

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA

Dottorato di ricerca in

Ortopedia degli Animali Domestici

Ciclo XXIV

La diagnostica ecografica nello studio della
displasia dell'anca del cane

Coordinatore:

Chiar.mo Prof. Stefano Zanichelli

Tutor:

Chiar.mo Prof. Giacomo Gnudi

Dottorando:

Dott.ssa Sabrina Manfredi

INDICE

Abstract.....	3
Introduzione e scopi della ricerca.....	4
Capitolo 1: Anatomia dell'articolazione dell'anca.....	6
Capitolo 2: La displasia dell'anca.....	15
Capitolo 3: Diagnostica ecografica.....	43
Capitolo 4: Parte sperimentale.....	70
Capitolo 5: Discussione e conclusioni.....	91
Bibliografia.....	99

ABSTRACT

The aim of the present study is to determine the feasibility of sonographical examination of hip joints in non-sedated Labrador Retriever puppies and to assess the value of static ultrasonography for the early diagnosis of canine hip dysplasia. Prospective study was carried out. 78 puppies, 7 and 39 days old, underwent sonographical determination of the α -angle, acetabular coverage of the femoral head, thickness of acetabular cartilage, area and volume of the femoral head and area of the centre of ossification of the femoral head at 19 days. Sonographical parameters were correlated to conventional radiographic hip dysplasia classification in the adult dogs (12 months).

Mean α -Angles of $71,45^\circ \pm 8,2$ were measured. Despite the feasibility of sonographical hip assessment in puppies, no statistically significant correlation was found between sonographical determination of the α -angle and conventional radiographic hip joint classification at the age of 12 months. The mean thickness of acetabular cartilage in the hips classified as normal was 0.115 cm, as compared with 0.125 cm for the dysplastic hips in the referred group. No statistically significant correlation was found between sonographical determinations of the thickness of acetabular cartilage and conventional radiographic hip classification. No statistically significant correlation was present between the percentage of acetabular coverage and hip dysplasia at 12 months of age. A mild correlation was found between the area and the volume of the femoral head and the grade of disease at 12 months of age. And finally, a moderate correlation between the area of the centre of ossification of the femoral head and the radiographic conventional hip joint classification in the mature dog was found.

Results of the present study suggest that static ultrasonography of hip joints in puppies between 7 and 39 days of age is technically feasible but the measurements of α -angle, acetabular coverage of the femoral head and thickness of acetabular cartilage cannot be recommended for detecting puppies that will develop hip dysplasia at the age of 12 months. It is possible that the size of the femoral head and the centre of ossification can be an early sign or a concomitant cause in the development of hip dysplasia in dogs of this breed. Further investigations are needed.

INTRODUZIONE E OBIETTIVI DELLA RICERCA

L'ultrasonografia è una metodica di diagnostica per immagini routinariamente utilizzata sia in medicina umana che in medicina veterinaria.

Si basa sull'interazione delle onde sonore con i tessuti biologici del paziente senza alterarne l'integrità anatomica.

Da numerosi anni le applicazioni sono innumerevoli sia in campo umano che veterinario e, in particolare nell'imaging muscolo-scheletrico, rappresenta la tecnica che si sta sviluppando più rapidamente. Continui progressi tecnologici hanno esteso le sue applicazioni, tanto che tutt'oggi, in medicina umana, si sostituisce alla risonanza magnetica in molti contesti clinici specifici e rappresenta un importante supplemento in altri.

In medicina umana, la displasia congenita dell'anca compare in un modesto ma significativo numero di bambini, e l'intervallo di tempo per trattare la patologia è compreso nei primi sei mesi di vita. In linea generale, semplicità, sicurezza ed efficacia della terapia dipendono dalla precocità della diagnosi di displasia congenita dell'anca. Molti neonati hanno sintomi minimi o assenti, nonostante lo scarso sviluppo dell'acetabolo. La patologia solitamente viene riconosciuta con un radiogramma standard solo quando la condizione meccanica svantaggiosa conduce ad artrosi precoce. Pertanto in Italia esistono tre protocolli di screening che includono anche l'esame ecografico, sia dei soggetti a rischio elevato che di tutti i neonati entro le sei settimane di vita. Infatti è probabile che il solo esame obiettivo trascuri il 23% di pazienti nel gruppo a alto rischio per displasia congenita dell'anca con anomalie rilevate all'ecografia (McNally, 2007).

Come noto, la displasia dell'anca del cane è la patologia ortopedica non traumatica del periodo di accrescimento di più frequente riscontro; è una malattia complessa, multifattoriale e progressiva che si sviluppa durante la crescita postnatale (Piermattei e Flo, 1999). La malattia può essere diagnosticata al suo esordio, quando si rende evidente la sola incongruenza articolare e la lassità capsulare oppure quando i meccanismi patogenetici hanno già instaurato lesioni secondarie ed artrosi. L'osteoartrosi non necessariamente si verifica nel cane adulto o anziano per cui l'età non è un fattore discriminante a priori e pertanto può far riflettere su come sia sbagliato formulare diagnosi di displasia dell'anca solo alla maturazione scheletrica. In linea generale è accertato che la malattia è progressiva e si sviluppa durante la crescita; le alterazioni biomeccaniche dovute a lassità articolare e /o malformazione dell' acetabolo si instaurano precocemente,

al secondo mese di vita, pertanto la valutazione della condizione articolare delle anche durante l'accrescimento permette di individuare la malattia nel suo sviluppo iniziale e di conoscere in anticipo se il cane sarà o meno displasico.

Sulla base dei dati disponibili in letteratura le età minime per una diagnosi attendibile e precoce sono 14 e 18 settimane per cani di taglia media e gigante rispettivamente. La valutazione precoce comprende la visita ortopedica e l'esame radiografico statico e dinamico che richiede la sedazione del paziente (Vezzoni e collaboratori, 2005).

Anche se il fattore di ereditabilità di questa patologia è risultato essere 0.3, il che indica che altri fattori sono responsabili dello sviluppo della displasia dell'anca, alcuni studi scientifici hanno messo in evidenza che la lassità articolare è presente in cuccioli di 2-3 settimane di età (Heddamer e collaboratori, 1979).

Ad oggi sono ancora limitate le conoscenze in relazione all'esame ultrasonografico delle anche in medicina veterinaria.

Alla luce di queste considerazioni, e revisionando l'amplessima bibliografia sull'argomento sviluppata in medicina umana, in questo lavoro sono state studiate le articolazioni coxo-femorali di cuccioli di cane di razza Labrador Retriever ecograficamente durante le prime settimane di vita e seguite nel loro sviluppo a 6 e 12 mesi d'età, previo esame radiografico delle stesse.

Gli scopi della presente ricerca sono:

- definire una metodica standardizzata per l'indagine ecografica delle articolazioni coxo-femorali e valutarne le caratteristiche ecografiche durante le prime settimane di vita;
- standardizzare una metodica per valutare le possibili variazioni ecografiche tra pazienti sani e pazienti displasici, nel tentativo di effettuare una diagnosi precoce di malattia.

CAPITOLO 1

ANATOMIA DELL'ARTICOLAZIONE DELL'ANCA

1.1 CENNI DI ANATOMIA DELL'ANCA DELL'UOMO

L'articolazione dell'anca è una tipica enartrosi che unisce il femore all'osso dell'anca.

La superficie articolare dell'acetabolo è costituita dalla superficie semilunare o superficie lunata, un anello incompleto a forma di "C" ruotata di 90° in senso orario, tendenzialmente più stretto nella sua parte pubica e più largo nelle restanti porzioni, delimitata esternamente dal curvo margine dell'acetabolo ed internamente dal suo margine con la fossa acetabolare, posta più in profondità nella cavità acetabolare. Complessivamente costituisce circa i 3/4 di una circonferenza, interrotta dall'incisura acetabolare sottostante. La sua parte mediale (circa 1/5 dell'area totale) è costituita dal pube, la superiore (3/5 dell'area totale) dall'ileo, la laterale (2/5 dell'area totale) dall'ischio. La sua superficie è liscia e ricoperta da cartilagine articolare ialina, che risulta più spessa ove la pressione del peso corporeo in posizione eretta è maggiore, cioè dove la sua superficie risulta più ampia. Questa cartilagine articolare deborda dal margine dell'acetabolo costituendo il labbro acetabolare, il cui bordo è leggermente ripiegato all'interno, così da restringere il diametro della cavità acetabolare e rendere l'articolazione coxo-femorale più profonda rispetto a quanto permetterebbero le sole superfici articolari ossee, oltre ad aumentarne la stabilità grazie all'azione di contenimento della testa del femore e all'effetto suzione. Presso l'incisura acetabolare le due estremità del labbro sono collegate dal legamento acetabolare trasverso. La fossa acetabolare invece è priva di cartilagine, ma riempita sino a livello di questa da tessuto adiposo fibroelastico, a sua volta rivestito dalla membrana sinoviale (Lambertini, 1978).

La testa del femore ha una forma sferoidale in gioventù (circa i 3/4 di una sfera) (Resnick e Niwayama, 1987), ma diviene con l'avanzare dell'età sempre più sferica e possiede una curvatura inversa rispetto all'acetabolo, con la quale non è congruente. La sua liscia superficie ossea è completamente rivestita da cartilagine articolare ialina, più spessa al centro che ai margini ed in generale dove essa subisce un maggior carico, fatta eccezione per la fovea capitis (fossetta della testa del femore) dove è inserito il legamento rotondo del femore, grazie al quale è collegata alla fossa acetabolare. Spesso anche la parte del collo del femore più prossimale alla testa è rivestita di cartilagine.

La capsula fibrosa dell'articolazione coxo-femorale è spessa e robusta. Origina mezzo centimetro medialmente al margine acetabolare, seguendone perlopiù il profilo sia anteriormente che posteriormente, fatta eccezione per alcune fibre che si fondono inferiormente all'acetabolo con il legamento acetabolare trasverso e con il margine superiore della membrana otturatoria. Le sue fibre longitudinali, dirette lateralmente, si inseriscono presso la linea intertrocanterica sulla faccia anteriore del femore, mentre si fermano alla metà del collo posteriormente e sono generalmente più spesse nella sua parte antero-superiore rispetto a quella posteriore. Spesso si fondono con il legamento ileofemorale. Una seconda tipologia di fibre, dette orbicolari, sono interne alle longitudinali e si fissano attorno al collo del femore, avvolgendolo e fondendosi in parte con i legamenti pubofemorale e ischiofemorale.

L'articolazione coxo-femorale presenta cinque legamenti, che influiscono sulla stabilità articolare con movimenti di estensione e rilassamento: ileofemorale, ischiofemorale, pubofemorale, rotondo del femore e acetabolare trasverso.

I primi tre sono i legamenti longitudinali di rinforzo.

Il legamento ileofemorale, o del Bertin, è il più esteso e robusto dell'articolazione, viene talvolta definito legamento V rovesciata per la sua caratteristica forma a ventaglio.

Il legamento pubofemorale è di forma triangolare, la sua base origina dall'eminanza ileopettinea e dalla cresta otturatoria. Le fibre si portano inferolateralmente sino a fondersi, rinforzandolo, con la porzione mediale del legamento ileofemorale.

Il legamento ischiofemorale o ischio-capsulare è costituito da una parte centrale che origina superiormente alla tuberosità ischiatica e si porta con andamento a spirale sino al grande trocantere del femore, fondendosi parzialmente con il legamento ileofemorale. Le parti mediale e laterale circondano posteriormente il collo del femore, ispessendo la capsula articolare.

Il legamento acetabolare trasverso è una corta banda di collagene che collega a ponte le due estremità del labbro acetabolare, chiudendo l'incisura acetabolare e costituendo il margine inferiore della fossa acetabolare in vivo.

Il legamento rotondo del femore o legamento della testa del femore origina dalla parte inferiore della fossa acetabolare, appena sopra il legamento trasverso (con cui si fondono alcune fibre), e si inserisce sulla testa del femore presso la fovea capitis. Il legamento si

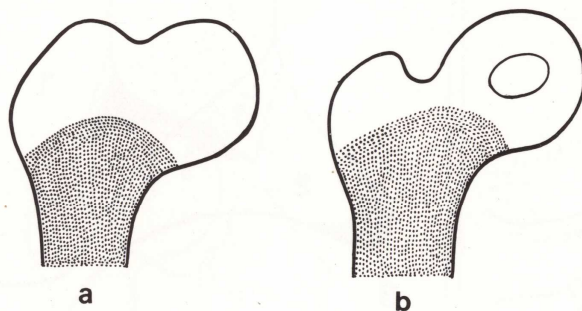
tende durante l'adduzione dell'anca e si distende durante l'abduzione. È completamente avvolto dalla guaina sinoviale (Lambertini, 1978).

La guaina sinoviale riveste tutta la superficie interna della cavità acetabolare nonché la testa e il collo del femore sino alla linea intetrocanterica, sia anteriormente che posteriormente (dove però si ferma a metà del collo del femore come la capsula), senza tuttavia oltrepassare mai le inserzioni della capsula fibrosa, che la ricopre completamente.

La borsa ileo-pettinea è la principale dell'articolazione coxo-femorale, si trova anteriormente al legamento ileopettineo ed è in comunicazione con il resto dell'articolazione dell'anca mediante una cavità posta tra i legamento ileopettineo e il pubofemorale (Lambertini, 1978).

1.2 ANATOMIA DELL'ANCA NEONATALE DEL BAMBINO

Alla nascita, l'estremità prossimale del femore è totalmente cartilaginea: la testa, il collo (molto corto) ed il grande trocantere (Figura 1).



- a) neonato
- b) 1 anno

Figura 1: variazione del collo femorale e della limitante osteocartilaginea secondo l'età del bambino (Psenner K. e collaboratori: Guida alla diagnostica ecografica dell'anca neonatale,1988; pag. 11).

Anche il cotile è in gran parte cartilagineo, ma le altre ossa che lo costituiscono ne formano già il fondo; esse sono separate fra loro da una voluminosa cartilagine conformata ad Y che ne permette la crescita nelle tre dimensioni. Inoltre il ciglio cotiloideo del settore posteriore dell'acetabolo ha uno spessore scheletrico superiore a quello del settore anteriore. Il fondo acetabolare è mascherato da parti molli (pulvinar) e dal

legamento trasverso dell'acetabolo da cui prende origine un capo del legamento rotondo; in questa zona è presente una cartilagine articolare sottile che ricopre l'osso (Figure 2-3). Il bordo articolare è interamente cartilagineo, molto spesso, contornato da un anello fibroso. Questa cartilagine è facilmente deformabile per mancanza di sostegno da parte dello scheletro. La cartilagine cotiloidea ha la funzione di accrescimento nella parte profonda e la funzione articolare nella parte periferica. Quest'ultima è assai malleabile e deformabile e ciò spiegherebbe perché nella lussazione le alterazioni di posizione della testa femorale possono alterare il tetto cartilagineo la cui crescita è essenziale per stabilizzare nella giusta posizione la testa femorale stessa (Psenner K. e collaboratori, 1988).

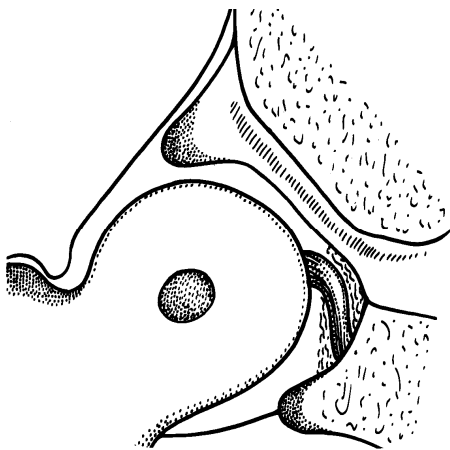


Figura 2: anca destra di profilo

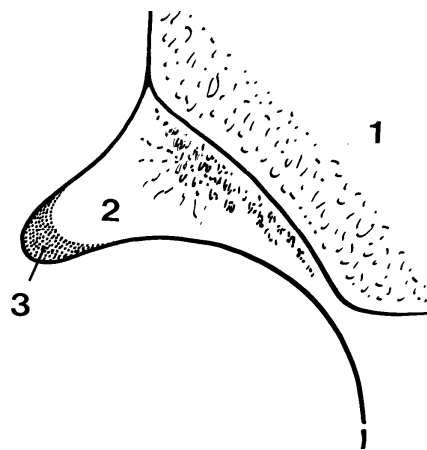


Figura 3: particolare della cartilagine articolare: 1)Ileo. 2) Cartilagine ialina; 3) Cartilagine fibrosa (labbro) (Psenner K. e coll: Guida alla diagnostica ecografica dell'anca neonatale pag. 12)

Nelle forme di displasia con la testa femorale centrata ancora nel cotile la cartilagine acetabolare presenta un sensibile accrescimento nella parte ialina che supplisce così all'insufficiente sviluppo scheletrico, sostituendosi all'osso nella funzione di sostegno (Figure 4-5) (Psenner K. e collaboratori, 1988).

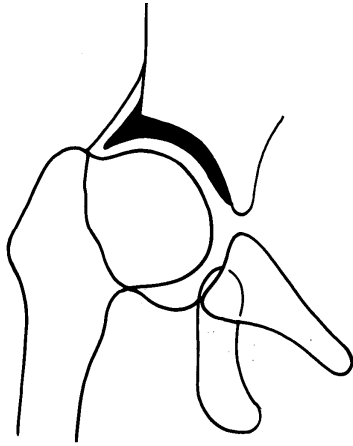


Figura 4: Anca normale

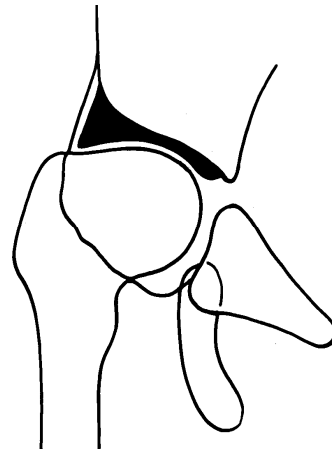


Figura 5: Anca displasica: deficit osseo del cotile e ispessimento della cartilagine ialina) (Psenner K. e coll. (1988): Guida alla diagnostica ecografica dell'anca neonatale pg.13)

La capsula articolare si inserisce nel punto di passaggio tra cercine fibrocartilagineo e l'adiacente cartilagine ialina, il che rende il cercine stesso completamente intracapsulare (Resnick e Niwayama, 1987). Qualora la capsula si assottigliasse e si distendesse, essa permetterebbe all'anca di sublussarsi o di dislocarsi completamente mentre l'estremità prossimale del femore potrebbe scavalcare il cercine pur rimanendo intracapsulare. A livello femorale invece la capsula si inserisce lungo il margine del solco intertrocanterico e lo sviluppo del collo femorale avviene come una struttura intracapsulare. Uno degli elementi di maggiore importanza nella diagnosi di displasia congenita dell'anca del bambino è l'inclinazione del tetto del cotile del cui valore è responsabile la parete ossea laterale dell'acetabolo. Questa regione è valutabile come una metafisi e come tale è soggetta a vasti rimodellamenti come risposta alle sollecitazioni meccaniche. Questa regione è costituita da osso trabecolare e nel periodo postnatale non ha una lamina ossea subcondrale molto spessa. Pertanto se una pressione abnorme è applicata a questa regione lo sviluppo del tessuto cartilagineo può continuare e si può verificare al contrario un rallentamento di crescita o un arresto completo della trasformazione ossea encondrale. Il legamento rotondo ha una rilevante importanza nel mantenere la stabilità dell'anca; è di forma nastriforme e segue il contorno dell'epifisi femorale. Nella displasia può essere patologicamente allungato ed ipertrofico costituendo un ulteriore ostacolo alla riduzione. L'apporto ematico è fornito dall'arteria circonflessa mediale che invia due rami arteriosi nella regione posteriore della metafisi (Resnick e Niwayama, 1987).

1.3 ANATOMIA DELL'ARTICOLAZIONE COXO-FEMORALE DEL CANE ADULTO

L'articolazione dell'anca (articulatio coxae) è un'articolazione sinoviale del tipo enartrosi, che si stabilisce tra la cavità cotiloidea dell'osso dell'anca, ampliato da un cercine periferico fibro-cartilagineo, il cercine acetabolare (labrum acetabolare) e la testa del femore (Barone, 2003).

Le parti costitutive dell'articolazioni sono rappresentate da:

- superfici articolari
- mezzi di contenimento

Superfici articolari:

L'acetabolo è una cavità presente sulla parte media dell'osso dell'anca, alla cui costituzione partecipano l'ileo, l'ischio e il pube ed una piccola ossificazione indipendente l'osso acetabolare, il quale si fonde precocemente con gli altri. Ha la forma di segmento di sfera vuoto, rivolto ventro-lateralmente e nel cane si presenta largo e profondo.

La sua superficie articolare, liscia e rivestita di cartilagine è profondamente incisa ad una depressione rugosa, la fossa acetabolare, ed alla sua periferia è bordata da un ciglio rilevato e regolarmente circolare, che si presenta rugoso nel suo versante esterno e liscio su quello interno interrotto ventro-caudalmente dall'incisura acetabolare.

A livello di incisura acetabolare, il cercine forma una specie di ponte, il legamento trasverso dell'acetabolo che completa la cavità articolare dell'anca.

Il cercine acetabolare è relativamente esile e il legamento trasverso è allungato ma stretto.

Il femore oppone all'acetabolo la sua testa articolare di forma sferoidale e rivolta in direzione cranio dorsale (Figura 1).

La cartilagine articolare è di tipo ialino, distinta in uno strato superficiale sottile e traslucido ed uno strato profondo più spesso e opaco.

Alla periferia la cartilagine articolare si continua con la sinoviale e con il periostio.

Mezzi di contenimento:

La capsula articolare è un manicotto fibroso, che si inserisce sulla base del cercine acetabolare da un lato e vicino alla base del collo femorale dall'altro, a circa 1-2 cm dall'articolazione del femore avvolgendo così il ciglio e il cercine acetabolare, la testa e una parte del collo femorale.

La capsula articolare è composta da una membrana sinoviale interna e una membrana sinoviale esterna unite da una sottile lamina connettivale.

La membrana sinoviale si dispone intorno al legamento della testa del femore ed inoltre forma un piccolo diverticolo nella parte della fossa acetabolare non occupata dall'inserzione legamentosa e non presenta alcun fondo cieco.

È presente un legamento intra-articolare, il legamento rotondo o legamento della testa del femore, che prende inserzione da una parte nella fossetta legamentosa della testa femorale e dall'altra nella fossa acetabolare (Figura 6).

Nel cane è possibile riconoscere l'abbozzo di un legamento accessorio che origina insieme al legamento rotondo sulla testa del femore.

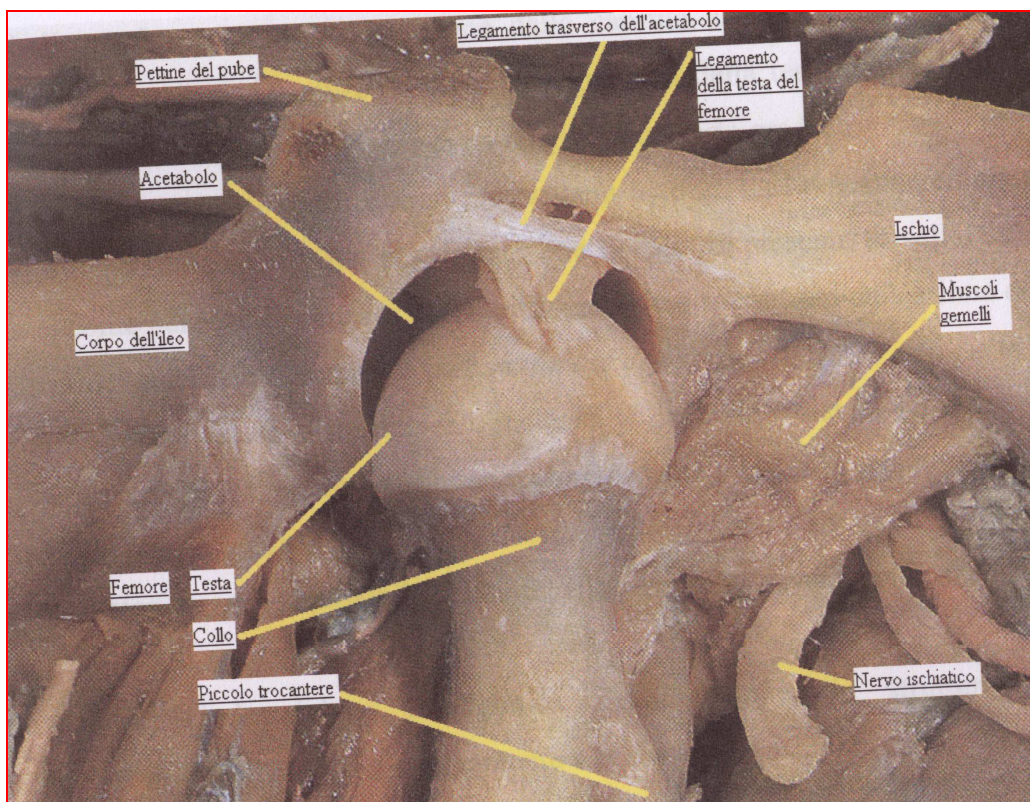


Fig. 6: immagine della dissezione di un'anca di cane dopo asportazione della capsula articolare e disarticolazione della testa del femore. Si osservi la regolarità del profilo della testa femorale, ricoperta di cartilagine ialina, e accolta nella cavità acetabolare, con la quale si ingrana perfettamente. Si noti il legamento rotondo che contribuisce alla congruenza dei segmenti ossei.

Da Done S. H., Goody P.C., Evans S.A., Stickland N.C.: "Atlante di anatomia veterinaria: il cane e il gatto", UTET, 1997. Modificato.

Numerosi sono i muscoli che circondano e contribuiscono a stabilizzare l'articolazione coxo-femorale. Essi possono essere distinti in muscoli pelvitrocanterici esterni e interni.

I muscoli pelvitrocanterici esterni sono: i glutei, superficiale medio e profondo, l'accessorio, i gemelli del bacino, l'otturatore esterno, il quadrato femorale e il capsulare dell'anca.

I muscoli pelvitrocanterici interni sono: il piccolo psoas, il grande psoas, l'iliaco, l'otturatore interno e il piriforme.

Infine abbiamo i muscoli della coscia anteriori, posteriori e mediali.

Tra i muscoli anteriori ricordiamo il tensore della fascia lata e il quadricipite femorale. Tra i mediali, il sartorio, il retto mediale e il pettineo e infine tra i muscoli posteriori della coscia ricordiamo il lungo vasto, il semitendinoso e il semimembranoso (Barone, 2003).

L'apporto ematico arterioso extraosseo dell'estremità prossimale del femore avviene tramite il plesso della membrana sinoviale (costituito dai rami dell'arteria femorale profonda, dall'arteria otturatoria e da quella circonflessa laterale), dall'arteria del legamento rotondo (non è presente in tutti i cani) e dai rami metafisari dell'arteria nutritizia (Bojrab M. J., 1981).

1.4 ANATOMIA DELL'ARTICOLAZIONE COXO-FEMORALE DEL CUCCIULO

Alla nascita sono presenti i centri di ossificazione dell'ileo e dell'ischio. A due settimane compare il centro di ossificazione della testa del femore, mentre alla quarta settimana il centro della testa del femore è attaccato alla testa femorale stessa.

A 4-8 settimane si ossifica il pube e a 6-7 settimane si mineralizza la sede di inserzione del legamento rotondo. Verso le 8-9 settimane si ossifica il grande trocantere e l'osso acetabolare (12 settimane).

A 12-14 settimane si ha la chiusura della fisi di accrescimento fra la testa e il collo femorale. A 20-36 settimane il collo del femore si fonde con la testa femorale e tra le 20 – 24 settimane si chiude anche la fisi acetabolare. La maggior parte della crescita condrale della pelvi è completa all'età di 28 settimane.

A 10-11 mesi si ha la fusione del grande trocantere alla testa femorale. La testa femorale alloggia completamente nell'acetabolo, lo spazio articolare tende a essere uniforme. L'acetabolo assume la forma di C o di depressione a coppa della pelvi (Riser , 1973).

Nei cuccioli la membrana sinoviale che ricopre i vasi sanguigni sul collo femorale forma delle pliche longitudinali. In molti cuccioli di età variabile dalle 6 alle 12 settimane si è riscontrato che il maggior apporto ematico arterioso alla testa e al collo del femore deriva dall'arteria circonflessa femorale mediale e da quella laterale.

La prima proviene direttamente dall'arteria femorale, mentre la seconda nasce come ramo dell'arteria femorale e fornisce il maggior apporto ematico alla testa e alla parte posteriore del collo femorale, al grande trocantere e alla fossa sottotrocanterica (Bojrab M. J., 1981).

CAPITOLO 2

DISPLASIA DELL'ANCA

2.1 CENNI DI DISPLASIA DELL'ANCA CONGENITA DEL BAMBINO

Questa patologia è una delle affezioni più importanti della patologia pediatrica ed in questo campo la radiologia infantile assume non solo un valore diagnostico ma anche un valore preventivo (De Toni, 1971).

Infatti, questa malattia dovrebbe essere diagnosticata precocemente, subito dopo la nascita. Comunque, in qualsiasi stadio si effettui la diagnosi e qualunque sia l'età del bambino, il problema principale dovrebbe essere quello di inquadrare correttamente la condizione morfologica della malattia in maniera tale di poter stabilire nel modo più efficace il trattamento.

