiramento della capsula articolare.

[8] Definita anche DAR (Dorsal Acetabular Rim). Rappresenta un punto di riferimento durante la valutazione dei radiogrammi per determinare l'eventuale grado di displasia dell'animale. Gatineau M et al. Palpation and dorsal acetabular rim radiographic projection for early detection of canine hip dysplasia: a prospective study. Vet Surg. 2012

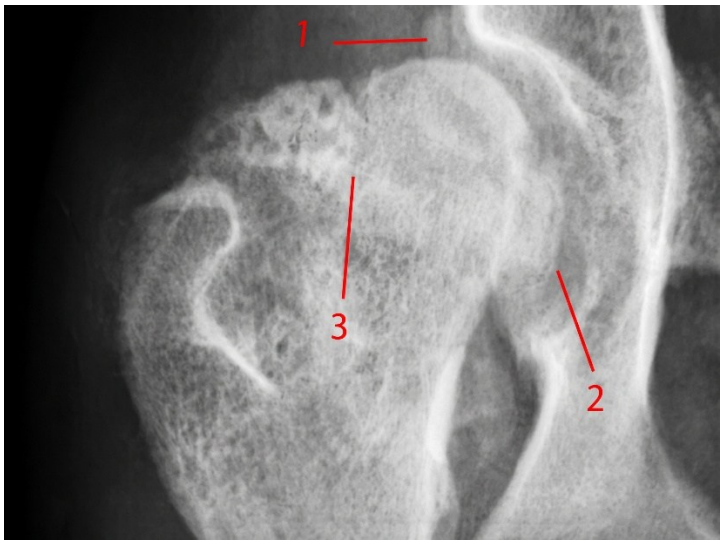
Nella displasia femorale l'acetabolo si presenta con una conformazione normostrutturata, mentre il collo del femore è interessato da alterazioni di lunghezza, di inclinazione e del grado di anteroversione, responsabili di incongruenza articolare e stiramento capsulare. Negli stadi avanzati della displasia alle alterazioni appena descritte si associano anche le alterazioni acetabolari precedentemente descritte.

Oltre i 12 mesi:

Dopo i 12 mesi di età i singoli processi patologici tipici della displasia divengono indistinguibili, tramite studio radiografico, dai processi patologici riconducibili a malattia articolare degenerativa. La testa del femore appare appiattita o deformata cranialmente per effetto della marcata erosione nella sua porzione medio-dorsale. L'erosione della cartilagine articolare che ricopre la testa del femore con conseguente esposizione dell'osso sub-condrale possono essere evidenti in radiografia. La continua erosione della cartilagine articolare può portare a un avvicinamento tra testa del femore e acetabolo fino a creare un punto di contatto diretto tra le due ossa, visibile in radiografia per assenza del fisiologico spazio tra l'osso sub condrale della testa del femore e l'acetabolo. Nel punto di contatto tra le due ossa può apparire sclerosi ossea visibile radiograficamente (Fig. 3.1). il rimodellamento osseo nei soggetti affetti da displasia dell'anca grave coinvolge, oltre al bordo acetabolare, anche il corpo dell'ileo e dell'ischio (Fig. 3.2).



(Figura 3.1 - Radiogramma dell'articolazione coxo-femorale in proiezione ventro-dorsale con arti estesi di un soggetto adulto gravemente displasico con sublussazione della testa del femore e segni di osteoartrosi. 1) Il bordo acetabolare cranio-dorsale appiattito e arrotondato. 2) L'acetabolo appare appiattito ed è evidente una riduzione della profondità acetabolare. 3) Il bordo acetabolare dorsale è eroso e frastagliato per la presenza di proliferazioni osteoartrosiche. 4) La testa del femore appare appiattita ed allargata dalla presenza di proliferazioni osteofitiche sulla base. 5) Il piccolo trocantere appare particolarmente evidente. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015).



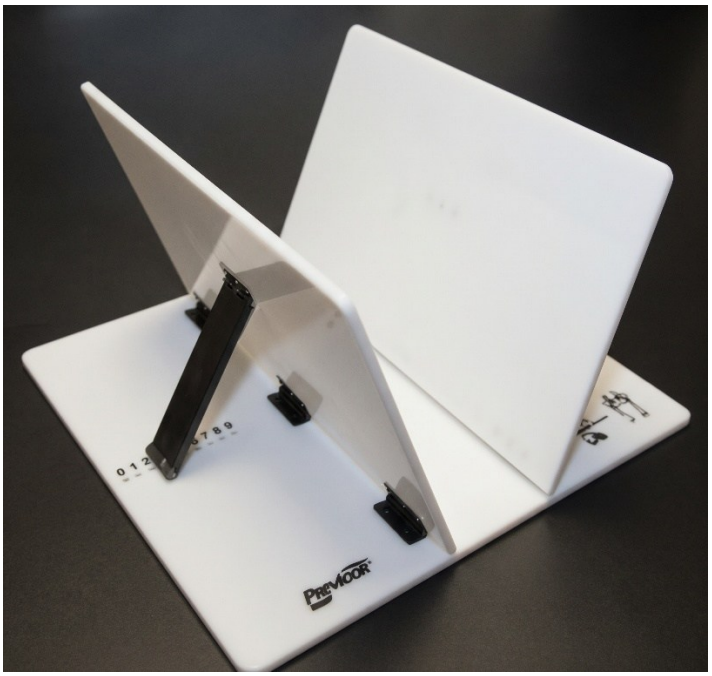
(Figura 3.2 - Radiogramma in proiezione ventro-dorsale con arti tesi di un cane adulto con grave displasia e segni marcati di osteoartrite. 1) Proliferazioni osteofitiche in corrispondenza dell'acetabolo. 2) Proliferazioni osteofitiche in corrispondenza della testa del femore. 3) proliferazioni osteofitiche sul collo del femore. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015).

PARTE DUE: PREPARAZIONE E POSIZIONAMENTO DEL PAZIENTE

Per eseguire un corretto studio radiografico dell'articolazione coxo-femorale occorre avere il paziente in anestesia generale o in sedazione profonda. La sedazione è necessaria in quanto le posizioni che bisogna far assumere al paziente per ottenere un corretto studio radiografico possono risultare dolorose o fastidiose. Per eseguir i radiogrammi è fondamentale che il paziente rimanga in posizione corretta, a questo scopo si può fare ricorso a strumenti fisici che sono utili nel mantenimento dell'animale nella posizione corretta.

Culla per il posizionamento:

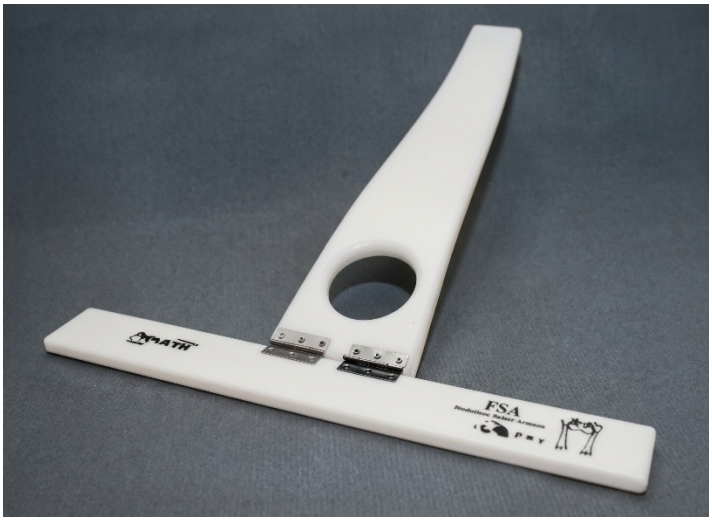
Si tratta di un dispositivo utilizzato per mantenere l'animale in decubito ventro-dorsale o dorso-ventrale con il torace perpendicolare al piano d'appoggio e simmetrico rispetto all'asse del fascio radiogeno. Questo dispositivo presenta due ali, laterali, che possono essere inclinate a seconda della larghezza del torace del paziente, rendendo lo strumento utile anche quando si tratta di razze giganti (Fig. 3.3).



(Figura 3.3 - Culla per il posizionamento del torace dell'animale, disegno di Aldo Vezzoni e Maurizio Pasinato. Immagine presa da FSA, Fondazione Salute Animale).

Distrattore o cuneo:

Questo strumento viene utilizzato per allontanare le teste dei due femori dai rispettivi acetaboli durante l'esecuzione della proiezione ventro-dorsale con distrazione (Fig. 3.4).



(Figura 3.4 - Distrattore per esecuzione delle radiografie in distrazione. Prototipo di Aldo Vezzoni. Immagine presa da FSA, Fondazione Salute Animale).

PARTE TRE: PROIEZIONI RADIOGRAFICHE

Proiezione ventro-dorsale con arti tesi

Questa rappresenta la valutazione radiografica maggiormente utilizzata per la valutazione delle anche in corso di CHD (Fig. 3.5). Rappresenta, inoltre, la proiezione radiografica raccomandata dall'OFA[9]. L'esecuzione di questa proiezione richiede il paziente in anestesia generale o sedazione profonda, anche per ottenere un rilassamento muscolare adeguato a permettere un facile posizionamento. Oltre a questo, la sedazione del paziente permette anche di diminuire gli errori dati dal movimento improvviso e di conseguenza il numero dei radiogrammi da eseguire.

Il paziente viene posizionato in decubito dorsale con gli arti pelvici estesi e mantenuti in adduzione, il più paralleli possibile tra loro e alla colonna vertebrale. Sia gli arti pelvici che la colonna vertebrale devono rimanere il

[9] OFA: Orthopedic Foundation for Animals. Fondata nel 1966. Stabilì i criteri radiografici che divennero la base per creare una tecnica convenzionale e internazionale per la classificazione ufficiale della displasia dell'anca. Più recentemente, in Italia, si è adottato il sistema di classificazione FCI che prevede 5 gradi di displasia ed è derivato dal sistema OFA (F. F. Martini et al 2006).

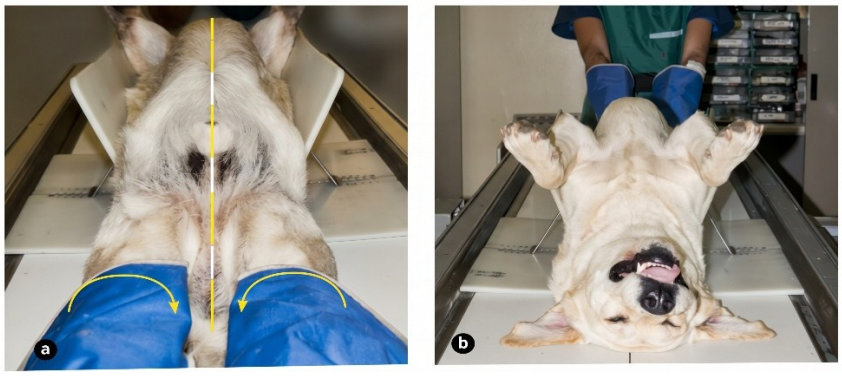
più paralleli possibile al tavolo radiografico. I femori vengono intraruotati, in modo che le rotule si sovrappongano al centro di ciascuna troclea femorale. Il paziente deve essere posizionato in modo simmetrico, affinché non ci siano rotazioni del bacino. Per ottenere un posizionamento adeguato si fa ricorso alla culla per il posizionamento (Fig. 3.3). Il fascio radiogeno primario deve essere centrato a livello delle articolazioni delle anche, identificate mediante la palpazione dei punti di repere rappresentati dai grandi trocanteri.



(Figura 3.5 - Radiogramma ventro-dorsale con paziente in decubito dorsale con arti tesi. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015).

Il posizionamento del paziente può essere eseguito con contenimento manuale in cui si aggiunge l'intervento di un assistente che traziona gli arti anteriori in modo da contrastare la trazione eseguita sugli arti posteriori. L'operatore che esegue lo studio radiografico dovrà trazionare gli arti

posteriori per estendere le anche e posizionare i femori paralleli tra loro. Allo stesso tempo imprimerà una rotazione interna dei femori per posizionare ciascuna rotula al centro della troclea femorale. (Fig. 3.6)



(Figura 3.6 - Posizionamento del paziente con contenimento manuale per l'esecuzione della proiezione ventro-dorsale ad arti tesi. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)

Il posizionamento del paziente può essere anche eseguito mediante un contenimento non manuale degli arti. Gli arti anteriori vengono fissati, a livello dei carpi, mantenendo le braccia estese. Si posiziona uno spessore di gommapiuma tra le ginocchia per mantenere i femori distanziati e paralleli tra loro. Durante la trazione e posizionamento delle anche si avvolge una striscia di cerotto attorno alle ginocchia per mantenere la posizione delle rotule al centro di ciascuna troclea femorale. Per mantenere la trazione si possono legare le estremità degli arti posteriori al tavolo radiografico. (Fig. 3.7).



(Figura 3.7- Posizionamento del paziente con fasce di contenimento per l'esecuzione della proiezione ventro-dorsale ad arti tesi. A) posizionamento della fascia di contenimento. B) Posizionamento di un sacco di sabbia a livello dei garretti per mantenere l'estensione degli arti. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)

Per la corretta diagnosi è essenziale ottenere dei radiogrammi di alta qualità, con densità, definizione e contrasto adeguati alle dimensioni dell'animale. Tra le indicazioni dell'OFA vi è quella di non sottoporre a controllo per CHD le cagne in estro o in stato di gravidanza in quanto questo può andare ad alterare il grado di lassità dell'anca riscontrato. La simmetria della proiezione ventro-dorsale è garantita dall'aspetto speculare che devono assumere i due fori otturati, i due rami e le due ali dell'ileo, oltre che dall'allineamento delle apofisi spinose delle ultime vertebre lombari e del sacro con la sinfisi pubica. Le sinfisi sacroiliaca e le corticali mediali dell'acetabolo devono risultare di aspetto simmetrico. I due femori devono essere paralleli tra loro e paralleli alla colonna e al piano radiografico. Se queste condizioni non vengono rispettate si avrà una asimmetria della pelvi, dovuta alla sua rotazione, ed è un artefatto che altera la valutazione della profondità delle articolazioni coxo-femorali. Nel caso in cui siano presenti pregresse fratture della pelvi o una displasia monolaterale si avrà un'asimmetria costituzionale del bacino, che impedisce il corretto posizionamento del soggetto. Anche l'inadeguata adduzione degli arti fa sì che i femori siano divergenti, impedendo una corretta valutazione dei colli femorali, i quali appaiono più corti, e nascondendo la lassità articolare. In questo caso si può osservare, a livello radiografico, una maggiore copertura della testa del femore, che aumenta con l'aumentare del grado di abduzione.

