

ANATOMIA RADIOGRAFICA E TOMOGRAFICA

RADIODIAGNOSTICA

Raggi X: sono onde con velocità ($c=v*\lambda$), frequenza ($v=c/\lambda$) e lunghezza d'onda ($\lambda=c/v$) caratteristiche.

1. GENERAZIONE DEI RAGGI X

I raggi X si generano a livello di tubo termoelettrico di Coolidge. I suoi costituenti fondamentali, che sono contenuti in un involucro di vetro con un'apertura per far passare il fascio di raggi X, sono:

- **Anodo(+)**
- **Catodo(-)**
- **Spiralina:** è un filamento di tungsteno (perché esso ha un elevato punto di fusione dunque non si può deformare nel processo) simile a quello delle lampadine ad incandescenza, si trova nel catodo.
- **Macchia focale:** piastrina di tungsteno.



Al catodo viene applicata un'intensità di corrente e la spiralina si surriscalda, diventando incandescente. I legami che tengono uniti gli elettroni al nucleo diventano più deboli e alcuni elettroni si staccano, creando una nube di elettroni. Questa nube viene attratta dall'anodo e sbatte sulla macchia focale, l'interazione tra la macchia focale e il fascio di elettroni determina la liberazione di raggi X.

I raggi X si formano in due modi, in base alla modalità con cui la nube di elettroni interagisce con la macchia focale:

- **Radiazioni di frenamento:** le radiazioni originano quando gli elettroni liberatisi dalla spiralina interagiscono con i nuclei degli atomi di tungsteno della macchia focale. I primi vengono attratti dal nucleo, che gli sottrae energia che viene liberata sotto forma di fotoni (raggi X). Più l'elettrone passa vicino al nucleo, più viene decelerato e più sono energetici i fotoni liberati.
- **Radiazioni caratteristiche:** interazione tra elettroni originati dalla spiralina e elettroni degli atomi della macchia focale (solitamente degli orbitali più interni). I primi sbalzano via i secondi, che si liberano sotto forma di **fotoelettroni**. L'atomo però si trova in una forma instabile, per cui l'elettrone che è stato appena perso viene sostituito con un elettrone di un'orbita più esterna. Questo processo libera energia sotto forma di fotoni (raggi X), la cui energia sarà uguale alla differenza di energia tra i due livelli.

Proprietà dei raggi X

c =velocità → 300 000 km/sec

v =frequenza → 10^{18} vibrazioni/sec

λ =lunghezza d'onda → 80 - 0,01 Å

I raggi X:

- Si propagano seguendo traiettoria rettilinea in tutte le direzioni dello spazio: il tubo ha infatti una sola apertura per convogliare i raggi in un solo punto e il contenitore è composto da piombo e vetro per schermarli.
- Si disperdono secondo la legge del quadrato delle distanze.
- Vengono in parte arrestati o assorbiti dai corpi che incontrano (subiscono un'attenuazione).

Quantità e qualità dei raggi X

Sono due parametri modificabili dall'operatore per creare i raggi X desiderati.

La quantità dipende dall'intensità di corrente (prodotto tra milliampere e secondi, **mAs**). I **kilovolt (Kv)** esprimono la qualità dei raggi X: il kilovoltaggio è la differenza di potenziale che applico tra catodo e anodo, da cui dipende l'accelerazione degli elettroni.

2. INTERAZIONE DEI RAGGI X CON LA MATERIA

Il tubo di Cooridge ha una bassa efficienza di produzione di raggi X dato che la maggior parte dell'energia (98-99%) viene trasformata in calore.

Interazioni tra radiazioni e materia

- **Diffusione coerente:** si verifica quando un fotone primario ha basso kilovoltaggio e interagendo con gli atomi della materia viene semplicemente deviato, senza creare instabilità e senza perdere energia (**fotone diffuso**).
- **Effetto fotoelettrico:** un fotone primario scalza un elettrone degli orbitali più interni (per cui deve avere molta energia) e crea instabilità nell'atomo, per cui l'elettrone perso viene sostituito con uno proveniente da un orbitale esterno. Il salto dell'elettrone provoca liberazione di energia sotto forma di **fotone/raggio X secondario**.
- **Effetto Compton:** un fotone primario scalza un elettrone di un orbitale esterno (per cui è necessaria meno energia) e non si arresta perché gli rimane una parte di energia, diventando un fotone secondario.

Assorbimento dei raggi X

Fattori che influenzano l'assorbimento:

- **Energia del fascio dei raggi X:** minore è la lunghezza d'onda, maggiori sono le probabilità che le radiazioni passino attraverso gli spazi interatomici subendo una minore attenuazione.
- **Densità della materia:** più una struttura è densa, più è difficile il passaggio di raggi X (spazi interatomici più piccoli).
- **Numero atomico:** più è elevato, più elettroni si avranno, e più sarà probabile che i raggi X vengano deviati e che quindi passino più difficilmente.
- **Spessore:** a parità di numero atomico, la capacità delle strutture di assorbire i raggi varia con il loro spessore.

3. RIVELAZIONE DEI RAGGI X

Radiografia: proprietà di impressionare le pellicole/piastre radiografiche.

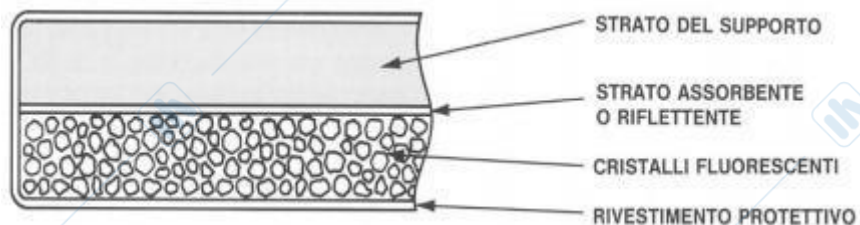
Schermi di rinforzo

La pellicola radiografica è contenuta dentro una **cassetta radiografica** in cui sono presenti altri due dispositivi, gli **schermi di rinforzo**. Essi sono costituiti da sostanze fluorescenti (terre rare,

come l'**ossisolfuro di gadolinio**) che hanno la capacità di emettere luce se stimolate dai raggi X. La pellicola radiografica viene quindi colpita sia dai raggi X che oltrepassano l'animale, sia dai fotoni che si liberano dagli schermi di rinforzo,.