Il termine displasia congenita dell'anca comprende un ampio spettro di anomalie di sviluppo dell'articolazione, che vanno dalla semplice lassità capsulo-legamentosa con instabilità articolare a completa lussazione con dislocazione della testa femorale (Gerscovich, 1997). La patologia è più frequente nelle femmine.

La causa è multifattoriale e legata a:

- lassità teno-legamentosa: può essere ereditaria o ormonale, nel caso in cui gli ormoni materni rilasciati durante il parto non vengano ben metabolizzati dal neonato
- fattori meccanici: postura podalica e oligoidramnios ovvero la mancanza di liquido amniotico per cui il feto è sottoposto a pressioni anomale
- fattori genetici (Gerscovich, 1997)
- displasia acetabolare: fattore molto discusso, poiché in realtà potrebbe essere una conseguenza della displasia dell'anca e non una causa. Inoltre è stata descritta una particolare forma di displasia dell'anca legata a una posizione anomala della coppa acetabolare: la retroversione dell'acetabolo, ovvero la sua apertura non è anterolaterale ma posterolaterale.

È caratterizzata da una deficienza della rima posteriore e copertura anteriore eccessiva che si realizza quasi esclusivamente a livello di acetabolo craniale (Reynolds, Lucas e Klaue 1999).

Secondo la gravità della patologia possiamo distinguere:

- displasia grave o lussazione: la testa femorale è fuori dall'acetabolo (8 % dei casi)

- displasia media e lieve: la testa femorale non è dislocata fuori dall'acetabolo (prelussazione: si tratta di un'anca instabile ma non sublussata) (Novembri e collaboratori, 1996)

2.2 MANIFESTAZIONI CLINICHE

Variano a seconda dell'età del bambino.

Segni clinici del neonato:

- forma grave: lussazione perinatale in cui si ha ridotta abduzione e, se la lussazione è monolaterale l'arto appare più corto. Il reperto clinico fondamentale è la positività al test di Ortolani, che è attendibile soltanto nei primi 2-3 mesi di vita. Se però la lussazione è anteronatale, non è più possibile eseguire la manovra di Ortolani, in quanto si sono verificate importanti modificazioni muscolari (retrazioni) (Novembri, 1996)
- forma media: non essendo la testa femorale dislocata al di fuori dell'acetabolo la manovra di Ortolani è negativa, mentre può essere positiva la manovra di Barlow che provoca la fuoriuscita della testa del femore dall'acetabolo (scatto di uscita) poi riducibile con la manovra di Ortolani per cui si evidenzia un'anca instabile. Il sintomo più significativo è la mancata abduzione
- Forma lieve: non si evidenziano segni clinici.

Segni clinici a 3-4 mesi:

- forma grave: la manovra di Ortolani è negativa: la testa e il legamento rotondo sono sviluppati e si hanno retrazioni muscolari per cui non si ha riducibilità della testa femorale
- forma media: si ha una limitazione dell'abduzione della anche
- forma lieve: non si evidenziano alterazioni cliniche

segni clinici dopo l'inizio della deambulazione:

- forma grave: andatura anserina nella forma bilaterali; nelle forme monolaterali si ha arto accorciato e piede equino per compensare
- forma media: segni clinici molto simili alla forma grave, meno evidenti
- forma lieve: non si apprezzano segni clinici evidenti ma l'incongruenza articolare, nella forma adulta può determinare coxalgia (Novembri, 1996).

2.3 ESAME RADIOGRAFICO

La valutazione radiografica è particolarmente affidabile quando il bambino è rilassato e sdraiato supino sul tavolo radiologico. Il bacino deve essere in posizione neutra rispetto al tavolo, con gli arti inferiori mantenuti in posizione di ab/adduzione neutra, con le anche in leggera flessione, per riprodurre la contrattura fisiologica di flessione dell'anca. Se il bacino viene ruotato da un lato, la radiografia antero-posteriore mostrerà l'asimmetria dei forami otturatori, con il reperto spurio della carente copertura acetabolare di un'anca e della copertura normale dell'anca opposta. Se non viene rispettata la contrattura fisiologica di flessione dell'anca e gli arti inferiori vengono forzati in basso verso il tavolo radiologico, il bacino ruota anteriormente, suggerendo un'anatomia distorta dell'acetabolo. Il periodo più precoce in cui si possono studiare cambiamenti radiologici è verso le sei settimane di età (Gerscovich, 1997).

Nel neonato normale con evidenza clinica di displasia di sviluppo dell'anca, il radiogramma di routine delle anche e del bacino può servire di conferma, ma un radiogramma standard non esclude la presenza di instabilità. Se nell'anca vengono notate una lussazione e una abduzione limitata, è indicato un radiogramma antero-posteriore delle anche e del bacino, per valutare la presenza di lussazione teratologica dell'anca e per escludere anomalie congenite della parte prossimale del femore, del bacino o della porzione caudale della colonna.

Diverse linee e angoli di riferimento possono esser utili nella valutazione critica del radiogramma antero-posteriore del bacino del neonato (Gerscovich, 1997) ma non è lo scopo di questa tesi approfondire questo argomento.

Invece, di possibile interesse per eventuali applicazioni in medicina veterinaria è l'acetabolo retroverso.

L'aspetto più caratteristico dell'acetabolo retroverso in proiezione antero-posteriore è caratteristico:

- a livello di porzione superiore dell'acetabolo la rima anteriore proietta più lateralmente rispetto alla posteriore determinando sull'immagine radiografica il "cross-over": è l'incrocio delle rime stesse. Nell'acetabolo normale invece, la rima anteriore proietta medialmente e distalmente divergendo dalla posteriore che è più laterale (Reynolds, Lucas e Klaue, 1999; Giori e Trousdale, 2003; Ezoe, Naito e Inoue, 2006)

- normalmente il profilo del margine acetabolare posteriore passa per il centro della testa del femore o lateralmente; nell'acetabolo retroverso discende medialmente. Il quadro è definito "posterior wall sign" indicando una copertura acetabolare minore (Reynolds, Lucas e Klaue, 1999; Ezoë, Naito e Inoue, 2006).

Quando si evidenzia il segno del "cross-over", la spina ischiatica proietta all'interno della pelvi, indicando che l'emipelvi è retroversa (Kalberer e coll., 2008).

2.4 DISPLASIA DELL'ANCA DEL CANE

La displasia dell'anca del cane è stata descritta per la prima volta da Schnelle nel 1935. La parola displasia deriva dal greco dys (anormale) e plas (is) che significa sviluppo, quindi letteralmente indica un anormale sviluppo dell'articolazione coxo-femorale.

Per displasia dell'anca s'intende infatti un complesso di dismorfismi della cavità acetabolare, della testa del femore e dell'apparato capsulo-legamentoso che possono portare alla perdita subtotale o totale dei rapporti articolari; il processo displasico infatti, nel corso dell'ontogenesi, può arrestarsi a stadi diversi, realizzando, a seconda della gravità, forme di semplice incongruenza articolare, di prelussazione, di sublussazione e di lussazione vera e propria (Canepa, 1996). Tutte le alterazioni strutturali associate alla displasia dell'anca derivano da influenze esercitate sul rimodellamento e sul processo di accrescimento delle anche in relazione ad alterazioni biomeccaniche che avvengono quando il cucciolo è ancora immaturo (Riser, 1973)

La mancanza di congruenza tra testa del femore e acetabolo provocano una concentrazione dei carichi su di un'area ristretta a livello della rima acetabolare dorsale determinando un attrito eccessivo dei capi articolari con erosione e distruzione della cartilagine di rivestimento, attivazione dei mediatori dell'infiammazione, sinovite ed osteoartrite sfocianti in dolore cronico e disturbi della deambulazione nel soggetto colpito per le limitazioni funzionali che ne conseguono.

2.5 EZIOPATOGENESI

La displasia dell'anca è una patologia multifattoriale, caratterizzata da una componente genetica.

Il fattore ereditario non è da considerare come unico protagonista, infatti oggi viene considerata come una tipica malattia dello sviluppo in cui molti fattori concorrono all'insorgenza :

- ambiente
- alimentazione
- eccessiva somministrazione di calcio
- errati trattamenti antielmintici
- miopatie
- eccessiva attività fisica in fase di accrescimento
- iperestrogenismo
- rapporto crescita-peso corporeo
- squilibrio funzionale paratormone calcitonina
- lassità articolare
- inclinazione della rima acetabolare dorsale
- valgismo e ante versione del collo femorale
- vertebra lombare di transizione (Martini, 2006)

La componente genetica rappresenta la causa di base della displasia dell'anca; i fattori genetici agiscono in concomitanza a fattori ambientali. Questo carattere patologico quantitativo è controllato sul piano ereditario da un insieme di molti geni. La quota genetica è così misurabile sulla popolazione in esame mediante esami statistici ed è espressa come ereditabilità (h^2): è il rapporto fra la sua variazione genotipica e la sua variazione fenotipica (V_G / V_P) e può essere così distinta:

- alta: $h^2 > 0.5$
- media: $h^2 0.2-0.5$
- bassa: $h^2 < 0.2$

la quota percentuale residua è evidentemente a carico dei fattori ambientali.

Il fattore di ereditabilità per questa patologia è 0.3 indicando appunto come altri fattori possano scatenare lo sviluppo della malattia (Hedhammer e collaboratori, 1979; Kastrom e collaboratori, 1975).

Un recente studio di Woolliams e collaboratori (2011) ha valutato la correlazione genetica della displasia dell'anca e del gomito nei cani di razza Labrador Retriever in Gran Bretagna.

In particolare, per quanto riguarda le articolazioni coxo-femorali, sono state valutate 25.243 punteggi. L'ereditabilità, analizzata su larga scala era 0.35 ± 0.02 con una correlazione genetica di 0.41 ± 0.09 .

Queste modalità di trasmissione ereditaria appartengono alla genetica quantitativa, cioè alla eredità poligenica o multifattoriale. Per contro, quando il controllo genetico di un determinato carattere avviene attraverso l'effetto di un solo gene, la trasmissione ereditaria appartiene alla genetica qualitativa, cioè all'eredità monogenica o unifattoriale. In questo caso l'influenza dell'ambiente nella determinazione del fenotipo è nulla.

Anche la dieta ha la sua importanza, infatti se ipercalorica determina un sensibile aumento delle malattie articolari (Kealy e collaboratori, 1992). L'errata somministrazione di Calcio in cani in fase di accrescimento potrebbe concorrere ad alterare il normale metabolismo a carico del tessuto osseo creando così i presupposti per successive malformazioni. In realtà non vi sono prove certe che la concentrazione di Calcio nella razione possa influire sulla manifestazione della displasia dell'anca. L'assunzione prolungata di Calcio nelle razze di taglia grande è stata associata a ipercalcemia, ipofosfatemia, ritardo della maturazione e del rimodellamento osseo con disturbi dell'ossificazione encondrale (Martini, 2006). Tali disturbi potrebbero avere un ruolo nello sviluppo della displasia dell'anca. Infatti alcuni autori (Olsson e collaboratori, 1976) suggerivano che l'osteochondrosi potesse interessare il margine acetabolare riducendone la profondità. Inoltre, sono stati riportati casi di Labrador Retrievers con ritardata ossificazione dell'epifisi prossimale del femore e successivo sviluppo della patologia articolare (Todhunter e collaboratori, 1997).

La rapidità di accrescimento e il peso sono due fattori molto importanti, infatti il momento più critico nello sviluppo e stabilità dell'articolazione coxo-femorale va dalla nascita ai primi 60 giorni di vita. Ogni modificazione dell'equilibrio meccanico influenza la modalità programmata del normale processo di maturazione e sviluppo dell'articolazione dell'anca; in questo periodo i tessuti sono molli e tendenti al modellamento (Martini, 2006).

La lassità articolare è un elemento determinante nello sviluppo della malattia; si ritiene che preceda il rimodellamento articolare; sono stati effettuati numerosi studi a questo proposito e sembra comunque che la lassità articolare sia trasmessa geneticamente e che sia un fattore altamente ereditario (Lust., 1993).

La stessa morfologia ed inclinazione della pelvi riveste un ruolo fondamentale nella comparsa o nella predisposizione alla displasia in quanto se la pelvi presenta una rotazione verso un lato rispetto all'osso sacro, sul lato opposto la volta acetabolare non

sarà in grado di accogliere in modo ottimale la testa femorale favorendo la lassità articolare. È stata infatti individuata, in uno studio del 1972 di Olsson e Kasstrom come possibile causa la rotazione acetabolare dell'emipelvi che determina appunto una maggiore apertura della coppa acetabolare e quindi una maggiore facilità di scivolamento. Volta e collaboratori (2010) hanno dimostrato la presenza di deformità torsionali del bacino (extrarotazione) in Bulldog Inglesi di età compresa tra 12 e 14 mesi, e la presenza del segno di "cross over" (segno radiografico indicativo di proiezione della rima ventrale dell'acetabolo più laterale rispetto alla rima dorsale) che corrisponde a insufficiente copertura dell'acetabolo. Gli autori sospettano una possibile anomalia metabolica della sinfisi pubica o un'anomala conformazione delle ali del sacro o dell'articolazione sacroiliaca. Comunque è possibile che la retroversione dell'acetabolo contribuisca alla patogenesi della displasia (Volta e collaboratori, 2010).

Anche il valgismo e l'orientamento anomalo della testa del femore determinano orientamento anomalo della testa del femore nell'acetabolo favorendo la sublussazione dell'articolazione ed un carico concentrato sul bordo cranio laterale.

La sacralizzazione dell'ultima vertebra lombare comporta invece una connessione asimmetrica del bacino alla colonna vertebrale così che un'anca risulta sfavorita (Martini, 2006).

In un lavoro di Leppanen (2000) viene descritta una differenza della patologia fra i cuccioli nati in primavera e estate e quelli nati in autunno-inverno. I primi avrebbero generalmente meno problemi rispetto ai secondi. Probabilmente a causa del freddo i cuccioli nati in inverno hanno meno possibilità di movimento rispetto a quelli nati in primavera. In questo caso sarebbe evidente che una buona conformazione muscolare tendenzialmente riduce le probabilità di comparsa della displasia dell'anca, favorendo la stabilità articolare.

2.6 EPIDEMIOLOGIA

Le razze più frequentemente affette da displasia dell'anca sono elencate nella tabella 1.

Tabella 1 (Tratto da FSA www.fsa-vet.it)

<ul style="list-style-type: none"> • Boxer • Doberman • Pastore Belga • Pastore Tedesco • Rottweiler • Schnauzer • Terranova • Airedale Terrier • Akita • Alano • Alaskan Malamute • American Staffordshire Terrier • Australian Cattle Dog • Barbone grande mole • Basset Hound • Beagle • Bearded Collie • Bobtail • Border Collie • Bovaro del Bernese • Bovaro dell'Appenzell • Bovaro dell'Entlebuch • Bovaro delle Fiandre • Bracco italiano • Bull Terrier • Bulldog • Bullmastiff • Cane Corso • Cane da Montagna dei Pirenei • Cane da Orso della Carelia • Cane da pastore australiano Kelpie • Cane da pastore bergamasco • Cane da pastore dei Pirenei • Cane da pastore del Caucaso • Cane da pastore dell'Anatolia • Cane da pastore dell'Asia Centrale • Cane da pastore della Russia merid. • Cane da pastore di Beauce • Cane da Pastore di Brie • Cane da pastore di Vallée • Cane da pastore maremmano-abruzzese • Cane da pastore scozzese • Cane di San Bernardo • Cane lupo Cecoslovacco • Cavalier King Charles Spaniel • Chien de Saint Hubert • Cirneco dell'Etna • Chow Chow • Cocker americano e spaniel inglese • Dalmata • Dogo Argentino • Dogue de Bordeaux 	<ul style="list-style-type: none"> • Eurasier • Fila Brasileiro • Grande Bovaro Svizzero • Groenlandese • Hannover'sher Schweisshund • Hovawart • Irish Wolfhound • King Charles Spaniel • Komondor • Kurzhaar • Kuvasz • Lagotto romagnolo • Landseer • Leonberger • Levriero Afgano • Lhasa Apso • Mastiff • Mastino dei Pirenei • Mastino napoletano • Mastino spagnolo • Norsk Elghund Grigio • Pastore Australiano • Podenko • Pointer • Puli • Retriever Chesapeake Bay • Retriever Curly Coated • Retriever Flat Coated • Retriever Golden • Retriever Labrador • Rodesian Ridgeback • Saluki • Samoiedo • Schnauzer • Segugio bavarese • Segugio italiano • Setter Gordon • Setter inglese • Setter irlandese • Shar Pei • Shiba Inu • Siberian Husky • Sloughi • Spinone italiano • Springer Spaniel inglese • Staffordshire Bull Terrier • Terrier Nero Russo • Tibetan Mastiff • Tosa • Weimaraner • Welsh Corgi
--	--

Per quanto riguarda la razza Labrador Retriever (razza studiata in questa ricerca), si può aver accesso a diversi studi che hanno tentato di rilevare l'incidenza della patologia in questa razza.

La seguente tabella è ricavata da sito web:

http://www.retriever.it/health&care/displasia_anca_stat.asp; sono state inserite le statistiche che si riferiscono all'associazione OFA per i Retriever esaminati radiograficamente per displasia dell'anca nel Nord America; questo è un esempio da cui poter capire non solo l'importanza dei controlli sulle malattie ereditarie, ma anche per studiare l'andamento delle stesse. Gli anni presi in considerazione partono dal 1980 al 1987 (tabella A) (solo 400 esemplari) e dal 1988 al 1995 (tabella B).

tabella A

Trend della displasia dell'anca nel Nord America

Razza	% totale	1980	1987-88	1994-95	Diff. dal '80 al '95
Chesapeake Bay Retriever	Eccellenti	5.9%	11.5%	10.2%	+72.9%
	Displasici	25.5%	23.5%	22.2%	-12.9%
	Totale	1783	712	616	-
Golden Retriever	Eccellenti	1.8%	3.0%	4.4%	+144.4%
	Displasici	23.4%	23.9%	17.0%	-27.4%
	Totale	18169	7939	6888	-
Labrador Retriever	Eccellenti	10.4%	15.9%	16.6%	+59.6%
	Displasici	14.5%	13.8%	11.7%	-19.3%
	Totale	15343	10695	12655	-

Tabella B

Rischio di displasia per razza nel Nord America

Razza	N. controlli	% di Eccellenti	% di displasici
Chesapeake Bay	8.731	10.1	22.7
Curly Coated	737	7.2	15.7
Nova Scotia	591	13.2	8.0
Flatcoated	3.122	15.8	4.7
Golden	92.132	3.3	20.9
Labrador	134.979	16.1	13.0

Attualmente, secondo l'OFA, Il rischio di sviluppare la displasia dell'anca nei cani di razza Labrador è stimato del 13%.

2.7 FISIOPATOLOGIA DELL'EVOLUZIONE DISPLASICA

I cuccioli geneticamente predisposti allo sviluppo della malattia nascono con anche normali. In età precoce (2 settimane) viene osservata una distensione capsulare e del legamento della testa del femore. Negli stadi precoci dello sviluppo della malattia (4 settimane) si assiste ad aumento di volume del liquido sinoviale, ipertrofia del legamento rotondo, sinovite proliferativa e ispessimento della capsula articolare. Il periodo più critico nello sviluppo della patologia va dalla nascita ai primi 60 giorni di vita, poiché i tessuti sono ancora immaturi e possono essere ancora sollecitati oltre i loro limiti di elasticità perdendo così la loro originaria forma. L'aumento del liquido sinoviale e la distensione capsulare sono associati all'incremento della lassità articolare. Nelle fasi precoci della malattia esiste una relazione diretta tra aumento del volume del liquido sinoviale, ipertrofia del legamento rotondo e lassità articolare. Queste modificazioni intervengono prima che la malattia sia evidente radiologicamente. La lassità provoca un vario grado di dislocazione dorso-laterale della testa del femore e tra i 60 e i 90 giorni di età avvengono i primi cambiamenti caratteristici che rivelano un principio di sublussazione e un ritardo dell'ossificazione del margine acetabolare dorsale. In questa età si può avere un ritardo dello sviluppo del margine acetabolare dorsale poiché una precoce sublussazione articolare può provocare una concentrazione del carico sulla rima acetabolare. Tra i 3 e i 5 mesi inizia a mancare la congruenza tra i capi articolari e compaiono le prime alterazioni di forma delle componenti acetabolari. Con la progressione della malattia solo una piccola area delle superfici articolari rimane in contatto reciproco e ciò provoca una concentrazione delle forze di carico a livello di una ristretta superficie articolare sulla rima acetabolare dorsale con conseguenti danno cartilagineo e sclerosi ossea subcondrale. Questi processi, una volta innescati si autoalimentano e con la progressione si ha l'erosione della superficie articolare, l'osso subcondrale diventa sclerotico, quindi viene eroso, levigato per diventare eburneo. Un'altra risposta alla sublussazione è la fibroplasia proliferativa della capsula articolare che si ispessisce in modo rilevante, limitando successivamente l'ampiezza dei movimenti articolari dell'anca. Il liquido sinoviale perde parte della sua viscosità e capacità lubrificante presentando ridotto peso specifico. Man mano che la sublussazione prosegue, il legamento rotondo si ispessisce e si distende fino a rompersi. Il quadro finale è l'artropatia degenerativa secondaria (Martini, 2006).

2.8 ANAMNESI E ESAME CLINICO

Dal punto di vista clinico, la sintomatologia può insorgere molto precocemente (3-4 mesi) anche se il periodo di maggiore incidenza si colloca tra i 5 e i 10 mesi. Nella maggior parte dei casi i cuccioli vengono portati a visita per vaghi problemi correlati a debolezza degli arti pelvici, riluttanza ad alzarsi e a salire le scale, intolleranza a prolungati periodi di esercizio, difficoltà a salire in macchina. Il dolore è dovuto a sinovite infiammatoria, tensione della capsula sinoviale e osteoartrite che determinano la stimolazione dei nocicettori locali. Il paziente cerca di ridurre il dolore assumendo posizioni antalgiche; in stazione si osserva uno spostamento del peso sul bipede anteriore spesso associata ad una variazione della base di appoggio del bipede posteriore. Durante la deambulazione si osservano sensibili variazioni, perché il cane tende a sostituire alla normale locomozione nuovi movimenti che richiedono una minore escursione articolare dell'anca. I cani aumentano il movimento dell'articolazione del rachide, per cui il soggetto è in grado di deambulare, riducendo la sensazione di dolore e assumendo la tipica andatura saltellante a coniglio. Il grado di zoppia è variabile: da lieve che si manifesta dopo un intenso esercizio fisico a grave quando il cane avverte un dolore molto intenso e non è in grado di reggersi sul treno posteriore. Tuttavia è raro che i cuccioli vengano portati a visita per un'evidente zoppia dell'arto posteriore. Attualmente però, l'obiettivo è proprio effettuare una diagnosi preventiva o precoce nei cani in accrescimento in età variabili in funzione dei metodi utilizzati e della gravità delle alterazioni articolari presenti. Anche nei soggetti adulti e anziani il quadro clinico è variabile dipendendo dal grado di modificazioni artrosiche. Di solito l'insorgenza è subacuta, può riacutizzarsi dopo intensa attività fisica e i soggetti possono presentare rigidità articolare il mattino, zoppia e stanchezza durante l'attività fisica. La rigidità, il dolore articolare e la debolezza del treno posteriore determinano evidenti disturbi funzionali a carico degli arti pelvici. Per quanto riguarda gli animali molto giovani, gli obiettivi sono quindi di medicina preventiva con la rilevazione dei primi segni di patologia, la previsione del suo sviluppo e la possibilità d'intervento preventivo per ridurre o arrestare l'espressione della malattia. Naturalmente la diagnosi precoce nasce anche dall'esigenza di selezionare i soggetti adatti per la carriera riproduttiva nei cani di razza. L'età alla quale effettuare la prima visita non è stabilita; secondo alcuni autori (Vezzoni e collaboratori, 2005) l'età di 14 settimane e di 18 settimane nei cani di taglia media e nei cani di taglia gigante rispettivamente sono risultate le età minime per una diagnosi altamente attendibile.

La visita per la diagnosi preventiva comprende un accurato esame ortopedico e l'esame radiografico con l'animale in sedazione profonda. Molti cuccioli con iperlassità funzionale e sublussazione presentano un'andatura particolare per cui non sono in grado di estendere completamente le anche. Altri cuccioli presentano l'andatura a salto di coniglio, al passo, al trotto o quando salgono le scale. L'animale sveglia viene condotto al passo ed il veterinario esaminatore deve camminare dietro di lui appoggiandogli le mani sulle anche per rilevare una forma di sublussazione palpabile. Alla visita clinica sono evidenti segni di ipomiotrofia bilaterale che insorgono precocemente. L'esame comprende la palpazione delle anche con il cane in sedazione e si valutano la lassità articolare, la sublussazione, l'integrità della cartilagine articolare e l'integrità del margine acetabolare dorsale. Quindi vengono studiati il segno di Ortolani, il segno di Barlow, l'angolo di riduzione e l'angolo di sublussazione. Questi test servono a valutare il grado di lassità articolare (Piermattei e Flo, 1999).

- segno di Ortolani: il paziente è posizionato con il femore parallelo al tavolo; con una mano sull'articolazione del ginocchio si spinge il femore prossimalmente e l'altra mano è posizionata sul grande trocantere. La spinta, in caso di anca lassa porta il femore a sublussarsi. Quindi il femore è abdotto lentamente e la tensione che si crea con i muscoli adduttori determina il rientro della testa del femore talvolta con la percezione di sentire come uno schiocco (Piermattei e Flo, 1999)
- segno di Barlow: si applica una pressione assiale lungo la testa femorale verso l'articolazione dell'anca in modo da produrre la sublussazione. Rappresenta praticamente la prima metà della manovra di Ortolani, pertanto in realtà si consiglia di completare la restante manipolazione fino a eseguire la manovra di Ortolani per aumentare l'attendibilità dei risultati
- misurazione dell'angolo di riduzione: il paziente è posto in decubito dorsale con il bacino simmetrico. L'operatore esercita una delicata compressione dell'anca ortogonale al tavolo, esegue la manovra di abduzione
- misurazione dell'angolo di sublussazione: stessa posizione della manovra precedente; si esegue una compressione dell'anca, e si esercita la manovra di adduzione verso il piano mediano della testa del femore dalla sede acetabolare.

Questi due angoli vengono misurati tramite l'Elettrogoniometro © di Slocum: si posiziona la sonda appena caudalmente all'inserzione del muscolo pettineo sull'eminanza ileo-pettinea del pube, appoggiando poi lo strumento alla parete mediale del ginocchio mentre

il grado di inclinazione rispetto al piano verticale viene letto sul display (Vezzoni e collaboratori, 2005).

Il test di Barden, viene utilizzato come esame preliminare nei cuccioli per fare una diagnosi precoce della displasia dell'anca. Infatti è un metodo che serve per stimare l'ampiezza della traslazione laterale della testa femorale al di fuori dell'acetabolo. Il paziente è posizionato in decubito laterale, con il veterinario alle spalle. Si applica sul grande trocantere il pollice o l'indice di una mano, mentre l'altra afferra saldamente la coscia. Questa viene sollevata lateralmente senza abduzione e si può quindi percepire il grado di lassità articolare. Barden riferisce un'accuratezza di previsione della displasia dell'83% nei cuccioli di età compresa tra 8 e 9 settimane (Piermattei e Flo, 1999) anche se il test risulta essere soggettivo e l'interpretazione dei risultati differisce a seconda del clinico che lo esegue.

I diversi autori suggeriscono comunque, di utilizzare i test sopra menzionati, come esami complementari tra loro, per poter ottimizzare la diagnosi della displasia dell'anca nel cane (Fry e collaboratori, 1992).

2.9 STUDIO RADIOGRAFICO

Lo studio radiografico comprende diverse proiezioni in quanto l'anca è un'articolazione complessa da indagare radiologicamente ed è finalizzato a valutare oggettivamente la conformazione e la congruenza articolare (studio statico) e la lassità articolare (studio dinamico).

La porzione pelvica si sviluppa da quattro ossa: l'ileo, il pube, l'ischio e le piccole ossa acetabolari che sono tutte presenti alla nascita. Solo l'ileo e l'ischio sono sufficientemente mineralizzati da rendersi visibili sul radiogramma. Alla nascita la testa femorale e l'acetabolo non sono visibili radiograficamente, l'articolazione è comunque funzionale e stabile. Secondo la letteratura, l'articolazione dell'anca alla nascita appare normale (Riser, 1973), e così cresce se la congruità tra i due capi articolari è completa. Le differenze osservate sono da ricondurre alle dimensioni dell'animale: il diametro craniocaudale della cavità cotiloidea del cane di grossa taglia in rapporto alla lunghezza totale del bacino è relativamente più corto di quello del cane di piccola taglia (Riser, 1973).