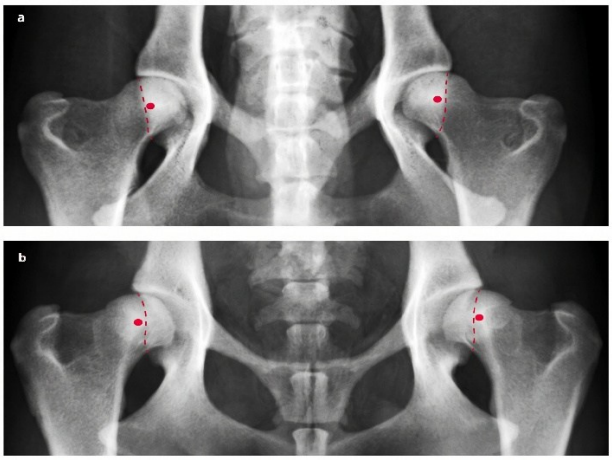
La proiezione ventro-dorsale della pelvi permette di apprezzare la morfologia articolare ed ossea dell'articolazione coxofemorale attraverso un'attenta valutazione della congruenza articolare, della morfologia e dei capi articolari oltre che di eventuali segni di artrosi. Nella proiezione ventro-dorsale sono radiograficamente osservabili: acetabolo; testa e collo del femore; spazio articolare tra acetabolo e testa del femore.

In un soggetto adulto ed esente da displasia l'acetabolo appare nel radiogramma come una profonda C, resa incompleta per effetto della fossa acetabolare che risulta radiotrasparente. Il margine acetabolare craniale è visibile come una linea curva radiopaca, la quale si estende dall'incisura acetabolare in direzione cranio-laterale al margine acetabolare laterale. Il margine acetabolare dorsale è apprezzabile tra la testa ed il collo del

femore, tra i limiti laterali dei margini acetabolari (craniale e caudale). Il margine acetabolare dorsale è radiopaco e relativamente corto, andando a occupare la porzione compresa tra la superficie caudale della fossa acetabolare ed il margine dorsale dell'acetabolo. La testa del femore appare sferica e presenta una curvatura irregolare di circa 270°[10]. La testa del femore deve risultare profondamente alloggiata nell'acetabolo, il quale la accoglie per almeno il 50% della sua estensione.

La valutazione oggettiva della congruenza articolare e di conseguenza il grado di severità della CHD si esegue mediante il calcolo della copertura acetabolare o tramite la misurazione dell'angolo di Norberg[11].

Il metodo di misurazione della copertura acetabolare prevede di determinare il centro della testa femorale e di valutare come quest'ultimo si relaziona con il DAR: se è mediale al dar si definisce l'anca come normostrutturata; se il centro della testa del femore è posizionato sul DAR si valuta l'anca da quasi normale a leggera displasia; se il centro della testa del femore è laterale al DAR si valuta l'anca come da media a grave displasia (Fig. 3.8).

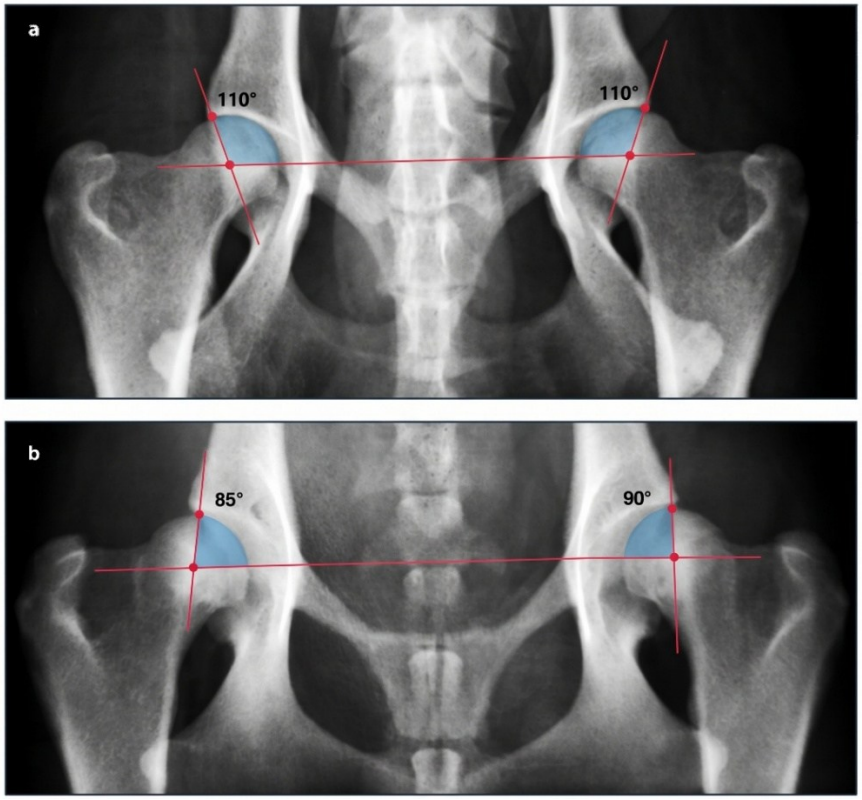


(Figura 3.8 - Radiogramma in posizione ventro-dorsale. Nel radiogramma vengono evidenziate le rime acetabolari dorsali per la valutazione della copertura acetabolare. A) Il centro delle teste femorali è mediale rispetto al profilo della rima acetabolare dorsale, indicando una buona copertura acetabolare. B) Il centro delle teste femorali è molto laterale al profilo della rima acetabolare dorsale, indicando un'insufficiente copertura acetabolare. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)

[10] Grado di curvatura preso da: F. F. Martini et al. 2006

[11] Angolo di Norberg-Olsson è l'angolo definito da una linea che unisce i centri delle due teste femorali e da una retta tracciata dal centro di ciascuna testa femorale al relativo margine acetabolare cranio-dorsale (Adams WM et al, 1998).

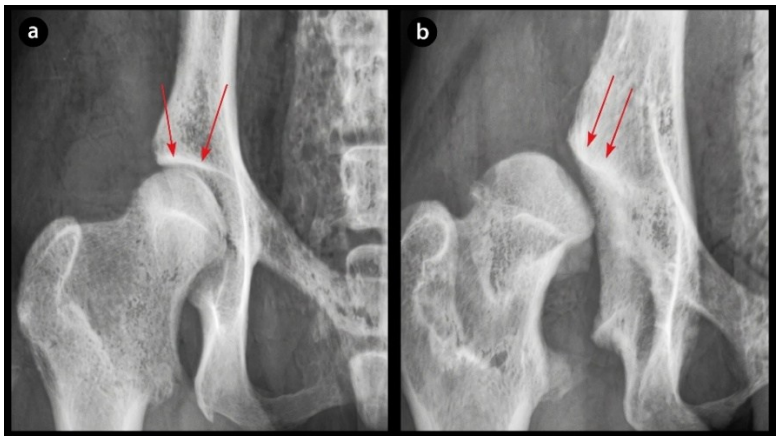
La misurazione dell'angolo di Norberg viene utilizzata per valutare la sublussazione e la scarsa profondità dell'acetabolo. Il valore normale di questo angolo è di 105°, il valore diminuisce nel momento in cui la testa del femore si sublussa o quando il bordo acetabolare craniale è poco sviluppato. Essendo soggetto al grado di sviluppo del margine acetabolare craniale questo metodo di valutazione non è indicato in soggetti ancora in accrescimento per evitare eventuali misurazioni non veritiere. Un'articolazione è giudicata non adeguatamente congruente nelle sue parti quando l'angolo di Norberg è inferiore a 105° (Fig. 3.9).



(Figura 3.9 - Radiogramma in proiezione ventro-dorsale. Nel radiogramma sono evidenziati gli angoli di Norberg. A) Anche normali con angolo di Norberg maggiore di 105° sia a destra che a sinistra. B) Anche displasiche con angolo di Norberg inferiore a 105° sia a destra che a sinistra. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)

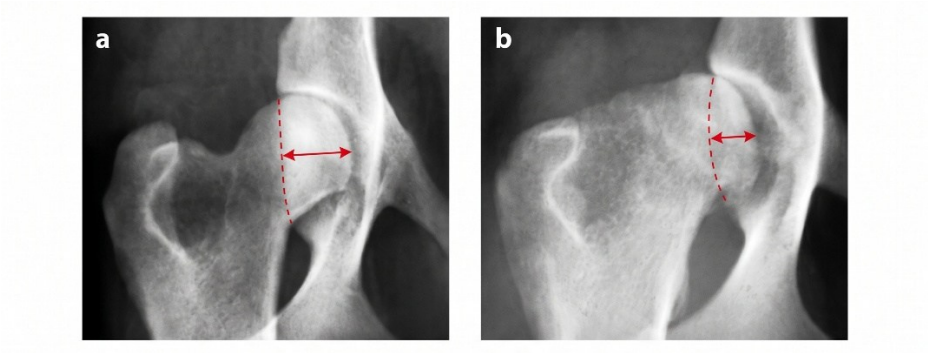
Durante la valutazione dell'articolazione coxo-femorale in proiezione ventro-dorsale si valuta la morfologia dell'acetabolo. Dell'acetabolo si valuta la superficie acetabolare cranio-dorsale, il bordo dorsale acetabolare e la profondità acetabolare. Nel soggetto displasico la superficie acetabolare craniale appare ridotta di dimensione, il profilo diviene piatto

e, nei soggetti con grado di displasia grave, può presentarsi convesso. È possibile notare un aumento della radio-opacità secondaria a eventuali fenomeni di osteosclerosi (Fig. 3.10). Il bordo acetabolare cranio-dorsale, in un soggetto displasico, si presenta più corto e con un profilo maggiormente arrotondato, rispetto al bordo acetabolare cranio-dorsale di un soggetto sano, a causa di un ritardo nel processo di ossificazione endocondrale o a causa di un'erosione ossea secondaria alla sublussazione della testa del femore. Il bordo acetabolare dorsale, nei soggetti displasici, si presenta con una concavità maggiormente marcata, rispetto a soggetti con anche normo strutturate, dovuta sempre a un ritardo del processo di ossificazione o per un'eccessiva erosione ossea e la presenza di un profilo irregolare.



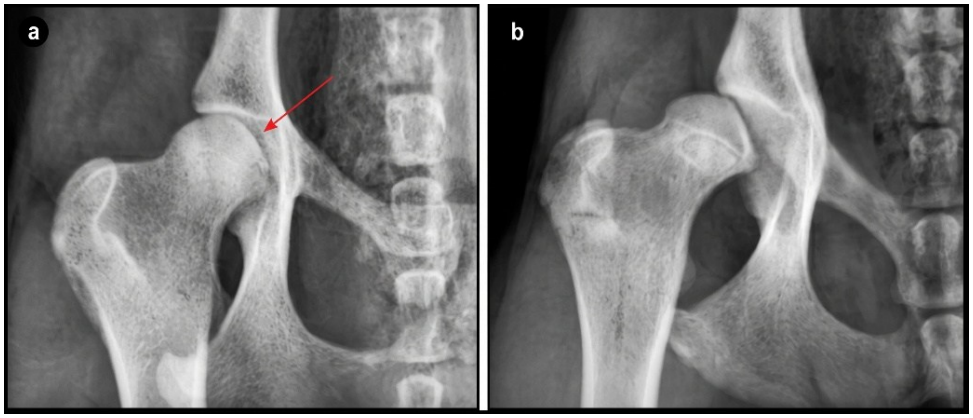
(Figura 3.10 – Radiogramma in proiezione ventro-dorsale che mostra alterazioni della superficie acetabolare craniale. A) Il bordo acetabolare craniale appare curvilineo con sclerosi subcondrale normale, sottile e uniforme. B) Il bordo acetabolare craniale appare appiattito con sclerosi subcondrale marcata e maggiormente ampia lateralmente. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)

La proiezione ventro-dorsale permette di valutare la profondità dell'acetabolo, la quale può essere stimata congiungendo il bordo acetabolare dorsale con il margine interno della cavità acetabolare, in prossimità della fossa acetabolare. (Fig. 3.11). Nei soggetti affetti da displasia dell'anca, a causa dell'ispessimento del legamento rotondo, della sinovite e della deposizione di tessuto fibrocartilagineo e osso nella fossa acetabolare, si riduce notevolmente la profondità della cavità acetabolare (Fig. 3.11).

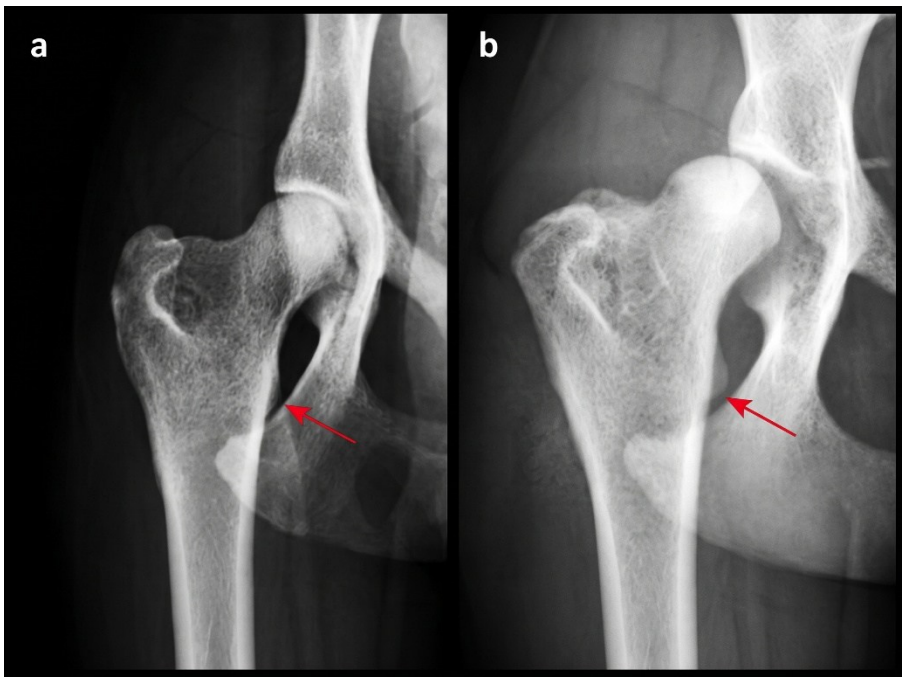


(Figura 3.11 – Radiogramma in proiezione ventro-dorsale che mette in evidenza il grado di profondità dell'acetabolo. A) anca normostrutturata in cui l'acetabolo accoglie il 70% della testa femorale. B) soggetto displasico in cui il riempimento della fossa acetabolare ha enormemente ridotto la profondità acetabolare. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)

In questa proiezione deve essere valutata anche la morfologia della testa del femore. Si valuta la conformazione della testa del femore che si presente, nei soggetti con anche sane, di forma rotondeggiante e con un profilo netto. Nei soggetti affetti da displasia si evidenzia un vario grado di appiattimento della superficie articolare dorsale. La testa del femore appare piatta e non più di forma rotondeggiante (Fig. 3.12). Nello studio radiografico in proiezione ventro-dorsale si studia anche la conformazione del piccolo trocantere. Il piccolo trocantere, se particolarmente evidente in radiografia, può essere indice di una sublussazione della testa del femore o di un difetto di torsione del femore. La maggiore evidenza del piccolo trocantere è data dall'eccessiva trazione esercitata dal muscolo piccolo psoas in situazioni di sublussazione o eccessiva torsione (Fig. 3.13).