Gli schermi di rinforzo hanno delle proprietà:

- **Velocità:** efficienza di conversione dei fotoni X in fotoni luminosi. Più il granulo è grande, più è veloce e viceversa.



- **Risoluzione:** efficienza di rappresentazione separata di due punti vicini. Più il granulo è grande, meno risoluzione c'è e viceversa.
- **Emissione spettrale:** lunghezza d'onda (λ) della luce emessa

Pellicola radiografica

Componenti:

- **Emulsione fotografica:** parte che viene impressionata dai raggi X e dalla luce, contiene i cristalli di alogenuro.
- **Strati protettivi**
- **Supporto di acetilcellulosa**

Sviluppo dei raggi X

1. **Inizializzazione:** riduzione dei sali d'argento ad argento neutro tramite un processo chimico che crea l'**immagine latente** ancora illeggibile.
2. **Sviluppo:** completamento della riduzione dei sali d'argento in camera oscura con utilizzo di acidi.
3. **Fissaggio:** asportazione dell'alogenuro non colpito dai fotoni ad opera dei liquidi di fissaggio. L'immagine ora è chiara e visibile e rappresenta il soggetto.
4. **Lavaggio e asciugatura**

Quello appena descritto è il metodo di sviluppo radiografico manuale: ne esiste anche uno automatico.

Radiologia digitale (indiretta) o CR (computer radiography)

Non si ha la classica pellicola radiografica ma un sistema di rivelazione direttamente inserito all'interno della cassetta radiografica, costituito da piastre ai **fosfori "a memoria"**. Esse dopo essere state colpite dai raggi X vengono introdotte dentro uno scanner il quale elabora l'immagine al computer.

I vantaggi di questa modalità sono dati dal fatto che le piastre si possano azzerare e quindi riutilizzare, inoltre questo sistema è rapido, c'è più possibilità di storage e di ripescaggio e inoltre l'immagine può essere modificata se ci sono dei leggeri errori. Gli svantaggi sono dati dal costo e dalla minor risoluzione.

Radiazioni secondarie

Si generano quando il fascio primario interagisce con la struttura da analizzare. Hanno una direzione diversa rispetto a quella del fascio primario, sono sempre raggi X e possono deformare e sfumare le immagini. Per ridurre o annullare le radiazioni secondarie si utilizzano degli strumenti specifici.

- **Collimatore:** agisce direttamente alla fonte dei raggi X. È composto da lamelle di piombo che fungono da diaframma, diminuendo l'ampiezza del fascio di raggi X in modo da centrare esattamente l'oggetto da analizzare. In questo modo lo spazio nero attorno ai contorni dell'oggetto analizzato è ridotto al minimo, evitando eccessive deformazioni e generazioni di raggi X inutili.
- **Griglie:** sono dispositivi posti tra la struttura da analizzare e il sistema di rivelazione, costituiti da lamelle di piombo con la funzione di bloccare le radiazioni distorte rispetto al fascio primario.

4. FORMAZIONE DELL'IMMAGINE

È legata a:

1. Fattori fisici (caratteristiche della struttura analizzata)
2. Fattori tecnici (impostati nel dispositivo radiografico)
3. Fattori ottico-geometrici

1. Fattori fisici

Composizione del mezzo attraversato (numero atomico e densità) e sono tipici della struttura che devo analizzare.

Scala della radiopacità: è una scala composta da 5 differenti gradi di radiopacità, che indicano le 5 categorie a cui tutte le strutture devono essere ricondotte.

ARIA	GRASSO	LIQUIDI	OSSA	METALLO

- **Radiopacità dell'aria/di tipo gassoso:** in realtà è la radiotrasparenza.
- **Radiopacità dei grassi:** colore grigio scuro, funge da contrasto spontaneo, se no si farebbe fatica a individuare gli organi.
- **Radiopacità dei liquidi:** colore grigio. Comprende anche tessuti, muscoli, parenchima.
- **Radiopacità dell'osso/calcifica:** è propria non solo delle ossa ma anche dei calcoli.
- **Radiopacità dei metalli:** comprende anche i liquidi di contrasto (es. solfato di bario).

Oltre alla composizione del mezzo analizzato, un altro fattore fisico che influenza la radiopacità è il **coefficiente di assorbimento**, direttamente proporzionale allo spessore del soggetto da analizzare. Più aumenta lo spessore, più sarà in grado di assorbire i raggi X e sarà quindi più radiopaca.

2. Fattori tecnici

A seconda dei dati che immetto nella macchina radiografica, posso influire sulla radiopacità.

- **Esposizione (mAs)** → quantità dei raggi X. Più aumento i mAs cioè la quantità di raggi X, più la struttura si annerisce (a Kv costanti). Si avrà quindi da una parte una struttura quasi completamente bianca (anche ciò che circonda la struttura) quando i mAs sono minimi (**sottoesposizione**). Si avrà dall'altra parte una struttura troppo scura e nera (compreso l'osso) quando i mAs sono massimi (**sovraesposizione**).
- **Qualità dei raggi X** → regolata dai Kv. Più il kilovtaggio è basso, più i raggi X vengono definiti "molliti", cioè non hanno energia sufficiente per oltrepassare il corpo dell'animale e andare a imprimere la pellicola radiografica (in questo caso tutta la struttura sarà bianca cioè sottoesposta). Più il kilovtaggio è alto, più i raggi X saranno penetranti fino a rendere sovraesposta la radiografia (cioè troppo nera).
- **Legge del quadrato delle distanze:** l'intensità del fascio incidente o primario si modifica in modo inverso rispetto al quadrato delle distanze. Più lontano è la macchia focale da dove nascono i raggi X, più questo fascio ha energia minore: più questa distanza è breve, più il fascio contiene maggiore energia.