Le variazioni del disegno radiografico in rapporto alle fasi di crescita sono le seguenti:

- 8 giorni: si osservano i nuclei di ossificazione di ileo, ischio, pube, diafisi del femore
- 12 giorni: il nucleo di ossificazione del femore è ben visibile come disegno di un piccolo cerchio opaco (Riser, 1973)
- 15 giorni: il nucleo di ossificazione della testa del femore è visibile in proiezione ventro-dorsale e non in latero-laterale, perché in latero-laterale la sua immagine è sovrapposta a quella del pube
- 22 giorni: si rende visibile la testa del femore e si allunga il collo femorale
- 4-5 settimane: l'epifisi prossimale del femore appare unita con la metafisi (Riser 1973)
- 5 settimane: le dimensioni dell'immagine della testa del femore è uguale a quella del collo del femore
- 6 - 7 settimane: si disegna la fovea o fossetta ove si inserisce il legamento rotondo
- 7 settimane: si modellano la parte prossimale del femore e la fossa sottotrocanterica
- 9 settimane: compare il nucleo di ossificazione del grande trocantere
- 3 mesi: compare il nucleo di ossificazione del piccolo trocantere, visibile solo nella proiezione VD obliqua ad arto abdotto. È completa l'ossificazione della cavità acetabolare, che perciò si rende visibile all'esame radiografico
- 4 mesi: la formazione della cavità acetabolare è completa. Tra ileo e ischio si osserva un nucleo di ossificazione transitorio, largo 2 mm e lungo 12 mm che si chiude a 5-5 mesi e mezzo (Mayrhofer, 1988)
- 5 mesi: la radiotrasparenza della cartilagine di accrescimento si attenua
- 6-8 mesi: sul collo femorale si uniscono i nuclei di ossificazione della testa del femore e del grande trocantere
- 7 mesi crescono le dimensioni dell'articolazione, ma non si modifica l'immagine radiografica
- 12 mesi: tutte le fisi sono chiuse e non sono più radiotrasparenti.

Tutte le fasi di sviluppo e di maturazione scheletrica sono la sintesi di un bilanciamento biomeccanico, di simmetria, di congruità tra la testa del femore e la cavità acetabolare.

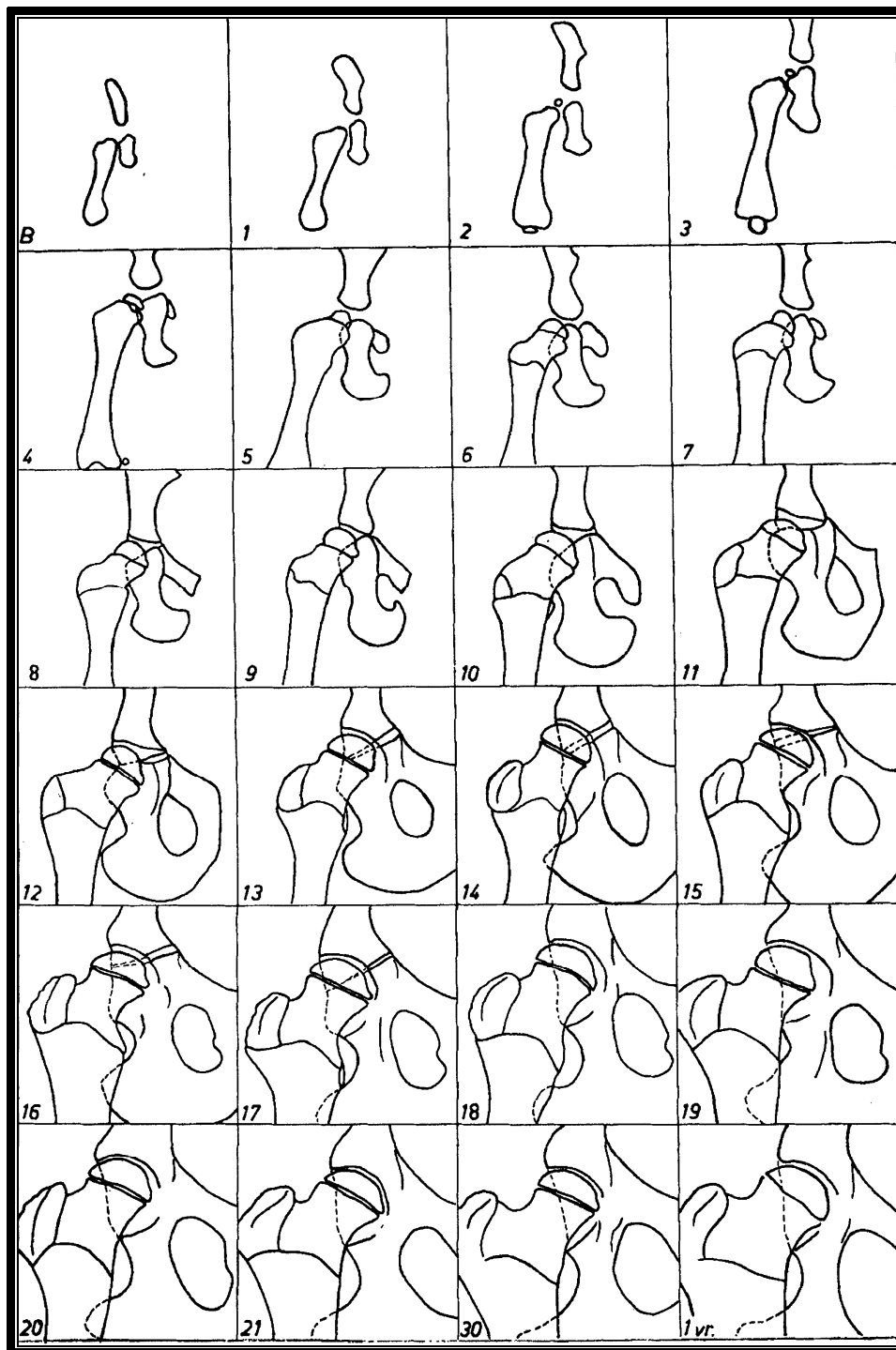


Figura 1: schema che rappresenta le articolazioni durante lo sviluppo dalla nascita a un anno di età. Il numero indica l'età del cane in settimane (Riser, 1973)

L'esecuzione dei radiogrammi segue un metodo standard codificato e collaudato; l'esame va effettuato con la sedazione profonda del paziente.

Le proiezioni sono le seguenti:

- ventro-dorsale standard
- a rana (frog leg)
- dorsal acetabular rim view (DAR)
- ventro-dorsale con distrazione (metodo PennHip) utilizzato nella nostra pratica anche se sono state descritte altre proiezioni in distrazione (Badertscher, Belkoff, Flückiger)
- Dorso-Lateral Subluxation Score (DLS)

A. Proiezione ventro-dorsale standard ad arti estesi

Questa proiezione è stata descritta nel 1962 da Riser e adottata dall'OFA. In seguito (1983) è stata adottata dall'FCI (Federazione Cinofila Italiana) come proiezione ufficiale per la diagnosi della displasia dell'anca. Il cane viene posizionato in decubito dorsale, all'interno di una culla per ottenere la simmetria del bacino e del rachide. L'operatore impugna i garretti ed estende gli arti posteriori, i femori vengono addotti, sono paralleli al rachide e ruotati internamente, il più possibile paralleli al tavolo radiografico; le rotule, sul radiogramma, dovranno trovarsi nella parte centrale della troclea femorale; il bacino deve essere parallelo al tavolo. Ogni inclinazione del rachide comporta un'inclinazione del bacino. Il fascio radiogeno viene centrato sul pube e comprende le rotule distalmente e le ali dell'ileo prossimalmente. Inoltre si include la faccia craniale del sacro che costituisce un segno di riconoscimento individuale necessario per confrontare più esami radiografici dello stesso soggetto. La simmetria del bacino viene quindi studiata all'esame radiografico: i fori otturati, i rami e le ali dell'ileo e la parete mediale degli acetaboli devono essere simmetrici (Figura 2 e 3). Il posizionamento errato (asimmetria del bacino, mancata adduzione o eccessiva dei femori) pregiudica la possibilità di effettuare una lettura precisa. Con la proiezione VD standard, possiamo valutare l'acetabolo, la testa, il collo del femore (Figura 3). La cavità acetabolare ha una forma semilunare e presenta medialmente una zona radiotrasparente, la fossa acetabolare. Si distingue un margine acetabolare craniale, uno dorsale, uno caudale e uno ventrale. Il margine dorsale è visibile solo in parte in questa proiezione, perché è coperto dalla testa del femore. La testa del femore è convessa, a forma di semicerchio, e completamente accolta nella cavità acetabolare. Sul suo profilo mediale è possibile distinguere una porzione appiattita, rugosa e radiotrasparente, che rappresenta la fovea capitis, dove si inserisce il legamento rotondo. Lo spazio articolare è di larghezza uniforme dal margine acetabolare dorsale fino alla fovea capitis. La superficie articolare della testa femorale è separata da uno scalino dal collo femorale, che presenta

un diametro ridotto rispetto alla testa del femore. Lateralmente al collo del femore, è possibile distinguere il grande trocantere, mentre medialmente e più distalmente si evidenzia il piccolo trocantere. Radiologicamente si studiano la lassità articolare e le lesioni osteoarticolari. La lassità può essere minima, con lieve ampliamento della parte mediale dello spazio articolare (divergenza) o grave con sublussazione-lussazione laterale della testa femorale. Le lesioni osteoarticolari possono essere lievi (osteofitosi): linea di Morgan (linea di sclerosi sul collo femorale) (Morgan, 1987), linea di medusa (sclerosi sulla testa femorale), grave rimodellamento della testa femorale che assume forma di fungo, cono, appiattita etc. (Bertoni e collaboratori, 2005). Nonostante l'esistenza di dettagliate descrizioni delle modificazioni che si possono verificare in corso di displasia, possono comunque aversi giudizi molto diversi nella valutazione di uno stesso radiogramma. Ciò deriva dalle diverse valutazioni soggettive dei singoli lettori. Per ovviare in parte a questo inconveniente, la FCI e la BKC (British Kennel Club) hanno proposto l'utilizzo di un indice morfometrico per la valutazione del grado di lassità articolare: l'angolo di Norberg. Questo angolo è formato da due rette: la prima congiunge i due centri delle teste femorali, la seconda retta, origina dal centro della testa femorale ed è tangente all'angolo cranio-laterale dell'acetabolo. In cani normali l'angolo è maggiore o uguale a 105°.



Figura 2 Immagine radiografica

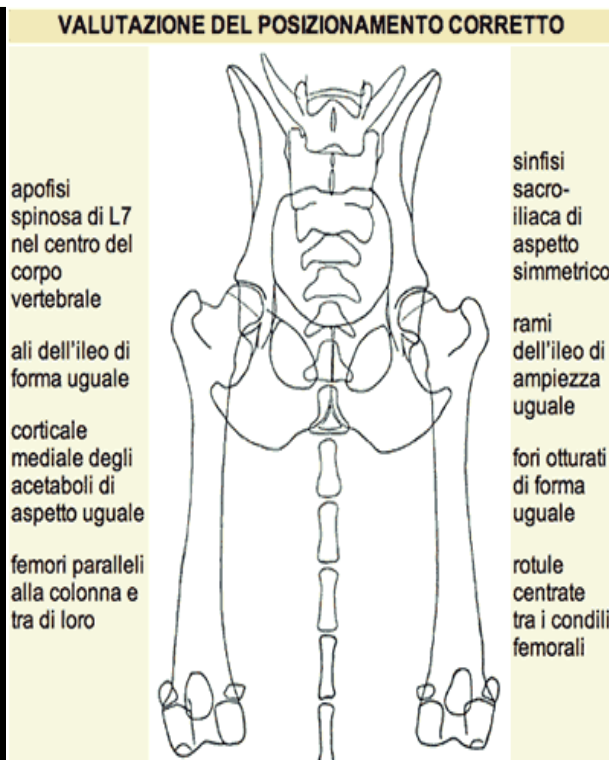


Figura 3 Immagine tratta dal sito internet WWW.FSA-Vet.it

Esistono diversi criteri di classificazione della patologia secondo le principali organizzazioni internazionali. La classificazione adottata dalla FCI, adottata in Italia, divide la displasia in 5 gradi (www.fsa.it):

1. Grado A: assenza di displasia

La testa del femore e l'acetabolo sono congruenti. Il margine acetabolare craniale appare netto e leggermente arrotondato. L'angolo di Norberg è $\geq 105^\circ$. Lo spazio articolare è uniforme.

2. Grado B: quasi normale

La testa del femore e l'acetabolo appaiono leggermente incongruenti, ma l'angolo di Norberg è circa 105° oppure non si evidenzia lassità articolare, ma l'angolo di Norberg è leggermente inferiore a 105° .

3. Grado C: Displasia lieve

La testa del femore e l'acetabolo appaiono incongruenti, l'angolo di Norberg è circa 100° , il bordo cranio-laterale è smusso. Possono essere presenti irregolarità osteoartrosiche a carico del margine acetabolare craniale, e/o osteofitosi sull'inserzione caudo-dorsale della capsula articolare sul collo femorale (linea di Morgan e linea di medusa).

4. Grado D: Displasia moderata

L'incongruità appare evidente con sublussazione della testa del femore. L'angolo di Norberg è $> 90^\circ$. C'è un appiattimento del bordo cranio-laterale dell'acetabolo e segni di osteoartrosi più evidenti a livello del margine craniale dell'acetabolo e del collo femorale.

5. Grado E: Displasia grave

Sono presenti modificazioni marcate di tipo displasico, come la lussazione o la sublussazione. L'angolo di Norberg è $< 90^\circ$. Si ha un evidente appiattimento del margine acetabolare craniale e deformazione della testa del femore che assume forma a cappella di fungo o appiattita. Sono presenti altri segni di osteoartrosi.

B. Proiezione a rana (frog leg)

Il paziente è in decubito dorsale (come per la proiezione precedente); il bacino è simmetrico e gli arti posteriori vengono mantenuti con i garretti appoggiati alla tuberosità ischiatiche omolaterali e vicini tra loro. Questa proiezione è indicata per valutare la profondità dell'acetabolo (Bertoni e collaboratori, 2005).

C. Proiezione DAR ("dorsal acetabular rim view")

Permette di studiare la morfologia e l'inclinazione del bordo acetabolare dorsale. Il cane viene posizionato in decubito sternale, con gli arti posteriori flessi all'anca e portati cranialmente, le gambe devono essere angolate di 45° gradi rispetto al tavolo radiografico. E' importante che i muscoli posteriori della coscia (semitendinoso, semimembranoso, gracile), siano messi in tensione, in modo da ottenere una verticalizzazione del bacino rispetto al tavolo radiologico. Il grado di rotazione deve essere tale che l'area di proiezione del ciglio acetabolare dorsale venga a trovarsi subito ventralmente alla tuberosità ischiatica. La proiezione DAR può risultare di difficile lettura soprattutto per la sovrapposizione di più strutture scheletriche, quali, l'ala e il corpo dell'ileo, il ciglio acetabolare e la tuberosità ischiatica (Figura 4). Si misura l'angolo di inclinazione acetabolare che è formato da due rette: una tangente al ciglio acetabolare dorsale nel punto in cui questo prende contatto con la superficie articolare della testa femorale e l'altra perpendicolare al piano sagittale mediano. I valori normali di tale angolo sono < 7,5°.

In questa proiezione si misura appunto la reale copertura acetabolare, le alterazioni del ciglio acetabolare, l'incongruenza articolare, sclerosi e sollevamento rispetto alla superficie articolare della testa. Tali segni sono importanti quando la proiezione VD standard è dubbia (Slocum B. e Devine T.M., 1998; Martini, 2006).



Figura 4: proiezione DAR

Uno studio ha applicato la DAR su cuccioli di 6 mesi di età, con risultati soddisfacenti (Charette B. e collaboratori, 2001), ma un altro lavoro mostra una percentuale di falsi negativi del 39% ad un'età inferiore a 12 mesi, del 34% fra i 12 e i 24 mesi, e del 27 % per animali di più di due anni di vita (Adams e collaboratori, 2000).

E. Proiezione VD distratta (PennHip)

Il metodo PennHIP è un recente modo di valutare, misurare e interpretare la lassità articolare dell'anca. Il posizionamento in distrazione e in compressione sono utilizzati per ottenere misure accurate e precise di lassità e congruità articolare.

Le teste femorali sono spinte nelle cavità acetabolari (prima ripresa, con le ginocchia flesse a 90 ° e le anche in posizione fisiologica di flessione-estensione, le teste femorali sono pienamente nell'acetabolo) e quindi si stressano le teste femorali fuori dalla cavità acetabolare (seconda ripresa).

Quest'ultima viene effettuata utilizzando un apparecchio distrattore regolabile che viene posto simmetricamente tra le cosce e fermamente spinto contro la pelvi.

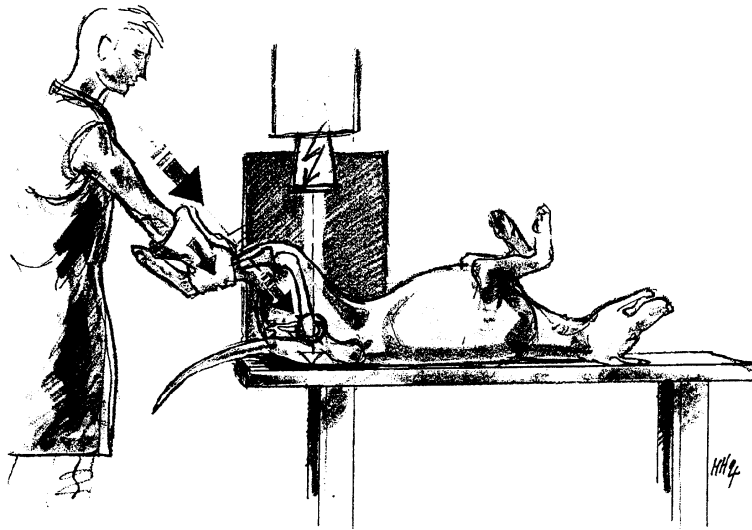


Figura 5: tratto da Flückiger M.A., Freidrich A., Binder H: a radiographic stress technique for evaluation of coxofemoral joint laxity in dogs (1999).

Sul radiogramma in compressione si sovrappongono alcuni centri concentrici sui margini della corticale dell'acetabolo e della testa femorale per demarcare i rispettivi centri geometrici. In un'articolazione normale i cerchi corrispondenti sono concentrici e i loro centri sovrapposti. Nella distratta invece si applicano delle forze per cui i centri si separano. Su questo radiogramma si misura pertanto lo spostamento laterale del centro della testa femorale e si rapporta al raggio della testa stessa ottenendo così l'indice di distrazione ID (Figura 6). ID varia da 0 a 1. Un'anca con ID approssimativamente pari a 0 è considerato fermamente contenuta nella sua posizione congruente perciò la lassità articolare è assente; un'anca con ID pari a 1 ha invece scarsissima o nessuna copertura acetabolare.

Questo indice è un'indicazione della percentuale di possibilità che le testa del femore esca dalla cavità acetabolare.

Lo studio di Flückiger e collaboratori (1999) ha messo in evidenza che un indice di distrazione inferiore o uguale a 0.3 corrisponde ad articolazioni normali; valori compresi tra 0.3 e 0.5 sono correlati ad articolazioni normali e moderatamente displasiche; valori superiori a 0.5 sono correlati a anche displasiche.

Pertanto i cani con ID pari a 0.3 a 4 mesi, raramente sviluppano osteoartrite anche se appartenenti a razze con alta incidenza di displasia. Se l'indice è 0.7, esiste il 100% di possibilità di sviluppare osteoartrosi. Se compreso tra 0.3 e 0.7 la previsione di malattia è abbastanza attendibile (Martini, 2006).

Si può concludere che il valore di 0.3 è il limite biologico tra anca normale e anca predisposta.

Inoltre, la quantità di lassità dell'anca necessaria per determinare artrosi varia tra le razze. Smith e collaboratori (2001) hanno studiato i valori di indice di distrazioni in cani di taglia grande (Labrador Retriever, Pastori Tedeschi, Rottweiler e Golden Retriever) e la correlazione con la patologia d'anca. Il peso e l'indice di distrazione sono risultati essere effettivamente fattori di rischio per lo sviluppo di osteoartrosi; inoltre, il rischio per i Pastori Tedeschi di sviluppare osteoartrosi era 4.95 volte maggiore rispetto alle altre razze. In questa razza un aumento di 0,1 nell'indice di distrazione implica un incremento di 4,1 volte il rischio di sviluppare artrosi mentre nel Rottweiler un aumento di uguale valore determina un incremento di rischio di 2,9 volte. La differenza di suscettibilità nelle razze può essere spiegata da diversità nella conformazione e nella quantità di massa muscolare pelvica. Il Rottweiler grazie alla struttura corporea molto muscolosa e all'andatura ad arti dritti dimostra di possedere una certa tolleranza alla lassità passiva e ciò può essere considerato un fattore di protezione.

La tecnica PennHip è comunemente utilizzata negli Stati Uniti nella diagnosi precoce di displasia dell'anca.

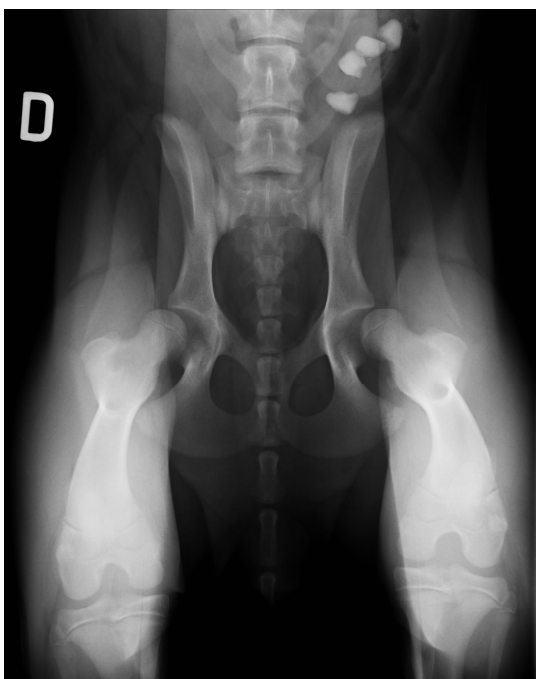


Figura 6 : proiezione VD distratta

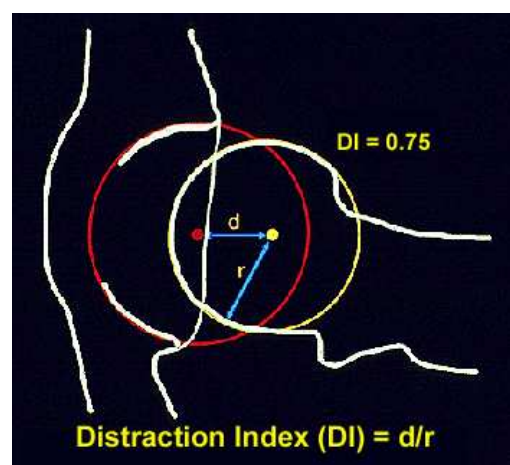


Figura 7 da www.pennhip.org

E. Dorso-Lateral Subluxation Score (DLS)

Farese nel 1998 ha proposto una nuova tecnica radiografica al fine di valutare la lassità articolare, mediante il calcolo dell'indice di sublussazione dorso-laterale attraverso una tecnica di posizionamento che simulasse le condizioni di carico cui è sottoposta l'articolazione quando il cane è in stazione. Il cane in anestesia è posizionato in decubito sternale e le ginocchia flesse sono all'interno di un cuscino sagomato. Le ginocchia sono appoggiate sul tavolo così il carico del peso è sulle anche. La proiezione radiografica è la dorso-ventrale, e si calcola il DLS. Si traccia una linea tangente al margine acetabolare cranio- laterale, e da queste due linee perpendicolari: una passante per il margine mediale della testa del femore, l'altra per il margine cranio-laterale dell'acetabolo. $DLS = d / \theta \times 100$

d= distanza tra le due linee perpendicolari in mm

θ = diametro testa femorale.

Si ottiene così la percentuale di copertura acetabolare.

2.10 ALTRI METODI DI DIAGNOSTICA PER IMMAGINI

Per quanto riguarda l'esame ecografico, verrà trattato approfonditamente nel capitolo successivo.

In letteratura vi sono alcuni lavori che descrivono l'utilizzo della Tomografia Computerizzata nello studio dell'articolazione coxo-femorale dell'anca del cane.

Esistono infatti differenti protocolli di posizionamento e indici morfometrici adottati.

Uno dei primi studi è di Riley e collaboratori del 1996, che proponeva di posizionare il cane in decubito dorsale con gli arti posteriori flessi e le teste femorali compresse nelle cavità acetabolari; calcolava quindi, su una fetta di 3 mm passante per il centro della testa del femore l'angolo di Lateral centre-edge (LCE), (sovrapponibile all'angolo di Norberg).

Nel 1998 Farese e collaboratori suggerivano di eseguire lo studio TC posizionando l'animale come per lo studio della Dorso-Lateral Subluxation Score (DLS) e di misurare tale indice su una fetta di 2 mm passante per il centro dell'acetabolo.

Swainson nel 2000, allo scopo di valutare gli effetti della sinfisiodesi pubica sullo sviluppo scheletrico calcolava l'angolo di ventroversione acetabolare, l'angolo acetabolare (AA) e l'angolo LCE in cuccioli di Greyhound sani.

L'angolo AA si ottiene tracciando una linea tangente al margine dorso-laterale e ventro-laterale dell'acetabolo, per entrambi i lati e ottenendo così due linee che estese ventralmente si intersecano in un punto andando a delimitare l'angolo di interesse.

Dueland nel 2001 poneva gli animali in decubito sternale con gli arti posteriori flessi ed abdotti. Anche in questo studio si misurava l'angolo AA, e gli angoli acetabolare individuale (IAA), la larghezza e l'altezza della pelvi, e l'angolo DARA (angolo della rima acetabolare dorsale) ma in cuccioli displasici.

Infine, nel 2004, Ocal e collaboratori proponevano di eseguire l'esame TC con il cane di razza Pastore Tedesco posizionato come per l'esecuzione dell'esame radiografico ventro-dorsale standard.

Questi autori inoltre proponevano di misurare una serie di indici morfometrici quali l'angolo di anteroversione, l'angolo di copertura acetabolare dorsale e l'angolo di copertura acetabolare ventrale, misurazioni della profondità e dell'ampiezza della cavità acetabolare. Ma oltre all'evidente mancanza di accordo circa il posizionamento e gli indici morfometrici da calcolare, non esiste nemmeno un accordo su dove (cioè a quale altezza dell'articolazione) eseguire le valutazioni di tipo qualitativo o quantitativo.

Pertanto, mentre sulla sensibilità della TC nell'evidenziare le più lievi modificazioni osteoarticolari e di permettere una migliore visualizzazione dei reali rapporti articolari, tutti gli autori sono concordi, per quanto concerne le modalità di esecuzione e di valutazione, non esiste un accordo.

Inoltre, alcuni autori pongono l'enfasi sulla morfologia dei coxali e della testa femorale, altri sui loro rapporti.

Ma nonostante ciò si può evincere da tutti questi studi come la TC abbia una maggior sensibilità rispetto al convenzionale esame radiografico per lo studio dell'articolazione coxofemorale (Riley et al 1996; Farese et al 1998; Fujiki et al 2004; Ocal et al 2004). L'esame TC è di più facile esecuzione ed è più sensibile nell'evidenziare la lassità articolare. La TC ci permette infatti di studiare anche piccole (1mm) sezioni di tessuto e di fare delle ricostruzioni tridimensionali dell'articolazione. Grazie a questo è possibile valutare con maggiore accuratezza, i rapporti articolari, e le alterazioni, non altrimenti evidenziabili del margine acetabolare e della testa del femore.

2.11 PROCEDURE TERAPEUTICHE

Alcuni cani con segni radiografici di displasia all'esame radiografico possono presentare segni clinici lievi se non del tutto assenti durante la fase di accrescimento scheletrico e questa situazione può protrarsi anche durante la maturità. Allo stesso modo cani adulti con una grave osteoartrite secondaria a displasia dell'anca possono non andare mai incontro zoppia, rigidità o dolore articolare. In questi casi i cani si sono apparentemente adattati alle alterazioni della lubrificazione e della possibilità di movimento articolare mantenendo un'attività normale o quasi. D'altra parte, alcuni cani possono manifestare segni di dolore all'età di 5 mesi con un'apparente remissione spontanea della sintomatologia algica a 9-11 mesi. Riser (1993) attribuisce lo sviluppo e la risoluzione del dolore alla produzione e guarigione di microfratture del margine acetabolare dorsale.

La scarsa correlazione tra segni clinici e radiografici e il fatto che in alcuni casi si abbia miglioramento spontaneo della sintomatologia rende ogni caso clinico differente l'uno dall'altro. Le opportunità terapeutiche sono rappresentate dal trattamento conservativo, medico e chirurgico.

TERAPIA CONSERVATIVA

Volto alla prevenzione del danno cartilagineo nei soggetti giovani attraverso la regolazione dell'esercizio fisico e la riduzione del peso corporeo o altri interventi quali massaggi, stimolazione elettrica neuromuscolare e ultrasuoni.

TERAPIA MEDICA

Misure sintomatiche applicate ad un'articolazione già artritica che in genere sono caratterizzate dalla combinazione di farmaci antinfiammatori e condroprotettori.

TERAPIA CHIRURGICA

PETTINECTOMIA

Non è una cura per la patologia ma allevia il dolore e riabilita il paziente. Probabilmente l'attenuazione del dolore avviene per una combinazione della diminuzione della tensione sulla capsula articolare causata dalla forza diretta verso l'alto che dal muscolo pettineo contratto si ripercuote sull'articolazione e di un maggiore range di abduzione che fa seguito all'intervento. Un certo grado di attenuazione del dolore deriva anche

dall'allentamento della tensione sullo stesso muscolo pettineo. Comunque, l'artrosi continua a progredire con il tempo anche se il paziente momentaneamente appare clinicamente migliorato.