(Figura 3.12 – Radiogramma in proiezione ventro-dorsale che evidenzia alterazioni della testa del femore. A) anca normostrutturata in cui la testa del femore presenta una forma circolare e un profilo netto, la freccia rossa evidenzia in modo netto la *fovea captis*. B) anca displasica in cui la testa del femore appare appiattita. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)



(Figura 3.13 – Radiogramma in proiezione ventro-dorsale in cui viene messo in evidenza il profilo del piccolo trocantere. A) soggetto con anca normostrutturata in cui si può apprezzare l'apice del piccolo trocantere. B) il piccolo trocantere è particolarmente evidente ed evidenzia un quadro di difetto torsionale della porzione prossimale del femore. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)

Devono essere considerate delle problematiche relative alla razza del cane. Nella proiezione ventro-dorsale ad arti tesi razze predisposte, come il Bulldog Inglese e altre razze con conformazione strutturale simile,

mostrano spesso un bacino con una conformazione marcatamente anomala. Infatti, le ali dell'ilo appaiono proiettate con una forma eccessivamente arrotondata, assumendo il caratteristico aspetto a "farfalla", mentre il bacino, nel suo complesso, assume una forma triangolare con ischi di dimensioni ridotte. Le alterazioni descritte sono il risultato di una deformità torsionale in cui l'emibacino risulta extraruotato sul proprio asse longitudinale. Questa extrarotazione dell'emibacino comporta, nello studio radiografico, una retroversione dell'acetabolo. In pazienti con anche normo strutturate l'apertura acetabolare presenta una antiversione fisiologica, mentre, in soggetti con conformazione del bacino anomala come i Bulldog si osserva una retroversione, la quale comporta una severa riduzione funzionale della copertura dorsale dell'acetabolo sulla testa del femore. La conformazione anomala esacerba l'instabilità articolare, aggravando la lassità dell'articolazione precoce. Il tutto predispone la testa del femore alla sublussazione o alla lussazione completa. In radiografia la presenza di retroversione dell'acetabolo è resa evidente dal "segno dell'incrocio"[12]. In condizioni morfologiche normali il margine dorsale dell'acetabolo sporge lateralmente rispetto al margine ventrale. Nei pazienti soggetti a retroversione le proiezioni dei due margini si incrociano: il margine ventrale proietta in modo maggiormente laterale rispetto al margine dorsale nella porzione craniale dell'acetabolo. l'acetabolo, in presenza del COS l'acetabolo assume un caratteristico aspetto radiografico bilobato. Questo aspetto radiografico è anche associato a una combinazione di bordo acetabolare dorsale ipoplastico e deformità torsionale. In presenza di deformità torsionale dell'emibacino è possibile osservare una marcata sovrapposizione tra il ramo acetabolare del pube, il margine craniale del foro otturatorio e la spina ischiatica.

[12]Definito con il termine anglosassone di Crossover Sign (COS). Rappresenta un reperto radiografico fondamentale per l'identificazione della retroversione acetabolare sulla proiezione ventro-dorsale del bacino. (A. Volta et al.: Pelvis and hip joint development in English Bulldogs. Vet Comp Orthop Traumatol 1/2010).

Proiezione ventro-dorsale con arti flessi

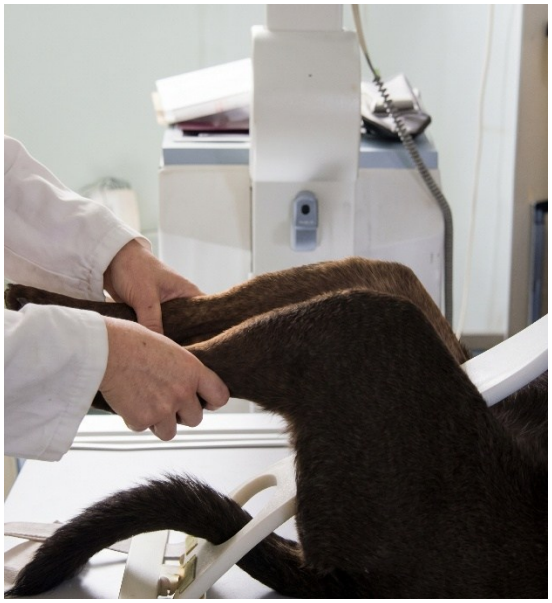
In questa tecnica il posizionamento del paziente prevede sempre il decubito dorsale ma gli arti posteriori sono semiflessi per ottenere la distrazione dell'articolazione. Esistono diverse metodiche per affrontare la proiezione ventro-dorsale con distrazione.

Una metodica è definita proiezione di Badertcher[13], in cui i femori, tenuti in parallelo tra di loro, prevedono una flessione di circa 60° con il piano del tavolo, le tibie si devono presentare parallele tra loro e parallele al piano del tavolo. Viene applicata una pressione alle tibie in direzione mediale. Il distrattore viene applicato tra i femori e funge da fulcro delle forze, provocando la dislocazione laterale delle teste dei due femori nei cani, la dislocazione delle teste dei femori mette in evidenza la lassità dell'articolazione. Se questa dislocazione avviene, il paziente viene considerato un soggetto predisposto allo sviluppo della displasia dell'anca.

Il metodo diagnostico PennHip[14] migliora la sensibilità radiografica per la valutazione delle articolazioni coxo-femorali nei soggetti giovani. Questo metodo viene utilizzato per rilevare e quantificare con maggiore accuratezza la presenza di lassità articolare in articolazioni che appaiono radiograficamente normali nella proiezione ventro-dorsale standard. In questa tecnica si fa ricorso a due proiezioni radiografiche ottenute mediante compressione e distrazione delle anche. L'animale viene posto in decubito dorsale, con ausilio di culla per il posizionamento e di distrattore per le anche, e gli arti posteriori sono tenuti in modo da ottenere un angolo di circa 90° con le ginocchia, in questo modo i femori sono posti perpendicolarmente al piano della pelvi, mentre le tibie sono in parallelo tra di loro e con l'asse della pelvi (Fig. 3.14).

[13] Utilizzata per la prima volta in uno studio radiografico delle anche condotto all'università della Georgia da Badertscher. Utilizzata per migliorare la valutazione del grado di sublussazione dorsolaterale della testa del femore. (R. R. Badertscher. 1977).

[14] Messo a punto da Smith e collaboratori nel 1990 per la valutazione del grado di lassità passiva presente nelle articolazioni coxo-femorali dei cani displasici (Smith GK 1990).



(Figura 3.14 – in immagine viene mostrato il corretto posizionamento del paziente per eseguire una radiografia in proiezione ventro-dorsale con le anche in distrazione. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)

Grazie a questa posizione si esteriorizza il massimo grado possibile di lassità articolare, se presente, e si previene l'eventuale torsione della capsula articolare provocata dall'estensione degli arti posteriori. La prima proiezione si ottiene mediante la compressione degli arti posteriori. Questo permette di alloggiare pienamente le teste femorali all'interno degli acetaboli (Fig. 3.15). La seconda proiezione si ottiene utilizzando il distrattore, posto tra le cosce e spinto contro la pelvi. Viene esercitata sulle ginocchia una pressione mediale per ottenere la distrazione laterale delle teste dei due femori (Fig. 3.16). Sul radiogramma si ottiene una serie di cerchi concentrici che rappresentano i centri geometrici delle due teste femorali e dei due acetaboli. In un paziente con anche sane si ottengono, nella proiezione in compressione, una sovrapposizione dei centri geometrici di testa femorale e di acetabolo, mentre i cerchi corrispondenti sono concentrici. Nel radiogramma in distrazione, sempre in delle anche normo strutturate, si osservano i due centri geometrici separati. È possibile misurare la distanza tra i due centri e questa misura risulta essere una misura diretta della lassità dell'anca. Da questa misura si ricava l'indice di distrazione (DI[15]), ottenuto mediante la seguente formula:

[15] DI = Distraction Index (Smith GK 1990)

DI=d/r

Dove “d” è la misura della distanza tra i due centri geometrici di testa del femore e acetabolo, mentre “r” è il raggio della testa del femore (Fig. 3.17). Il valore DI è un valore che varia da 0 a 1: più si è vicini allo 0 e minore è il grado di lassità dell’articolazione, al contrario, maggiormente ci si avvicina a 1 e maggiore sarà il grado di lassità articolare data dalla minore copertura acetabolare della testa del femore. L’indice di distrazione ottenuto durante la proiezione in compressione è indicatore del riempimento acetabolare da parte della testa del femore. L’indice di distrazione ottenuto durante la proiezione in distrazione indica, invece, il grado di lassità articolare passiva. Il valore DI viene utilizzato per determinare la probabilità di sviluppare la CHD e il futuro sviluppo di osteoartrite. In cani con un DI < 0,3 a 4 mesi di età difficilmente si avrà lo sviluppo di osteoartrosi, anche in presenza di predisposizione alla displasia. Un valore di DI compreso tra 0,3 e 0,7 è un valore incerto ovvero, gli animali con questo valore a 4 mesi di età rimangono in un limbo di incertezza sullo sviluppo futuro della malattia articolare degenerativa. Animali che presenta, invece, un indice di distrazione DI>0,7 sono animali che hanno una probabilità prossima al 100% di sviluppare osteoartrosi.

Un’ulteriore metodologia di distrazione è definita Tecnica Flickinger[16]. Questa tecnica prevede il paziente in decubito dorsale con i femori posizionati a formare un angolo di 60° con il tavolo radiografico. Vengono abdotte le ginocchia e si esercita una spinta manuale in direzione craniodorsale, utilizzando le tibie come leve. Ne risulta una dislocazione craniale, dorsale e laterale delle teste dei femori in caso di instabilità dell’articolazione coxo-femorale. Questa metodologia mima la contrazione subita dall’articolazione in posizione fisiologica. In questa tecnica non si parla di indice di distrazione ma di indice di sublussazione. La misurazione dell’indice di sublussazione la i range di riferimento sono sovrapponibili a quelli utilizzati per l’indice di distrazione proposti dal metodo PennHip.

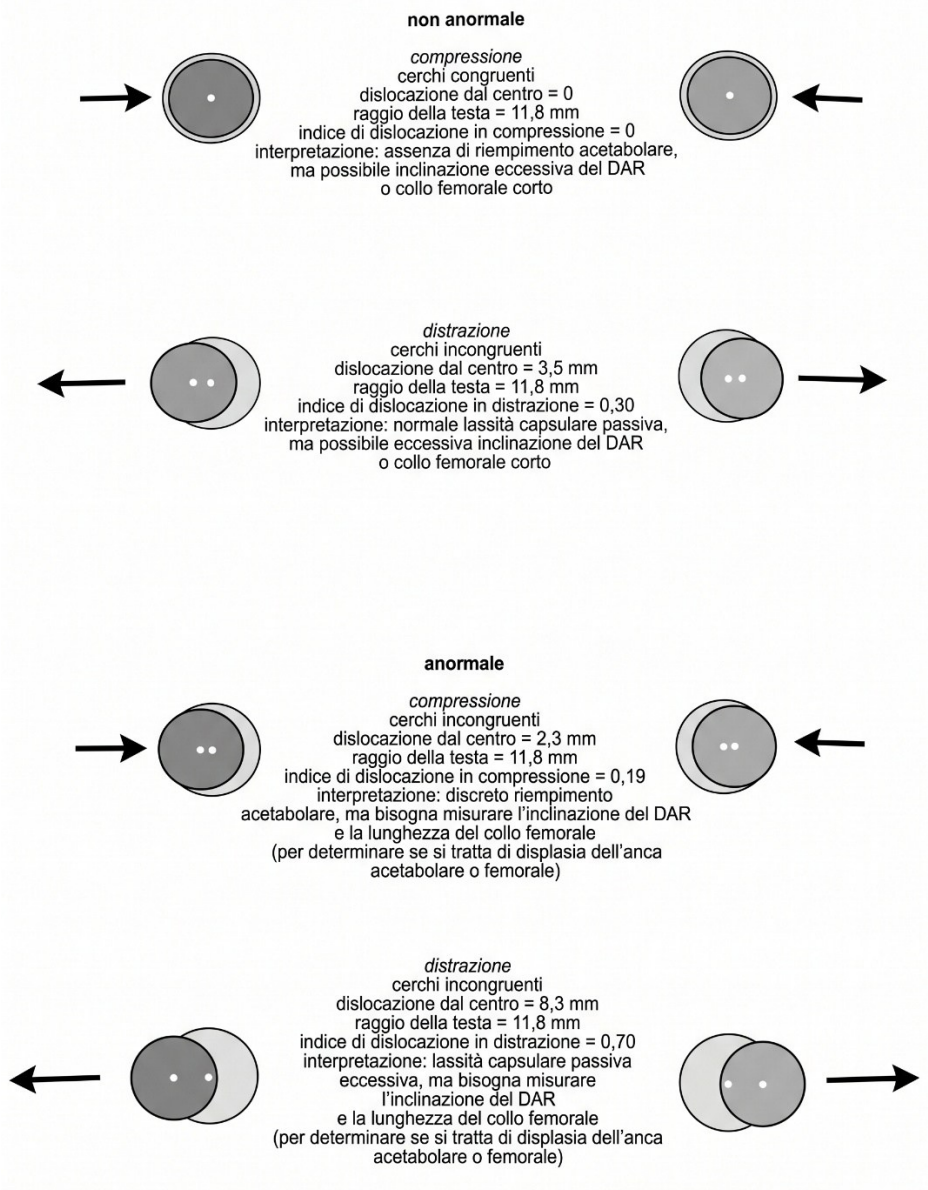
[16] Proposta da Fluckinger nella Scuola veterinaria di Zurigo nel 2001. Metodologia i cui risultati sono comparabili a quelli del metodo PennHip. (Fluckiger MA et al.1999)



(Figura 3.15 – Radiogramma del bacino in proiezione ventro-dorsale con anche in compressione. Immagine presa da Patologie articolari del cane e del gatto. F.F. Martini et al. 2006)



(Figura 3.16 – Radiogramma del bacino in proiezione ventro-dorsale con anche in distrazione. Immagine presa da Patologie articolari del cane e del gatto. F.F. Martini et al. 2006)