3. Fattori ottico geometrici

- **Ingrandimento:** l'interesse è ottenere una radiografia che sia il più possibile fedele alle dimensioni reali dell'oggetto esaminato. Le dimensioni sono però legate alla **legge delle proiezioni coniche** che afferma che l'ingrandimento delle immagini è tanto maggiore quanto più l'oggetto è vicino alla sorgente del fascio incidente e viceversa.
- **Deformazione:** poiché il fascio di raggi X dalla zona di generazione si distribuisce in maniera radiale, in posizione centrale della radiografia i raggi saranno perpendicolari e riprodurranno un'immagine fedele, man mano che ci si sposta dalla zona centrale i raggi X giungono in modo tangenziale e non perpendicolare, si crea quindi una rappresentazione artificiosa che bisogna considerare per evitare di scambiare per un fattore patologico.

- **Contorni:** l'immagine radiografica non rappresenta altro che i contorni dell'oggetto analizzato, ovvero i suoi punti più sporgenti in rapporto alla direzione dei raggi X. Essi non rappresentano la sezione massima, dipendono da come è posizionato l'animale.

5. INTERPRETAZIONE

Radiografia: immagine bidimensionale di strutture tridimensionali che disegna solo i contorni degli oggetti.

Proiezioni radiografiche

Il fascio radiogeno può avere direzione verticale, ovvero perpendicolare al piano d'appoggio (utilizzato per i piccoli animali, che possono essere appoggiati sul tavolo in vari decubiti ed essere contenuti dagli operatori), oppure può avere direzione orizzontale, ovvero parallela al piano di appoggio (utilizzato per i grandi animali).

Vengono utilizzati dei suffissi per indicare il percorso del fascio, il primo si riferisce all'entrata e il secondo all'uscita.

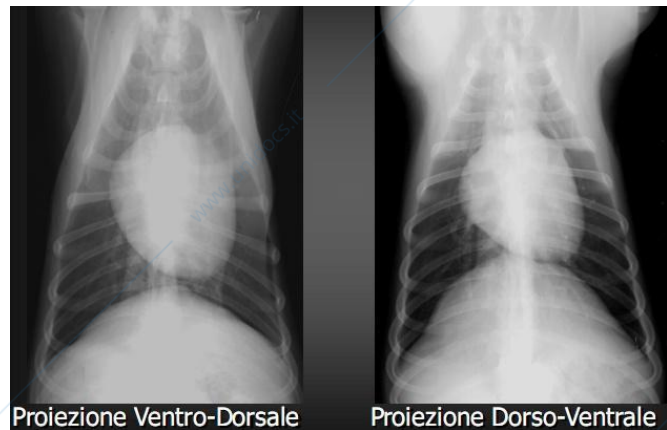
Proiezioni della testa: rostro-caudale, caudo-rostrale

Proiezioni del torace (ma anche addome, colonna vertebrale): latero-laterale da sinistra a destra e viceversa, ventro-dorsale, dorso-ventrale

Nel decubito laterale sinistro il cuore appare più globoso (soprattutto nel cane), inoltre i pilastri del diaframma sono diversi.



Nella proiezione dorso-ventrale il diaframma risulta più appuntito, mentre in quella ventro-dorsale è composto da tre cupole (pilastro destro, cupola diaframmatica, pilastro sinistro). Inoltre nella dorso-ventrale il cuore è più affusolato e inclinato considerando il rapporto con la cupola diaframmatica. Ciò è ben visibile nei cani di taglia grande con una gabbia toracica stretta e profonda.



Proiezioni degli arti: medio-laterale, latero-mediale, cranio-caudale, caudo-craniale, al di sotto del carpo si usa dorso-palmare e palmo-dorsale, al di sotto del tarso si usa dorso-plantare e planto-dorsale.

Le proiezioni sono sempre ortogonali perché le radiografie sono in due dimensioni. È fondamentale acquisire due proiezioni anche perché se è presente una lesione o un corpo estraneo, con una sola radiografia non si può capire in che posizione è.

Lettura delle radiografie

Nelle proiezioni latero-laterali la parte craniale va disposta a sinistra e quella caudale a destra. In quelle dorso-ventrali o ventro-dorsali la destra dell'animale si trova sempre a sinistra mentre la sinistra dell'animale si trova a destra. Nelle proiezioni degli arti la parte laterale sta a destra e la mediale a sinistra.

ESAME RADIOGRAFICO DEL TORACE NEI PICCOLI ANIMALI

Tecniche d'esecuzione del radiogramma toracico:

1. Parametri d'esposizione
2. Posizionamento e proiezioni

1. Parametri d'esposizione

- **Elevato kilovtaggio** (50 Kv + 2 Kv/cm spessore).
- **Tempo di esposizione breve** ($> 0 = 40\text{msec}$) perché il torace è in continuo movimento
- **MilliAmpere elevati** per favorire un tempo di assunzione rapido

Difetti di regolazione dei parametri

- **Sottoesposizione:** troppo bianco, scarsa risoluzione di contrasti, ciò che dovrebbe essere nero è grigio.
- **Sovraesposizione:** troppo nero.

Devo trovare la tecnica ottimale che mi permetta di vedere tutte le strutture, anche i vasi delle circolazione polmonare, per cui non posso usare la tecnica che rende i polmoni neri.