Vi sono diverse tecniche chirurgiche: tenectomia inserzionale, tenomiectomia e la miotomia del muscolo pettineo (Fox, Burns e Burt, 1987).

SINFISIODESI PUBICA GIOVANILE

Lo scopo è bloccare l'accrescimento del bacino a livello della sinfisi pubica; l'accrescimento mantenuto a livello della sinfisi sacro iliaca provocherà una rotazione verso l'esterno del margine acetabolare dorsale in modo da portarlo ad una maggiore copertura della testa del femore. La tecnica dà i migliori risultati se applicata su cani molto giovani, 3-4 mesi al massimo (Vezzoni e collaboratori, 2005).

TRIPLICE OSTEOTOMIA PELVICA

L'obiettivo è ristabilire la congruenza tra la testa del femore e la cavità acetabolare stimolando un accrescimento corretto dell'articolazione. La tecnica prevede la resezione delle tre branche del coxale, in modo da liberare l'acetabolo dai vincoli con il resto del bacino, facendolo così ruotare in modo tale da ricoprire nuovamente la testa del femore, in seguito l'acetabolo è stabilizzato nella sua nuova posizione da una particolare placca con viti che lo collega alla branca iliaca, le altre due branche (pubica ed ischiatica) si salderanno indipendentemente in seguito.

L'intervento prevede la selezione di pazienti adeguati che rispondono a particolari caratteristiche cliniche e radiologiche. Le maggiori complicazioni e i limiti dell'intervento sono l'allentamento dell'impianto, il restringimento del canale pelvico, l'eccessiva copertura acetabolare della testa del femore, la debolezza strutturale della pelvi, la maggiore morbilità, soprattutto negli interventi bilaterali (Vezzoni e collaboratori, 2005).

DUPLICE OSTEOTOMIA PELVICA

È una tecnica nuova che ha in questi anni riaccessato l'interesse chirurgico verso la correzione precoce della displasia dell'anca nel cane. La tecnica consiste di due tagli uno sull'ileo ed un altro sul pube evitando così di tagliare l'ischio (come la TPO). I pazienti non devono superare i 6-8 mesi di età.

Con la DPO si ottiene una copertura acetabolare del 50%-70% ,evitando l'eccesso di copertura della TPO che a volte arrivava fino a valori superiori al 90% con alterazioni

osteofitiche con il tempo a carico del collo per contatto di questo con il cerchione acetabolare ed impossibilita' di abduzione l'arto interessato.

Riducendo l'iper-correzione acetabolare la biomeccanica dell'articolazione e' piu' rispettata.

La minore frequenza di cedimento degli impianti, grazie a una fissazione piu' robusta e stabile dell'osteotomia iliaca, determina una riduzione delle complicazioni. La conservazione della geometria pelvica e' un ulteriore vantaggio della DPO, contribuendo all'andatura normale dei pazienti trattati.

Il vantaggio di questa tecnica e' che e' possibile operare contemporaneamente entrambe le articolazioni coxo-femorali senza aspettare di intervenire successivamente sull'altra (Vezzoni e collaboratori, 2010).

PROTESI TOTALE D'ANCA

Nei soggetti in accrescimento che manifestano gia' degenerazione articolare e osteoartrosi l'unica opzione terapeutica e' la protesi d'anca; esiste la protesi cementata e quella non cementata. La prima e' possibile applicarla in soggetti che hanno piu' di 10 mesi mentre la seconda anche in soggetti piu' giovani senza alterarne lo sviluppo.

In generale la sostituzione totale dell'anca consiste nell'applicare una protesi acetabolare a coppa e di una testa femorale e relativo supporto (stelo) in acciaio inossidabile o titanio. Queste protesi vengono fissate in modo permanente all'osso mediante cemento osseo in polimetilmetacrilato anche se attualmente sono utilizzate sempre piu' le tecniche senza cemento; sono sistemi a pressione e a superficie porosa che permettono la crescita verso l'interno dell'osso (Martini, 2006).

DARTROPLASTICA

Intervento chirurgico palliativo caratterizzato dall'applicazione di innesto di tessuto osseo a livello di capsula articolare in prossimita' del margine acetabolare dorsale creando cosi un ponte osseo che stabilizza dorsalmente la testa dl femore.

Questa tecnica, messa a punto da Slocum, trova la sua principale indicazione in cani in accrescimento nei quali non sia piu' indicata la TPO o la DPO a causa dell' artrosi gia' presente (Slocum, 1998).

OSTEOTOMIA INTERTROCANTERICA

Questa tecnica corregge una deformità di valgo del femore. In questo caso l'acetabolo è normale mentre il femore è ante verso. Lo scopo è aumentare la congruenza articolare e quindi la stabilità. Questa osteotomia viene eseguita a livello di piccolo trocantere perché permette la correzione della parte prossimale del femore su tre piani senza modificare la forma della diafisi (Martini, 2006).

OSTEOTOMIA DELLA TESTA E DEL COLLO DEL FEMORE

Intervento palliativo che prevede l'asportazione della testa del femore e del collo femorale allo scopo di alleviare il dolore dell'artrosi in quanto elimina il contatto diretto tra le superfici articolari. Il dolore rappresenta l'unica indicazione alla procedura. È considerata una procedura di salvataggio in quanto l'architettura ossea risulterà radicalmente modificata. La tecnica comporta o l'escissione ossea, o l'escissione anche del lembo muscolare (del bicipite femorale). Le maggiori complicanze sono l'accorciamento dell'arto associata all'aumento della prominenza del grande trocantere, dalla riduzione del movimento di escursione della pseudoartrosi per confronto con un'anca normale, dall'ipotrofia muscolare e dalla minor funzionalità del'arto. Si raccomanda pertanto un programma di fisioterapia associata alla terapia antinfiammatoria e al controllo del peso del paziente (Fox, Burns e Burt, 1987).

TECNICA PIN

È caratterizzata da pettinectomia, tenotomia ileo psoas e nevrectomia della capsula articolare. E' stata ideata da Montavon nel 1995 e si è dimostrata valida nel trattamento del dolore delle articolazioni della anche colpite da grave artrosi.

Ha effetto palliativo ed è usata in soggetti molto gravi (Martini, 2006).

CAPITOLO 3

DIAGNOSTICA ECOGRAFICA

3.1 PRINCIPI FISICI: GENERALITÀ

Qualsiasi suono che si trova al di sopra dell'udibile umano viene denominato "ultrasuono". I sistemi di immagini ultrasonografiche che sono comunemente utilizzati nella clinica, operano in un range compreso tra i 2 e i 12 MHz (Nyland e coll., 1995).

Queste onde sonore possiedono la capacità di propagarsi attraverso un mezzo, con un movimento di particelle longitudinale alla direzione dell'onda trasmessa.

L'ecografia si basa sull'emissione di un'onda sonora all'interno dell'organismo; una volta che il tessuto viene colpito, si produce uno stato di "eccitazione" della materia che si traduce nella formazione di movimenti di avvicinamento ed allontanamento delle particelle, generando quindi onde sonore (Fanfoni, 2006).

L'onda sonora è caratterizzata da:

- Ciclo: la raffigurazione di un'onda sonora è rappresentata da un'onda sinusoidale, costituita da una compressione e da una rarefazione, ovvero un valore massimo positivo ed un valore massimo negativo rispettivamente. L'insieme di una compressione e di una rarefazione rappresenta un ciclo.
- Lunghezza d'onda: è rappresentata dalla distanza tra l'inizio (picco) della compressione di un ciclo e quello successivo.
- Frequenza: numero di cicli in un determinato tempo.
- Velocità: è data dal prodotto della lunghezza d'onda per la frequenza. Dalla formula è evidente che la frequenza e la lunghezza sono due parametri inversamente proporzionali. La velocità è un parametro che dipende strettamente dalla densità e dalle proprietà elastiche del tessuto; per cui gli ultrasuoni si diffondono nei mezzi ad elevata densità, come l'osso, ad una velocità nettamente maggiore che in quelli a scarsa densità, come l'aria. Nei tessuti organici, eccetto il polmone, la velocità di propagazione è compresa tra 1.250 m/sec per l'acqua fino a 1.950 m/sec per la cute, con una media di 1.540 m/sec. (Nyland e coll., 1995; Fanfoni, 2006).

La propagazione dell'ultrasuono è anche correlata all'*impedenza acustica* del tessuto, cioè la resistenza alla propagazione delle onde sonore da parte del mezzo attraversato, che dipende dalle proprietà intrinseche del mezzo stesso, quali i legami tra le varie molecole e l'inerzia della massa. L'impedenza è data dal prodotto della densità del tessuto per la velocità di propagazione delle onde sonore (Fanfoni, 2006).

Per cui, l'ultrasuono attraversa in modo rettilineo un tessuto omogeneo; se il tessuto ha due resistenze differenti, si crea una interfaccia acustica in grado di riflettere gli ultrasuoni. La direzione di quest'ultimi dipende dall'angolo di incidenza degli ultrasuoni emessi; per cui se tale angolo α è di 90° , una parte degli ultrasuoni verrà riflessa a 180° (angolo di riflessione β), mentre una parte proseguirà il percorso nel mezzo sottostante e sarà quindi trasmessa.

I tessuti che vengono colpiti, presentano spesso superfici irregolari, o molto piccole, il che comporta la diffusione degli ultrasuoni, ovvero una sorta di riflessione in direzioni diverse. Inoltre, durante il tragitto nei tessuti, l'ultrasuono perde in energia per la trasformazione dell'energia acustica in calore (*assorbimento*), proporzionale alla frequenza utilizzata.

Il fatto che ogni parenchima presenti un aspetto ecografico proprio e caratteristico è fortemente relazionato ai fenomeni di riflessione, rifrazione e trasmissione, che si realizzano con strutture di elevata dimensione, registrandone così le componenti interne. Invece, le strutture più piccole, hanno un aspetto generato dai fenomeni di diffrazione e di diffusione.

Per generare onde sonore si utilizzano i trasduttori piezoelettrici, che sfruttano la capacità di alcune sostanze tra cui il quarzo, di cambiare forma per l'influenza di un campo elettrico. La corrente elettrica fa sì che il cristallo di quarzo si espanda e si contragga, producendo compressioni e rarefazioni, fonti di origine a loro volta di onde sonore. Inoltre il cristallo, è in grado di generare un impulso elettrico quando viene colpito dall'onda sonora di ritorno. Il cristallo, e quindi la sonda, in tal modo funge sia da trasmettitore che da ricevitore di onde sonore.

La sonda deve essere composta da una serie di piccoli cristalli che siano in grado di generare una serie di singole onde curvilinee parallele tra loro. Questa serie di onde origina il fascio ultrasonoro.

Questo fascio si propaga parallelamente fino ad una certa distanza e poi comincia a divergere, per cui si ottiene la visualizzazione migliore nel campo vicino. Per diminuire la divergenza del campo lontano, si può usare un trasduttore focalizzato che possiede lenti correttive sulla sua superficie che portano alla formazione della zona focale.

Gli ecografi di nuova generazione impiegano sonde elettroniche che consentono la focalizzazione dinamica, ovvero dotate di piccoli elementi che possono variare la forma del fronte d'onda, per cui si genera un fascio ultrasonoro a fuoco fisso.

Il sistema ecografico è inoltre in grado di distinguere due punti come separati e distinti sul monitor, fenomeno definito capacità di risoluzione.

Una volta che il segnale viene generato e poi riflesso, prima di essere trasmesso in segnale video alla macchina, viene elaborato. Questo meccanismo si chiama *preprocessazione*, ed è caratterizzato dalle seguenti possibilità:

- intensità dell'impulso generato o power, che regola l'intensità dell'onda sonora generata. Bisogna tenere il power il più basso possibile; se si desidera rilevare strutture in profondità, è utile diminuire la frequenza della sonda.
- compensazione di profondità (Time-Gain Compensation, TGC), che compensa la perdita dell'intensità dell'ultrasuono per la riflessione, l'assorbimento e la diffusione che cresce con l'aumento della distanza dallo sonda. Il TGC, oltre che essere automatico, si può regolare anche manualmente.
- rinforzo totale (gain), che permette la compensazione di profondità su tutti i piani contemporaneamente.
- intervallo dinamico (range dinamico) che è il rapporto tra la massima e la minima intensità ultrasonora rilevabile dalla macchina. Un range ampio permette di avere molti toni di grigio e si ottiene un'immagine morbida (Nyland e coll., 1995).
- frame rate, che quantifica il numero delle immagini formate dalla macchina nell'unità di tempo, serve per lo studio dei corpi in movimento. Deve essere più veloce dell'oggetto in movimento per ottenere un'ottima immagine.

Gli echi di ritorno dopo aver colpito la sonda vengono processati dalla macchina che trasforma le onde sonore in determinate immagini sul monitor.

Ciò avviene in due modalità:

- A mode (Amplitude Mode): permette di trasformare gli echi di ritorno con picchi verticale di differente altezza. Si usa ormai in oftalmologia e nello studio dell'encefalo.
- B mode (Brightness Mode): gli echi di ritorno sono convertiti come punti di differente luminosità, per cui le immagini sono ricostruite bidimensionalmente, con varie

tonalità di grigio. Il B mode statico attualmente non si usa più, mentre il B mode dinamico, o *real time* può essere a sua volta monodimensionale, detto anche Time Motion (TM), che ricostruisce le strutture sul monitor come punti di differente luminosità su linee verticali, e si visualizza un'immagine in cui nell'asse y sono rappresentate le strutture attraversate dagli ultrasuoni e nell'asse x il tempo; esiste anche il *B mode bidimensionale*, il più usato, dove la macchina acquisisce da 20 a 50 immagini al secondo per ricostruirle sul monitor come punti di diversa luminosità.

Le *sonde*, in base al tipo di tecnologia usata sono elettriche o meccaniche.

In base al tipo di scansione, si può scegliere tra sonde settoriali, lineari, convex e microconvex.

- *Sonde settoriali*: presentano ridotta superficie di contatto ma hanno scarsa risoluzione del campo vicino.
- *Sonde lineari*: permettono di avere scansioni rettangolari. I cristalli sono attivati in gruppi e quindi si ottiene un'ampia superficie di scansione ed elevata risoluzione laterale. La qualità dell'immagine è ottima, ma essendo ampia la superficie di contatto, in animali di taglia piccola e attraverso gli spazi intercostali l'uso è praticamente impossibile.
- *Sonde microlineari*: sono sonde lineari di piccole dimensioni.
- *Sonde convex e microconvex*: presentano dimensioni intermedie tra le sonde settoriali e quelle lineari.

Nel descrivere un'immagine ecografica, si utilizza una determinata terminologia.

Una struttura altamente riflessiva agli ultrasuoni è definita *iperecogena*, o *iperecoica*, e l'immagine appare bianca. Un tessuto si dice *ipoecogeno* quando è mediamente riflessivo agli ultrasuoni, e si presenta con diverse tonalità di grigio, e infine un tessuto che non riflette gli ultrasuoni e che appare nero si definisce *anecogeno*, o *anecoico*. Nel definire l'ecogenicità di un tessuto si fa sempre riferimento alla sua normale ecostruttura o ad una struttura adiacente.

3.2 ARTEFATTI

Tutto ciò che non è rappresentato dalla struttura indagata ma è avventizio è considerato un artefatto (Kirberger R.M., 1995). Sono comunemente presenti in ecografia e possono fare apparire strutture che non sono reali, non consentire la visualizzazione di altre, aumentare o diminuire l'ecogenicità della regione di interesse, alterarne la forma e le dimensioni dell'immagine finale. La formazione degli artefatti può avere diverse cause:

A) AMBIENTALI

- *artefatti elettromagnetici*: causati da apparecchi elettromagnetici che provocano interferenze responsabili di bande e flash luminosi sull'immagine formando un effetto pioggia.

B) OPERATORE DIPENDENTI

- *insufficiente preparazione del paziente*: l'aria e la sporcizia ostacolano la trasmissione degli ultrasuoni. La cute del paziente deve essere accuratamente rasata, pulita, e detersa;
- *eccessiva inclinazione della sonda rispetto al tessuto*: gli echi di ritorno non riescono a raggiungere i cristalli piezoelettrici e si possono quindi avere ampie aree ipoecogene a seguito di minime inclinazioni soprattutto con le sonde lineari. Questo artefatto è di frequente riscontro durante lo studio di tendini e legamenti;
- *errato settaggio dell'ecografo*: include l'errata impostazione del power (amperaggio che si applica al cristallo piezoelettrico) e dei gains (amplificazione del segnale generato dagli ultrasuoni ricevuti dalla sonda).

C) INTERAZIONE ULTRASUONO – PAZIENTE

- *riverberazione*: è causata da riflessioni multiple del fascio di ultrasuoni tra trasduttore e interfaccia molto riflettente, come diaframma, ossa, gas. Il sistema riproduce un'immagine parallela e identica a quella reale, che però non esiste. Un tipo di riverberazione è chiamato "comet tail". Esempio tipico è rappresentato dagli echi interni creati dal gas presente nei segmenti intestinali;
- *effetto specchio*: è un tipo di riverberazione che si ha quando il fascio incontra una superficie curvilinea e altamente riflettente. Esempio tipico è quello dato dall'immagine del fegato che si osserva cranialmente e caudalmente al diaframma, da far sospettare una rottura diaframmatica con ernia del fegato in torace;
- *ombra acustica posteriore*: porta alla formazione del cono d'ombra. È dovuta alla presenza di strutture molto riflettenti, per cui a valle di queste scompare il segnale.

- *ombre acustiche laterali*: sono coni d'ombra posti lateralmente a raccolte liquide (Penninck, 1995).

D) GENERATI DALL'ECOGRAFO STESSO

- *artefatto del campo superficiale*: i primi millimetri di tessuto a contatto con la sonda non vengono rappresentati realmente dovuto al fatto che i cristalli, costituiti da numerosi punti vibranti interagiscono tra loro creando un fronte d'ombra che satura l'immagine. Le sonde lineari e le alte frequenze hanno minore spessore di artefatto;
- *artefatto da errore della valutazione della velocità di propagazione*: correlato al fatto che la velocità degli ultrasuoni nei tessuti molli è simile ma non costante. Le strutture che si trovano in profondità rispetto ad uno strato spesso di tessuto adiposo possono essere dislocate nell'immagine più in profondità della loro effettiva posizione. Il ritardo dovuto alla minore velocità di trasmissione degli ultrasuoni nel tessuto adiposo è interpretato come un ritardo dovuto alla maggiore profondità;
- *artefatto da volume parziale*: si crea uno pseudosedimento dovuto al fatto che si sommano strutture ecogene con strutture anecogene e nell'immagine sono inserite ecogenicità intermedie;
- *artefatto dei lobi laterali*: poiché esistono fasci ultrasonori secondari, posti ai lati del primario, che hanno direzioni diverse e intensità inferiore, possono creare in un'immagine anecogena (struttura cavitaria con contenuto liquido) echi visibili. Si crea anche in questo caso lo pseudo sedimento;
- *rinforzo posteriore*: è l'aumento dell'intensità di echi posti distalmente a una raccolta liquida (Kirberger, 1995).

3.3 ECOGRAFIA DELL'APPARATO MUSCOLO SCHELETRICO IN MEDICINA UMANA E VETERINARIA

L'ecografia dell'apparato muscolo scheletrico viene eseguita routinariamente in medicina umana (McNally, 1997). Recentemente anche in medicina veterinaria questa tecnica di diagnostica per immagini viene applicata per lo studio delle patologie muscolo-scheletriche (Kramer, 1997). Effettivamente l'ecografia rappresenta una tecnica poco invasiva, accessibile e meno costosa rispetto ad altre tecniche di diagnostica per immagini, per questo motivo l'interesse in medicina veterinaria sta aumentando. Naturalmente l'ecografia dell'apparato muscolo scheletrico richiede una conoscenza approfondita dell'anatomia. La correlazione clinica è imperativa pertanto la diagnostica ecografica è meglio definita dopo la visita clinica completa. Le dimensioni della superficie da studiare limitano il campo di vista, per cui è molto importante la conoscenza dell'orientamento spaziale dei tessuti e la competenza nelle scansioni ecografiche che si ottiene con l'esperienza e con il tempo. Le strutture che si possono studiare ecograficamente sono complesse, quindi per cui sono necessarie multiple finestre acustiche e proiezioni.

L'ecografia dell'apparato muscolo scheletrico include numerosi artefatti e, inoltre, anche se la valutazione iniziale della maggior parte delle strutture è nei piani sagittali e trasversali, alcune strutture sono orientate in senso obliquo. Questo vale in particolare per i tendini e legamenti, per cui, se la sonda non è orientata perpendicolarmente alla direzione delle fibre teno-legamentose, gli artefatti generati possono simulare processi patologici. Naturalmente l'ecografia non sostituisce l'esame radiografico in particolare quando è sospettato il coinvolgimento dell'osso.

Per quanto riguarda la medicina veterinaria, la tecnica d'esame prevede la tosatura della regione da indagare, e la pulizia dell'area con agenti disinfettanti non alcolici (generalmente clorexidina, che non altera, nel lungo termine, la struttura in gomma di protezione dei cristalli piezoelettrici). Quindi viene applicato gel ecografico; il paziente viene posizionato in modo tale che la regione di interesse sia facilmente accessibile alla scansione. La frequenza è determinata dalla sede dell'area da indagare, ma la maggior parte delle strutture sono superficiali, per tanto sono preferite alte frequenze (da 7,5 a 12 MHz). Strutture anatomiche più profonde e in particolare in cani di taglia grande sono meglio valutabili con sonde a frequenze più basse (5 MHz).

Le sonde lineari sono preferibili, per essere certi che il fascio ultrasonoro sia perpendicolare al tessuto da indagare. L'utilizzo dello "standoff pad" (distanziatore) può

essere utile in alcune circostanze (strutture molto superficiali) per evitare l'artefatto del campo superficiale; infatti aumentando la distanza tra la sonda e la superficie cutanea, la parte da esaminare si colloca nella zona focale della sonda. Tuttavia nella nostra esperienza è sufficiente l'accurata pulizia della regione e l'utilizzo di abbondante quantità di gel per ottimizzare l'esame.

L'ecografia può essere effettuata senza la sedazione del paziente, anche se è suggerita in animali che presentano dolore o in soggetti poco collaborativi. In particolare può essere utile nelle scansioni dinamiche delle articolazioni. Inoltre, può essere utile effettuare l'esame ecografico bilateralmente, per comparare i risultati ottenuti con l'arto normale o identificare differenze tra le due parti (Kramer, 1997; Nyland, 1995).

CUTE, SOTTOCUTE

La cute normale misura circa 2-3 mm in spessore ed è caratterizzata da uno stato laminare iperecoico. I tessuti sottocutanei sono composti da tessuto connettivo e tessuto adiposo che appaiono meno ecoici rispetto alla cute. La profondità dei tessuti sottocutanei dipende dalla sede e dalle condizioni corporee del paziente. Il tessuto adiposo è caratterizzato da una base ipoecoica con aree chiazze iperecoiche.

Si raccomanda di non applicare troppa pressione con la sonda, essendo aree molto superficiali, poiché si rischia di comprimere eccessivamente le strutture alterandone la forma e l'ecostruttura.

MUSCOLO

Il tessuto muscolare si presta molto bene all'esame ecografico. Le indicazioni comprendono condizioni di natura infiammatoria, degenerativa o traumatica del muscolo. Si consiglia di utilizzare sonde a più bassa frequenza; i muscoli nella scansione longitudinale appaiono come strutture ipoecoiche, con strie oblique iperecogene che rappresentano la fascia muscolare. Nella scansione trasversale, sono visibili multipli foci ecogeni striati con disposizione ordinata.

Il muscolo si differenzia dal grasso appunto per il suo aspetto ecografico più organizzato e ordinato.

L'aspetto ecografico del tessuto muscolare varia molto in base all'inclinazione relativa del fascio ultrasonoro in quanto il tessuto connettivo ecogeno presente tra i fasci ha caratteristiche proprie di riflessione speculare.

TESSUTO OSSEO

Le caratteristiche di riflessione e di assorbimento degli ultrasuoni da parte del tessuto osseo impediscono la valutazione della sua struttura interna. Se viene rispettata la condizione di perpendicolarità del fascio ultrasonoro, soltanto la superficie della struttura ossea è visibile.

Pertanto la corticale ossea è visibile come una decisa interfaccia iperecogena con ombra acustica posteriore.

TENDINI

In scansione longitudinale il tendine è disegnato da un nastro regolare, ben definito e relativamente ecogeno. I fasci di fibre collagene si presentano come echi riflessi allungati e leggermente ondulati.

Questo disegno tipico, come accennato nell'introduzione, è evidenziabile solo se il fascio degli ultrasuoni in entrata è esattamente perpendicolare all'asse del tendine. Infatti, anche piccole variazioni dell'angolo retto di scansione determinano la riduzione dell'ecogenicità del tendine. La guaina del tendine appare come una netta linea iperecogena. Durante l'esame dinamico si può visualizzare lo scorrimento del tendine all'interno della guaina.

ARTICOLAZIONI

Lo studio ecografico delle articolazioni comprende tutte le strutture di tipo non osseo che le compongono, in particolare le cavità articolari, la capsula, i legamenti e i muscoli circostanti, con i relativi tendini. La prima difficoltà è data dal migliore piano di scansione per ciascuna struttura esaminata. Inoltre, le piccole dimensioni di queste parti anatomiche, la loro stretta contiguità dell'osso e la scarsa distanza dalla sonda sono ulteriori fattori che in molti casi limitano le possibilità della diagnostica ecografica nell'ambito di questi settori. Generalmente l'indicazione più comune per l'ecografia delle articolazioni qualora il quadro radiografico sia poco significativo è rappresentata dal rilievo di articolazioni aumentate di volume. La superficie delle strutture ossee si presenta nell'immagine ecografica come una linea molto ecogena seguita da un cono d'ombra e può essere valutata solamente se il piano di scansione è perpendicolare. Se l'osso esaminato ha una superficie rotondeggiante, gli echi di ritorno formano immagini sfumate e poco distinte. La cartilagine ialina, per la sua abbondante componente liquida, disegna un sottile margine ipoecogeno che accompagna il riflesso prodotto dall'osso. La cartilagine fibrosa, si presenta più ecogena della cartilagine ialina (Kramer, 1997; Nyland, 1995; Nautrup e Tobias, 1998).

3.4 L'INDAGINE ECOGRAFICA NELLA DIAGNOSI PRECOCE DI DISPLASIA CONGENITA DELL'ANCA DEL BAMBINO

Come descritto nel capitolo precedente la displasia dell'anca compare in un modesto ma significativo numero di bambini, e può manifestarsi come incapacità di camminare all'età tipica di un anno oppure avere casi meno gravi con zoppia o deambulazione anomala nella fanciullezza. L'intervallo di tempo per trattare la patologia è compreso nei primi sei mesi di vita.

Esistono tre ampie strategie di screening:

- esame clinico nelle prime settimane di vita
- esame clinico associato a esame ecografico di neonati a rischio
- esame ecografico di tutti i neonati entro le prime sei settimane di vita

Lo studio ecografico delle anche infantili con i moderni apparecchi ecografici oggi disponibili consente di descrivere con precisione e dettaglio la morfologia, la struttura e la biomeccanica dell'articolazione coxo-femorale del bambino fin dai primi giorni di vita. L'anatomia ecografica infatti, ricalca fedelmente l'anatomia normale dell'anca per la possibilità di visualizzare le parti molli, le strutture cartilaginee e quelle scheletriche. Il segnale incontra ed attraversa in senso latero - mediale diverse strutture anatomiche:

- cute, grasso sottocutaneo e muscoli glutei;
- grande trocantere;
- la metafisi femorale, osteocartilaginea (ecogena);
- la capsula articolare: stria iperecogena di cui si può rilevare il punto di inserzione ileale e la duplicatura alla base del grande trocantere.

In realtà la capsula si divide in due parti, una parte caudale e una parte craniale. La prima va dalla piega sinoviale alla base del grande trocantere, fino all'altezza della cartilagine acetabolare; la seconda fino all'inserzione sul periostio ileale.

- la testa femorale composta da cartilagine ialina ecopriva, al centro della quale è possibile visualizzare il nucleo di ossificazione (a seconda dell'età del neonato). Ha forma rotonda;
- ileo: ha un profilo esterno sopracotiloideo, un margine cotiloideo e un margine inferiore nella fossa acetabolare;
- la cartilagine acetabolare: medialmente è composta da un triangolo ecoprivo di cartilagine ialina, addossata lateralmente al margine cotilodeo, e esternamente da

un triangolo di cartilagine fibrosa (labrum) che si situa nella capsula (Psenner K., 1999; Gerscovich E., 1997).

Sono descritte diverse tecniche ecografiche per lo studio delle anche, le più conosciute e utilizzate sono:

- Lo studio morfologico di Graf: prevede l'esecuzione di una precisa sezione ecografica che consente di descrivere i rapporti dei due capi articolari dell'anca e la morfologia della componente ossea e cartilaginea del tetto acetabolare. La tecnica di Graf prevede la misurazione dell'inclinazione del tetto acetabolare osseo (angolo alfa) e di quello cartilagineo (angolo beta). In base ai valori di questi angoli è possibile tipizzare le anche in 10 classi. Questa tecnica viene utilizzata prevalentemente nell'Europa continentale (McNally, 2007).
- Lo studio dinamico-funzionale di Harcke: studia la stabilità della testa femorale nella cavità acetabolare. Questa tecnica di studio prevede quattro scansioni che devono essere eseguite in condizioni di riposo e dopo stress. Questa tecnica di studio viene utilizzata prevalentemente nei paesi anglosassoni.
- Lo studio morfologico di Morin-Terjesen: prevede una scansione coronale passante per il centro della testa femorale. Nell'immagine fornita da questa scansione si calcola la percentuale di copertura della testa femorale da parte della componente ossificata del tetto acetabolare.