(Figura 3.17 – Illustrazione schematica per l'interpretazione dell'esame radiografico in compressione e in distrazione. La prima coppia di didascalie si riferisce a uno studio radiografico eseguito in un paziente con anche normo strutturate. La seconda coppia si riferisce a uno studio radiografico condotto in un paziente affetto da displasia dell'anca. Immagine presa da Patologie articolari del cane e del gatto. F.F. Martini et al. 2006)

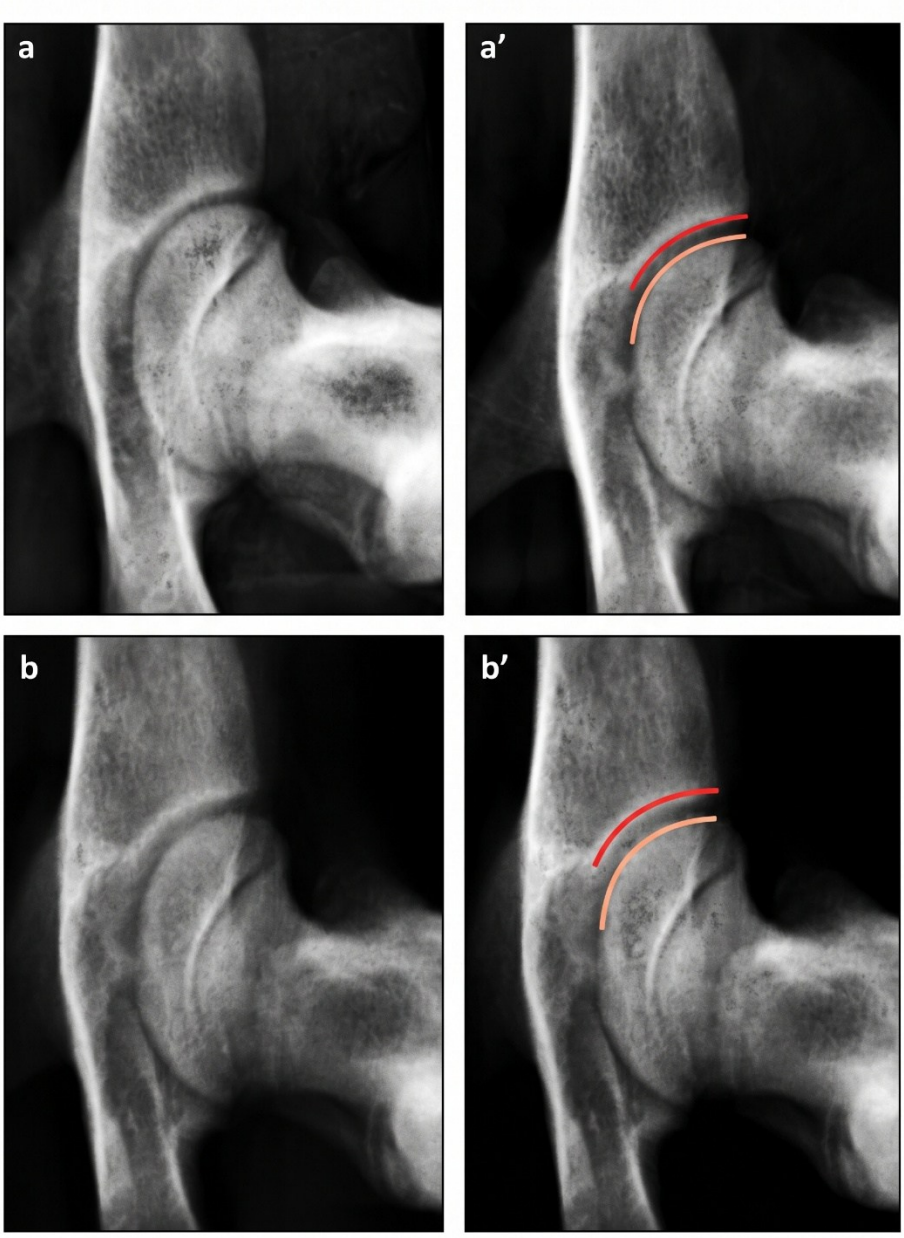
Proiezione ventro-dorsale con zampe a rana

Questa proiezione permette di valutare la profondità dell'acetabolo e di evidenziare i primi segni di artrosi. Come primi segni di artrosi si può osservare un'iniziale formazione di osteofiti sulla testa e sul collo del femore. il paziente viene posizionato in decubito dorsale, flettendo al massimo i due arti inferiori e abducendoli in modo che le ginocchia siano

laterali alle ultime coste (Fig. 3.18). Si mantiene un angolo di 45° affinché non si verifichi la fuoriuscita delle teste femorali dall'acetabolo. In questo modo le teste femorali sono forzatamente contenute all'interno degli acetaboli. In pazienti con anche normostrutturate si osserva la testa del femore adeguatamente contenuta all'interno dell'acetabolo. Al contrario, in pazienti displasici si osserva un aumento della distanza tra la testa del femore e l'acetabolo, la testa del femore non è quindi totalmente contenuta all'interno della cavità acetabolare e si possono riscontrare fenomeni di osteofitosi sul margine acetabolare dorsale, sul collo del femore e sulla interlinea articolare. Il riempimento dell'acetabolo, da parte della proliferazione osteofitica, viene accentuato progressivamente con l'aggravarsi della condizione displasica (Fig. 3.19).



(Figura 3.18 – Radiogramma dell'articolazione coxo-femorale in proiezione ventro-dorsale con zampe a rana. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)



(Figura 3.19 – radiogramma dell'articolazione coxo-femorale in proiezione ventro-dorsale con zampe a rana. Questo radiogramma mostra la valutazione del riempimento acetabolare. Nei radiogrammi A e A' lo spazio articolare tra l'acetabolo, rappresentato dalla linea rossa, e la testa del femore, rappresentata dalla linea arancione, è sottile e uniforme, il che indica un'anca normostrutturata. Nei radiogrammi B e B' lo spazio articolare tra le due linee è aumentato, segno di inizio del processo patologico del riempimento acetabolare. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)

Proiezione latero-laterale

Questa proiezione prevede di posizionare il pazienta in decubito laterale (Fig. 3.20); il decubito sarà destro nel caso in cui si debba indagare l'anca sinistra o sinistro nel caso in cui si debba indagare l'anca destra. Il femore controlaterale dell'anca da indagare deve essere spostato cranialmente per evitare di avere sovrapposizione degli arti. È necessario ottenere la sovrapposizione delle ali iliache per poter valutare correttamente il piano sagittale della colonna vertebrale nel tratto lombo-sacrale. Per ottenere un allineamento corretto delle ali iliache si posiziona un cuscinetto di gomma piuma al di sotto dello sterno e un altro cuscinetto tra i due femori (Fig. 3.21).

La proiezione in posizione latero-laterale risulta utile per la diagnosi differenziale con delle patologie lombosacrali, tra cui: discospondilite, spondilartrosi, stenosi degenerativa lombo-sacrale e osteocondrite dissecante dell'osso sacro. Tramite questa proiezione si possono osservare tre strutture concentriche distinte: osso sub-condrale femorale, il quale appare come una linea bianca (radiopaca) nel radiogramma; la cartilagine articolare è rappresentata da una linea nera (radiotrasparente) in radiografia; l'osso subcondrale dell'acetabolo appare in radiografia radiopaco. In anche normo strutturate queste strutture appaiono concentriche, circolari e sottili, mentre, negli animali displasici, si hanno alterazioni articolari e rimodellamento osseo, i quali sono responsabili di un cambiamento di queste tre strutture, le quali non appaiono più radiograficamente distinguibili l'una dall'altra. Nei soggetti displasici a livello del bordo acetabolare dorsale si ha erosione ossea, la quale si accompagna ad una riduzione della radiopacità. Anche l'erosione della cartilagine articolare, che porta a una riduzione dello spazio articolare tra testa del femore e acetabolo, si accompagna a un aumento della radiopacità della zona.



(Figura 3.20 – Radiogramma del bacino in proiezione latero-laterale. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)



(Figura 3.21 – in immagine si ha il posizionamento del paziente sul tavolo radiologico con ausilio di sacchi di sabbia per mantenere la corretta posizione per la proiezione latero-laterale. Immagine presa da La displasia dell'anca nel cane di E. Panichi et al. 2015)

Proiezione DAR

In questa posizione il paziente viene posto in decubito ventrale con il torace posizionato all'interno della culla per il posizionamento (Fig. 3.22). Gli arti posteriori vengono estesi in direzione craniale, posizionando i femori saldamente addossati alle pareti laterali di addome e torace. In questa posizione si hanno i muscoli caudali della coscia che entrano in tensione, determinando la verticalizzazione dell'asse del bacino e il contatto delle tuberosità ischiatiche con il piano del tavolo (Fig. 3.23). In questa posizione il fascio radiogeno deve essere centrato sulle ali dell'ileo e deve risultare parallelo all'asse del bacino. Questo posizionamento determina la sovrapposizione dell'ileo, dell'ischio e dell'acetabolo nel radiogramma.

La proiezione DAR permette la visualizzazione del settore acetabolare in sezione. Si può, inoltre, valutare il grado di inclinazione e di integrità del bordo acetabolare dorsale. Risulta una proiezione molto importante nella diagnosi precoce di displasia acetabolare dell'anca. Nei soggetti displasici la presenza di un'inclinazione acetabolare maggiormente pronunciata può creare una spinta dorsolaterale della testa del femore compressa contro l'acetabolo durante il posizionamento. La modificazione dell'inclinazione del margine acetabolare dorsale può essere dovuta a un'eccessiva maldistribuzione delle forze peso nei cuccioli, maggiormente influenzata se il cucciolo risulta sovrappeso. In soggetti con anche normo strutturate il margine acetabolare dorsale appare netto e appuntito, la testa del femore appare completamente accolta all'interno della cavità acetabolare. L'articolazione è quindi perfettamente congruente e il margine acetabolare dorsale porta a un'adeguata copertura della testa del femore.

Sulla proiezione così ottenuta si misura l'angolo DAR[17], il quale viene utilizzato per valutare l'inclinazione dell'acetabolo, il quale è fisiologicamente inferiore o uguale a 7,5°. La migliore conformazione del bacino è quella che presenta un angolo DAR che si avvicina il più possibile

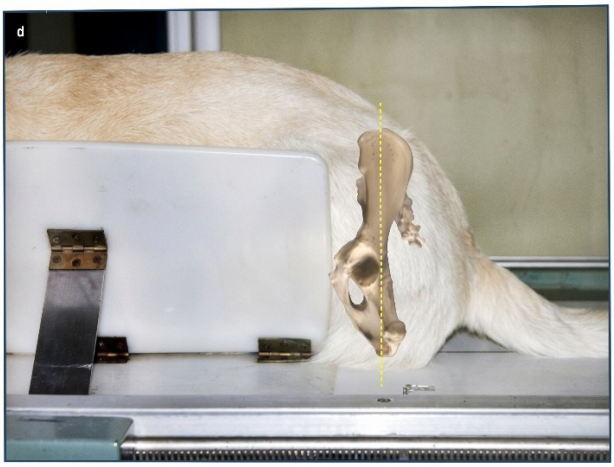
[17] Chiamato anche angolo di inclinazione del bordo acetabolare dorsale. È l'angolo compreso tra la linea perpendicolare al piano sagittale mediano e la linea tangente al bordo acetabolare dorsale nel punto di contatto più laterale con la testa del femore. (Slocum B. 1896).

a 0°. Angoli superiori a 7,5° sono indicativi di un'eccessiva inclinazione (Fig. 3.24).

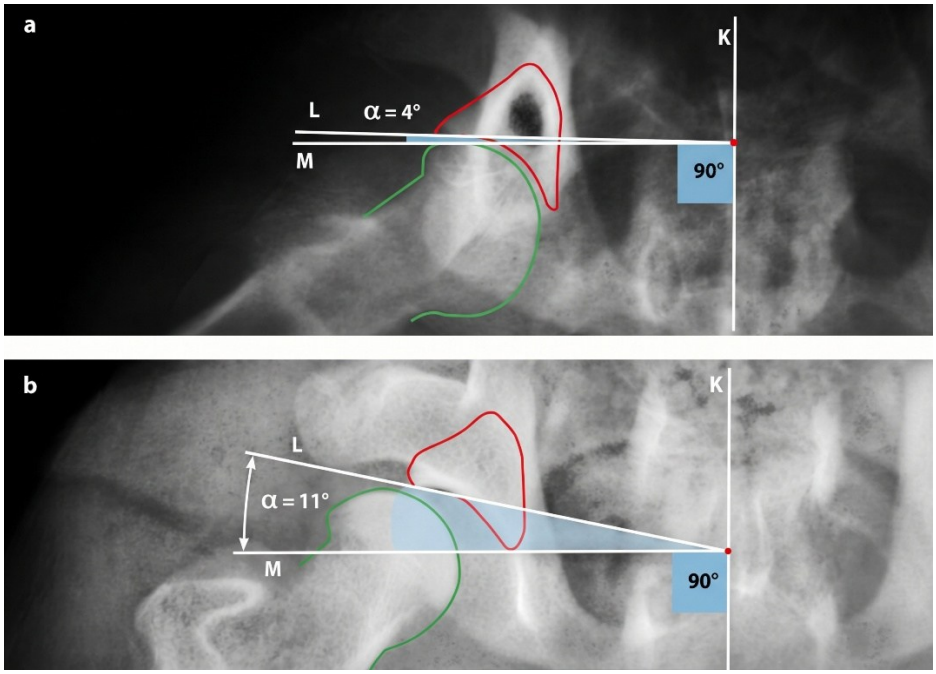
La proiezione DAR di un'anca di un paziente displasico mette in evidenza la sclerosi del margine acetabolare. Come conseguenza delle frequenti sublussazioni della testa del femore la forma del labbro acetabolare assume una conformazione smussata e consumata. La superficie articolare diventa incongruente e si ha la presenza di formazioni osteofitiche sulla rima acetabolare dorsale. La proiezione DAR è frequentemente utilizzata per valutare la conformazione dell'articolazione coxo-femorale nei pazienti che vengono sottoposti a osteotomia correttiva.



(Figura 3.22 – Posizionamento del paziente per eseguire lo studio radiografico in proiezione DAR. I garretti sono posizionati all'interno della culla per il posizionamento per riuscire a verticalizzare l'asse del bacino.)



(Figura 3.23 – veduta laterale del paziente posizionato per eseguire lo studio radiografico in proiezione DAR. Nella posizione ideale per eseguire la radiografia si ha il fascio radiogeno parallelo all'asse del bacino, rappresentato dalla linea gialla.)