2. Posizionamento e proiezioni

In generale per il torace vengono acquisite due proiezioni, una latero-laterale e una ortogonale. Se fosse necessario (raramente), se ne può fare una obliqua.

Il fascio radiogeno va centrato solitamente sul 5° spazio intercostale, ma nel caso di cani brachimorfi la centratura è sul 4°.

È meglio acquisire un'immagine del tipo inspiratorio poiché i polmoni sono più radiotrasparenti, quindi contrastano le altre strutture con radiopacità di tipo tissulare. In questa proiezione il diaframma è più caudale e lontano dall'apice del cuore, e i polmoni sono più espansi.

[Nel gatto le differenze tra decubiti sono meno apprezzabili.]

REGIONI ANATOMICHE DEL TORACE

1. Strutture di confine
2. Spazio pleurico (non si vede in condizioni normali perché è molto sottile e quindi contiene poca aria)
3. Parenchima polmonare
4. Mediastino

Strutture di confine

Cranialmente: ingresso del torace (un insieme di strutture)

Caudalmente: diaframma

Dorsalmente: colonna vertebrale e tessuti molli

Ventralmente: sterno e tessuti molli

Lateralmente: coste e tessuti molli

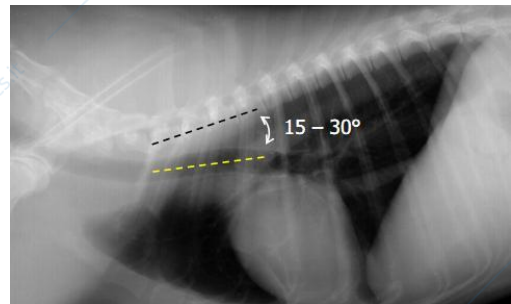
La gabbia toracica varia a seconda del morfotipo dell'animale (soprattutto nel cane). Ne esistono tre tipi: il **torace a botte** nei brachimorfi, con diametri dorso-ventrali simili a quelli latero-laterali; **torace stretto e profondo** nei dolicomorfi, con dimensioni dorso-ventrali molto maggiori di quelle latero-laterali; **torace intermedio**.

Il tipo di torace influenza anche le strutture interne: nei tipi brachimorfi l'asse del cuore è molto inclinato nelle proiezioni dorso-ventrali, mentre nelle latero-laterali il cuore occupa buona parte della cavità toracica. Anche l'età influenza le strutture di confine, ad esempio le cartilagini costali nei giovani non sono molto visibili perché sono cartilaginee, mentre andando avanti con l'età sono più visibili a causa dei processi di mineralizzazione, fino a diventare degenerare nei soggetti più anziani.

Trachea e grossi bronchi

La trachea è suddivisibile in due porzioni:

- **Tratto extratoracico:** nel collo, ha andamento parallelo alla colonna vertebrale.
- **Tratto intratoracico:** la diverge dalla colonna vertebrale formando un angolo di 15-30°. [In condizioni patologiche solitamente l'angolo si riduce, ad esempio quando si ha una cardiomegalia, ma raramente può essere maggiore, ad esempio quando si ha una microcardia.]

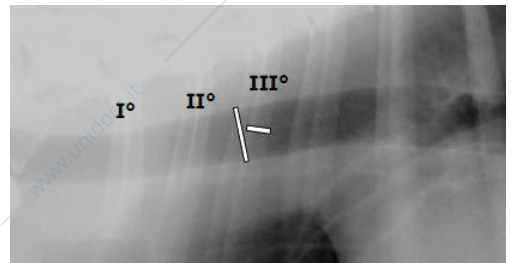


La trachea è una struttura tubulare radiotrasparente, delimitata in proiezione latero-laterale da due sottili pareti con radiopacità di tipo tissulare perché costituiti da anelli tracheali. Dorsalmente alla trachea è presente l'esofago, anche se non visibile. In proiezione sagittale la trachea è visibile più difficilmente perché di solito decorre quasi sovrapposta alla colonna vertebrale, spostata leggermente verso destra.

Dimensioni

Solitamente si prende in considerazione il rapporto tra il diametro dorso-ventrale della trachea (in proiezione latero-laterale) e il diametro cranio-caudale del III prossimale della III costa, che di solito è 2-3:1. Se la trachea è più piccola si parla di *ipoplasia tracheale*.

Per i cani brachimorfi si usa un altro metodo, che rapporta il diametro dorso-ventrale della trachea misurato all'ingresso del torace con il diametro dell'ingresso del torace. Il rapporto normale nei cani non brachicefali è di circa $0,20 \pm 0,03$, mentre nei cani brachicefali è circa $0,13 \pm 0,03$.



Variazioni fisiologiche

Nel Bulldog il decorso della trachea in proiezione sagittale può essere deviato dalla grande quantità di grasso mediastinico.

Gli anelli tracheali vanno incontro a calcificazione quando l'animale invecchia, dunque negli animali anziani si distinguono bene perché assumono una radiopacità di tipo calcifico.

Posizionamento

L'andamento della trachea dipende molto anche dalla posizione del collo al momento della radiografia, che deve essere neutra. Se il collo è in iperflessione la trachea subisce una curvatura verso l'alto, se il collo è in iperestensione invece la trachea diventa completamente dritta.

Fasi respiratorie

I due tratti della trachea (cervicale e toracico) subiscono modificazioni durante le fasi respiratorie. In fase di inspirazione c'è un aumento del diametro della trachea toracica, mentre il diametro di quella cervicale diminuisce. In fase di espirazione, al contrario, c'è un aumento del diametro della trachea cervicale, e una diminuzione del diametro di quella toracica.

Per effettuare una misura corretta della trachea è necessario acquisire la radiografia durante il picco inspiratorio.

Biforcazione tracheale e albero bronchiale

In proiezione latero-laterale si vede alla base del cuore la trachea che finisce e 2-3 strutture rotondeggianti radiotrasparenti, che corrispondono alle principali diramazioni bronchiali.