METODO DI GRAF

Reinhardt Graf, un chirurgo ortopedico austriaco, ha sviluppato un metodo ecografico per misurare la morfologia e le dimensioni degli acetaboli dei neonati. La tecnica richiede particolare attenzione alla posizione dell'anca e all'acquisizione delle immagini secondo un vero piano coronale.

Il bambino viene disteso su un lettino di gommapiuma, in decubito laterale, con l'anca flessa a 90° (Figura 1).

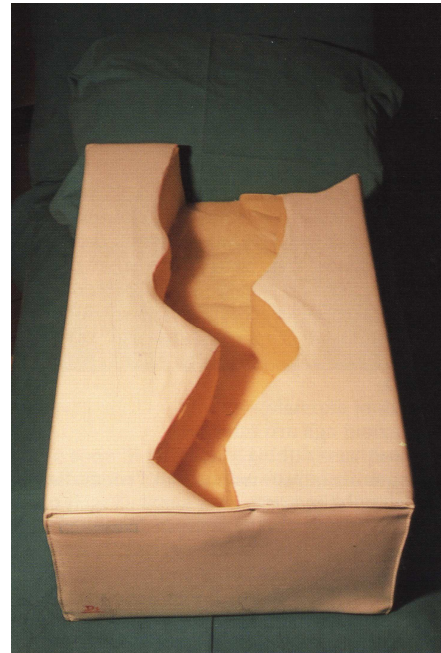


Figura 1 : posizionamento del bambino per l'esame ecografico. Tratto da Psenner e collaboratori (1988): Guida alla diagnostica ecografica dell'anca neonatale, pag. 60-61

Può essere utilizzato anche il decubito supino per bambini molto piccoli, che mantengano la posizione per tutto il tempo dell'esame. Le sonde di scelta sono le lineari, la frequenza dipende dallo spessore del bambino. Non è consigliabile l'uso della sonda convex (Psenner K. e coll., 1988). Una volta posizionato il bambino, la sonda ecografica viene posizionata in un piano coronale parallelo alla colonna vertebrale.

L'immagine è centrata sulla testa del femore con la faccia laterale dell'ileo in vista. Si deve prestare attenzione a non ruotare la sonda e a non perdere la scansione del piano coronale mediante la combinazione di osservazione visuale di una data posizione e mantenimento della corretta immagine sullo schermo ecografico.

È fondamentale visualizzare la cartilagine triradiata del cavo acetabolare; l'ileo e il tetto dell'acetabolo appaiono con aspetto a cucchiaio da tè. L'uovo della testa femorale cade sul cucchiaio (McNally, 2007)(Figura 2).

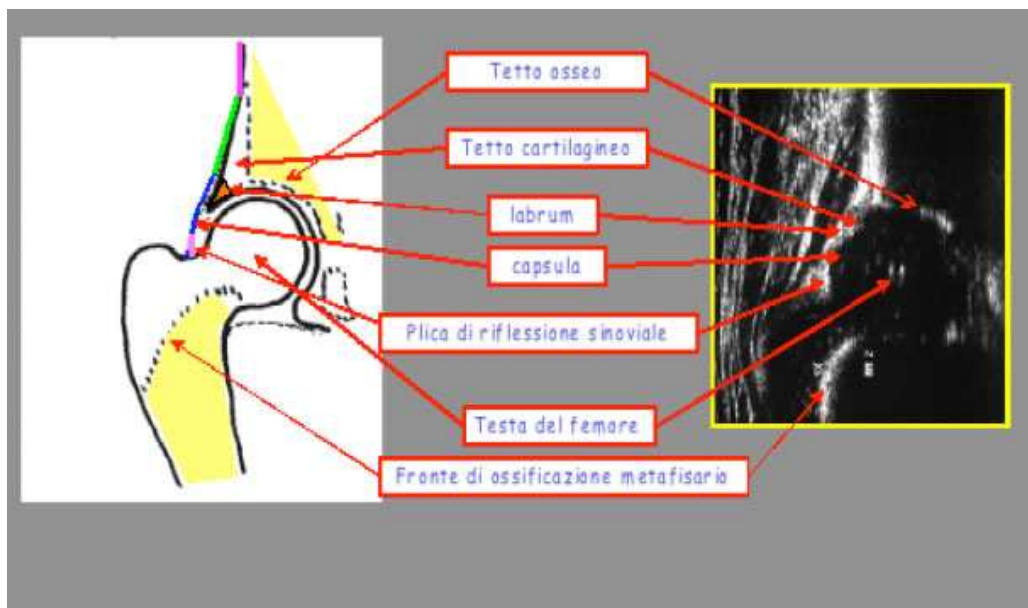


Figura 2: Reperi anatomici da tenere in considerazione; tratto da http://www.pinguini.net/corsi_di_formazione_per_pediatri

Quindi, riassumendo nell'immagine ecografica che verrà utilizzata per le considerazioni diagnostiche devono risultare chiaramente riconoscibili i seguenti reperi anatomici:

a) *la testa del femore*: ha forma rotonda e nei primi mesi di vita del bambino è costituita totalmente da cartilagine ialina, ecograficamente appare come struttura completamente anecogena.

b) *la capsula articolare*

c) *il "labrum"*: l'estremo distale dell'acetabolo costituito da cartilagine fibro-elastica evidenziata come struttura debolmente ecogena.

d) *il tetto cartilagineo*: è la porzione del tetto acetabolare costituito da cartilagine ialina che si trova interposto fra il labrum e l'estremo periferico ossificato del tetto acetabolare;

e) *il ciglio osseo*: punto di passaggio fra la parte ossificata e quella cartilaginea del tetto acetabolare;

f) *il tetto osseo*: porzione iliaca già ossificata del tetto acetabolare (Figura 3). (http://www.pinguini.net/corsi_di_formazione_per_pediatri).

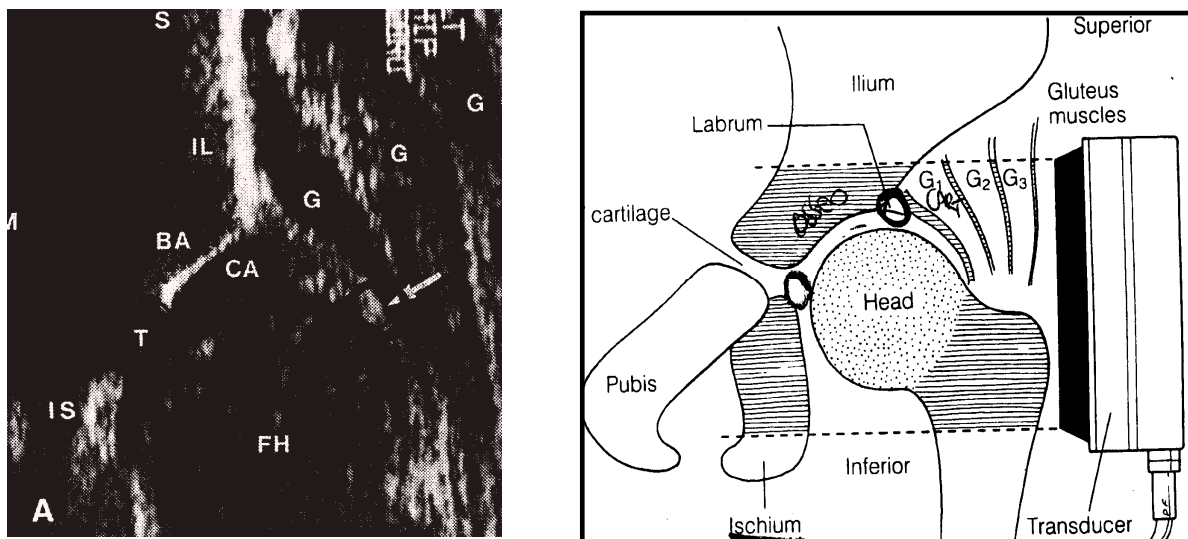


Figura 3: Esame ecografico dell'anca sinistra di un neonato, sezione coronale e schema.

IL: ileo; BA: acetabolo; CA: cartilagine acetabolare; T: cartilagine triradiata; FH: testa femorale; G: gluteo; IS: ischio; freccia: Labbro (Immagini tratte da Gerscovich E.: A radiologist's guide to the imaging in the diagnosis and treatment of developmental dysplasia of the hip (Skeletal Radiology 1997)

Una volta acquisita la vera immagine coronale, si devono prendere le misure per calcolare gli angoli di Graf. La maggior parte degli ecografi permette all'ecografista di tracciare linee e misurare angoli. Devono essere tracciate tre linee:

- La linea di base: si traccia lungo la faccia laterale del profilo osseo dell'ileo.
- La linea del tetto osseo: una linea tracciata lungo il tetto acetabolare osseo.
- La linea del tetto cartilagineo, un segmento tracciato in modo da risultare tangente al tetto acetabolare cartilagineo.

Vengono quindi misurati gli angoli compresi tra:

- linea di base e linea del tetto osseo (angolo alfa)
- linea di base e linea del tetto cartilagineo (angolo beta)(Figura 4)

L'angolo alfa rappresenta l'inclinazione dell'osso acetabolare. Maggiore è l'angolo, maggiore è la copertura della testa del femore. La completa maturità è indicata da un angolo alfa maggiore di 60°.

L'angolo beta indica invece il grado di copertura del tetto cartilagineo; il suo significato tuttavia è dipendente dal valore dell'angolo alfa. Minore è l'angolo minore è la copertura cartilaginea della testa femorale che rappresenta un migliore contenimento dell'osso (Gerscovich E. 1997).

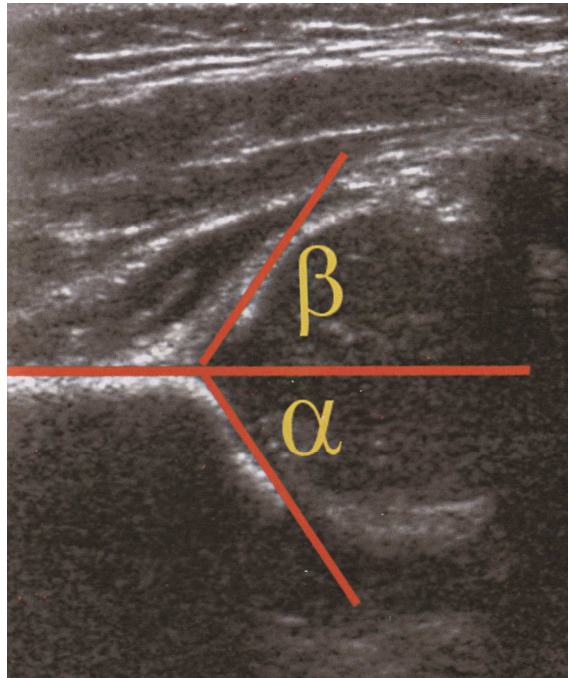


Figura 4: scansione coronale con immagine a cucchiaio da tè: angoli alfa e beta. Tratta da McNally E.G: Ecografia muscolo-scheletrica (2007) pag. 123

In base al valore dell'angolo alfa e beta ed all'età del bambino è possibile tipizzare le anche secondo la classificazione di Graf. La principale applicazione di questa classificazione riguarda il trattamento della displasia.

ANCHE NORMALI (tipo 1a e 1b): alfa > a 60°, non richiedono alcuna terapia né successivi controlli.

ANCHE NORMALI (tipo 2 a+): alfa < 59° e >50°, sono anche "normali" che presentano un ritardo di ossificazione lieve da considerare come "fisiologico" perché in grado di normalizzarsi spontaneamente entro il terzo mese di vita. Non richiedono terapia.

ANCHE NORMALI (2a-): alfa compreso fra 59° e 50° sono "anche immature di tipo non fisiologico" perché presentano un deficit di ossificazione lievemente più significativo. Buona parte dei bambini con anche di tipo 2a- si normalizzano spontaneamente anche senza terapia.

ANCHE TIPO 2B: alfa compreso fra 59° e 50°, il deficit di ossificazione è lieve, analogo a quello delle anche di tipo 2a ma, in considerazione del fatto che il bambino ha un'età superiore a 3 mesi è opportuno un invio allo specialista per eventuali indicazioni terapeutiche.

ANCA CRITICA (2c): alfa compreso tra 49° e 43°.

ANCA IN VIA DI DECENTRAZIONE (2d) alfa compreso fra 49° e 43°.

Entrambe corrispondono a un appiattimento significativo della cavità acetabolare
ANCA DISPLASICA GRAVE (3): $\alpha < 42^\circ$.

Corrisponde ad una sublussazione della testa femorale.

ANCHE TIPO 4: completa lussazione della testa femorale
(http://www.pinguini.net/corsi_di_formazione_per_pediatri).

Il metodo di Graf trova molti sostenitori; in Europa centrale è il metodo più utilizzato.

Tuttavia molti sono i problemi associati al suo impiego. È fondamentale acquisire una perfetta immagine coronale che richiede abilità, esperienza e precisione. Naturalmente basandosi su misurazioni di angoli, piccole imprecisioni o errori sperimentali possono alterare poi il trattamento consigliato. Alcuni studi per esempio hanno dimostrato scarsa riproducibilità del posizionamento delle linee e ampia variabilità interosservatore, soprattutto per la linea del tetto cartilagineo e quindi dell'angolo beta.

Pertanto un atteggiamento rigoroso nel posizionamento e nella misurazione migliora la qualità complessiva della metodica (McNally , 2007).

METODI DI MORIN-TERJESEN

Morin utilizza la stessa immagine coronale di Graf e la medesima linea di base lungo l'ileo. Quindi vengono tracciate due linee parallele alla linea di base a una tangente alla testa del femore sul suo versante più mediale e più laterale. Misurando la distanza tra la linea di base e le due linee parallele, la quota di testa femorale all'interno della linea di base può essere misurata come percentuale dell'ampiezza della testa femorale. Il risultato è una percentuale di copertura: $d/D \times 100$ (figura 5).

I criteri di normalità sono variabili:

- il 52% di copertura è sicuramente normale
- oltre il 42 % è probabilmente adeguato, anche se non ci sono lavori in letteratura che lo dimostrino (Gershovich E., 1997)
- una copertura acetabolare inferiore al 33% è considerata patologica.

I valori non sono correlati all'età del paziente. Queste misurazioni non sono utili nelle dislocazioni poiché il rapporto testa del femore e acetabolo è persa (Gershovich E., 1997).

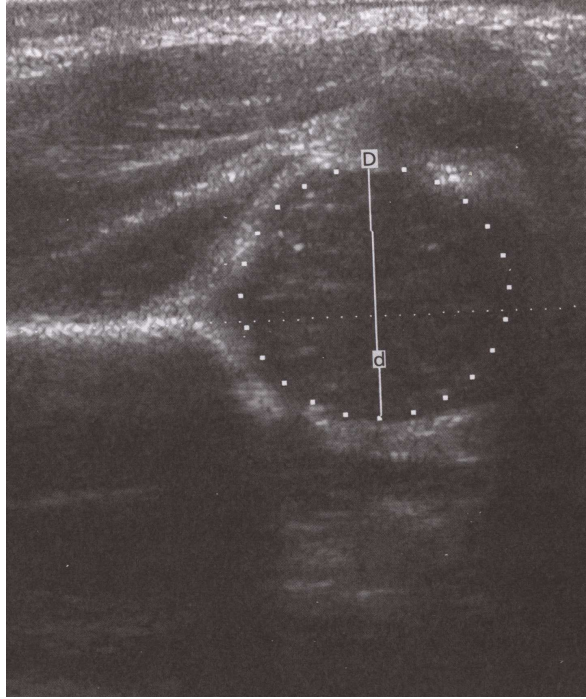


Figura 5: scansione coronale: calcolo della quota di testa del femore all'interno della linea di base. Tratto da McNally E.G: Ecografia muscolo-scheletrica (2007) pag. 123

STUDIO DINAMICO

Mentre è possibile riprodurre e confrontare morfologia, profondità e allineamento dell'acetabolo tra i vari pazienti e in modo seriato per ciascun neonato, esistono forti sostenitori della valutazione dinamica di stabilità. La sublussazione e la dislocazione intermittente sono eventi dinamici. L'ecografia consente di eseguire l'esame dell'anca in movimento e mentre si esercita una pressione in una direzione che favorisce la sublussazione (McNally, 2007). Engesaeter e collaboratori (1991) hanno studiato che la valutazione dinamica dell'anca era un fattore predittivo degli esiti clinici. I metodi impiegati variano; il metodo di Harcke e Grisson è molto utilizzato nel Nord America e si è mostrato effettivamente utile per la diagnosi e il monitoraggio terapeutico. Questo metodo enfatizza la posizione e la stabilità della testa del femore in quanto lo scopo è determinare la posizione della testa del femore sia a riposo in una posizione neutra che in posizione stressata (sia in abduzione che adduzione).

In poche parole, si valuta la stabilità dell'articolazione applicando le manovre di Ortolani e di Barlow mentre si effettua la scansione nei piani coronali e assiali.

In questo modo si valutano i gradi di sublussazione, dislocazione e riduzione.

È possibile che i risultati di questa tecnica siano influenzati dall'età del paziente (Harcke e collaboratori, 1984).

SPESSORE DELLA CARTILAGINE ACETABOLARE

Soboleski e Babyn, nel 1993, hanno effettuato uno studio ecografico che misurava lo spessore della cartilagine acetabolare. Utilizzando la stessa proiezione secondo il metodo di Graf, è stato dimostrato che lo spessore della cartilagine acetabolare aumenta significativamente in pazienti displasici rispetto a neonati sani.

La misurazione si effettua a partire dall'apice dell'angolo alfa e si misura la distanza fino alla testa femorale. È una linea parallela all'ileo che attraversa appunto la testa del femore. Nei pazienti sani lo spessore medio era di circa 2.6 mm (range 1.4-3.4 mm), mentre nei displasici la media era 4.6 mm (range 2.8-7 mm).

L'aumento dell'età non mostrava significative variazioni di questo valore.

L'aumento dello spessore della cartilagine acetabolare è un importante segno ecografico nella diagnosi precoce della displasia dell'anca, in quanto questo spessore fa parte della cartilagine acetabolare di crescita; infatti comprende sia la cartilagine che mineralizzerà e formerà l'osso acetabolare, sia la cartilagine che si differenzierà in cartilagine ialina della superficie articolare dell'acetabolo.

Infatti gli autori ipotizzano che l'ossificazione della cartilagine di crescita acetabolare possa essere alterata a causa delle pressioni anomale dirette che comporta un apparente aumento dello spessore cartilagineo. Ciò potrebbe spiegare alcuni falsi negativi (valutati con l'angolo alfa).

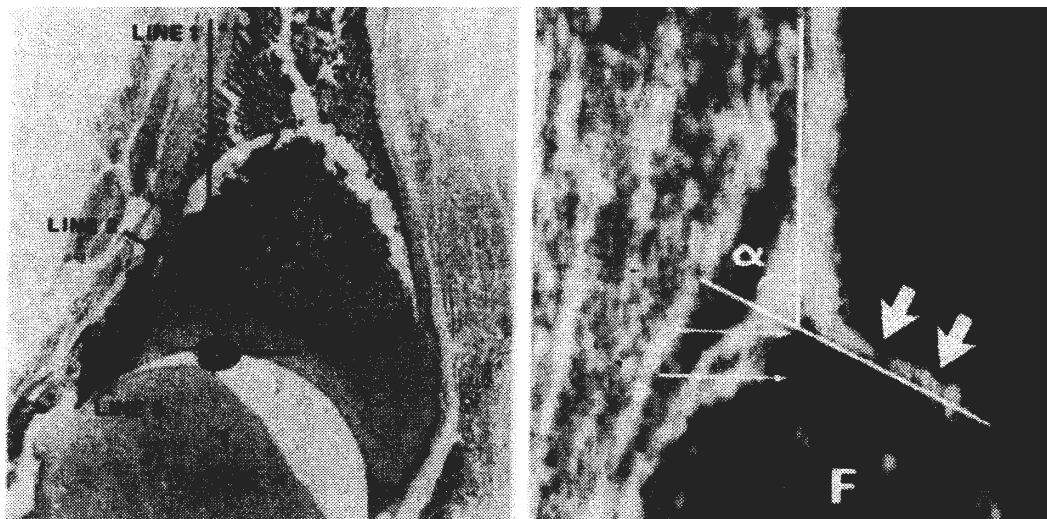


Figura 6: proiezione di Graf: le frecce indicano le spessore della cartilagine acetabolare (Immagini tratte da Gerscovich E.: A radiologist's guide to the imaging in the diagnosis and treatment of developmental dysplasia of the hip (Skeletal Radiology 1997).

Pertanto gli autori suggeriscono che, essendo la scansione coronale utilizzata sia per lo studio dinamico che quello statico, la misurazione dello spessore della cartilagine acetabolare dovrebbe essere routinariamente effettuata, in quanto non implica l'utilizzo di più tempo.

3.5 L'INDAGINE ECOGRAFICA NELLO STUDIO DELLE ARTICOLAZIONI COXO-FEMORALI DEL CANE

Uno dei primi studi focalizzati sull'utilizzo dell'ecografia per indagare le articolazioni coxo-femorali dei cuccioli risale al 1983. Weigel e Cartee hanno studiato le articolazioni di 3 cuccioli di 7-8 settimane di età attraverso l'utilizzo di un sistema camera di trasmissione degli ultrasuoni in tempo reale a frequenza 2 MHz; tale sistema produceva immagini nella scala dei grigi di dimensioni 10 cm x 10 cm e venivano visualizzate in un monitor standard che operava a 15 frames al secondo. I cuccioli vennero sacrificati e dissezionati a 4 livelli; i ritrovamenti ecografici di ogni livello di dissezione venivano correlati con le caratteristiche anatomiche. In alcuni casi la correlazione era stata effettuata eseguendo gli esami radiografici delle articolazioni.

Lo studio metteva in evidenza quali parti anatomiche erano state visualizzate tramite l'esame ecografico.

Il secondo lavoro appartiene a Kresken e Köstlin (1991), i quali hanno effettuato uno studio su cuccioli di razza Beagle (18 cani) sia ecografico che radiologico. Sei cani sono stati studiati dalla nascita a 8 mesi di vita settimanalmente utilizzando tre scansioni ecografiche. È stato possibile pertanto studiare la testa del femore, la capsula articolare, i muscoli glutei, le componenti ossea e cartilaginea dell'acetabolo e la rima e il tetto acetabolare.

Greshake e Ackermann (1992) hanno studiato 20 cuccioli di Springer Spaniel dal primo giorno di vita a 20 settimane di età (una volta alla settimana) utilizzando tre proiezioni ecografiche: la dorso-laterale, la longitudinale e la trasversale.

L'esame veniva effettuato senza la sedazione del paziente; si utilizzava la sonda lineare settata a 7 MHz. I genitori dei cuccioli erano esenti da displasia dell'anca.

La proiezione longitudinale si effettuava con il cucciolo in decubito dorsale, la sonda veniva posta dorsalmente diretta in un piano sagittale sull'articolazione coxo-femorale.

La proiezione trasversale si effettuava con il cucciolo in decubito dorsale e la sonda diretta dorsalmente orientata in un piano trasversale sull'articolazione. Infine, la proiezione dorso-

laterale si effettuava con il paziente in decubito laterale e la sonda diretta cranio-ventralmente e lateralmente tra ischio e grande trocantere in un piano caudo-dorsale o cranio-ventrale.

In questo lavoro sono state studiate quindi le dimensioni dell'acetabolo, della testa femorale e lo spessore dello spazio articolare.

Durante il primo giorno di vita è stato possibile studiare la testa del femore, che si presenta come una struttura rotondeggiante ipoecoica, il margine acetabolare e la capsula articolare, mentre la cartilagine articolare non era visualizzabile.

A una settimana è stato possibile evidenziare il centro di ossificazione della testa del femore; la mineralizzazione avviene rapidamente e interferisce con la valutazione dell'acetabolo a partire dalla 6^a settimane di età; infine a 12 settimane è stato impossibile visualizzare l'acetabolo (Figura 7-8). I margini craniali e caudali si possono visualizzare eco graficamente sia in longitudinale che in dorso laterale, punto di inserzione della capsula articolare. È una linea iperecogena chiusa nella sue inserzioni nell'acetabolo craniale e caudale. Inoltre, è stato possibile visualizzare il movimento della testa del femore all'interno dell'acetabolo.

In questo studio è stato accertato che le valutazioni più consistenti sono comprese fino alle 4 settimane di età in generale, ma è comunque possibile avere delle buone immagini fino alle 8 settimane di età con le scansioni longitudinali e dorso laterali.

È possibile valutare accuratamente l'acetabolo, la testa del femore e lo spazio articolare; la misurazione di quest'ultimo è risultata essere la valutazione quantitativa più consistente.

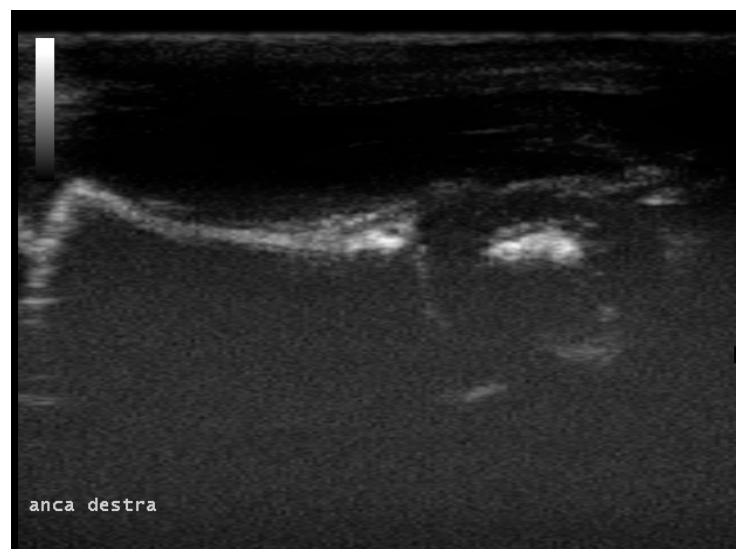


Figura 7: proiezione di Greshake e Ackerman in un cucciolo di Labrador Retriever a 23 giorni di età. Si noti il centro di ossificazione della testa del femore che ancora non impedisce la valutazione ecografica dell'acetabolo

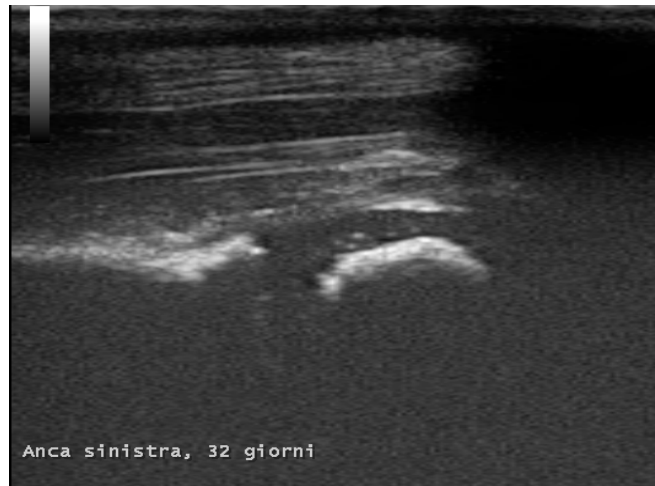


Figura 8: proiezione di Greshake e Ackerman in un cucciolo di Labrador a 32 giorni di età. La testa del femore si sta ossificando e il cono d'ombra posteriore rende più difficoltosa la visualizzazione dell'acetabolo

In questo studio si ipotizzava che, potendo valutare il movimento intrarticolare, fosse possibile studiare i gradi di sublussazione su base displasica.

Trout e collaboratori nel 1993 effettuarono uno studio prospettivo su cuccioli di età compresa tra 2 e 4 settimane di età con gli stessi principi del metodo Graf della medicina umana e quindi la stessa proiezione ecografica. I punti di repere che venivano considerati erano:

- la rima caudale dell'ileo a livello di fossa acetabolare
- la rima ossea acetabolare
- il labbro acetabolare (tetto cartilagineo)

e venivano quindi tracciate le linee per calcolare gli angoli alfa e beta:

- la linea di base: linea parallela e tangente all'ileo
- la linea del tetto cartilagineo: connette la convessità ossea dell'acetabolo al centro del tetto cartilagineo
- la linea del tetto osseo: connette la rima caudale dell'ileo (a livello di fossa acetabolare) alla rima ossea acetabolare

L'angolo alfa è delimitato dalla linea di base e la linea del tetto osseo, mentre l'angolo beta dalla linea di base e la linea del tetto cartilagineo.

In questo studio gli angoli alfa variavano mediamente tra 62° e 85°.

Tuttavia i risultati di questo lavoro erano contraddittori e non includevano analisi di tipo statistico.