(Figura 3.24 – nel radiogramma sono evidenziati gli angoli utilizzati per calcolare l'angolo DAR. Nell'immagine A l'angolo DAR è di 4°, che corrisponde a un'anca normostrutturata. Nell'immagine B, invece, l'angolo è di 11° e rappresenta l'angolo di un'anca soggetta a displasia.)

CAPITOLO IV

LINEE GUIDA NELLA DIAGNOSI UFFICIALE DI DISPLASIA DELL'ANCA

PARTE UNO: ENTI ACCREDITATORI

La displasia dell'anca canina (Canine Hip Dysplasia, CHD) costituisce una delle più note e diffuse patologie ortopediche dello sviluppo a eziologia multifattoriale e determinismo genetico quantitativo. Mentre la diagnosi precoce o clinica ha scopi prettamente terapeutici e prognostici sul singolo individuo, la diagnosi ufficiale risponde a una duplice esigenza: valutare la conformazione anatomica definitiva delle anche e l'eventuale presenza di patologia articolare degenerativa nei soggetti candidati alla riproduzione, al fine di ridurre la frequenza allelica dei geni predisponenti nella popolazione canina; attestare in modo oggettivo, non contestabile e verificabile lo stato delle articolazioni coxo-femorali, fornendo un documento con valore ufficiale inserito nei registri genealogici di razza.

Esistendo, ad oggi, diversi enti accreditatori è necessario garantire uniformità e riproducibilità tra i diversi operatori. A tal fine è necessario che la diagnosi ufficiale sia subordinata a dei criteri tecnici. L'identificazione certa dell'animale è fondamentale per poter eseguire correttamente l'indagine diagnostica. Per l'identificazione corretta è necessario verificare la presenza di microchip identificativo e che questo corrisponda con il certificato genealogico ufficiale[18]. Ai fini della diagnosi ufficiale si richiede che il numero identificativo dell'animale sia impresso in modo permanente sul radiogramma o inseriti all'interno dei metadati del file digitale DICOM[19]. Per eseguire lo studio radiografico per la displasia dell'anca è richiesta un'età minima del cane. Per la maggior parte delle

[18] Il certificato genealogico ufficiale, chiamato comunemente pedigree, in Italia è gestito dall'ENCI ((Ente Nazionale della Cinofilia Italiana). Le condizioni genealogiche per la commercializzazione degli animali di razza sono regolamentate dal Decreto Legislativo 30 dicembre 1992, n. 529 e successive modifiche, che recepisce la direttiva comunitaria 91/174/CEE del 25 marzo 1991. (Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale n. 7 dell'11 gennaio 1993, Supplemento Ordinario n. 6).

[19] DICOM (Digital Imaging and COmunications in Medicine) è lo standard internazionale di riferimento per la gestione, l'archiviazione, la stampa e la trasmissione di immagine biomediche. (https://www.dicomstandard.org/)

razze canine l'età minima, stabilita dai regolamenti internazionali stilati dalla FCI[20], è di 12 mesi. Tuttavia, nelle razze giganti o a sviluppo tardivo l'età minima viene spostata a 15/18 mesi in quanto i nuclei di accrescimento e la morfologia acetabolare si stabilizzano tardivamente. La soglia d'età minima serve a escludere eventuali falsi negativi, dati dal fatto che la comparsa di rimodellamenti osteoartrosici secondari alla lassità richiede tempo per essere radiograficamente apprezzabile. Lo studio radiografico per la diagnosi ufficiale impone la sedazione profonda o l'anestesia generale dell'animale in quanto il tono muscolare in animali non correttamente sedati o vigili impedisce il corretto posizionamento sul tavolo radiografico e annulla per compressione la naturale lassità articolare, andando a mascherare eventuali instabilità articolari e diminuendo l'accuratezza del referto diagnostico. La proiezione radiografica da seguire durante lo studio deve corrispondere a ciò che viene richiesto dall'ente accreditatore a cui si fa riferimento durante la diagnosi ufficiale.

FCI (Fédération Cynologique Internationale)

Nel panorama cinofilo e ortopedico-veterinario internazionale, la FCI (Fédération Cynologique Internationale) rappresenta la massima autorità internazionale preposta all'indirizzo zootecnico e alla standardizzazione dei protocolli di accertamento sanitario per le razze canine riconosciute. Il controllo della displasia dell'anca (Canine Hip Dysplasia, CHD) è coordinato direttamente dalla Commissione Scientifica della FCI (FCI Scientific Commission), organo collegiale composto da specialisti in radiologia, ortopedia e genetica veterinaria. Il mandato primario della FCI in qualità di ente accreditatore non consiste nella lettura diretta delle singole radiografie, il cui compito ricade sulle centrali di lettura, bensì nella definizione vincolante delle linee guida procedurali, dei criteri di

[20] FCI: Fédération Cynologique Internationale. Ente cinologico internazionale riconosciuto da 101 paesi divisi in tre settori: Europa; Americhe e Caraibi; Asia, Africa e Oceania. Ogni paese è rappresentato da una società affiliata a sua volta riconosciuta dalla FCI. Il compito principale è quello di garantire l'uniformità, la tutela e il miglioramento delle razze canine a livello mondiale, coordinando l'attività delle organizzazioni cinofile nazionali affiliate. (Fédération Cynologique Internationale (FCI), portale istituzionale ufficiale: https://www.fci.be)

calibrazione tecnica e del sistema di classificazione fenotipica a cui tutti i Paesi membri e le organizzazioni affiliate (tra cui l'ENCI in Italia) devono conformarsi per garantire il mutuo riconoscimento delle certificazioni genealogiche.

Per essere considerato valido ai fini della diagnosi ufficiale, la FCI richiede che vengano seguiti i suoi standard di esecuzione. Il paziente deve essere tassativamente posto in anestesia generale o in sedazione profonda. La proiezione radiografica richiesta è la proiezione ventro-dorsale ad arti tesi. L'animale deve essere posizionato in decubito dorsale all'interno di una culla di posizionamento e con il fascio radiogeno centrato sull'apice del bacino. Gli arti posteriori devono essere intraruotati ed estesi caudalmente fino a risultare reciprocamente paralleli, paralleli all'asse del tavolo radiologico e perpendicolari all'asse della colonna vertebrale. L'intrarotazione deve garantire una perfetta sovrapposizione delle rotule al centro dei rispettivi solchi trocleari femorali. La FCI richiede dei criteri di accettabilità, i quali prevedono che il fotogramma includa l'intero bacino (fino alle vertebre lombari L6-L7) e la perfetta simmetria del bacino. La perfetta simmetria del bacino è ottenuta nel momento in cui le ali iliache e i forami otturatori presentino forma e calibro identici.

Per la valutazione del grado di displasia dell'articolazione coxo-femorale la procedura prevista dalla FCI prevede di valutare il grado di copertura articolare e la presenza di eventuali alterazioni osteoartrosiche secondarie. La valutazione del grado di copertura articolare prevede la misurazione dell'angolo di Norberg.

La seguente tabella espone i gradi di displasia correlati ai rispettivi angoli di Norberg e ai reperti morfologici riscontrabili nei radiogrammi:

Grado	Definizione Ufficiale FCI	Angolo di Norberg	Reperti morfologici
Grado A	Nessun segno di displasia	Angolo maggiore o uguale a 105°	Testa del femore ben centrata; rima acetabolare dorsale uniforme; assenza di malattia articolare degenerativa.
Grado B	Conformazione quasi normale o in fase di transizione	Angolo di Norberg di 105°	Testa del femore centrata, rima acetabolare dorsale divergente, lieve incongruenza dei capi articolari, assenza di osteoartrosi
Grado C	Leggera displasia	Angolo di Norberg compreso tra 100° e 104°	Testa femorale incongruente, il centro della testa del femore si ritrova sul DAR o esterno a esso, possibili segni osteoartrosici
Grado D	Media o moderata displasia	Angolo di Norberg compreso tra 90° e 100°	Marcata sublussazione della testa del femore, segni di osteoartrosi evidenti
Grado E	Grave displasia	Angolo di Norberg minore di 90°	Sublussazione o lussazione della testa femorale. Grado severo/terminale di osteoartrosi

La FCI stabilisce che la diagnosi ufficiale definitiva è determinata dal grado assegnato all'articolazione maggiormente alterata. La FCI, inoltre, interviene, attraverso la FCI Scentific Commission Appeal Board, come organo arbitrale in caso di controversie tra proprietario/allevatore dell'animale e la centrale di lettura. Il compito di questa commissione è di riesaminare i radiogrammi o ripetere lo studio radiografico per la diagnosi ufficiale.

OFA (Orthopedic Foundation for Animals)

L'OFA rappresenta l'organismo di riferimento e accreditamento primario per la certificazione e il controllo delle affezioni scheletriche ereditarie negli Stati Uniti e in Nord America. Fondata nel 1966 come fondazione privata no-profit su impulso dell'industriale, filantropo e cinofilo John M. Olin. L'OFA ha stabilito il protocollo diagnostico per il Nord America che si affianca a quello europeo FCI e a quello britannico BVA/KC.

Il modello OFA prevede tre elementi distintivi rispetto al modello FCI: età minima dei soggetti sottoposti a studio radiografico aumentata a 24 mesi; la valutazione qualitativa delle anche è affidata a tre medici veterinari specialisti; la gestione di un database epidemiologico orientato a rendere pubblici i dati sanitari della popolazione canina.

Secondo il modello OFA, un radiogramma per essere accettato e considerato valido deve rispettare gli standard procedurali codificata dall'AVMA[21]. L'OFA ha adottato la soglia dei 24 mesi per la diagnosi ufficiale di displasia dell'anca perché a questa età la quasi totalità dei processi di ossificazione e la comparsa di artrosi secondaria alla lassità si sono manifestata nei soggetti affetti da displasia dell'anca, riducendo, in questo modo, il rischio di falsi positivi. È tuttavia possibile eseguire una lettura preliminare per i soggetti di età compresa tra i 12 e i 24 mesi. Questa lettura preliminare non rilascia una certificazione ufficiale di razza ma fornisce all'allevatore una guida provvisoria. Come per il modello FCI, anche il modello OFA prevede di avere il paziente sotto anestesia generale o sedazione profonda per eseguire lo studio radiografico. La proiezione radiografica richiesta per l'OFA è la proiezione ventro-dorsale standard ad arti tesi con decubito dorsale e arti posteriori intraruotati.

Gli specialisti incaricati di valutare i radiogrammi sono medici veterinari diplomati presso l'AVCR e selezionati a rotazione da un collegio di

[21] AVMA (American Veterinary Medical Association): fondata nel 1863, è la principale associazione professionale dei medici veterinari negli Stati Uniti. Costituisce l'organismo di indirizzo deontologico e scientifico della medicina veterinaria nordamericana, accreditando i percorsi universitari e i relativi collegi di specializzazione medica (tra cui l'ACVR – *American College of Veterinary Radiology*), oltre a pubblicare le riviste scientifiche ufficiali di categoria, tra cui il *Journal of the American Veterinary Medical Association* (JAVMA). (Portale ufficiale: https://www.avma.org)

consulenti distribuiti su tutto il territorio statunitense. Lo scopo di questa continua rotazione è quello di fornire delle valutazioni sempre oggettive e indipendenti le une dalle altre. A tale scopo, per la diagnosi ufficiale di displasia, ciascuno dei tre radiologi selezionati deve fornire la propria valutazione separatamente dalle altre due e rimanendo allo scuro di eventuali letture preliminari. Il metodo OFA prevede che il singolo radiologo non si limiti alla misurazione di un solo angolo geometrico ma esegue un'analisi morfologica semi-quantitativa, calibrata sulla razza, sull'età e sul sesso del soggetto. Il medico veterinario radiologo deve prendere in esame nove distinte strutture anatomiche, le quali sono:

1) Margine acetabolare cranio-laterale
2) Margine acetabolare craniale
3) Testa del femore
4) Fovea captis (depressione d'inserzione del legamento rotondo)
5) Fossa/incisura acetabolare
6) Margine acetabolare caudale
7) Margine acetabolare dorsale
8) Giunzione tra la testa e il collo del femore
9) Fossa trocanterica

Basandosi sull'analisi morfologica di queste strutture gli specialisti sono chiamati a fornire il loro giudizio sul grado di displasia dell'anca. Il giudizio finale del grado di displasia dell'anca dell'animale viene assegnato in base alla mediana di valutazione dei tre specialisti.

La seguente tabella riporta le sette categorie diagnostiche approvate dall'OFA:

LE 7 CATEGORIE DIAGNOSTICHE DELL'OFA	
Categoria	Quadro morfologico e reperti radiografici
CONFORMAZIONI NORMALI (idonee al rilascio del certificato OFA)	
EXCELLENT	Conformazione articolare ottimale. Testa femorale sferica che si alloggia nella cavità acetabolare la quale è profonda e ben conformata. Rima articolare minima, uniforme e stretta. La copertura acetabolare dorsale e craniale sulla testa femorale è quasi completa.

GOOD	Buona conformazione complessiva. La testa femorale è ben alloggiata nell'acetabolo con adeguata copertura; si rileva tuttavia un lieve allargamento dello spazio articolare rispetto alla categoria Excellent.
FAIR	Presenza di lievi irregolarità anatomiche. La rima articolare appare più ampia a causa di una minima sublussazione della testa femorale, oppure per una modesta inclinazione del margine acetabolare dorsale. Costituisce comunque una variante normale, riscontrabile tipicamente in razze quali Shar Pei, Chow Chow e Barbone. Assenza di osteoartrosi.
CONFORMAZIONE INTERMEDIA	
BORDERLINE	Quadro radiografico inconcludente: i referti non permettono di collocare l'articolazione chiaramente né tra i fenotipi sani né tra quelli displasici, oppure non vi è accordo tra i lettori. L'OFA non assegna un grado definitivo e prescrive una nuova indagine radiografica di controllo a distanza di 6 mesi.
CONFORMAZIONI DISPLASICHE (non idonee alla riproduzione, animali esclusi dal rilascio del certificato OFA)	
MILD (lieve)	Displasia lieve. Manifesta sublussazione con parziale dislocazione della testa femorale dalla cavità acetabolare e incongruenza della rima articolare. L'acetabolo appare appiattito. Non si evidenziano rimodellamenti osteoartrosici evidenti o sono presenti minime reazioni periarticolari
MODERATE (media)	Displasia moderata. Sublussazione evidente: la testa femorale si proietta parzialmente all'esterno di un acetabolo piatto. Presenza documentata di lesioni artrosiche secondarie lungo la cervice femorale, osteofiti marginali ed evidenti rimodellamenti ossei.
SEVERE (grave)	Displasia grave. Sublussazione massiva o lussazione completa della testa femorale, che giace all'esterno di un acetabolo quasi piatto. Grave artrosi secondaria destruente: deformazione a fungo della testa, appiattimento acetabolare e sclerosi ossea diffusa.