Con l'età le pareti dei bronchi possono andare incontro a processi di calcificazione e quindi essere visibili con una radiopacità di tipo calcifico.

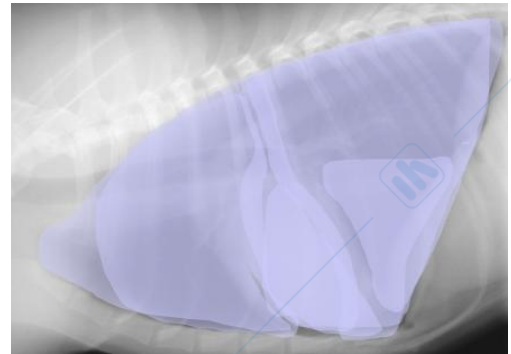
Campi polmonari

La divisione in lobi non è ben visibile in quanto le scissure pleuriche non sono visibili, essendo molto sottili e contenendo poco liquido.

Proiezione latero-laterale

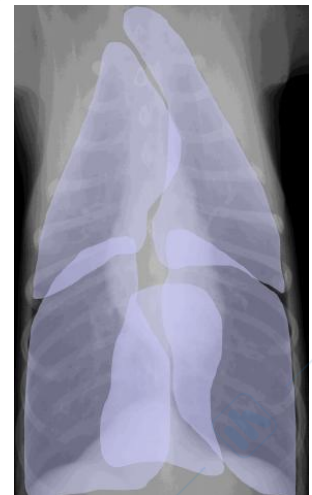
A destra, la porzione craniale dell'emitorace è occupata dal lobo craniale del polmone, il lobo medio è sovrapposto al cuore, il lobo caudale occupa la porzione caudale dell'emitorace, il lobo accessorio occupa il triangolo tra la vena cava caudale, la cupola diaframmatica e il margine caudale del cuore.

A sinistra, il lobo craniale si trova nella porzione craniale dell'emitorace (arrivando più cranialmente rispetto al destro), mentre il caudale occupa la porzione caudale dell'emitorace sinistro.



Proiezione sagittale

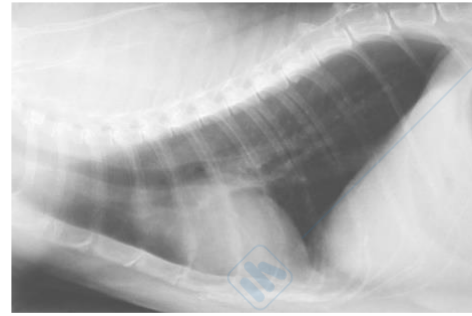
Il lobo accessorio si vede meglio nella proiezione ventro-dorsale perché tra il cuore e il diaframma c'è più spazio, mentre il lobo medio di destra si vede meglio nella proiezione dorso-ventrale.



Cuore

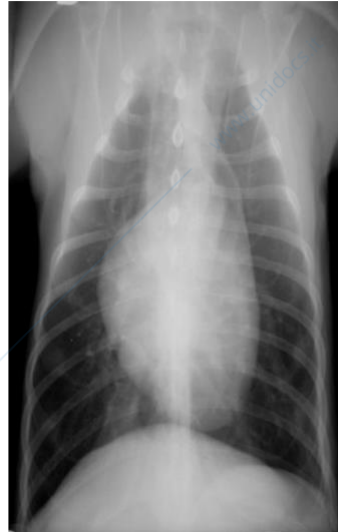
È più globoso nel decubito sinistro (proiezione latero-laterale), nella proiezione ventro-dorsale è più rotondo e allungato, mentre nella dorso-ventrale è più inclinato rispetto alla colonna vertebrale.

Nei gatti anziani il cuore tende ad appoggiarsi maggiormente sullo sterno e a volte si può osservare l'**aorta ridondante o ricurva**.



Posizione

Il cuore si trova nel mediastino medio. A seconda del morfotipo dell'individuo (e anche del polimorfismo razziale) il cuore ha un'inclinazione diversa nelle proiezioni dorso-ventrali o ventro-dorsali: nei soggetti brachimorfi esso è globoso e molto inclinato rispetto alla colonna vertebrale, mentre nei soggetti dolicomorfi esso è verticale.



Dimensioni

Si utilizza il **VHS (Vertebral Heart Scale)**: è un metodo che rapporta le dimensioni del cuore alla lunghezza dei corpi vertebrali. Il vantaggio è che si può misurare una struttura in rapporto a un'altra dello stesso animale, per cui non si incorre in errori di misurazione in razze diverse. Questo metodo si applica in proiezione latero-laterale e consiste nel misurare l'asse maggiore del cuore (dalla biforcazione tracheale alla punta del cuore) e il minore (ortogonale al precedente, nel punto di massima larghezza, circa all'altezza della vena cava caudale) e trasporre le loro misure sulla colonna vertebrale a partire dal margine craniale della IV vertebra toracica, contando a quanti corpi vertebrali corrispondono le lunghezze e poi sommandole.

Il valore normale per i cani sarebbe $9,7 \pm 0,5$, ma poiché il morfotipo e il polimorfismo razziale incidono sulle dimensioni del cuore ci sono dei valori specifici (per i meticci solitamente l'intervallo è 9,2-10,5. Il limite massimo per il bassotto è 9,5, mentre quello di alcune razze è molto alto, ad esempio per il boxer è 12,6).