Olivieri nel 1994 effettuava uno studio ecografico statico delle anche con gli stessi principi dello studio precedente e determinava i valori degli angoli alfa e beta; i primi risultarono compresi tra 48° e 86° e i secondi tra 34° e 75° . Sfortunatamente in questo studio non vennero effettuati radiogrammi di controllo anche se i pazienti presentavano evidenti segni clinici di displasia.

In uno studio di Fink che risale al 1996, si evince che cuccioli di Rottweiler aventi l'angolo alfa più piccolo presentavano angolo di Norberg inferiore a 105° all'anno di età. Tuttavia il campione esaminato era piccolo e nessuna indagine statistica venne pubblicata.

Müller nel 2002 trovò una correlazione statisticamente significativa tra gli angoli alfa e lo sviluppo di displasia dell'anca in cani di razza Golden Retriever, ma non in Boxer, Pastori Tedeschi e Rottweiler. Sette di nove cani Golden Retriever con displasia dell'anca diagnosticata all'anno di età presentavano angolo alfa inferiore a 60° .

Flöck nel 2002 studiò 38 cadaveri di cuccioli di Pastori Tedeschi ed un cucciolo vivo (seguito ecograficamente dal primo giorno di vita a 8 settimane di età). Gli esami ecografici dei cadaveri venivano comparati con i preparati anatomici. Questi animali erano stati studiati a diverse età (ma comunque a partire dal primo giorno di vita).

In questa tesi si cercava di standardizzare la metodica ecografica dal punto di vista tecnico. La sonda veniva ruotata di 30° dal piano verticale in direzione del piano sagittale dell'animale e quindi ruotata longitudinalmente di 30° verso il tarso.

Si prendeva in considerazione il fatto che in questi cuccioli di cane Pastore tedesco, a differenza dei neonati, la convessità ossea non ha una forma angolare e nel disegnare le linee per calcolare gli angoli, il passaggio dalla concavità dell'acetabolo alla convessità dell'ileo deve essere preso come punto cruciale.

In particolare veniva studiata l'ossificazione della testa del femore che poteva essere valutata fino all'ottava settimana di età (Figure 7 e 8). Alla fine dell'ottava settimana l'intera testa del femore era ossificata, ad eccezione della rima esterna e della fisi di accrescimento. Non era quindi più possibile valutare l'acetabolo a causa dell'ombra acustica posteriore. (Nel bambino invece l'esame ecografico è effettuabile fino a 12 mesi di età).

Venivano pertanto calcolati gli angoli alfa e beta, e ripetute le misurazioni cinque volte per ogni angolo e ogni anca. La ripetibilità era buona per gli angoli alfa (deviazione standard 0.88) e leggermente peggiore per l'angolo beta (deviazione standard 2.45). La correlazione tra le articolazioni destra e sinistra era significativamente alta per entrambi gli angoli.

Il valore minimo di alfa era 72°, il massimo era 86.2°. Il valore medio degli angoli beta era compreso tra 26° e 63°.

Inoltre il cucciolo veniva studiato alle seguenti età: 1,3, 5.5, 7 e 8 settimane di vita.

Si calcolava quindi il valore medio per ogni gruppo degli angoli e si evidenziava che l'angolo alfa aumentava da 76.2° della prima settimana di vita a 85.4° all'ottava settimana di vita. L'angolo beta si riduceva significativamente da 55.9° (prima settimana) a 31.6° (ottava settimana).

A 15 giorni si misurava inoltre l'altezza dell'epifisi prossimale del femore. Questo valore variava tra 2.5 mm (15 giorni) a 9.3 mm (58 giorni). Nella scansione inguinale si poteva calcolare lo spessore della capsula articolare e la distanza tra la testa del femore e la capsula articolare. Lo spessore della capsula variava tra 0.2 mm e 0.6 mm.

La distanza della testa del femore rispetto alla capsula articolare veniva calcolata esternamente rispetto al contorno della cartilagine articolare. Il valore minimo era 0.2mm e il massimo 1.3 mm. Effettivamente, con il passare delle settimane, si evidenziava un allargamento dello spazio tra testa del femore e capsula articolare. Infine, si calcolava il valore di distrazione; l'intento era quello di sublussare la testa del femore e ciò si visualizzava in una direzione cranio-dorsale al piano di incisione laterale. Il valore di distrazione era tra 0.5 mm e 4.3 mm in cani di differenti razze.

Un più recente lavoro risalente al 2006 si è focalizzato sullo studio degli angoli alfa (Rocha e Torres). Gli autori hanno studiato 4 Whippet, 5 Rottweiler e 2 Labrador Retriever. I cuccioli sono stati sottoposti a ecografia delle anche a 14-15 giorni di età, effettuando la proiezione descritta da Greshake e Ackermann precedentemente. In questo studio sono stati calcolati gli angoli alfa come descritto nella metodica Graf, ma non gli angoli beta, in quanto secondo gli autori nel cane è impossibile visualizzare il labbro fibrocartilagineo dell'acetabolo. È stato invece calcolato un terzo angolo gamma, dato dall'incrocio della linea di base e di una linea tangente al bordo cranio-laterale dell'acetabolo. I risultati ecografici sono stati comparati con l'esame radiografico delle anche effettuato a 4-6 mesi di età nella proiezioni ventro-dorsale standard e in distrazione. Non sono state evidenziate correlazioni statisticamente significative tra il valore degli angoli alfa e gamma e la presenza o assenza di lassità articolare.

Inoltre sono stati effettuati degli studi che hanno utilizzato delle tecniche ecografiche di distrazione per quantificare la lassità passiva dell'articolazione coxo-femorale. O' Brien e collaboratori (1997) hanno studiato ecograficamente 30 cuccioli provenienti da due

cucciolate di Greyhound e tre cucciolate di razze Labrador Retriever, Husky e meticci. I cuccioli furono sedati e mantenuti in sedazione con isofluorano. L'ecografia stressata veniva effettuata all'età di 4-6-8-12-16 e 26 settimane di età. I cuccioli venivano tosati e posizionati in decubito laterale con gli arti pelvici estesi; le articolazioni venivano quindi posizionate in compressione (le teste femorali venivano schiacciate l'una verso l'altra per riempire le cavità acetabolari) o in distrazione (le teste venivano dislocate lateralmente per causare sublussazione laterale al limite della lassità passiva). Ogni scansione ecografica veniva effettuata sia in compressione che in distrazione e le immagini venivano quindi studiate tramite un sistema di analisi computerizzato e si calcolavano i pixel per centimetro. L'immagine delle anche in compressione veniva sovrapposta a quella in distrazione e si calcolava quindi la distanza massima di distrazione. Ogni cucciolo veniva quindi radiografato (proiezione ventro-dorsale standard).

Lo studio ha dimostrato una relazione significativa fra la diagnosi di lassità dell'anca in cuccioli di 6-8 settimane ecograficamente e il riscontro di displasia negli stessi soggetti a un anno di età.

I dati indicano un'associazione significativa tra le misurazioni ultrasonografiche e l'indice di stress radiografico. Ma questa correlazione non è lineare: la massima distrazione ottenuta con il metodo sonografico è dipendente dalla taglia del cucciolo in misura maggiore rispetto alla distrazione misurata con metodo radiografico.

Infatti, nei cuccioli di razza Greyhound la distanza di massima distrazione era significativamente più piccola rispetto a quella delle razze non Greyhound.

Inoltre, i diversi metodi utilizzati per provocare la traslazione laterale della testa del femore nella cavità dell'acetabolo ecograficamente sono causa di una più ampia variabilità dei risultati rispetto alle tecniche radiografiche che sfruttano la distrazione della testa femorale. Successivamente, nel 2000, Adams e collaboratori hanno effettuato uno studio complesso nel tentativo di effettuare la diagnosi precoce di displasia dell'anca. Tale studio metteva a confronto due tecniche di palpazione clinica, quattro posizionamenti e misurazioni radiografiche e tre metodi ecografici.

In questo studio venivano presi in considerazione 60 cuccioli di Golden Retriever, 23 cuccioli di Labrador Retriever, e 24 cuccioli meticci (incroci tra Labrador e Golden). Nello specifico le tecniche ecografiche prendevano come riferimento lo studio di O'Brien; si studiavano i cuccioli a 6,5 e 9 settimane d'età. Si utilizzava il metodo di compressione, distrazione e inoltre venne utilizzato anche un piccolo distrattore posizionato tra le cosce prossimalmente per agevolare la distrazione manuale delle articolazioni. Lo studio

permetteva di considerare che l'ecografia era un metodo utile nella diagnosi precoce nei cani meticci, ma non per le altre due razze.

Un lavoro di Lonsdale e collaboratori risalente al 1998, studiava invece ecograficamente la mineralizzazione delle epifisi della testa femorale in cuccioli di Labrador Retriever. Prendendo in considerazione che, la mineralizzazione radiografica dell'epifisi femorale avviene significativamente più tardivamente nei cuccioli displasici (17 giorni) rispetto a pazienti sani (13 giorni), si studiavano i centri di ossificazione utilizzando l'esame ecografico. I cuccioli venivano ecografati giornalmente dal 4° giorno di vita fino a che il centro di ossificazione non veniva visualizzato. I risultati venivano confrontati quindi con l'esito dell'esame radiografico effettuato a 8 mesi d'età.

Il cucciolo veniva posizionato in decubito ventrale, con i femori paralleli e le ginocchia addotte in contatto con il tavolo) e a 90° rispetto al rachide. Si utilizzava la sonda lineare settata a 5-10 MHz e veniva posizionata dorsalmente alla testa del femore. Si effettuavano scansioni trasversali e longitudinali. L'esame ecografico veniva ripetuto fino ai 90 giorni di età. Si evidenziava che effettivamente l'esame ecografico è una metodica più rapida e precoce nell'evidenziare la mineralizzazione della testa del femore rispetto all'esame radiografico (4 giorni a destra, 2 giorni a sinistra). I cuccioli meticci (incroci Labrador e Greyhound) mineralizzano prima rispetto ai cuccioli di razza Labrador puri.

Nel 2007 due autori polacchi (Jonska e Narojek) hanno pubblicato la loro esperienza per quanto riguarda la tecnica ecografica e il posizionamento per lo studio delle anche. Sono stati studiati 10 cuccioli di Pastori Tedeschi all'età di 3 settimane. Secondo la loro esperienza dovrebbero essere utilizzate sempre tre scansioni ecografiche: la prima in accordo a quanto descritto da Greshake e Ackermann nel 1992; la seconda sempre con il cucciolo in decubito laterale, con gli arti posteriori estesi caudalmente; la sonda viene posizionata sul grande trocantere e diretta cranio-ventralmente e leggermente medialmente. La terza scansione prevede il posizionamento del cucciolo in decubito dorso-laterale, e con gli arti abdotti esternamente. La sonda viene quindi posizionata longitudinalmente a livello del canale femorale.

Infine il più recente studio risale al 2010 (Fisher e collaboratori) i quali hanno studiato 566 cuccioli di cani di 17 razze differenti a età comprese tra 16 e 49 giorni.

L'ecografia delle anche prevedeva la misurazione dell'angolo alfa di Graf, la lassità articolare e il valore di distrazione (DV). I cuccioli per questo studio non sono stati sedati e i risultati ecografici sono stati confrontati quindi con i radiogrammi standard effettuati a maturazione scheletrica.

Per calcolare l'angolo alfa, è stata effettuata la scansione descritta da Flock (2006), e utilizzati i tre punti di repere rappresentati dall'ileo (rima caudale), il tetto osseo acetabolare e il tetto cartilagineo.

Attraverso il programma pediatrico di misurazione degli angoli alfa e beta, sono state posizionate tre linee sull'immagine statica:

- la linea di base: linea parallela e tangente all'ileo
- la linea del tetto cartilagineo: connette la convessità ossea dell'acetabolo al centro del tetto cartilagineo
- la linea del tetto osseo: connette la rima caudale dell'ileo alla rima ossea acetabolare

come descritto, l'angolo alfa è delimitato dalla linea di base e la linea del tetto osseo, mentre l'angolo beta dalla linea di base e la linea del tetto cartilagineo.

Inoltre in questo studio è stata studiata la lassità articolare attraverso la manovra di Barlow durante l'esame ecografico: si visualizzava il movimento della testa del femore nella fossa acetabolare che veniva classificato in assenza, modesta e grave lassità articolare. Infine, sempre nello studio di Fisher, si calcolava anche il valore di distrazione: distanza in distrazione-distanza in posizione neutrale diviso la distanza in centimetri.

Le distanze venivano misurate tra la linea di base e una linea parallela tangente l'aspetto più laterale della cartilagine della testa femorale in posizione neutra ed in massima distrazione.

Per quanto riguarda gli angoli alfa, essi risultavano compresi tra 74° e 89°, si riscontrava un'alta correlazione statistica tra gli angoli delle articolazioni destra e sinistra; non si evidenziavano variazioni degli angoli durante la crescita del cucciolo.

Non si riscontrava alcuna correlazione statistica con la classificazione radiografica all'età di 12-24 mesi.

Nel 50.7% dei casi non è stata individuata alcuna lassità articolare mentre un grado basso e modesto-alto grado di lassità articolare è stato trovato nel 43.6% e 5.7% delle anche.

Infine, per quanto concerne il valore di distrazione DV, è stato riscontrato un valore inferiore a 1 mm nel 60,9 % della anche, nel 26,7 % DV era compreso tra 1 e 2 mm, nel 10,4 % della anche era compreso tra 2 e 3 mm e nel 2,1% era maggiore di 3 mm. Si riscontrava una correlazione statisticamente significativa tra il rilevamento soggettivo della lassità passiva e le misurazioni di DV. Tuttavia il coefficiente di correlazione era basso.

Pertanto lo studio di Fisher e collaboratori conclude dimostrando che l'ecografia è un buon metodo di diagnostica per immagini per studiare la regione anatomica delle articolazioni

coxo-femorali dei cuccioli di età compresa tra i 16 e i 49 giorni, è tecnicamente fattibile ma la diagnosi precoce di malattia (displasia dell'anca) non è possibile.

CAPITOLO 4

PARTE SPERIMENTALE

4.1 MATERIALI E METODI

Per lo studio sono stati presi in considerazione 79 cuccioli di razza Labrador Retriever di età compresa tra 7 giorni e 39 giorni.

Tutti i cuccioli sono stati sottoposti alla prima ecografia entro il 19 °giorno di vita.

Le loro articolazioni coxo-femorali sono state valutate ecograficamente, e a 6 mesi e 12 mesi controllate radiologicamente.

Lo studio è stato effettuato direttamente nell'allevamento o, comunque, nel luogo di stabulazione dei cuccioli, ed utilizzati alcuni accorgimenti di sterilizzazione dell'ecografo, delle sonde e degli operatori per rendere asettico il campo di lavoro.

I cuccioli erano ancora in custodia del proprietario o dell' allevatore, i quali avevano dato il loro consenso per l'effettuazione dell'esame.

Per lo studio sono state utilizzate due differenti apparecchiature ecografiche: un ecografo portatile MyLab 30 Gold (Esaote, Genova, Italy) e un ecografo portatile MyLab 25 (Esaote, Genova, Italy), entrambi dotati di sonda lineare settata a 12 MHz.

I cuccioli non sono stati sedati; sono stati tosati nella porzione distale della regione pelvica, tra la cresta iliaca e la tuberosità ischiatica di entrambe le articolazioni, approssimativamente per un'area di 1x 3 cm circa di dimensioni (Figura 1 e 2) .

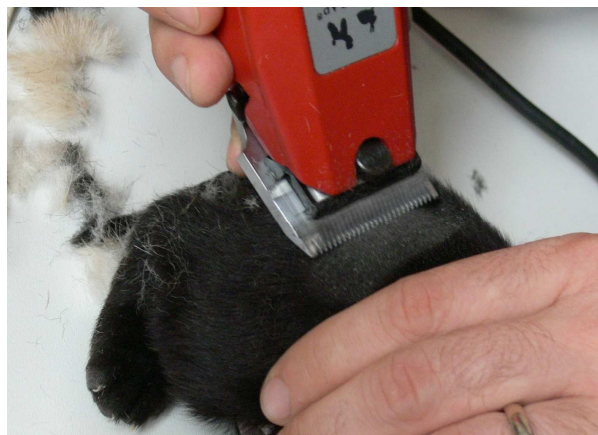


Figura 1

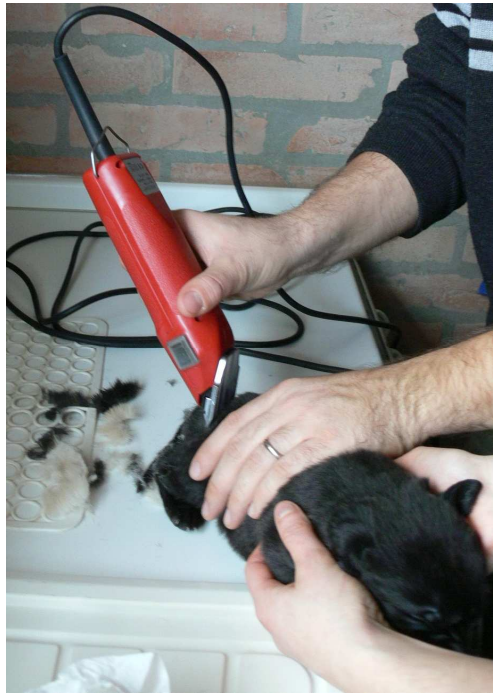


Figura 2

È stata quindi applicata clorexidina per sgrassare la cute e infine abbondante gel ecografico.

Ogni cucciolo è stato manipolato da un operatore nella parte anteriore del corpo; l'altro operatore ha applicato la sonda ecografica cranio-verticalmente, longitudinalmente rispetto all'articolazione tra la cresta iliaca e la tuberosità ischiatica, in riferimento a quanto riportato da Flöck nel 2006 e da Greshand e Ackerman nel 1992 (Figure 3-4-5).



Figura 3

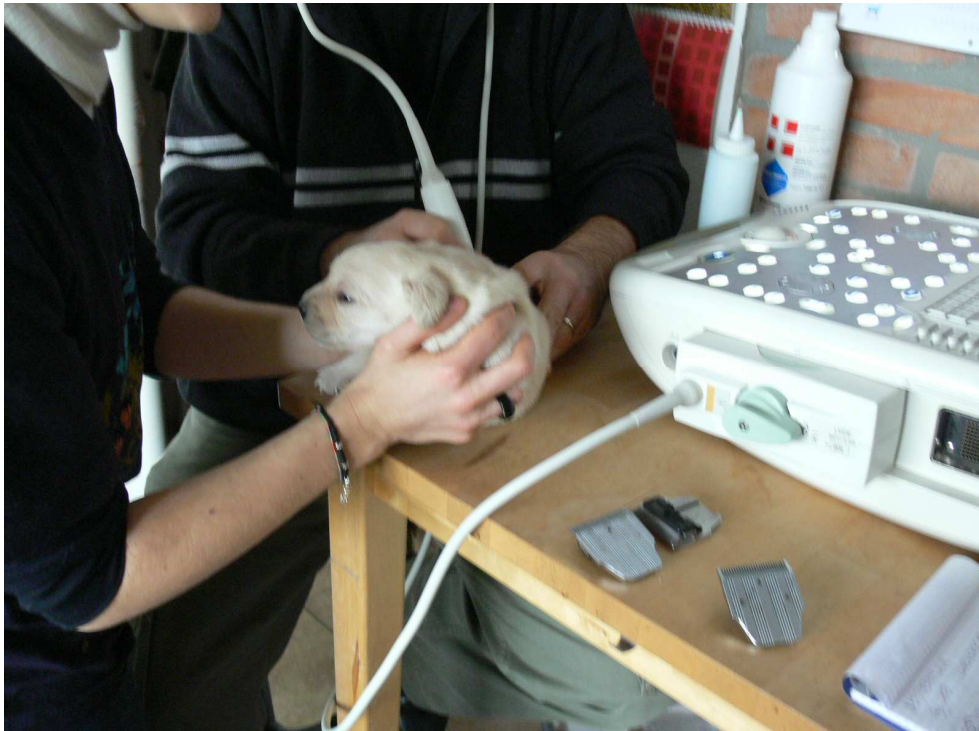
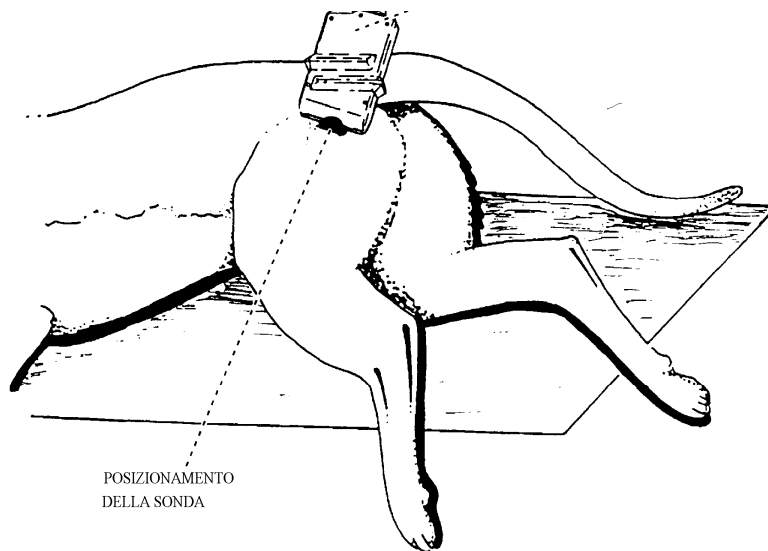


Figura 4



**Figura 5: tratto da NAUTRUO C.P., TOBIAS R.: Testo atlante ecografia del cane e del gatto, UTET
Torino, 2000. Modificato.**

La sonda è stata quindi ruotata di circa 20° in senso orario per l'articolazione sinistra e in senso antiorario per l'articolazione destra.

Per questa scansione, l'immagine ecografica doveva considerare le seguenti strutture anatomiche:

- la testa del femore: struttura di forma circolare, con contenuto ipoecoico e eterogeneo;
- la rima ossea dell'acetabolo (tetto osseo);
- il tetto acetabolare cartilagineo (labbro acetabolare);
- il corpo dell'ileo: linea iperecogena con cono d'ombra posteriore pulito, localizzato cranialmente al bordo cranio-laterale dell'acetabolo (Figura 6-7-8).

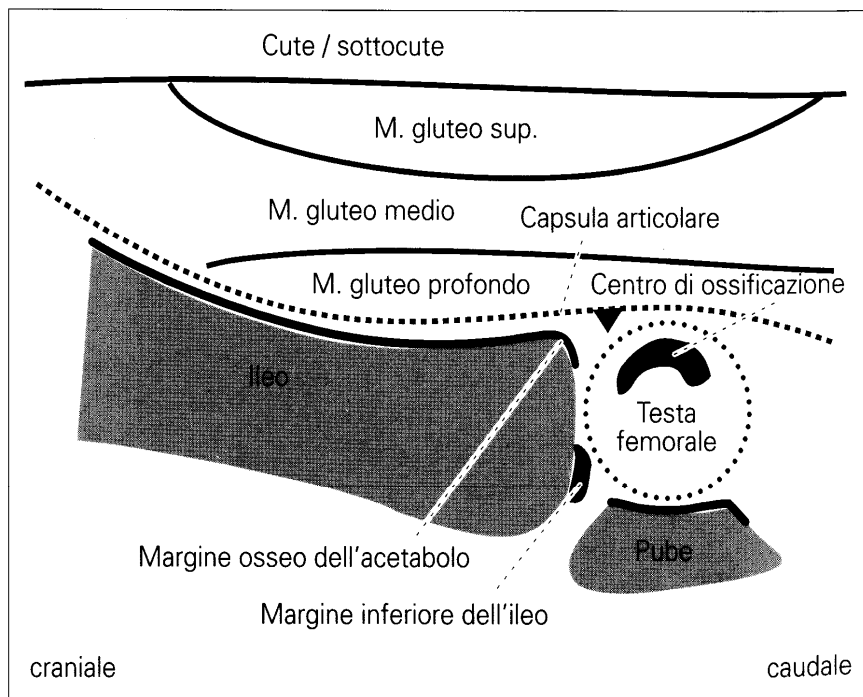


Figura 6: tratta da NAUTRUP C.P., TOBIAS R.: Testo atlante ecografia del cane e del gatto, UTET Torino, 2000

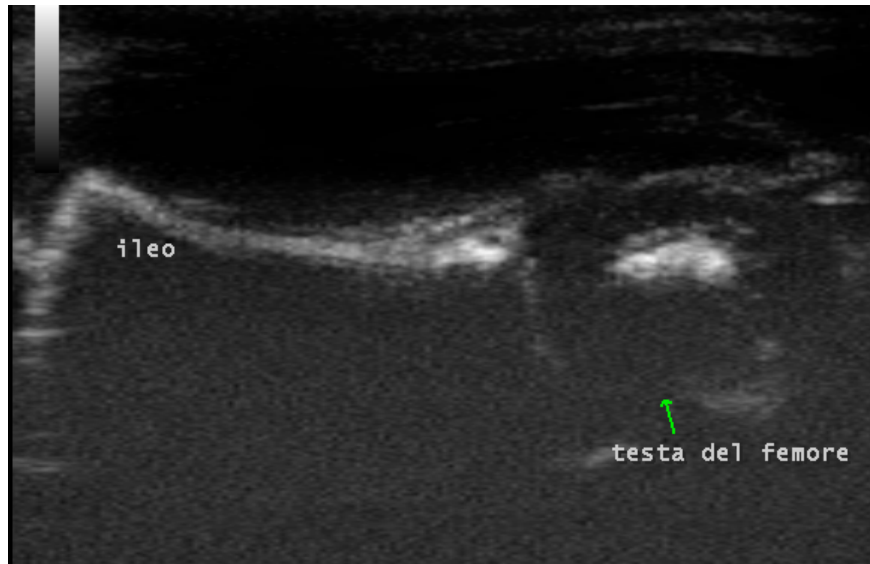


Figura 7



Figura 8

Inoltre è stata effettuata una seconda scansione; la sonda è stata ruotata di 90° rispetto alla sezione precedente parallelamente alla diafisi femorale (Figura 9) e doveva comprendere la testa del femore e il suo centro di ossificazione (se visibile).

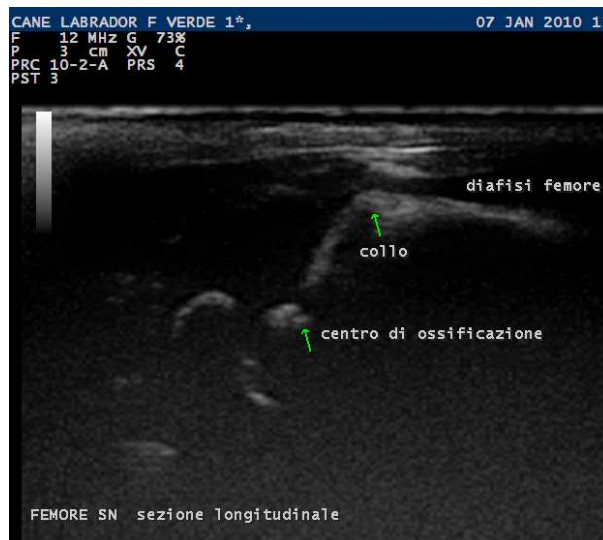


Figura 9

Ogni scansione è stata ripetuta due volte dall'esaminatore e le immagini sono state archiviate per essere rivalutate successivamente.

Ogni cucciolo esaminato è stato registrato e caratterizzato dalla presenza di un cordino colorato.

61 cuccioli hanno ripetuto l'esame ecografico la settimana successiva, e di questi, 34 soggetti sono stati esaminati ulteriormente la settimana seguente.

La ripetizione degli esami ecografici nelle settimane successive è stata effettuata per cercare la finestra acustica ottimale per effettuare le misurazioni.

SCANSIONE CORONALE

La prima scansione descritta fa riferimento alla scansione coronale di Graf in medicina umana, ed è stata utilizzata per effettuare diverse misurazioni:

- A. l'angolo alfa;
- B. la percentuale di copertura acetabolare;
- C. lo spessore della cartilagine acetabolare;
- D. la misurazione della circonferenza della testa del femore e il suo volume.

Per ogni parametro sopra descritto sono state eseguite due misurazioni consecutive per ogni articolazione; un solo operatore ha effettuato le misurazioni; è stata quindi considerata la media aritmetica delle due misurazioni. Queste valutazioni sono state effettuate in tutti i cuccioli con età inferiore o uguale a 19 giorni.

Nelle otto cucciolate, in cui gli esami ecografici sono stati ripetuti la settimana successiva e nelle quattro cucciolate che sono state seguite fino al 39° giorno di età, è stata presa in considerazione solo la morfologia dell'articolazione, ed è stata valutata soggettivamente la qualità dell'immagine ecografica.

A. ANGOLI ALFA

Per il calcolo dell'angolo alfa è stato utilizzato un software pediatrico dedicato già presente nelle apparecchiature ecografiche: nell'immagine statica si posizionano tre linee: la prima è la linea di base che decorre parallela e tangente all'ileo; la seconda è la linea del tetto osseo che connette la rima caudale dell'ileo all'altezza della fossa acetabolare alla rima ossea acetabolare; esiste una terza linea descritta nella metodica di Graf, è la linea del tetto cartilagineo, un segmento tracciato in modo da risultare tangente al tetto acetabolare cartilagineo (Figura 10).