BVA/KC (British Veterinary Association / The Kennel Club)

Il programma di controllo congiunto gestito dalla BVA (British Veterinary Association) e dal The Kennel Club (KC), noto come BVA/KC Hip Dysplasia Scheme, rappresenta il sistema ufficiale di riferimento nel Regno Unito, in Irlanda e in diversi Paesi del Commonwealth[22].

A differenza della classificazione qualitativa europea FCI (articolata in cinque gradi da A a E) e di quella nordamericana OFA (articolata in sette categorie fenotipiche), il sistema britannico si distingue per essere un metodo di valutazione quantitativo-analitico a punteggio continuo (scoring scheme). L'esame radiografico non assegna una classe alfabetica sintetica, bensì scompone l'articolazione coxo-femorale in nove parametri morfologici distinti, attribuendo a ciascuno di essi un punteggio numerico proporzionale all'entità della deviazione della struttura anatomica dalla normale fisiologia strutturale e delle alterazioni osteoartrosiche secondarie.

La diagnosi ufficiale secondo la metodologia BVA/KC è regolata da precise disposizioni tecniche. Per l'indagine ufficiale l'animale deve avere almeno 12 mesi di età. È obbligo del medico veterinario che esegue lo studio radiografico verificare il codice identificativo dell'animale e verificarne la corrispondenza con il certificato genealogico rilasciato dal The Kennel Club. Il codice identificativo dell'animale deve essere impresso sul radiogramma o incorporato nei metadati del file digitale DICOM. Le linee guida BVA/KC prevedono che il paziente sia sottoposto a sedazione profonda o anestesia generale. La proiezione richiesta è la proiezione ventro-dorsale standard ad arti tesi.

I radiogrammi eseguiti vengono valutati a Londra, presso la sede della BVA da un gruppo di medici veterinari specialisti, definiti scrutinatori (o con il termine anglosassone di Scrutineers). Questo gruppo di specialisti è

[22] Commonwealth (*Commonwealth of Nations*): associazione intergovernativa istituita formalmente nel 1949 (erede del *British Commonwealth of Nations* del 1931) che raggruppa 56 Stati sovrani indipendenti, quasi tutti storicamente legati all'ex Impero britannico. In ambito cinofilo e ortopedico-veterinario, diversi Paesi membri (in particolare Australia, Nuova Zelanda e Sudafrica) condividono una stretta affinità di standard tecnici e regolamentari con il Regno Unito, avendo recepito integralmente o adottato versioni derivate del sistema di refertazione analitico a punteggio elaborato dalla *British Veterinary Association* (BVA). (*The Commonwealth*, portale ufficiale: https://thecommonwealth.org)

composto da chirurghi ortopedici e radiologi diplomati ECVDI[23]. Le linee guida BVA prevedono che la valutazione ufficiale sia eseguita da due scrutinatori che esaminano contemporaneamente i radiogrammi. Nel caso in cui i due scrutinatori non riescano a giungere a un verdetto unanime le linee guida BVA prevedono la valutazione dei radiogrammi da parte del coordinatore del gruppo di scrutinatori.

Le due articolazioni coxo-femorali vengono valutate indipendentemente l'una dall'altra. La valutazione prevede l'attribuzione di un punteggio compreso da 0 a 6 (per il margine acetabolare caudale e il rimodellamento della testa del femore il punteggio assegnato va da 0 a 5) per ciascuna delle nove specifiche anatomiche esaminate. Un punteggio alto denota un'articolazione patologica. Viene definito esente da displasia con articolazioni coxo-femorali perfette un paziente con punteggio di 0 a destra e di 0 a sinistra.

La seguente tabella riporta le nove strutture anatomiche valuta con il range di punteggio che può essere assegnato:

[23] ECVDI (*European College of Veterinary Diagnostic Imaging*): collegio europeo di specializzazione fondato nel 1993 e accreditato dall'EBVS (*European Board of Veterinary Specialisation*). Definisce gli standard formativi e scientifici post-laurea nella diagnostica per immagini veterinaria e rilascia il titolo di Specialista Europeo (*Diplomate ECVDI*), rappresentando la massima qualifica tecnica all'interno delle commissioni specialistiche e delle centrali di lettura ufficiale per lo screening delle patologie scheletriche. (European College of Veterinary Diagnostic Imaging https://www.ecvdi.org)

Parametro anatomico valutato	Range score	Descrizione
1. Angolo di Norberg	0 - 6	Viene valutata la profondità dell'acetabolo. 0 punti per un angolo maggiore o uguale a 105°; punteggi crescenti fino a 6 punti per angoli minori di 90°.
2. Sublussazione	0 – 6	Misura la perdita di congruenza e il grado di dislocazione laterale della testa del femore dal centro dell'acetabolo. 0 punti per una perfetta congruenza circolare; 6 punti per la lussazione completa.
3. Margine acetabolare craniale	0 - 6	Indaga la forma del ciglio acetabolare craniale. 0 punti per una concavità profonda e avvolgente. Punteggio crescente in relazione all'appiattimento e alla perdita della rima acetabolare dorsale.
4. Margine acetabolare dorsale	0 - 6	Valuta la linea portante della rima acetabolare dorsale. 0 punti per una rima netta e parallela. Il punteggio aumento con l'erosione subcondrale e il rimodellamento scheletrico.
5. Labbro acetabolare craniale	0 – 6	Quantifica la comparsa di neoformazione ossea e di osteofiti marginali lungo l'apice cranio-laterale. 0 punti per un profilo osseo liscio. 6 punti per un'osteofitosi massiva.
6. Fossa acetabolare	0 - 6	Valuta la cavità interna dell'acetabolo. 0 punti per una radiotrasparenza normale. Il punteggio cresce in relazione alla deposizione di osso reattivo.
7. Margine acetabolare caudale	0 - 5	Esamina l'insorgenza di osteofiti o presenza di beccature ossee sul labbro ischiatico caudale della coppa acetabolare.
8. Esostosi della testa e del collo del femore	0 - 6	Esamina la presenza di nuovo osso reattivo lungo la giunzione tra la testa e il collo del femore. 0 punti per un profilo liscio. 6 punti per la presenza di un collare osteofitico marcato.
9. Rimodellamento della testa del femore	0 - 5	Esamina la perdita della sfericità della testa del femore. 0 punti per un profilo perfettamente sferico. Il punteggio sale con l'appiattimento, la deformità a fungo o microfratture.
Totale massimo per articolazione (6+6+6+6+6+6+5+6+5) = 53 punti. Totale combinato massimo (anca dx + anca sx) = 106 punti		

PARTE DUE: IL RUOLO DELLE CENTRALI DI LETTURA UFFICIALI IN ITALIA

Nel modello organizzativo italiano per il controllo della displasia dell'anca (Canine Hip Dysplasia, CHD) le centrali di lettura ufficiali costituiscono il fulcro tecnico-scientifico deputato alla valutazione diagnostica e all'omologazione dei radiogrammi. Il loro ruolo è disciplinato dalle normative emanate dall'ENCI (Ente Nazionale della Cinofilia Italiana), ente vigilato dal MASAF[24] (Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste), in recepimento delle linee guida della Commissione Scientifica della FCI (Fédération Cynologique Internationale). Le centrali di lettura sono fondamentali per garantire la terzietà e imparzialità del giudizio diagnostico. In Italia sono presenti due centrali di lettura ufficiali riconosciute dall'ENCI e dalla FCI.

FSA (Fondazione Salute Animale)

La FSA costituisce una delle due centrali di lettura ufficiale per la diagnosi ufficiale di displasia dell'anca riconosciute dall'ENCI. Fondata a Cremona nel 1996, nata come fondazione senza fini di lucro promossa dalla SCIVAC[25]. È riconosciuta formalmente dall'ENCI e dalla FCI, la FSA opera in conformità con il disciplinare per il controllo ufficiale della displasia dell'anca e della displasia del gomito dei cani di razza iscritti al libro genealogico approvato con Decreto Ministeriale MASAF. La FSA agisce come organo tecnico imparziale nella valutazione dei radiogrammi per la diagnosi ufficiale.

Lo studio radiografico da sottoporre alla FSA deve essere eseguito da un Medico Veterinario Referente Abilitato. Questa abilitazione comporta un

[24] Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MASAF / ex MiPAAF). *Disciplinare per il controllo ufficiale della displasia dell'anca e della displasia del gomito dei cani di razza iscritti al libro genealogico*. (Decreto Ministeriale n. 20668 e successive modifiche approvate con nota ENCI n. 12577).

[25] SCIVAC (*Società Culturale Italiana Veterinari per Animali da Compagnia*): fondata nel 1984 con sede a Palazzo Trecchi (Cremona), è la principale associazione scientifica e formativa medico-veterinaria per i piccoli animali in Italia, federata a livello europeo e mondiale con FECAVA e WSAVA. In ambito ortopedico e zootecnico, la SCIVAC ha svolto un ruolo determinante promuovendo nel 1996 la nascita della *Fondazione Salute Animale* (FSA), istituita come centrale terza e autonoma per lo screening delle malattie scheletriche ereditarie, e curando i corsi formativi per l'accreditamento dei medici veterinari fiduciari referenti su scala nazionale. (sito SCIVAC: https://www.scivac.it).

corso di formazione obbligatorio per ottenere la qualifica di referente. Il corso di formazione abilita i professionisti a eseguire correttamente il posizionamento radiografico, valutare adeguatamente i criteri geometrici di simmetria, rilevare eventuali artefatti tecnici e all'adempimento delle procedure burocratico-legali.

La FSA accetta i radiogrammi solo se questi rispettano le disposizioni previste dagli articoli 8,9 e 10 del Disciplinare del Libro Genealogico. Gli animali devono essere correttamente identificati tramite microchip identificativo e il codice identificativo deve corrispondere a quello riportato sul certificato genealogico originale. Sul radiogramma o sul file DICOM, in base al formato che viene inviato alla centrale di lettura, devono essere inseriti il numero di microchip, il numero di riferimento del certificato genealogico, il sesso, la data di nascita, la data di esecuzione dello studio radiografico e l'indicatore di lateralità anatomica. Lo studio radiografico deve essere eseguito esclusivamente in sedazione profonda o anestesia generale. È richiesto, da parte della FSA, ai medici veterinari che eseguono lo studio di allegare uno specifico modulo di anestesia, in cui devono essere indicati i principi attivi, i dosaggi e la via di somministrazione utilizzati. La documentazione che accompagna lo studio radiografico deve contenere una dichiarazione sottoscritta dal proprietario in cui si attesta che il cane, per quanto a conoscenza del proprietario, non è mai stato sottoposto a interventi chirurgici finalizzati a correggere o mascherare la displasia dell'anca. L'età minima per eseguire lo studio radiografico è quella definita dalla FCI, ovvero di 12 mesi per la maggior parte delle razze e 15/18 mesi per le razze giganti o a sviluppo tardivo.

L'iter valutativo della commissione FSA prevede quattro fasi: la prima fase consiste nella validazione tecnica preliminare, ovvero viene verificata la simmetria del bacino tramite la sovrapposizione dei forami otturatori, viene verificato il parallelismo tra il femore e il centro della rotula e la valutazione della penetrazione del fascio primario radiogeno che deve essere idonea; la seconda fase prevede la misurazione geometrica e la misurazione dei punti di repere anatomici tramite la determinazione del centro geometrico della testa del femore, la misurazione goniometrica dell'angolo di Norberg-Olsson, la valutazione della congruenza e

l'ampiezza dello spazio articolare e la valutazione della posizione del centro della testa del femore rispetto al DAR; la terza fase prevede la valutazione degenerativa subclinica e artrosica tramite l'ispezione del ciglio acetabolare cranio-laterale e la rilevazione di osteofitosi marginale periarticolare e rimodellamento a fungo della testa del femore; la quarta fase prevede l'emissione del giudizio e del grado di displasia rilevata.

La seguente tabella riporta il modello di valutazione utilizzato dalla FSA:

Grado	Sottogradi di certificazione e descrizione.
Grado A (esente da displasia)	A1: ottima conformazione anatomica e angolo di Norberg maggiore o uguale a 105°. A2: articolazione anatomicamente normale e congruente, ma con profondità acetabolare lievemente inferiore al grado A1. Angolo di Norberg maggiore o uguale a 105°.
Grado B (articolazione quasi normale o in fase di transizione)	B1: lieve incongruenza articolare con angolo di Norberg maggiore o uguale a 105°. B2: ottima congruenza articolare ma con angolo di Norberg leggermente inferiore a 105°. Assenza totale di segni artrosici.
Grado C (leggera displasia)	C1: incongruenza evidente con angolo compreso tra 100° e 105°, si osserva appiattimento del margine craniale e lo spostamento del centro della testa del femore sul DAR. Non si ha presenza di artrosi strutturata. C2: sublussazione lieve, associata a reperti osteofitici iniziali. Angolo di Norberg compreso tra 100° e 105°.
Grado D (media displasia)	D1: sublussazione manifesta con angolo compreso tra 95° e 100°. Si ha iniziale rimodellamento della testa del femore D2: severa incongruenza con angolo prossimo a 90°. Si hanno diffuse alterazioni artrosiche intorno alla testa del femore e intorno all'acetabolo.
Grado E (grave displasia)	E1: lussazione completa o sublussazione massiva con angolo di Norberg inferiore a 90°. L'acetabolo è gravemente deformato. E2: quadro di distruzione articolare in stadio terminale, si ha deformazione a fungo della testa del femore, si ha marcata osteosclerosi, eburneazione e osteofitosi massiva. Angolo di Norberg inferiore a 90°.

Ce.Le.Ma.Sche. (Centro di Lettura delle Malattie Scheletriche del Cane)

Il Ce.Le.Ma.Sche. (Centro di Lettura delle Malattie Scheletriche del Cane) rappresenta, insieme alla FSA, una delle due centrali di lettura ufficiali formalmente riconosciute dall'ENCI (Ente Nazionale della Cinofilia Italiana) e dalla FCI (Fédération Cynologique Internationale) per il controllo e la certificazione della displasia dell'anca (Canine Hip Dysplasia, CHD). Istituito a Ferrara nel 1987 per iniziativa del Dott. Cesare Pareschi in sinergia e affiliazione scientifica con l'AIVPA[26] (Associazione Italiana Veterinari Piccoli Animali), il Ce.Le.Ma.Sche. ha costituito storicamente il primo nucleo centralizzato italiano dedicato allo screening sistematico delle affezioni scheletriche su base zootecnica. L'organismo opera in conformità con il quadro normativo statale sancito dal Disciplinare ministeriale del Libro Genealogico (D.M. n. 20688 del 12 marzo 2002 e successive modifiche) approvato dal MASAF (Ministero dell'Agricoltura, della Sovranità Alimentare e delle Foreste), fungendo da organo diagnostico super partes per l'omologazione dei radiogrammi.