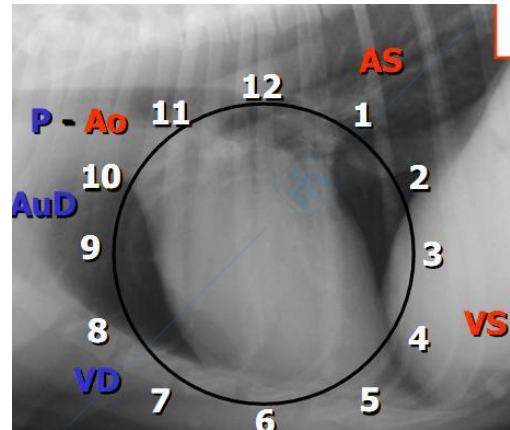
I cuccioli hanno valori molto alti, così come i cani obesi che hanno molto tessuto adiposo intorno al cuore. [Per il bulldog meglio non usare questo metodo in quanto i corpi vertebrali sono diversi tra loro]

Il valore normale per i gatti è $7,5 \pm 0,3$ (il range utilizzato è ampliato a 6,7-8,1) e in essi il polimorfismo razziale non incide molto sulle dimensioni del cuore.

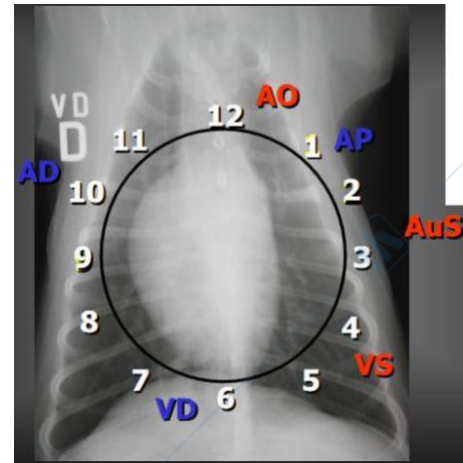
Forma

Per capire dove si trovano le varie parti del cuore, lo si iscrive in un orologio.

In proiezione latero-laterale, dalle 12 alle 2 si ha l'atrio sinistro, dalle 2 alle 5 il ventricolo sinistro, dalle 5 alle 9 il ventricolo destro, dalle 9 alle 10 si ha l'auricola destra, dalle 10 alle 11 si ha l'emergenza dei grossi vasi (aorta e tronco polmonare). L'atrio destro non si sviluppa lungo i margini ma è centrale.

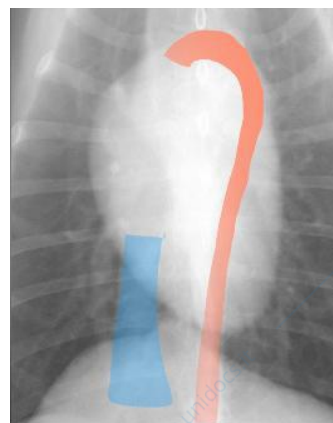
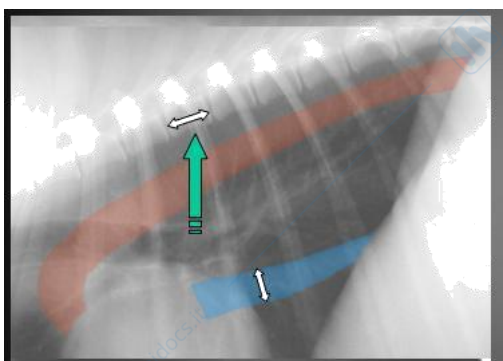


In proiezione ortogonale, dalle 12 all'1 si ha l'arco dell'aorta, dall'1 alle 2 il profilo dell'arteria polmonare prima della sua biforcazione, dalle 2 alle 3 l'auricola sinistra, dalle 3 alle 5 il ventricolo sinistro, dalle 5 alle 9 il ventricolo destro, dalle 9 alle 12 l'atrio destro. L'atrio di sinistra si trova al centro dopo la biforcazione tracheale.



Grandi vasi

Vengono prese in considerazione solo l'aorta e la vena cava caudale, in quanto gli altri vasi non si vedono come strutture individuali. Esse si vedono meglio nelle proiezioni latero-laterali, dove non ci sono sovrapposizioni.



Aorta

È una struttura tubulare a radiopacità tissulare. Essa è visibile a partire dalla base del cuore, dopodiché si porta dorsalmente, vicino alla colonna vertebrale e infine passa nell'addome attraverso lo iato aortico del diaframma. Nelle proiezioni ortogonali si vede solo il suo margine laterale sinistro.

Vena cava caudale

È una struttura tubulare a radiopacità tissulare. Essa è visibile dal diaframma, attraverso cui passa tramite lo iato cavale, e si porta al cuore. Si vede anche nelle proiezioni ortogonali perché è spostata a destra rispetto al piano mediano. Le sue dimensioni risentono delle fasi respiratorie: si espande durante l'espirazione e si restringe durante l'inspirazione.

Vasi polmonari

I vasi polmonari, arteria+vena, decorrono affiancati e tra essi è presente un bronco: si parla quindi di **triade**. Esse vanno ai lobi craniali e ai lobi caudali dei polmoni. Nelle proiezioni latero-laterali l'arteria è posta dorsalmente e la vena ventralmente, mentre in quelle ortogonali l'arteria è laterale e la vena mediale. Il bronco è più vicino all'arteria.

Di solito si vede quella che va al lobo craniale destro, che è più craniale rispetto al sinistro. A volte i vasi e il bronco si vedono tagliati trasversalmente, ciò dipende da come sono stati colpiti dal fascio di raggi.

Per vedere se i vasi hanno un diametro normale bisogna guardare il loro incrocio con la IX costa: se esso disegna un quadrato, allora i vasi sono normali, se invece disegna un rettangolo, sono dilatati.

Mediastino

Il mediastino è uno spazio mediano all'interno del torace delimitato dalle pleure mediastiniche. Esso contiene molti organi.