La linea di base e la linea del tetto osseo costituiscono l'angolo alfa. La linea di base e la linea del tetto cartilagineo costituiscono l'angolo beta, che nel nostro studio non è stato calcolato in accordo a quanto riportato da Flöck nel 2002 che descrive una bassa ripetibilità di calcolo dell'angolo stesso.

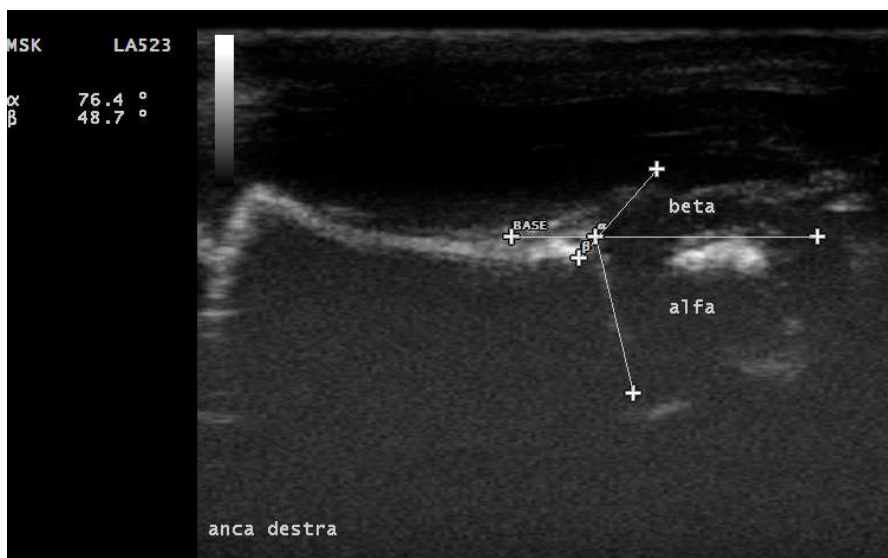


Figura 10

B. COPERTURA ACETABOLARE

Per quanto riguarda la copertura acetabolare, la misurazione ha preso in considerazione lo studio di Morin e collaboratori del 1993 citato nel capitolo precedente (pediatria umana). Questa scansione calcola la percentuale di copertura delle testa femorale da parte della componente ossificata dell'acetabolo (Figura 11).

Si utilizza la medesima linea di base lungo l'ileo utilizzata per il calcolo dell'angolo alfa.

Quindi, attraverso un programma del software ecografico, si traccia l'ellisse (che deve essere tangente alla testa del femore sul suo versante più mediale e più laterale).

In seguito si calcola il diametro (D) della testa del femore e infine la distanza tra la linea di base e il versante più mediale della testa del femore.

La formula per calcolare la copertura della testa del femore è : $d/D \times 100$.

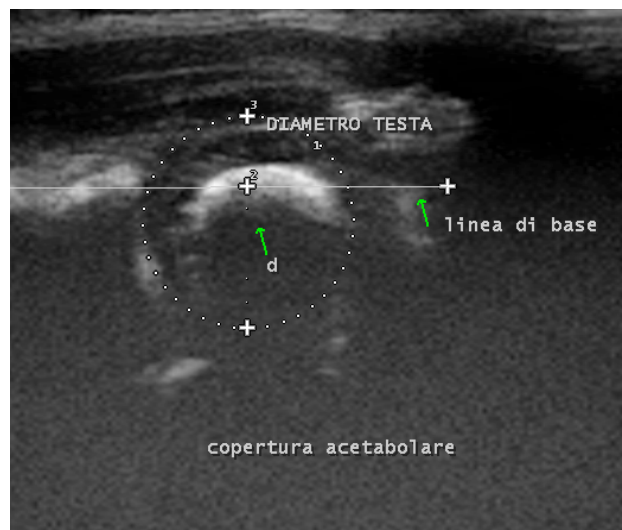


Figura 11

C. SPESSORE DELLA CARTILAGINE ACETABOLARE

Per quanto riguarda lo spessore della cartilagine acetabolare, la misurazione ha considerato lo studio di Soboleski e Babyn approfondito nel capitolo precedente.

Utilizzando sempre la linea di base dell'angolo alfa come punto di partenza, si misura la distanza dalla rima caudale dell'ileo all'altezza della fossa acetabolare all'aspetto più craniale della testa del femore. I limiti della testa del femore vengono sempre definiti tracciando l'ellisse (Figura 12).

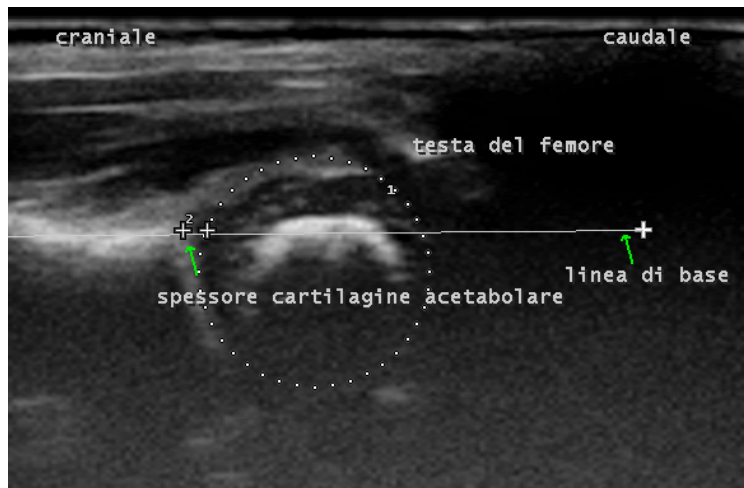


Figura 12

D. CIRCONFERENZA E VOLUME DELLA TESTA DEL FEMORE

Come accennato nel punto B, attraverso il programma del software è possibile calcolare l'area dell'ellisse in mm^2 e il volume in ml della testa del femore. L'ellisse tracciata deve essere tangente alla testa del femore sul suo versante più mediale e più laterale (Figura 13).



Figura 13

SCANSIONE LONGITUDINALE

In questa proiezione ecografica si è valutata la presenza del centro di ossificazione della testa del femore e si calcola l'area dello stesso attraverso un programma del software.

Anche questa valutazione è stata considerata solo nei cuccioli all'età inferiore di 19 giorni, in riferimento allo studio di Lodsale (1997) in cui si dimostrava che il centro di ossificazione

della testa del femore compariva più tardivamente nei soggetti displasici rispetto ai soggetti sani (oltre il 19 °giorno di vita).

ESAME RADIOGRAFICO

Come esame “gold standard” è stato considerato l’esame radiologico delle articolazioni coxo-femorali effettuato all’età di 6 e 12 mesi.

I cani sono stati esaminati in sedazione, previo protocollo anestesiológico che prevedeva l’impiego di dexmedetomidina al dosaggio di 0.05 mg/Kg e butorfanolo al dosaggio di 0.25 microgrammi/Kg IM.

Alla fine della procedura il risveglio di ogni paziente è stato accelerato attraverso la somministrazione di atipamezolo IM.

La proiezione utilizzata è stata la ventro-dorsale standard; i radiogrammi sono stati giudicati da un solo operatore, non a conoscenza dei risultati ecografici.

In particolare venivano presi in considerazione:

- la congruenza articolare;
- le caratteristiche del margine acetabolare craniale;
- la forma e la posizione della testa del femore;
- le caratteristiche del collo femorale;
- la presenza di osteofitosi;
- a 12 mesi l’angolo di Norberg.

All’anno di età le articolazioni coxo-femorali sono state classificate secondo la classificazione FCI della displasia dell’anca (A, B, C, D, E). I gradi C, D, E venivano considerati displasici.

ANALISI STATISTICHE

I dati sono stati analizzati utilizzando il programma statistico SPSS (SPSS Inc., Chicago, Illinois).

La descrizione dei dati è stata effettuata utilizzando la media aritmetica \pm deviazione standard.

A causa della dipendenza statistica tra anca destra e sinistra, i risultati sono stati calcolati separatamente per ogni lato.

Per valutare la presenza di differenze significative di misurazione delle medie dei vari parametri tra le articolazioni destre e sinistre, è stato utilizzato il test T relazionato considerato significativo se $p < 0,05$.

Infine, per valutare la correlazione tra i cinque gradi di displasia dell'anca e i parametri ecografici è stata utilizzato il coefficiente di correlazione non parametrico di Spearman.

La correlazione è stata considerata significativa per Coefficiente di Correlazione $\leq 0,01$.

È stata, inoltre, valutata la correlazione tra l'area della testa del femore e l'area del centro di ossificazione, utilizzando il coefficiente di correlazione parametrico di Pearson, considerato significativo per valori inferiori a 0,01.

I valori dei casi risultati statisticamente significativi sono stati correlati con la presenza o assenza di displasia dell'anca utilizzando il test di Fisher con significatività di $p < 0,05$.

4.2 RISULTATI

ANALISI QUALITATIVA

- CUCCIOLI DI ETA' INFERIORE O UGUALE A 19 GIORNI

In tutti i cuccioli di età compresa tra 7 e 19 giorni, l'esame è risultato essere tecnicamente eseguibile, e tutti i punti di repere anatomici sono stati visualizzati senza difficoltà.

- CUCCIOLI DI ETA' COMPRESA TRA 20 E 29 GIORNI

61 cuccioli sono stati seguiti la settimana successiva alla prima ecografia; dal punto di vista morfologico tutte le strutture e i punti di repere anatomici descritti per la scansione coronale sono stati visualizzati e non sono state notate particolari differenze anatomiche rispetto all'esame precedente ad eccezione di una cucciolata (7 soggetti).

In questi cuccioli, di 26 giorni di età la linea del tetto osseo è stata visualizzata con difficoltà in quanto già mascherata dal cono d'ombra posteriore della testa del femore.

- CUCCIOLI DI ETA' SUPERIORE AI 30 GIORNI

46 cuccioli sono stati esaminati fino al 39 giorno di età.

La maggior parte (36) sono stati studiati tra 30 e 32 giorni di età, mentre una cucciolata è stata studiata a 39 giorni (10 casi).

In dieci cuccioli sono state riscontrate evidenti difficoltà di visualizzazione in particolare dell'acetabolo dovute alla precoce mineralizzazione della testa del femore e dell'acetabolo stesso.

Negli altri cuccioli la visualizzazione delle strutture anatomiche è stata ancora possibile, anche nella cucciolata di 39 giorni di età.

Di questi cuccioli, l'esame radiografico è stato effettuato in dieci pazienti, di cui 4 sono risultati essere displasici e sei sani. In tre dei pazienti sani le strutture anatomiche non erano visibili.

ANALISI QUANTITATIVA

Non sono state riscontrate differenze statisticamente significative tra le misurazioni medie di tutti i parametri tra le articolazioni destre e sinistre.

A. ANGOLI ALFA

I risultati degli angoli alfa sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1

	ALFA DESTRA	ALFA SINISTRA
MEDIA in tutti i cuccioli entro i 19 giorni di età	72°±5,7	70,9°± 10,7

Nella seguente tabella si riportano i valori degli angoli suddivisi tra cani sani e cani displasici.

Tabella 2

	SANO DESTRA	SANO SINISTRA	MALATO DESTRA	MALATO SINISTRA
ANGOLO ALFA	72,6°±6,9	73°±7	69°±6.9	70°±6

B. COPERTURA ACETABOLARE

La media della copertura acetabolare per l' articolazione destra è risultata essere del 64,8% (range da 52% a 77%), per la sinistra 63,9% (da 50% a 75%).

Tabella 3

	DESTRA	SINISTRA
MEDIA in tutti i cuccioli entro i 19 giorni di età	64,8%±5,3	63,9%±5,9

In particolare, nella tabella 4 si riportano i valori medi della copertura acetabolare nei cani displasici e nei cani sani.

Tabella 4

	SANO DESTRA	SANO SINISTRA	MALATO DESTRA	MALATO SINISTRA
COPERTURA ACETABOLARE	66,5%±4	64,6%±3	62.3%±5.7	63.7%±4.4

C. SPESSORE DELLA CARTILAGINE ACETABOLARE

Per entrambe le articolazioni è stato calcolato un valore medio dello spessore della cartilagine acetabolare pari a 0,6 cm (range 0,07 cm - 0,14 cm a destra) e pari a 0,53 cm a sinistra (range 0,07 - 0,16 cm).

Tabella 5

	DESTRA	SINISTRA
MEDIA in tutti i cuccioli entro i 19 giorni di età	0,6cm ±4	0,53 cm±3,6

In particolare, si riporta la media dei valori nei cani sani e nei cani displasici:

Tabella 6

	SANO DESTRA	SANO SINISTRA	MALATO DESTRA	MALATO SINISTRA
SPESSORE CARTILAGINE	0,11 cm±2	0,12 cm±0,02	0,1 cm±4.4	0,15 cm±0.02

D. AREA E VOLUME DELLA TESTA DEL FEMORE

L'area della testa del femore destro mediamente è risultata essere pari a 71 mm², mentre a sinistra 73 mm². I valori variano da 25 mm² a 117 mm² per l'anca destra, e da 39 mm² a 150 mm² per l'anca sinistra (Tabella 7).

Tabella 7

	AREA DESTRA	AREA SINISTRA
MEDIA in tutti i cuccioli entro i 19 giorni di età	71 mm ² ±22	73 mm ² ±21

Il volume mediamente è 0,83 ml a destra (range 0,096 - 0,95 ml) , e 0,5 ml a sinistra (range 0,186 – 1,5 ml).

Tabella 8

	VOLUME DESTRA	VOLUME SINISTRA
MEDIA in tutti i cuccioli entro i 19 giorni di età	0,83 ml± 3,16	0,47 ml±0,2

Si riportano i valori delle medie dell'area della testa del femore dei cani displasici e dei cani sani.

Tabella 9

	SANO DESTRA	SANO SINISTRA	MALATO DESTRA	MALATO SINISTRA
AREA TESTA DEL FEMORE	87,5 mm ² ±19	92,5mm ² ±19	63,8mm ² ±16	66mm ² ±16

Nella tabella 10 si riportano i valori medi dei volumi delle teste femorali suddivisi tra cani sani e cani displasici.

Tabella 10

	SANO DESTRA	SANO SINISTRA	MALATO DESTRA	MALATO SINISTRA
VOLUME TESTA FEMORE	0,62 ml±0.5	0,69 ml±0.4	0,42 ml±0.02	0,39 ml±0.26

CENTRO DI OSSIFICAZIONE DELLA TESTA DEL FEMORE

Nel 100% dei cuccioli il nucleo di ossificazione è stata visibile ecograficamente.

La media dell'area misurata nella scansione longitudinale è risultata essere 3,372 mm² a destra e a sinistra 3,39mm².

Tabella 11

	AREA DESTRA	AREA SINISTRA
MEDIA in tutti i cuccioli entro i 19 giorni di età	3,372 mm ² ±1	3,39 mm ² ±1,1

Nei cani sani, la media dell'area è risultata essere 4,425 mm² mentre nei soggetti displasici la media è stata 2,175 mm².

Tabella 12

	SANO DESTRA	SANO SINISTRA	MALATO DESTRA	MALATO SINISTRA
AREA CENTRO OSSIFICAZIONE	4.4 mm ² ±1,11	4.65 mm ² ±1,2	2.07±1.1	2.07±0.7

ESAME RADIOGRAFICO

48 cuccioli sono stati seguiti radiologicamente a sei mesi di età (61%) e in 34 cuccioli il radiogramma è stato ripetuto a 12 mesi di età (43%).

Tutti i pazienti hanno ben tollerato la sedazione senza effetti collaterali.

14 cani (40,7%) sono stati classificati positivi per displasia dell'anca (gradi da C1 a E) (8 maschi e 6 femmine) e 20 cani (59,3%) sono stati classificati negativi per displasia (gradi da A1 a B2) (11 maschi e 9 femmine).

Un cane ha evidenziato un grado di displasia B per l'anca destra, e un grado C per l'anca sinistra.

Nello specifico i cani sono stati suddivisi:

DESTRA:

normale	13
quasi normale	8
lieve displasia	7
moderata displasia	3
grave displasia	3

Tabella 13**SINISTRA:**

normale	12
quasi normale	8
lieve displasia	7
moderata displasia	4
grave displasia	3

Tabella 14

ASSOCIAZIONE TRA I PARAMETRI ECOGRAFICI E LA CLASSIFICAZIONE RADIOGRAFICA DI DISPLASIA DELL'ANCA

Come accennato, è stato utilizzato il coefficiente di correlazione per ranghi di Spearman. Ogni parametro è stato correlato con i cinque gradi di displasia dell'anca.

ANGOLO ALFA

Non è stata riscontrata alcuna correlazione statisticamente significativa tra la variazione dell'angolo alfa e il grado di malattia né per l'articolazione destra né per la sinistra (Tabella 15-16).

Tabella 15

			gradi malattia dx	angolo alfa dx
Spearman's rho	gradi malattia dx	Correlation Coefficient	1,000	-,0,09
		Sig. (2-tailed)	.	,523
		N	34	34
	angolo alfa dx	Correlation Coefficient	-,0,09	1,000
		Sig. (2-tailed)	,523	.
		N	34	34

Tabella 16

			gradi malattia sx	angolo alfa sx
Spearman's rho	gradi malattia sx	Correlation Coefficient	1,000	-,114
		Sig. (2-tailed)	.	,961
		N	34	34
	angolo alfa sx	Correlation Coefficient	-,114	1,000
		Sig. (2-tailed)	,961	.
		N	34	34

COPERTURA ACETABOLARE

Non sono state evidenziate correlazioni statisticamente significative tra le variazioni della percentuale di copertura acetabolare e il grado di malattia, né a destra, né a sinistra.

Tabella 17

			copertura acetabolo dx	gradi malattia dx
Spearman's rho	copertura acetabolo dx	Correlation Coefficient	1,000	-,075
		Sig. (2-tailed)	.	,674
		N	34	34
	gradi malattia dx	Correlation Coefficient	-,075	1,000
		Sig. (2-tailed)	,674	.
		N	34	34

Tabella 18

			gradi malattia sx	Copertura acetabolo sx
Spearman's rho	gradi malattia sx	Correlation Coefficient	1,000	,034
		Sig. (2-tailed)	.	,848
		N	34	34
	copertura acetabolo sx	Correlation Coefficient	,034	1,000
		Sig. (2-tailed)	,848	.
		N	34	34

SPESSORE DELLA CARTILAGINE ACETABOLARE

Come si può osservare nelle seguenti tabelle, non sono state evidenziate correlazioni statisticamente significative tra l'aumentare dello spessore della cartilagine acetabolare e il grado di displasia dell'anca.

Tabella 19

			gradi malattia dx	Spessore cartilagine dx
Spearman's rho	gradi malattia dx	Correlation Coefficient	1,000	-,136
		Sig. (1-tailed)	.	,222
		N	34	34
	spessore cartilagine dx	Correlation Coefficient	-,136	1,000
		Sig. (1-tailed)	,222	.

Tabella 20

			gradi malattia sx	spessore cartilagine sx
Spearman's rho	gradi malattia sx	Correlation Coefficient	1,000	-,198
		Sig. (1-tailed)	.	,131
		N	34	34
	spessore cartilagine sx	Correlation Coefficient	-,198	1,000
		Sig. (1-tailed)	,131	.
		N	34	34

AREA E VOLUME DELLA TESTA DEL FEMORE

Si evidenzia una moderata correlazione negativa tra l'area della testa del femore e il grado di displasia sia a destra che a sinistra.

Tabella 21

			gradi malattia dx	area testa dx
Spearman's rho	gradi malattia dx	Correlation Coefficient	1,000	-,401**
		Sig. (1-tailed)	.	,009
		N	34	34
	area testa dx	Correlation Coefficient	-,401**	1,000
		Sig. (1-tailed)	,009	.
		N	34	34

Tabella 22

			gradi malattia sx	area testa sx
Spearman's rho	gradi malattia sx	Correlation Coefficient	1,000	-,455**
		Sig. (1-tailed)	.	,003
		N	34	34
	area testa sx	Correlation Coefficient	-,455**	1,000
		Sig. (1-tailed)	,003	.
		N	34	34

Anche in questo caso, è possibile osservare una moderata correlazione negativa tra il volume della testa del femore e il grado di malattia.

Tabella 23

			gradi malattia dx	volume testa dx
Spearman's rho	gradi malattia dx	Correlation Coefficient	1,000	-,450**
		Sig. (1-tailed)	.	,004
		N	34	34
	volume testa dx	Correlation Coefficient	-,450**	1,000
		Sig. (1-tailed)	,004	.
		N	34	34

Tabella 24

			gradi malattia sx	volume testa sx
Spearman's rho	gradi malattia sx	Correlation Coefficient	1,000	-,456**
		Sig. (1-tailed)	.	,003
		N	34	34
	volume testa sx	Correlation Coefficient	-,456**	1,000
		Sig. (1-tailed)	,003	.
		N	34	34

In particolare, a un' area superiore a 75 mm² corrisponde una minor probabilità di sviluppare displasia.

Tabella 25

SPECIFICITA'	0.78
SENSIBILITA'	0.85
VALORE PREDITTIVO POSITIVO	0.71
VALORE PREDITTIVO NEGATIVO	0.88

Infine, cani con volumi delle teste superiore a 0,5 ml hanno meno probabilità di sviluppare displasia dell'anca.

Tabella 26

SPECIFICITA'	0.7
SENSIBILITA'	0.9
VALORE PREDITTIVO POSITIVO	0.67
VALORE PREDITTIVO NEGATIVO	0.93

AREA DEL CENTRO DI OSSIFICAZIONE DELLA TESTA DEL FEMORE

In questo caso è possibile osservare una correlazione statisticamente significativa tra l'area del centro del femore e il grado di displasia dell'anca sia a destra che a sinistra.

Tabella 27

			gradi malattia dx	area centro oss dx
Spearman's rho	gradi malattia dx	Correlation Coefficient	1,000	-,708**
		Sig. (1-tailed)	. ,000	
		N	34	34
	area centro oss dx	Correlation Coefficient	-,708**	1,000
		Sig. (1-tailed)	,000	.
		N	34	34

Tabella 26

			gradi malattia sx	area centro oss sx
Spearman's rho	gradi malattia sx	Correlation Coefficient	1,000	-,789**
		Sig. (1-tailed)	. ,000	
		N	34	34
	area centro oss sx	Correlation Coefficient	-,789**	1,000
		Sig. (1-tailed)	,000	.
		N	34	34

CORRELAZIONE TRA L'AREA DELLA TESTA DEL FEMORE E DEL SUO CENTRO DI OSSIFICAZIONE

Infine, anche la correlazione tra l'area della testa del femore e l'area del nucleo di ossificazione sono risultati essere altamente correlati tra loro, sia a destra che a sinistra (Tabella 27-28)

Tabella 27

		area testa dx	area centro oss dx
area testa dx	Pearson Correlation	1	,415**
	Sig. (1-tailed)		,000
	N	34	34
area centro oss dx	Pearson Correlation	,415**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	34	34

Tabella 28

		area testa sx	area centro oss sx
area testa sx	Pearson Correlation	1	,410**
	Sig. (1-tailed)		,000
	N	34	34
area centro oss sx	Pearson Correlation	,410**	1
	Sig. (1-tailed)	,000	
	N	34	34

In particolare, a un'area dei centri di ossificazione superiore a 3 mm² corrisponde una minor probabilità di sviluppare displasia dell'anca.

Tabella 29

SPECIFICITA'	0.78
SENSIBILITA'	0.85
VALORE PREDITTIVO POSITIVO	0.71
VALORE PREDITTIVO NEGATIVO	0.88

CAPITOLO 5

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

DISCUSSIONE

I risultati della ricerca suggeriscono che l'esame ecografico delle articolazioni coxo-femorali nei cuccioli di età compresa tra 7 e 39 giorni è tecnicamente realizzabile e permette una buona visualizzazione della maggior parte delle strutture anatomiche.

Nella nostra esperienza il periodo migliore per avere una buona finestra acustica è risultata essere tra i 15 e i 25 giorni circa. Anche la manipolazione dei cuccioli non è risultata difficoltosa, per cui non è stato necessario sedare i soggetti.

Tuttavia non sembra essere realizzabile la possibilità di effettuare la diagnosi precoce di displasia dell'anca attraverso il calcolo dell'angolo alfa, e questo è in accordo con i lavori riportati in letteratura veterinaria.

Infatti non è stato possibile riscontrare alcuna correlazione statisticamente significativa tra le variazioni dell'ampiezza dell'angolo alfa e il grado di displasia dell'anca. Gli studi precedenti circa la misurazione degli angoli alfa hanno pubblicato i range dei valori medi degli angoli alfa riscontrati, e solo lo studio di Fink (1996) ha tentato di dimostrare che angoli alfa meno ampi si correlano a angoli di Norberg inferiori a 105°. Anche Müller (2002) ha dimostrato che, cuccioli di Golden Retriever con angoli inferiori a 60° sviluppavano displasia. Questi valori però sono stati considerati discutibili a causa della presenza di un modesto numero di errori di misurazione. Infine, il più recente studio di Fisher (2010) e collaboratori che ha studiato oltre 500 cani di razze differenti, ha confermato la scarsa significatività dell'angolo alfa nella diagnosi di malattia.

Le motivazioni dello scarsa utilità di questo angolo, invece largamente utilizzato in pediatria, possono essere differenti.

Come approfondito nel capitolo 2, la componente genetica rappresenta la causa di base della displasia dell'anca ma nel cane, a differenza dell'uomo, i fattori genetici agiscono in concomitanza a fattori ambientali.

Infatti i cuccioli geneticamente predisposti allo sviluppo della malattia nascono con anche normali, mentre i neonati, se predisposti, nascono con anche patologiche.

Nel cane predisposto alla displasia, in età precoce (2 settimane) viene osservata una distensione della capsula articolare e del legamento della testa del femore. Negli stadi precoci dello sviluppo della malattia (4 settimane) si assiste ad aumento di volume del

liquido sinoviale, ipertrofia del legamento rotondo, sinovite proliferativa e ispessimento della capsula articolare. Il periodo più critico nello sviluppo della patologia va quindi dalla nascita ai primi 60 giorni di vita, poiché i tessuti sono ancora immaturi e possono essere ancora sollecitati oltre i loro limiti di elasticità perdendo così la loro originaria forma. L'aumento del liquido sinoviale e la distensione capsulare sono associati all'incremento della lassità articolare. Nelle fasi precoci della malattia esiste una relazione diretta tra aumento del volume del liquido sinoviale, ipertrofia del legamento rotondo e lassità articolare. Queste modificazioni intervengono prima che la malattia sia evidente radiologicamente.

Ma i primi cambiamenti caratteristici avvengono tra i 60 e i 90 giorni di età: la lassità provoca un vario grado di dislocazione dorso-laterale della testa del femore e avvengono i primi cambiamenti caratteristici che rivelano un principio di sublussazione e un ritardo dell'ossificazione del margine acetabolare dorsale. In questa età si può avere un ritardo dello sviluppo del margine acetabolare dorsale poiché una precoce sublussazione articolare può provocare una concentrazione del carico sulla rima acetabolare.

Pertanto è deducibile che l'ecografia ha dei limiti tecnici legati alla mineralizzazione precoce della rima acetabolare e della testa del femore, limitando così la valutazione precisa dell'angolo alfa, in particolare in cuccioli oltre i 40 giorni di età.

Nel nostro studio, è stato possibile valutare le articolazioni con una buona visualizzazione del tetto osseo cartilagineo fino a 25 giorni di età in tutte le cucciolate, mentre oltre i 26 giorni di età la rima ossea dell'acetabolo è stata visualizzata nel 67% dei cuccioli.

Il range e la media dell'angolo alfa calcolati è sovrapponibile con i lavori precedenti; l'angolo è mediamente più alto rispetto ai neonati (da 33° a 72°)(Gershovich E., 1997).

Secondo la nostra esperienza, vi sono due limiti circa la misurazione di questo angolo.

Il primo è correlato alla tecnica ecografica stessa in quanto l'esame deve essere effettuato da un operatore esperto e utilizzando una metodica piuttosto standardizzata, con la finalità di individuare correttamente e chiaramente tutti i reperi anatomici indicati dalla letteratura.

Il nostro consiglio è tentare di effettuare con rigore anatomico la proiezione coronale ripetendo la scansione almeno due volte.

Il secondo limite è legato all'operatore stesso; infatti, le misurazioni sono state effettuate da un solo ecografista, per cui non è stato possibile studiare la variabilità delle misurazioni tra gli osservatori.

Per quanto riguarda il calcolo della percentuale di copertura acetabolare, dal punto di vista tecnico, le misurazioni sono risultate semplici da calcolare.

La media delle misurazioni è risultata essere 64% bilateralmente.

In generale, il valore più basso è risultato essere 52%, il più alto 77%.

Non è stata evidenziata alcuna correlazione statisticamente significativa tra la media della percentuale di copertura acetabolare e il grado di malattia.

Nel bambino invece, si tengono in considerazione i seguenti valori:

- il 52% di copertura è sicuramente normale;
- oltre il 42 % è probabilmente adeguato, anche se non esistono studi in letteratura che lo dimostrino (Gershovich E., 1997);
- una copertura acetabolare inferiore al 33% è considerata patologica.

Nella nostra casistica, il limite più basso è stato del 52 %; questo significa che il 100% dei cani studiati presenta una copertura acetabolare maggiore del 50% (buona copertura acetabolare).

Questo è in accordo con il fatto che la posizione della testa del femore nell'acetabolo durante il primo mese di vita del cucciolo è normale.