Analogamente a quanto avviene per la FSA, anche per la Ce.Le.Ma.Sche i medici veterinari che eseguono gli studi radiografici devono frequentare un corso di formazione propedeutica obbligatorio. Il percorso formativo addestra il veterinario referente sugli standard geometrici di simmetria del bacino, sulle proiezioni per gomito e colonna, sulle normative di radioprotezione e sulle responsabilità medico-legali dell'atto certificativo. Anche per Ce.Le.Ma.Sche è necessario verificare la presenza del codice identificativo dell'animale e la sua corrispondenza con il certificato genealogico. Sul radiogramma o nel file DICOM devono essere indicati: il numero di iscrizione al libro genealogico; la data esatta di esecuzione dell'esame; l'indicatore di lateralità anatomica; il codice attribuito al

[26] AIVPA (*Associazione Italiana Veterinari Piccoli Animali*): fondata a Bologna il 5 marzo 1961, è la prima e storicamente più antica associazione scientifica veterinaria italiana dedicata alla clinica dei piccoli animali, affiliata a livello internazionale alla WSAVA (*World Small Animal Veterinary Association*) e alla FECAVA. In ambito ortopedico e preventivo, l'AIVPA ha promosso e sostenuto sin dal 1987 la costituzione del Ce.Le.Ma.Sche. a Ferrara, collaborando attivamente all'organizzazione dei corsi propedeutici obbligatori per l'accreditamento dei medici veterinari referenti per lo screening radiografico ufficiale delle patologie scheletriche ereditarie. (sito AIVPA https://www.aivpa.it).

veterinario referente da parte di Ce.Le.Ma.Sche. L'esame diagnostico deve essere eseguito in sedazione profonda o anestesia generale. Il disciplinare Ce.Le.Ma.Sche impone di non sottoporre a studio diagnostico le femmine in fase di estro per via dell'interazione della relaxina ed estrogeni con un aumento temporaneo della lassità articolare. L'età minima per poter sottoporre l'animale allo studio diagnostico rispetta le linee guida descritte e fornite dalla FCI.

L'iter tecnico-diagnostico eseguito dalla commissione Ce.Le.Ma.Sche è sovrapponibile a quello eseguito dalla commissione FSA, presentandosi sempre in quattro fasi: controllo preliminare di conformità geometrica; analisi morfo-geometrica coxofemorale; indagine delle alterazioni artrosiche secondarie; attribuzione del grado ufficiale. L'attribuzione del grado di displasia secondo il disciplinare Ce.Le.Ma.Sche prevede l'uso della valutazione FCI in associazione a una definizione propria di Ce.Le.Ma.Sche.

La seguente tabella riporta la comparazione tra il grado attribuito dalla FCI e la definizione attribuita da Ce.Le.Ma.Sche:

Grado	Definizione Ce.Le.Ma.Sche	Angolo di Norberg	Caratteristiche anatomo-radiologiche
Grado A	HD 0 – Normale (articolazione esente da displasia)	Maggiore o uguale a 105°	Capi articolare congruenti; rima acetabolare uniforme; margine cranio-laterale affilato: assenza di artrosi.
Grado B	HD 1 – Sospetta o quasi normale (articolazione in fase di transizione)	1) Angolo di Norberg maggiore o uguale a 105° 2) Angolo di Norberg inferiore a 105°	Si configurano due quadri: 1)Capi articolari lievemente incongruenti 2)Congruenza mantenuta ma cavità acetabolare maggiormente appiattita.

Grado C	HD 2 – Leggera displasia	Angolo di Norberg inferiore a 105°	Capi articolari chiaramente incongruenti; margine cranio-laterale leggermente appiattito e centro della testa del femore posizionato sul DAR.
Grado D	HD 3 – Media displasia	Angolo di Norberg compreso tra 90° e 100°	Marcata incongruenza articolare con evidente sublussazione; bordo craniale appiattito, presenza di osteofitosi.
Grado E	HD 4 – Grave displasia	Angolo di Norberg inferiore a 90°	Gravi deformazioni displasiche; sublussazione severa o evidente lussazione; testa del femore deformata e a fungo; marcata osteoartrosi.

Secondo il disciplinare Ce.Le.Ma.Sche, il quale riprende le linee guida definita dalla FCI, per l'attribuzione generale del grado di displasia si considera l'articolazione coxo-femorale con il grado peggiore. Se un cane presenta un'articolazione di grado A e un'articolazione di grado C il grado che verrà attribuito nella diagnosi ufficiale sarà grado C.

PARTE TRE: PROSPETTIVE DI MIGLIORAMENTO

L’attuale sistema di screening della displasia dell’anca (Canine Hip Dysplasia, CHD), fondato principalmente sulla valutazione radiografica ventro-dorsale ad arti estesi eseguita tra i 12 e i 18 mesi di età, ha consentito nel corso dei decenni di escludere dalla riproduzione i soggetti con evidenti alterazioni scheletriche. Tuttavia, la tendenza di riduzione della prevalenza della patologia nelle razze predisposte ha raggiunto un plateau, evidenziando una serie di criticità strutturali, epidemiologiche e zootecniche.

La creazione di standard univoci per la diagnosi di displasia dell’anca per l'intera popolazione a rischio, indipendentemente dal fenotipo clinico o dal grado di displasia atteso, costituisce il requisito fondamentale per trasformare lo screening da mero adempimento formale a efficace strumento di medicina preventiva e risanamento genetico.

Bias di campionamento

Il principale ostacolo all’efficacia dei programmi di selezione contro la displasia dell’anca è rappresentato dal bias di invio o di campionamento. Nella gestione convenzionale dello screening, la decisione di trasmettere l'esame diagnostico alla centrale di lettura ufficiale (come FSA o Ce.Le.Ma.Sche. in Italia, o l'OFA negli Stati Uniti) è lasciata alla discrezionalità del proprietario o dell'allevatore.

È ormai radicata alla maggior parte degli allevatori e dei proprietari la consuetudine di sottoporre il cane a un'indagine radiografica preliminare non ufficiale, comunemente definita "pre-lastra" o lastre preventive. Nel momento in cui tale indagine evidenzi una conformazione articolare gravemente compromessa o lesioni degenerative conclamate (riconducibili a gradi D o E della scala FCI, o a gradi Moderate/Severe della scala OFA), la procedura ufficiale viene frequentemente interrotta. L'allevatore sceglie deliberatamente di non inoltrare i radiogrammi alla centrale per evitare che l'esito negativo venga trascritto in modo indelebile sul certificato genealogico ufficiale (pedigree) del soggetto, deprezzando il valore commerciale dell'animale, dei suoi fratelli di cucciolata e

dell'intero affisso di allevamento. Di conseguenza, le centrali di lettura ufficiali non analizzano un campione casuale e rappresentativo della popolazione canina, bensì una coorte preselezionata, composta in larga maggioranza da animali sani (gradi A) o con alterazioni minime (gradi B), andando ad alterare quella che sarebbe la reale percentuale di prevalenza di CHD nella popolazione canina.

L'alterazione del campione non rappresenta soltanto un problema statistico descrittivo, ma compromette le basi della genetica quantitativa in quanto comporta una sottostima della varianza genetica additiva. Inoltre; se i soggetti gravemente displasici vengono occultati, il modello statistico assume, in maniera errata, che tali soggetti siano sani o rientrino nella media di razza, sovrastimando il valore genetico dei genitori e dei fratelli di cucciolata.

Per azzerare l'impatto del bias di campionamento, la comunità scientifica ortopedica veterinaria promuove l'adozione di due misure: un protocollo informatico di "Blind Submission", ovvero l'integrazione di software gestionali radiologici con i portali delle centrali di lettura in modo che l'acquisizione del file DICOM da parte del veterinario referente comporti l'immediata trasmissione al portale della centrale di lettura, non lasciando la possibilità di cancellare eventuali studi radiografici di pazienti con articolazioni coxo-femorali non di grado A o B; la seconda proposta della comunità scientifica consiste nell'istituire un obbligo di screening ufficiale a tutti i soggetti iscritti al libro genealogico e appartenenti a razze predisposte, vincolando alla certificazione ogni cucciolata, per poter essere iscritta nel Libro Genealogico[27].

[27] La proposta di istituire protocolli di trasmissione telematica obbligatoria non revocabile (*Blind Submission*) e di estendere il deposito radiografico a tutta la popolazione registrata risponde direttamente alle raccomandazioni formulate in letteratura per contrastare il *submission bias*, come documentato negli studi epidemiologici di Paster et al. (2005) e nelle analisi di popolazione di Swenson et al. (1997) e Lewis et al. (2013), i quali hanno dimostrato che l'accuratezza della selezione zootecnica e l'efficacia dei modelli quantitativi BLUP dipendono dall'eliminazione della selezione informale dei radiogrammi, basata su lastre giovanili eseguite prima dei 12 mesi di età, inviati alle centrali di lettura.

Istituzione di database pubblici

La trasparenza epidemiologica costituisce il fondamento indispensabile per qualsiasi politica di eradicazione delle malattie complesse a base genetica. L'attuale frammentazione delle banche dati sanitarie tra enti cinofili nazionali e singole centrali di lettura private rappresenta un limite sostanziale all'efficacia selettiva.

Nei paesi nordeuropei, in particolare nei paesi scandinavi e in Inghilterra, l'efficacia della totale trasparenza in merito alle diagnosi ufficiali di displasia dell'anca ha portato a dei miglioramenti nella prevalenza dell'insorgenza della malattia. Il modello scandinavo, presentato dal Kennel Club Finlandese e dal Kennel Club Svedese, prevede l'utilizzo di database che gestiscono registri completamente aperti. Qualsiasi cittadino o allevatore può verificare gratuitamente online il quadro radiografico ufficiale per anca e gomito di qualsiasi cane registrato, visualizzando l'albero genealogico completo, i gradi ottenuti da tutti i fratelli di cucciolata (littermates) e la percentuale di discendenti sani o displasici. Questa trasparenza dei registri ha consentito di applicare con successo la selezione basata sugli indici EBV, determinando una tendenza di miglioramento genetico costante e statisticamente significativo della conformazione articolare in alcune razze a rischio (tra cui Rottweiler e Bovaro del Bernese)[28]. Inoltre, il modello britannico MateSelect del The Kennel Club, in collaborazione con la BVA permette di consultare tutti i punteggi valutati e attribuiti agli animali sottoposti a diagnosi ufficiale. Sul portale MateSelect, l'allevatore può inserire i nominativi di due potenziali riproduttori per visualizzare non solo il grado di consanguineità teorico (COI), ma il valore di EBV combinato per la CHD della cucciolata attesa, permettendo accoppiamenti mirati a compensare le debolezze articolari delle rispettive linee di sangue.

Oltre al limite tecnico di non poter accedere, ad esclusione dei pochi paesi in cui questo è possibile, a dei database pubblici per la consultazione dei

[28] Ricerche condotte da Malm, S., Fikse, W. F., Danell, B., & Strandberg, E. (2008). Genetic variation and genetic trends in hip and elbow dysplasia in Swedish Rottweilers and Bernese Mountain Dogs. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 125(6), 403–412

gradi di displasia rilevati dalle diagnosi ufficiali bisogna aggiungere anche un altro impedimento che consiste nella difficoltà di scambio di informazioni tra paesi che adottano enti accreditatori e metodologie diagnostiche differenti. La coesistenza di tre principali sistemi valutativi disomogenei (FCI a 5 gradi, OFA a 7 classi qualitative, BVA/KC a score numerico da 0 a 106) ostacola la corretta interpretazione zootecnica. L'armonizzazione dei sistemi di valutazione richiede l'adozione di un identificativo digitale sanitario univoco su base europea o internazionale che converta automaticamente i referti tra i vari sistemi di diagnosi ufficiale per rendere maggiormente accessibile la consultazione dei gradi di displasia nei diversi paesi.

CONCLUSIONI

L'aspetto anatomico e patogenetico evidenzia come l'integrità dell'articolazione coxo-femorale dipenda strettamente dal mantenimento della congruenza tra la testa del femore e la cavità acetabolare già dalle prime settimane di vita. Poiché la patologia riconosce un'ereditarietà poligenica ma subisce una forte modulazione da parte di fattori estrinseci, il controllo dei fattori ambientali e nutrizionali, in particolare la prevenzione del sovrappeso, un corretto tasso di crescita e un equilibrato apporto di Calcio e altre Vitamine, durante i primi sei mesi di vita costituisce un primo e fondamentale strumento per limitare lo stress biomeccanico su articolazioni coxo-femorali ancora immature e ridurre la gravità dell'espressione fenotipica della malattia nei soggetti geneticamente predisposti.

Il controllo della patologia nella popolazione, i programmi di screening e la certificazione ufficiale sono coordinati dagli enti accreditatori internazionali (FCI, OFA, BVA/KC) e attuati in Italia dalle centrali di lettura ufficiali riconosciute dall'ENCI e dal MASAF (FSA e Ce.Le.Ma.Sche.). Queste procedure hanno storicamente permesso di escludere dalla riproduzione i soggetti affetti da forme conclamate di displasia, garantendo imparzialità e standardizzazione del giudizio diagnostico attraverso la formazione obbligatoria dei Medici Veterinari Referenti. Tuttavia, la riduzione della prevalenza della CHD nelle razze predisposte ha oggi raggiunto una fase di stallo, mettendo in luce importanti limiti dei sistemi di selezione basati esclusivamente sul fenotipo radiografico individuale.

La criticità principale è rappresentata dal bias di campionamento, alimentato dalla diffusa consuetudine di sottoporre gli animali a indagini radiografiche preliminari non ufficiali e di omettere l'invio alle centrali di lettura dei radiogrammi appartenenti a soggetti moderatamente o gravemente displasici. Tale consuetudine altera profondamente le statistiche epidemiologiche, sottostimando la reale prevalenza della malattia e falsificando il calcolo della varianza genetica, andando a sovrastimare il valore genetico dei riproduttori e dei fratelli di cucciolata. Per far sì che lo screening radiografico ufficiale possa superare l'attuale

fase di stallo e tradursi in uno strumento realmente incisivo di medicina preventiva e risanamento genetico, appare indispensabile un'evoluzione normativa e tecnologica. Questa evoluzione prevede l'azzeramento del bias di campionamento attraverso l'introduzione di protocolli informatici di Blind Submission, l'istituzione di database pubblici consultabili liberamente, la standardizzazione internazionale dei protocolli di certificazione mediante l'adozione di un identificativo sanitario univoco digitale. Solo attraverso la piena trasparenza dei dati epidemiologici, il rigore metodologico nell'esecuzione degli studi radiografici e la cooperazione tra medici veterinari referenti, centrali di lettura, enti accreditatori e allevatori sarà possibile ridurre in modo significativo l'incidenza della displasia dell'anca.