Il mediastino è divisibile in:

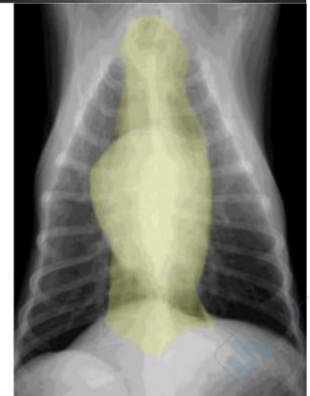
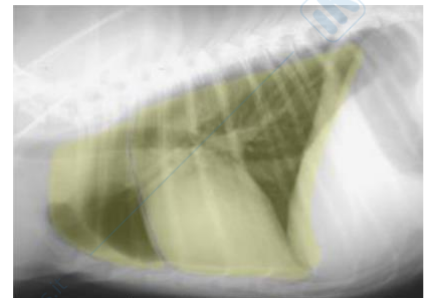
- **Craniale:** tutto ciò che è craniale al cuore
- **Medio:** comprende il cuore (e non solo)
- **Caudale:** tutto ciò che è caudale al cuore

Le strutture visibili nel mediastino non sono molte, perché sono vicine tra loro e hanno radiopacità simile (*silhouette sign*).

Nel **mediastino craniale** la struttura più visibile è la trachea, dorsalmente ad essa c'è l'esofago che in condizioni normali non è visibile.

Nel **mediastino medio** l'organo che occupa quasi la totalità dello spazio è il cuore. Sono presenti poi parte della trachea, emergenza dei grossi vasi e l'esofago.

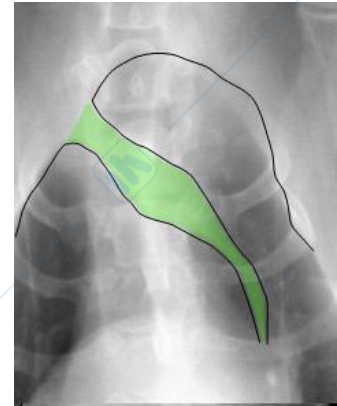
Nel **mediastino caudale** le strutture sono l'aorta, l'esofago e la vena cava caudale.



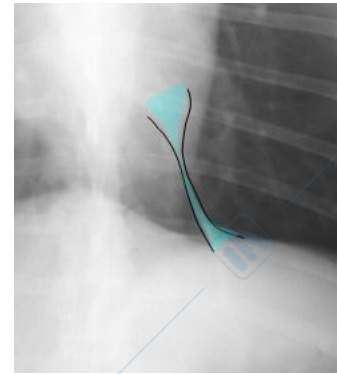
Riflessione delle pleure

In queste zone le pleure si accollano e diventano visibili. Sono importanti perché ci vanno i corpi estranei.

La **riflessione ventro-craniale** (nel mediastino craniale) si trova tra il lobo craniale sinistro e il lobo craniale destro dei polmoni, in quanto il destro arriva più cranialmente del sinistro. Essa ha radiopacità tissulare e si vede sia in proiezione latero-laterale sia in proiezione sagittale.



La **riflessione ventro-caudale** non si vede quasi mai in proiezione latero-laterale, mentre si vede bene nelle proiezioni sagittali. È una banda stretta che parte dall'apice del cuore e arriva al pilastro diaframmatico sinistro.



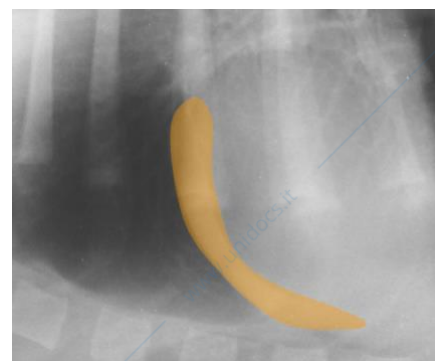
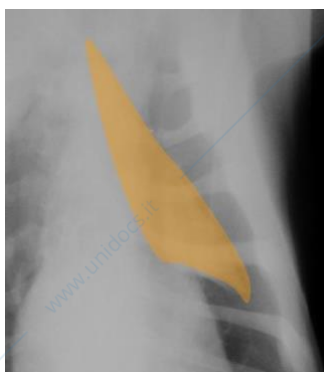
Nei cani brachimorfi non si vede la riflessione ventro-craniale perché gli apici craniali dei polmoni si trovano allo stesso livello.

Nel gatto le riflessioni non sono normalmente visibili perché sono molto sottili.

[Nel mediastino sono radiograficamente visibili la trachea, il cuore e i grossi vasi, ma è necessario sapere l'area dove si trovano le altre strutture, che in condizioni patologiche potrebbero diventare visibili.]

Timo

Si trova solamente negli animali giovani (fino a 10-12 mesi), ed è posizionato tra il mediastino craniale e il medio, molto vicino al margine craniale del cuore. Si vede meglio nelle proiezioni ortogonali, in cui si presenta come un'area triangolare ("vela") a radiopacità tissulare spostata a sinistra, mentre nelle proiezioni latero-laterali si presenta come una banda posta sul margine craniale del cuore.



Linfocentro sternale

È dato da 1-2 linfonodi e si trova al di sopra della II sternebra nel cane, mentre nel gatto può trovarsi anche sopra alla III. Normalmente non è visibile, ma nei cani di grossa taglia appare come una struttura ovoidale a radiopacità tissulare.