Dato però che la lassità articolare è stata riscontrata in pazienti molto giovani, ed in alcuni casi addirittura all'età di 2-3 settimane, potrebbe essere interessante effettuare questa misurazione con il cucciolo in stazione, eventualmente a 30-40 giorni di età.

Infatti le articolazioni del cucciolo in piedi e quindi in posizione fisiologica risultano essere stressate; in questo modo la testa del femore potrebbe parzialmente essere coperta in soggetti predisposti alla displasia.

Anche per quanto riguarda lo spessore della cartilagine articolare, non si sono evidenziati risultati particolarmente significativi. Infatti, non è stato possibile osservare una correlazione statisticamente significativa tra l'aumentare dello spessore e l'aumentare del grado di malattia.

La media delle misurazioni risultava essere di 0,6 cm a destra e 0,53cm a sinistra; nei pazienti sani lo spessore era 0,11 cm a destra e 0,12 cm a sinistra mentre nei pazienti displasici i valori erano di 0,1 cm a destra e di 0,15 cm a sinistra.

Da qui si denota una differenza con i valori medi calcolati nel bambino. Infatti, nei soggetti sani lo spessore medio era di circa 2.6 mm (range 1.4-3.4 mm), mentre nei displasici la media era 4.6 mm (range 2.8-7 mm).

In pediatria, l'aumento dello spessore della cartilagine acetabolare è un importante segno ecografico nella diagnosi precoce della displasia dell'anca, in quanto questo spessore fa parte della cartilagine acetabolare di crescita; essa comprende sia la cartilagine che mineralizzerà e formerà l'osso acetabolare, sia la cartilagine che si differenzierà in cartilagine ialina della superficie articolare dell'acetabolo.

L'ossificazione della cartilagine acetabolare può essere alterata a causa di pressioni anomale dirette in quell'area anatomica per cui la conseguenza potrebbe essere proprio un aumento dello spessore della cartilagine stessa (Soboleski e Babyn, 1993).

La mancanza di significatività di questo valore potrebbe essere dovuto a differenze di sviluppo anatomico tra il neonato e il cane, ma anche al fatto che la malattia canina sia ancora agli esordi a quest'età per cui ancora non si verificano pressioni tali da modificare le dimensioni di questa cartilagine.

Il calcolo dell'area della testa del femore e del suo volume è stato tecnicamente eseguibile in tutte le cucciolate.

È stato possibile riscontrare una correlazione negativa modesta tra l'area della testa del femore e il grado di displasia. Questo significa che all'aumentare dell'area femorale si riscontra una minore probabilità che il cane sia malato.

La situazione è sovrapponibile per quanto riguarda i volumi delle teste femorali.

Alcuni studi riportano che la forma della testa del femore, del collo e dell'acetabolo variano con la razza (Wigger e collaboratori, 2008). Nel Pastore Tedesco è stato osservato che la testa e il collo femorali frequentemente presentano stesso spessore (definita "a manico di scopa"). Questa conformazione è risultata essere ereditabile, ma non è stata correlata allo sviluppo di malattia articolare, pertanto viene considerata una variante anatomica.

Pertanto anche in questo caso è possibile che la conformazione della testa sia un fattore ereditario, e possa predisporre allo sviluppo della malattia.

Un'articolazione normale deve avere uno sviluppo simmetrico, armonico e bilanciato delle diverse strutture anatomiche, dalla nascita all'età adulta. Sia i tessuti molli che i tessuti duri sono coinvolti nello sviluppo articolare. Le caratteristiche morfologiche delle strutture dell'articolazione dell'anca sono i primi fattori che influenzano la crescita nel cane.

Uno studio di Riser (1993) ha considerato i preparati anatomici in sezione coronale (frontale) di articolazioni di diversi cani sani dalla nascita alla maturazione scheletrica.

In questi cani si riscontra una buona crescita dell'osso e la presenza di corticali sottili.

In questo periodo critico di sviluppo, qualsiasi alterazione del normale processo di maturazione dell'articolazione comporta l'instaurarsi di instabilità.

Si può affermare che l'evoluzione patologica della displasia interessa inizialmente i tessuti molli e solo in una seconda fase si ha un coinvolgimento dei tessuti ossei. È possibile pertanto che una testa femorale di piccole dimensioni rispetto all'acetabolo possa essere coinvolta nello sviluppo di una possibile instabilità articolare, microtraumi cartilaginei, sinoviti transitorie, ipertrofia capsulare e che a lungo termine possono comportare lo sviluppo di displasia.

Uno studio del 1975 di Gustafsson, ha evidenziato che cuccioli di razza Beagle con teste femorali piccole erano predisposti allo sviluppo di malattia articolare.

Questi cani hanno ricevuto settimanalmente una dose di estradiolo (5 iniezioni a settimana) durante le prime otto settimane di vita. Durante lo sviluppo, le teste femorali di questi cani sono rimaste di dimensioni inferiori alla norma, predisponendo, secondo l'autore, a instabilità articolare.

Inoltre Gustafsson ha studiato cuccioli di razza Greyhound (razza non predisposta a displasia) sempre sottoposti a iniezioni di estradiolo dalla nascita a 8 settimane di età, quotidianamente. Questi cani sono stati controllati clinicamente e radiologicamente dalla nascita alle 34 settimane di età circa; sono stati quindi abbattuti e le articolazioni valutate istologicamente. Rispetto al gruppo controllo non sottoposto a estradiolo, questi cani hanno sviluppato displasia dell'anca. Dal punto di vista radiologico sono state osservate teste più piccole e appiattite rispetto al gruppo di controllo (a 10 settimane di età) ma ancora assenza di evidenti incongruenze articolari. Con il trascorrere delle settimane si è osservato un peggioramento del quadro radiografico.

All'esame necroscopico, le teste femorali sono risultate essere più piccole del 30% rispetto alle teste del gruppo di controllo. Anche le diafisi femorali e il collo sono risultati essere di lunghezza e forma differente.

Secondo l'autore, uno dei principali meccanismi di sviluppo di malattia articolare è legato alla forma inappropriata dell'articolazione: testa femorale piccola e acetabolo poco profondo predispongono a instabilità articolare.

Dato per certo che l'estradiolo induce displasia dell'anca, l'autore ipotizza come possibile fattore ambientale predisponente alla displasia, l'esposizione dei feti agli estrogeni materni durante la gravidanza. Effettivamente è stato visto che, madri trattate con estradiolo durante la tarda gravidanza, hanno generato cucciolate con cambiamenti scheletrici simili a quelli dei Greyhound dello studio.

In questa ricerca, i cuccioli analizzati appartengono alla stessa razza e hanno età simili. Purtroppo non è stato considerato il peso del cucciolo, fattore che potrebbe effettivamente

influenzare la grandezza della testa del femore. La crescita dei cuccioli durante la lattazione può essere influenzata da diversi fattori, tra cui il numero dei neonati e il tipo di alimentazione della madre. Pertanto è possibile che i cuccioli abbiano avuto pesi diversi e quindi lo sviluppo scheletrico sia più tardivo nei cuccioli con peso inferiore. Un limite di questo studio potrebbe essere la mancata correlazione tra l'area/volume della testa e il peso del cane.

Il centro di ossificazione della testa del femore è stato evidenziato in tutti i cuccioli con età inferiore o uguale a 19 giorni di età. Effettivamente l'ecografia è un metodo diagnostico molto sensibile nell'evidenziare il nucleo di ossificazione.

Questo in accordo con quanto riportato da Lonsdale e collaboratori (1998) che hanno studiato ecograficamente la mineralizzazione delle epifisi della testa femorale in cuccioli di Labrador Retriever e in incroci tra Labrador e Greyhound.

Gli autori hanno evidenziato che effettivamente l'esame ecografico è una metodica più rapida e precoce nell'evidenziare la mineralizzazione della testa del femore rispetto all'esame radiografico.

Nel nostro studio, è stata riscontrata una buona correlazione tra l'area dei centri di ossificazione e il grado di displasia dell'anca. Infatti, all'aumentare della grandezza del nucleo della testa femorale, si è riscontrato un minor grado di malattia.

Questo risultato potrebbe confermare lo studio di Todhunter e collaboratori del 1997.

Gli autori hanno studiato radiologicamente 36 cuccioli di Labrador Retrievers e hanno dimostrato che la mineralizzazione radiografica dell'epifisi femorale prossimale avviene significativamente più tardi nei cuccioli displasici (19 giorni) rispetto a pazienti sani (13 giorni).

Anche in questo caso può essere interessante riprendere il lavoro di Riser che sottolinea l'importanza della crescita armonica tra le varie strutture anatomiche delle articolazioni.

In anatomia umana, il centro di ossificazione della testa del femore è solitario anche se talvolta possono essere presenti più zone di ossificazione. Lo sviluppo di questo nucleo richiede un adeguato apporto ematico. Nell'uomo questo centro esplica la sua funzione secondo un processo di ossificazione encondrale: un piccolo vaso sanguigno, originatosi da uno dei canali del sistema cartilagineo, penetra all'interno della regione cartilaginea ipertrofica e dà il via alla sua trasformazione ossea in maniera del tutto sovrapponibile alla penetrazione vascolare propria della ossificazione primaria. Il costante aumento di dimensione del centro di ossificazione è strettamente dipendente dalla costanza dell'apporto ematico. Ogni sua interruzione infatti, sia essa di tipo microvascolare o

macrovascolare, produce un danno ischemico dell'epifisi. La comparsa del centro di accrescimento, sebbene per alcuni versi sia geneticamente predeterminata, risente in maniera sensibile degli stimoli meccanici. Infatti, se l'anca è sede di una certa instabilità, si verificherà una ritardata comparsa di questo nucleo. È relativamente comune osservare un'ossificazione asimmetrica come uno dei primi segni di instabilità (Resnick e Niwayama, 1987).

Non è noto come avvenga l'ossificazione del centro di ossificazione nel cane, ma non è escludibile che avvenga per via encondrale. Se così fosse, una possibile causa di ritardato sviluppo potrebbe essere l'osteocondrosi.

Effettivamente Olsson e collaboratori (1972), suggerivano che l'osteocondrosi possa interessare il margine acetabolare riducendone la profondità.

Un ritardo nello sviluppo del nucleo di ossificazione della testa femorale potrebbe comportare un rallentamento nella crescita della testa stessa. Nel nostro studio è stata riscontrata una buona correlazione positiva tra l'area della testa del femore e il nucleo di accrescimento. Questo risultato è in contrasto con quanto riportato da Gustafsson (1968).

Infatti, i cani Greyhound con displasia dell'anca hanno presentato centri di ossificazione leggermente più evidenti che nei cuccioli sani già a partire dalle 2 settimane di età anche se alla fine dello studio si dimostra che le fisi di accrescimento sono più sottili e meno organizzate istologicamente rispetto ai cani sani.

In ogni caso, potrebbe essere interessante la valutazione istologica del nucleo di accrescimento per valutare possibili somiglianze con quello umano e poter approfondire i meccanismi fisiopatogenetici che potrebbero essere correlati allo sviluppo di displasia dell'anca.

Uno dei limiti di questo studio è legato al fatto che un solo investigatore ha calcolato le variabili ma non è stata studiata la variabilità di calcolo tra gli osservatori.

Per quanto riguarda l'analisi della testa del femore, non è stato valutato come l'area e il volume si modificano nel tempo sia dal punto di vista ecografico (per quanto possibile) sia radiologicamente a maturazione scheletrica. Questa ulteriore analisi potrebbe essere un suggerimento per un successivo studio di tipo quantitativo con la finalità di comprendere meglio se effettivamente la morfologia e le dimensioni della testa possano essere correlati alla presenza di malattia articolare. Inoltre, i cuccioli non sono stati pesati durante la crescita e non è stato possibile studiare una correlazione tra la variazione del peso e le dimensioni della testa.

Un ulteriore commento può essere fatto per quanto concerne la tecnica di posizionamento utilizzata per l'esame radiografico di controllo. È stato scelto l'esame in ventro-dorsale standard in quanto è il più comune metodo di screening per la displasia dell'anca in Europa. In realtà, anche il metodo PennHip potrebbe essere usato in aggiunta all'esame convenzionale per valutare la lassità articolare passiva sia nei cuccioli che negli adulti secondo quanto riportato da Smith nel 1993. Pertanto potrebbero esserci alcuni falsi negativi in questo studio che sono sfuggiti all'esame standard.

CONCLUSIONI

In conclusione l'esame ecografico è stato utile nel valutare la morfologia delle articolazioni coxo-femorali nel cucciolo. La finestra acustica ideale è compresa tra i 10 e i 20 giorni di età.

L'utilizzo dell'angolo alfa nella scansione coronale non si è mostrato essere utile nella diagnosi precoce di malattia, come già riportato negli studi precedenti.

Nessuno studio in medicina veterinaria ha invece preso in considerazione i valori e l'utilità dello spessore della cartilagine acetabolare e la percentuale di copertura dell'acetabolo. Anche questi parametri non si sono mostrati utili nella diagnosi di displasia. Uno spunto per ulteriori studi potrebbe essere la valutazione delle dimensioni delle teste femorali, per capire se potrebbe essere un fattore predisponente alla malattia. Infatti è possibile che una componente genetica sia correlata alla dimensioni della testa ma è ancora poco chiaro se una testa piccola predisponga allo sviluppo della malattia. Lo stesso discorso vale per il nucleo di ossificazione della testa femorale. Ulteriori studi e approfondimenti potrebbero essere necessari per meglio comprendere questi aspetti.

BIBLIOGRAFIA

1. 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: 484-490
2. BARONE R. (2003): Anatomia comparata dei mammiferi domestici; Bologna Edagricole, volume 1°2°
3. BERTONI G., BRUNETTI A., POZZI L.: Radiologia Veterinaria. Idelson Gnocchi, 2005, Sorbona, 5, 158-167
4. BOJRAB M. J. (1981): Tecniche attuali di chirurgia nei piccolo animali, Marpese editore- D.E.M.I., SRL, Roma, pag. 498-598
5. CHARETTE B., DUPUIS J., BEAUREGARD G., BRETON L., PARE J., (2001): Palpation and dorsal acetabular rim radiographic view for early detection of canine hip dysplasia. *Veterinary Comparative Orthopaedics Traumatology*, 14: 125-135
6. CANEPA G.: Displasia e lussazione congenita dell'anca. In "Osteopatologia infantile - Manuale Atlante di Ortopedia per Pediatri", Padova, Piccin, 1996, pag. 90-100
7. DONE S. H., GOODY P.C., EVANS S.A., STICKLAND N.C.: "Atlante di anatomia veterinaria: il cane e il gatto", UTET, 1997
8. DE TONI G.(1971): Radiologia Pediatrica; Edizioni Minerva Medica, volume 1, pag. 364- 377
9. DUELAND R.T., ADAMS W.M., FIALKOWSKI J.P., PATRICELLI A.J., MATHEWS K.G., NORDHEIM E.V. (2001): Effect of pubic symphysiodesis in dysplastic puppies. *Veterinary Surgery*, 30: 201-217.
10. ENGAESTER L.B., WILSON D.J., NAG D., BENSON M.K. (1991): Ultrasound and congenital dislocation of the hip. The importance of dynamic assessment. *Journal Bone Joint Surgery Br*; 79, 719-723
11. EZOE M., NAITO M., INOUE T. (2006): The prevalence of Acetabular Retroversion among various disorders of the hip; *Journal of Bone and Joint Surgery*, 88-A,2, pag. 372-379
12. FANFONI S.: Principi fisici, tecnica dell'esame e semiologia ecografia. In: Bargellini P., FANFONI S., FONTI P., RUBINI G., ZEYEN H.U.: Atlante di ecografia del cane e del gatto. Poletto, 2006. pp. 5-14

13. FARESE J.P., LUST G., WILLIAMS A.J., DYKES N.L., TODHUNTER R.J.(1999): Comparison of measurements of dorsolateral subluxation of the femoral head and maximal passive laxity for evaluation of the coxofemoral joint in dogs. *Am J Vet Res*, 60: 1571-1576.
14. FARESE J.P., TODHUNTER R.J., LUST G., WILLIAMS A.J., DYKES N.L.: (1998): Dorsolateral subluxation of hip joint in dogs measured in a weight-bearing position with radiography and computed tomography. *Veterinary Surgery*, 27: 393-405.
15. FINK I. (1996): Morphologische ergleichsstudie des huftgelenkes der hundewelpen anhand verschiedener untersuchungsverfahren sowie sonographische frudiagnostick der huftgelenksdysplasie; *Doctoral thesis Veterinarmedizinische Universität Wien*
16. FISHER A., FLÖCK A., TELLHELM B., FAILING K., KRAMER M., THIEL C. (2010): Static and dynamic Ultrasonography for the early diagnosis of canine hip dysplasia , *Journal Small Animal Practice*, 51, 582-588
17. FLÖCK A. (2002): Die sonographie des huftgelenkes bei Deutschen Schäferhundwelpen vom 1 Lebenstag bis zur 8, Lebenswoche; *Doctoral thesis Justus Liebig Universität Gießen*
18. FLÜCKIGER M.A, FRIEDRICH G.A., BINDER H. (1999): A radiographic stress technique for evaluation of coxofemoral joint laxity in dogs. *Veterinary Surgery*, 28: 1-9.24
19. FOX S.M., BURNS J., BURT J. (1987): The dysplastic hip: a crippling problem in dog. *Veterinary medicine*, 82, 1, pag. 684-693
20. FRY T.R., REMEDIOS A.M. (1995): Canine hip dysplasia: clinical signs and physical diagnosis, *Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practice*, 22, 3, pag. 551-558.
21. FSA homepage: <http://www.fondazionealuteanimale.it/> (ultimo accesso 1 novembre 2011)
22. FUIJIKI M., MISUMI K., SAKAMOTO H. (2004) , Laxity of canine hip joint in two positions with computed tomography, *Journal of Veterinary Medical Science*, 66, 8, 1003-1006
23. GERSCOVICK E.O.(1997): A radiologist 's guide to the imaging in the diagnosis and treatment of developmental dysplasia of the hip, part I: general considerations,

- physical examination as applied to real time sonography and radiography; *Skeletal Radiology*, 26: 386-397
24. GERSCOVICK E.O.(1997): A radiologist 's guide to the imaging in the diagnosis and treatment of developmental dysplasia of the hip, part II: Ultrasonography: anatomy, technique, acetabular angle measurements, acetabular coverage of femoral head, acetabular cartilage thickness, three dimensional technique, screening of newborns, study of older children; *Skeletal Radiology*, 26: 447-456
 25. GIORI N.J., TROUSDALE R.T., (2003) Acetabular retroversion is associated with osteoarthritis of the hip, *Clinical Orthopaedics and related research*, 417, 263-269
 26. GRESHAKE R.J., ACKERMANN N. (1992): Ultrasound evaluation of the coxo-femoral joints of the canine neonate, *Veterinary Radiology Ultrasound*, 33, 99-104
 27. GUSTAFSSON P.O.: (1975) Estradiol induced skeletal changes. The long term effect on prenatal and postnatal administration in beagles. *Acta Radiol Suppl*, 344.53-67
 28. GUSTAFSSON P.O. (1968): Hip Dysplasia in Greyhound: a study of Estradiol induced skeletal changes. *Veterinary Radiology*, 47-57
 29. HARCKE H.T., CLARKE N.M., LEE M.,S., BORNS P.F., MACEWEN G.D. (1984) Examination of the infant hip with real time Ultrasonography , *Journal of Ultrasound medicine*, 3, 131-137
 30. HEDDAMER 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 *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 174, 1012-1016
 31. JONSKA I., NAROJEK T. (2006): Anatomia ultrasonograficzna stawu biodrowego psa; *Medycina Wet*, 62 (3).
 32. KASTROM H.(1975): Nutrition, weight gain and development of hip dysplasia. An experimental investigation in growing dogs with special reference to the effect of feeding intensity. *Acta Radiol Suppl.* ;344:135-79
 33. KALBERER F., SIERRA R.J., MADAN S.S., GANZ R., LEUNIG M. (2008): Ischial spine projection into the pelvis: a new sign for acetabular retroversion. *Clinical Orthopaedics and related research*, 466, 677-683
 34. KIRBERGER R. M. (1995): Imaging artefacts in diagnostic ultrasound, a review. *Veterinary Radiology Ultrasound*, 36, 297-306

35. KEALY R.D., LAWLER D.F., BALLAM J.M. (1992): Evaluation of the effect of limited food consumption on the incidence of dysplasia in growing dogs. *Journal American Veterinary medical association* 201: 857-863
36. KRAMER M., GERWING M., HACK M., SCHIMKE E. (1997): Sonography of the musculoskeletal system in dogs and cats. *Veterinary Radiology Ultrasound* 38(2):139-49
37. KRESKEN J.G., KOSTLIN R.G. (1991): The ultrasonic examination of the hip joint in young dogs, *Abstract of Veterinary Radiology Association*, pag. 114
38. LAMBERTINI G. (1978): Anatomia Umana. Piccini Editore, Padova, pag. 187-189
39. LEPPANEN M., K. MAKI, J. JUGA, MH., SALONIEMI (2000): Factors affecting hip dysplasia in German shepherd dogs in Finland: efficacy of the current improvement programme, *Journal of Small Animal Practice*, 41, 1, 19-23
40. LONSDALE R., TODHUNTER R., YEAGER A., ERB H., WILLIAMS A., LUST G. (1998): Ultrasound assessment of femoral head epiphyseal mineralization and subluxation in Labrador Retrievers , *Abstract of ACVR*, pag 595
41. LUST G., TODHUNTER R.J., WILLIAMS A.J., BURTON-WURSTER N.I., PIJANOWSKI G.J, BECK K.A., RUBIN G., SMITH G.K. (1993): Joint laxity and its association with hip dysplasia in Labrador Retrievers. *Am J Vet Res*, 54: 1990-1999
42. MARTINI F.M.(2006): Patologie articolari nel cane e nel gatto, Milano, Poletto editore, capitolo 16
43. MAYRHOFER E. (1988): Ossification variations in the limb bones of the dog. I. Temporary ossification centers in growing dogs. *Zentralbl Veterinarmed A*. 35,7:544-60
44. McNALLY E.G. (2007): Ecografia muscolo-scheletrica Torino, Elsevier Masson pag. 119-131
45. MORGAN S.J. (1987): The pathology of canine hip dysplasia , *Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practice*, 22,3, 541-550
46. MüLLER N.M. (2002): Sonographisch ermittelte Knochenwinkelmessewerte der weipenhuttgelenke von vier hunderassen im alter von 10 ois 18 Tager im vergleich zum rontgenologischen HD Befund im alter von einem jahr; *Doctoral thesis Universitat Munchen*
47. NAUTRUO C.P., TOBIAS R. (2000): Testo atlante ecografia del cane e del gatto, UTET Torino, , pag. 313-338

48. NOVEMBRI A., PAGLIAZZI A., FLORI V., GENEROSO M., SOLITO E. (1996): Ortopediatria. Manuale pratico di ortopedia per il pediatra. Società editrice europea Nicodemo Maggiulli , Firenze, pag.17-39
49. O'BRIEN R.T, DUELAND R.T., ADAMS W.C. (1997): Dynamic ultrasonographic measurement of passive coxofemoral joint laxity in puppies. *J Am Anim Hosp Assoc*, 33: 275-281
50. OCAL M.K., KARA M.E., TURAN E. (2004): Computed tomographic measurements of the hip morphology of 10 healthy German shepherd dogs, *Veterinary Records*, 155, 1, 392-395
51. OLSSON S.E., KASSTROM H. (1972), Etiology and pathogenesis of canine hip dysplasia. Introduction of a new concept, *Proc Canine Hip Dysplasia Symposium and workshop*. Columbia (Mo), 1-52
52. OLIVIERI M. (1994): Ultrasound screening for canine hip dysplasia. *Abstracts second annual scientific meeting European college veterinary surgery* (pag. 240)
53. PennHip homepage: <http://research.vet.upenn.edu/pennhip> (ultimo accesso 10 ottobre 2011)
54. PENNINCK D.G.(1995): Imaging artifacts in ultrasound. In: Nyland T.G., Mattoon J.S.: *Veterinary diagnostic ultrasound*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, pag. 19-29
55. PIERMATTEI D.L., FLO G.L. (1999): Ortopedia e trattamento delle fratture dei piccoli animali, Milano, Masson s.p.a., pag. 441-473
56. (http://www.pinguini.net/corsi_di_formazione_per_pediatri) (ultimo accesso 15 novembre 2011)
57. PSENNER K., ORTORE P., FODOR G.(1988): Guida alla diagnostica ecografica dell'anca neonatale, Edizioni libreria Cortina Verona, Verona, pag.11-22
58. RESNICK D., NIWAYAMA G. (1987): Patologia e diagnostica dell'apparato locomotore. Verduci Editore, volume 4 (patologia articolare) pag. 2469-2509
59. RESNICK D., NIWAYAMA G. (1987): Diagnosis of bone and joint disorders *Anesthesiology clinics of North America*, 233-956
60. http://www.retriever.it/health&care/displasia_anca_stat.asp (ultimo accesso 7 dicembre 2011)
61. REYNOLDS D., LUCAS J., KLAUE K. (1999): Retroversion of the acetabulum a cause of hip pain; *Journal of bone and joint surgery*, British volume, 81, B, 2, 281-288

62. RILEY S.M., MILLER C.W., DOBSON H., BINNINGTON A.G. (1996): Surgical procedure simulation via three dimensional computer aided reconstruction on dysplastic canine hips, *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 9, pag. 152- 157
63. RISER W.H. (1973): Growth and development of the normal canine pelvis, hip joints and femurs from birth to maturity: A radiographic study. *J Am Vet Radiol Soc*, 14,24
64. ROCHA B.D.; TÔRRES R.C.S.(2007): Ultrasonic and radiographic study of laxity in hip joints of young dogs *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* vol.59 ,1 Belo Horizonte
65. SLOCUM B., DEVINE SLOCUM T. DARTHROPLASTY. In Bojrab MJ, Ellison GW, Slocum B, editors: *Current Techniques in Small Animal Surgery*, Philadelphia, 1998, WB Saunders, pp 1168-1170
66. SLOCUM B., DEVINE T.M. (1998): Radiographic Characteristics of Hip Dysplasia. In Bojrab MJ, Ellison GW, Slocum B, editors: *Current Techniques in Small Animal Surgery*, Philadelphia, WB Saunders, pp 1145-1151
67. SMITH G.K., MAYHEW P.D., KAPATKIN A.S., MCKELVIE P.J., SHOFER F.S., GREGORT.P. (2001): Evaluation of risk factors for degenerative joint disease associated with hip dysplasia in German Shepherd Dogs, Golden Retrievers, Labrador Retrievers, and Rottweilers. *J Am Vet Med Assoc*, , 219: 1719-1724
68. SOBOLESKI D. A., BABYN P. (1993): Sonographic diagnosis of developmental dysplasia of the hip: Importance of increased thickness of acetabular cartilage, *American Journal Roentgen*, pag. 839-842
69. SWAINSON S.W., CONZEMIUS M.G., RIEDESEL E.A., SMITH G.K, RILEY C.B. (2000): Effect of pubic symphysiodesis on pelvic development in the skeletally immature Greyhound. *Veterinary Surgery*, 29: 178-190
70. THROUT N.J., BOUDRIEAU R.J., PENNING D.G., WOOTON S. (1993): a prospective study of canine hip dysplasia using ultrasound: a preliminary report . *Abstracts of the european college veterinary surgery , second annual scientific meeting, Cambridge, England, pag. 240*
71. TODHUNTER R.J., ZACHOS T.A., GILBERT R.O., ERB H.N., WILLIAMS A.J., BURTON-WURSTER N., LUST G.(1997): Onset of the epiphyseal mineralization and growth plate closure in radiographically normal and dysplastic Labrador Retrievers, *Journal American Veterinary medical association*, 1417-1418

72. VEZZONI A., DRAVELLI G., CORBARI A., DeLORENZI M., CIRLA A., TRANQUILLO M.(2005): Early diagnosis of canine hip dysplasia, *European Journal of Companion Animal Practice*, 17, 2, pag. 173-185
73. VEZZONI A.(2005): Definition and clinical diagnosis of canine hip dysplasia; Early diagnosis and treatment options; *European Journal of Companion Animal Practice*, 17, 2, pag. 126-132
74. VEZZONI A., BOIOCCHI S., VEZZONI L., VANELLI A.B., BRONZO V. (2010): Double pelvic osteotomy for the treatment of hip dysplasia in young dogs, *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 23, 6, pag. 444-452
75. VOLTA A., GNUDI G., MORGAN J.P., BONAZZI M., MANFREDI S., BOTTARELLI E., ZANICHELLI S., BERTONI G.(2010): Radiographic features of pelvis and hip joint development of English Bulldogs, *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 23, 1 , pag. 19-27
76. WEIGEL J.P. e CARTEE R.E., 1983, Preliminary study on the use of ultrasonic transmission imaging to evaluate the hip joint in the immature dog, *Ultrasound in medicine and Biology*, 9, 4, 371-378
77. WIGGER A., TELLHELM B., KRAMER M., RUDOLF H. (2008): Influence of femoral head and neck conformation on hip dysplasia in the German Sheperd dog. *Veterinary Radiology Ultrasound* 243-248
78. WOOLIAMs JA, LEWIS TW, BLOTT SC.(2011): Canine hip and elbow dysplasia in UK Labrador retrievers. *Veterinary Journal*, 189(2):169-76. Epub 2011 Jul 6. Review