BIBLIOGRAFIA

Adams, W. M. (2000). Radiographic diagnosis of hip dysplasia in the young dog. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 30(2), 267–280.

Adams, W. M., Dueland, R. T., Daniels, R., Fialkowski, J. P., & Nordheim, E. V. (2000). Comparison of two palpation, four radiographic and three ultrasound methods for early detection of mild to moderate canine hip dysplasia. Veterinary Radiology & Ultrasound, 41(6), 484–490.

Badertscher, R. R. (1977). The half-axial position: improved radiographic visualization of subluxation in canine hip dysplasia. Master's Thesis, University of Georgia, Athens, GA.

Barone, R. (1995). Anatomia comparata dei mammiferi domestici. Vol. 1: Osteologia (ed. it. a cura di R. Bortolami & E. Callegari). Bologna: Edagricole. 541-608

Barone, R. (2010). Anatomia comparata dei mammiferi domestici. Vol. 2: Artrologia e miologia (Parte 1: Artrologia) (ed. it. a cura di R. Bortolami & E. Callegari). Bologna: Edagricole. 250-261

Brass, W. (1989). Hip dysplasia in dogs. Journal of Small Animal Practice, 30(3), 166–170.

Broeckx, B. J. G., Vezzoni, A., Bogaerts, E., Bertal, M., Bosmans, T., Stock, E., Deforce, D., Peelman, L., & Saunders, J. H. (2018). Comparison of three methods to quantify laxity in the canine hip joint. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 31(1), 23–29.

Butler, J. R., & Gambino, J. (2017). Canine hip dysplasia: diagnostic imaging. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 47(4), 777–793.

Carneiro, R. K., da Cruz, I. C., Lima, B., Aires, L. P. N., Pompeu, B., Ferreira, M. P., Giglio, R. F., Uscategui, R. A., Minto, B. W., Gasser, B., & Feliciano, M. R. (2024). Comparison of the distraction index and Norberg angle with radiographic grading of canine hip dysplasia. Veterinary Radiology & Ultrasound, 65(1), 32–40.

Clayton-Jones, D. G. (2011). Hip dysplasia. Journal of Small Animal Practice, 52(4), 179–180.

Corley, E. A., Keller, G. G., Lattimer, J. C., & Ellersieck, M. R. (1997). Reliability of early radiographic evaluation for canine hip dysplasia obtained from the standard ventrodorsal radiographic projection. Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA), 211(9), 1142–1146.

Decreto Legislativo 30 dicembre 1992, n. 529 e successive modifiche, che recepisce la direttiva comunitaria 91/174/CEE del 25 marzo 1991. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale n. 7 dell'11 gennaio 1993, Supplemento Ordinario n. 6.

Dueland, R. T., Adams, W. M., Patricelli, A. J., Linn, K. A., & Crump, P. M. (2010). Canine hip dysplasia treated by juvenile pubic symphysiodesis. Part I: two year results of computed tomography and distraction index. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology (VCOT), 23(5), 306–317.

Ente Nazionale della Cinofilia Italiana (ENCI). Disciplinare del Libro Genealogico del Cane di Razza: Allegato 3 - Razze sottoposte a controllo e limiti di età per la diagnosi ufficiale. ENCI, Milano.

Fédération Cynologique Internationale (FCI) Scientific Commission. FCI Hip Dysplasia Classification and Evaluation Procedures. FCI, Thuin, Belgio.

Flückiger, M. (2007). Scoring radiographs for canine hip dysplasia — the big three systems in the world. European Journal of Companion Animal Practice, 17(2), 135–140.

Flückiger, M. A., Friedrich, G. A., & Binder, H. (1999). A radiographic stress technique for evaluation of coxofemoral joint laxity in dogs. Veterinary Surgery, 28(1), 1–9.

Fries, C. L., & Remedios, A. M. (1995). The pathogenesis and diagnosis of canine hip dysplasia: a review. The Canadian Veterinary Journal, 36(8), 494–502.

Gibbs, C. (1997). The BVA/KC scoring scheme for control of hip dysplasia: interpretation of criteria. Veterinary Record, 141(11), 275–284.

Ginja, M. M. D., et al. (2010). Diagnosis of canine hip dysplasia: Review of current methods. The Veterinary Journal, 184(3), 260–265.

Hedhammar, A., Olsson, S. E., Andersson, S. A., Persson, L., Pettersson, L., Olausson, A., & Sundgren, P. E. (1979). Canine hip dysplasia: study of heritability in 401 litters of German Shepherd dogs. Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA), 174(9), 1012–1016.

Keller, G. G. (2006). The OFA hip and elbow dysplasia databases. Proceedings of the Tufts' Canine and Feline Breeding and Genetics Conference.

King, M. D. (2017). Etiopathogenesis of canine hip dysplasia, prevalence, and genetics. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 47(4), 753–767.

König, H. E., & Liebich, H.-G. (2021). Anatomia degli animali domestici. Testo-atlante a colori (7ª ed., 3ª ed. it. a cura di M. Zedda). Padova: Piccin-Nuova Libraria. 225-280

Lewis, T. W., Blott, S. C., & Woolliams, J. A. (2013). Comparative analyses of genetic trends and prospects for selection against hip and elbow dysplasia in 15 UK dog breeds. BMC Genetics, 14(1), 16.

Lust, G. (1997). An overview of the pathogenesis of canine hip dysplasia. Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA), 210(10), 1443–1445.

Lust, G., Todhunter, R. J., Erb, H. N., Dykes, N. L., Williams, A. J., Burton-Wurster, N. I., & Farese, J. P. (2001). Comparison of three radiographic methods for diagnosis of hip dysplasia in eight-month-old dogs. Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA), 219(9), 1242–1246.

Malm, S., Fikse, W. F., Danell, B., & Strandberg, E. (2008). Genetic variation and genetic trends in hip and elbow dysplasia in Swedish

Rottweilers and Bernese Mountain Dogs. Journal of Animal Breeding and Genetics, 125(6), 403–412.

Martin, S. W., Kirby, K., & Pennock, P. W. (1980). Canine hip dysplasia: breed effects.The Canadian Veterinary Journal, 21(11), 293–296.

Martini, F. M. (2006). Patologie articolari del cane e del gatto. Collana Manuali pratici di medicina veterinaria, Poletto Editore. 183-222

Meomartino, L., Greco, A., Mennonna, G., Auletta, L., Pasolini, M. P., Fatone, G., Costanza, D., Lamagna, B., Della Valle, G., & Lamagna, F. (2021). Joint laxity in canine hip dysplasia assessed using the hip flexed not distracted ventrodorsal view. Journal of Small Animal Practice, 62(7), 535–542.

Merca, R., Bockstahler, B., Vezzoni, A., Tichy, A., Boano, S., & Vidoni, B. (2020). Canine hip dysplasia screening: Comparison of early evaluation to final grading in 231 dogs with Fédération Cynologique Internationale A and B. PLoS ONE, 15(5),

Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (MASAF / ex MiPAF). Disciplinare per il controllo ufficiale della displasia dell'anca e della displasia del gomito dei cani di razza iscritti al libro genealogico. Decreto Ministeriale n. 20688 del 12 marzo 2002, Roma.

Morgan, S. J. (1997). Pathologic alterations in canine hip dysplasia. Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA), 210(10), 1446–1450.

Panichi, E., Dragone, L., Colpo, R., & Vezzoni, A. (2015). La displasia dell'anca nel cane: dalla diagnosi alla terapia. Milano: Merial Italia SpA. 76-132

Paster, K. E., Lafond, E., Biery, D. N., Iurato, A., & Smith, G. K. (2005). Estimates of prevalence of hip dysplasia in Golden Retrievers and German Shepherd Dogs and the influence of submission bias on prevalence. Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA), 226(3), 387–392.

Sánchez-Molano, E., Pong-Wong, R., Clements, D. N., et al. (2015). Genomic prediction of traits related to canine hip dysplasia. Frontiers in Genetics, 6, 97.

Slocum, B., & Devine, T. (1990). Dorsal acetabular rim radiographic view for evaluation of the canine hip. Journal of the American Animal Hospital Association, 26(3), 289–296.

Slocum, B., & Devine, T. (1990). Dorsal acetabular rim (DAR) view: a diagnostic technique for evaluation of the dorsal acetabular rim in the dog. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 20(3), 627–645.

Slocum, T. D., & Slocum, B. (1998). Radiographic characteristics of hip dysplasia. In M. J. Bojrab (Ed.), Current Techniques in Small Animal Surgery (4th ed., pp. 1111–1117). Williams & Wilkins.

Smith, G. K. (1997). Advances in diagnosing canine hip dysplasia. Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA), 210(10), 1451–1457.

Smith, G. K., Biery, D. N., & Gregor, T. P. (1990). New concepts of coxofemoral joint stability and the development of a clinical stress-radiographic method for quantitating hip joint laxity in the dog. Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA), 196(1), 59–70.

Smith, G. K., Biery, D. N., Kapatkin, A. S., Laster, L. L., Powers, M. Y., Fordyce, H. H., & Mayhew, P. D. (2002). Questions diagnostic technique for hip dysplasia. Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA), 220(1), 20–22.

Smith, G. K., Mayhew, P. D., Kapatkin, A. S., McKelvie, P. J., & Shofer, F. S. (2001). Evaluation of risk factors for degenerative joint disease associated with hip dysplasia in German Shepherd Dogs, Golden Retrievers, Labrador Retrievers, and Rottweilers. Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA), 219(12), 1719–1724.

Verhoeven, G., Fortrie, R., Van Ryssen, B., & Coopman, F. (2012). Worldwide screening for canine hip dysplasia: Where are we now?

Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology (VCOT), 25(6), 435–440.

Vezzoni, A., Dravelli, G., Vezzoni, L., De Lorenzi, M., Corbari, A., Cirla, A., & Tranquillo, V. (2008). Comparison of conservative management and juvenile pubic symphysiodesis in the early treatment of canine hip dysplasia. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology (VCOT), 21(3), 267–279.

Volta, A., Gnudi, G., Morgan, J. P., Bonazzi, M., & Manfredi, S. (2010). Radiographic features of pelvis and hip joint development of English Bulldogs. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 23(1), 19–27.

Volta, A., Palumbo Piccionello, A., Salvaggio, A., Gnudi, G., et al. (2013). Effect of pelvic inclination and torsional deformity on canine acetabular morphology with computed tomography. A phantom study. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 26(6), 440–444.

Willis, M. B. (1997). A review of the progress in reducing hip dysplasia in the dog through breeding schemes. Veterinary Journal, 154(1), 9–17.

Wilson, B. J., Nicholas, F. W., James, J. W., Wade, C. M., & Tammen, I. (2011). Estimated breeding values for canine hip dysplasia recorded in the United Kingdom, Australia and New Zealand. The Veterinary Journal, 188(2), 175–179.

SITOGRAFIA

Associazione Italiana Veterinari Piccoli Animali (AIVPA). *Sezione Ce.Le.Ma.Sche. e percorsi di formazione permanente per il controllo delle patologie scheletriche ereditarie*. Consultabile su: https://www.aivpa.it/associazione/8/celemasche.

AVMA (American Veterinary Medical Association). Portale ufficiale consultabile su: https://www.avma.org.

British Veterinary Association (BVA) / The Kennel Club (KC). *Canine Health Schemes: Hip Dysplasia Scheme procedure notes and scoring criteria*. Documentazione tecnica ufficiale consultabile su: https://www.bva.co.uk/canine-health-schemes/hip-scheme/.

Ce.Le.Ma.Sche. (Centro di Lettura delle Malattie Scheletriche del Cane) (a). *Classificazione della displasia dell'anca secondo le linee guida FCI e WSAVA*. Ferrara. Consultabile su: https://www.celemasche.it/malattie_scheletriche/displasia-dell-anca/classificazione_della_displasia_dellanca.

Ce.Le.Ma.Sche. (Centro di Lettura delle Malattie Scheletriche del Cane) (b). *Regolamento ufficiale per il controllo radiografico della displasia dell'anca, del gomito e della spondilosi vertebrale*. Ferrara. Documentazione consultabile su: https://www.celemasche.it.

DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine). Portale ufficiale consultabile su: https://www.dicomstandard.org/.

European College of Veterinary Diagnostic Imaging (ECVDI). Portale ufficiale consultabile su: https://www.ecvdi.org.

Fédération Cynologique Internationale (FCI) Scientific Commission (2012a). *FCI Hip Dysplasia Classification*. Documento ufficiale disponibile online: https://www.fci.be/medias/SCI-DYS-HAN-CLA-en-15522.pdf.

Fédération Cynologique Internationale (FCI) Scientific Commission (2012b). *Radiographic Procedure for Hip Dysplasia Evaluation*.

Documento ufficiale disponibile online: https://www.fci.be/medias/SCI-REG-DYS-HAN-PRO-en-619.pdf.

Fondazione Salute Animale (FSA). *Displasia precoce*. Documentazione consultabile online: https://www.fondazionesaluteanimale.it/displasia-precoce.html.

Fondazione Salute Animale (FSA). *Regolamento ufficiale della Centrale di Lettura per la Displasia dell'Anca e del Gomito nel Cane: Requisiti di adesione e modulistica tecnica*. Palazzo Trecchi, Cremona. Documentazione ufficiale consultabile su: https://www.fondazionesaluteanimale.it.

Orthopedic Foundation for Animals (OFA). *Portale dell'archivio sanitario per le affezioni ereditarie canine*. Consultabile su: https://ofa.org.

Orthopedic Foundation for Animals (OFA). Hip Dysplasia Screening Procedures and Hip Grade Details. Documentazione ufficiale consultabile su: https://ofa.org/diseases/hip-dysplasia/.

SCIVAC (Società Culturale Italiana Veterinaria per Animali da Compagnia). Portale ufficiale consultabile su: https://www.scivac.it.

The Commonwealth. Portale ufficiale consultabile su: https://thecommonwealth.org.

The Finnish Kennel Club (Suomen Kennelliitto). *Portale del database sanitario e genealogico aperto KoiraNet Jalostustietojärjestelmä*. Consultabile su: https://jalostus.kennelliitto.fi.

The Kennel Club (UK) / BVA. *Portale di ricerca genetica e sanitaria MateSelect Health Test Results Finder*. Consultabile su: https://www.thekennelclub.org.uk/services/public/mateselect/.

The Swedish Kennel Club (Svenska Kennelklubben - SKK). *Portale del database sanitario genealogico aperto Hunddata / Avelsdata*. Consultabile su: https://hundar.skk.se/hunddata/.