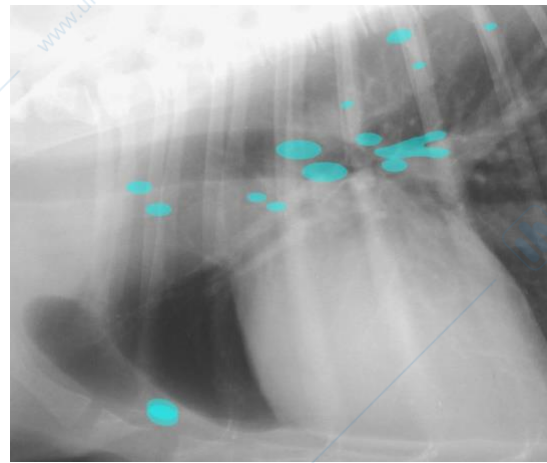
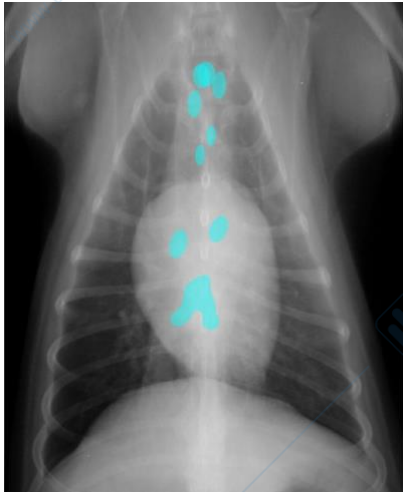
Linfocentro mediastinico craniale

I linfonodi che lo compongono si trovano ventralmente alla trachea e sono in numero variabile. Ricevono la linfa anche da altri linfonodi del torace e drenano moltissime strutture, anche al di fuori del torace.

Linfocentro tracheobronchiale

Sono presenti tre linfonodi: due laterali, situati poco prima della biforcazione tracheale, e uno medio, più grande e a forma di V, situato poco dopo la biforcazione. Una megalia del medio può determinare la dilatazione dell'atrio sinistro del cuore.

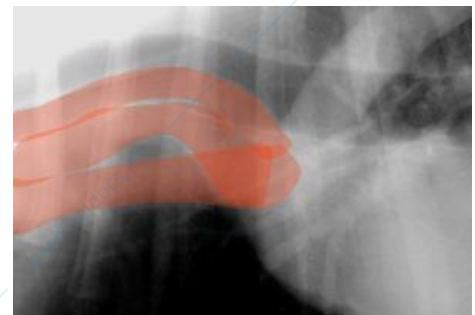
[Nel caso in cui ci fosse un'alterazione e i linfonodi diventassero visibili, si vedrebbero meglio in proiezione latero-laterale, in cui ci sono meno sovrapposizioni]



Il mediastino (in particolare il craniale) cambia a seconda della razza e dello stato di nutrizione. Di solito le dimensioni del mediastino craniale in proiezione ortogonale si misurano confrontando la lunghezza latero-laterale di esso con quella della II vertebra toracica: se la lunghezza del mediastino è minore o uguale al doppio di quella della vertebra allora le dimensioni sono normali. Nei brachimorfi però il mediastino risulta molto più ampio a causa dell'abbondante presenza di tessuto adiposo, mentre nei cani con torace profondo la sua lunghezza è praticamente uguale a quella della vertebra.

Se ho un bulldog con un mediastino molto grande e voglio vedere se c'è una megalia dei linfonodi, devo vedere se nella proiezione latero-laterale la trachea è deviata, se ancora non capisco allora faccio un'ecografia.

Se ho un soggetto molto magro posso vedere la vena cava craniale, il tronco brachiocefalico e la succlavia di sinistra, in caso contrario c'è il silhouette sign.



Diaframma

È molto sottile, ma è visibile perché dietro di esso c'è il fegato che è radiopaco.

[Il polmone che in decubito laterale sta sopra è detto **proclive**, mentre quello che sta sotto è detto **declive**. Il declive si espande di meno, per cui il diaframma da quel lato è più craniale.]

Nel decubito laterale destro i due pilastri del diaframma sono paralleli tra loro e la vena cava caudale è in continuità con il pilastro destro.

Nel decubito laterale sinistro i due pilastri si incrociano e la vena cava caudale non si ferma al pilastro più vicino ma va oltre.

Nella proiezione ventro-dorsale vedo tre "cupole", ovvero il pilastro destro, il pilastro sinistro e la cupola diaframmatica, mentre nella dorso-ventrale vedo un unico profilo diaframmatico. Se c'è un'epatomegalia non riesco a distinguere le proiezioni.

ESAME RADIOGRAFICO DELL'ADDOME NEI PICCOLI ANIMALI

Per l'addome è necessaria un'intensità (mAs) più elevata rispetto al torace, in quanto gli organi che contiene hanno una radiopacità maggiore rispetto alla cavità toracica. Nonostante ciò, la scala dei contrasti è più stretta perché tutte le strutture hanno radiopacità tissulare. I kV sono in base allo spessore ($30 \text{ kV} + \text{spessore} \cdot 2$).

Si effettuano sempre due proiezioni ortogonali: una latero-laterale e solitamente la ventro-dorsale, centrate sull'ombelico.

Confini

Craniale: diaframma

Caudale: grande trocantere

Dorsale: tessuti molli e la colonna vertebrale lombare

Ventrale: tessuti molli della parete addominale

Laterale: tessuti molli della parete addominale

La morfologia del torace si ripercuote sull'addome: gli animali con un torace stretto e profondo hanno gli organi addominali situati nella regione inferiore del torace, per cui essa sarà più spessa di quella più caudale dell'addome, mentre i soggetti con un torace a botte hanno un addome più uniforme. Bisogna calcolare una media tra la struttura più spessa e quella meno spessa.

Nel gatto l'addome è uniforme, ma nelle proiezioni ortogonali le parti laterali sono meno spesse e quindi risultano sovraesposte.

Quando si deve fare una radiografia dell'addome sarebbe meglio avere un animale a digiuno e con l'intestino svuotato.

La presenza di tessuto adiposo aiuta a distinguere i confini delle strutture. Nei cuccioli il tessuto adiposo mesenteriale non si è ancora sviluppato quindi non si vede niente nella radiografia, così come nei soggetti adulti molto magri. (Le strutture possono non essere distinguibili anche quando c'è un versamento di liquido in addome, in quanto tutto acquisisce la stessa radiopacità)

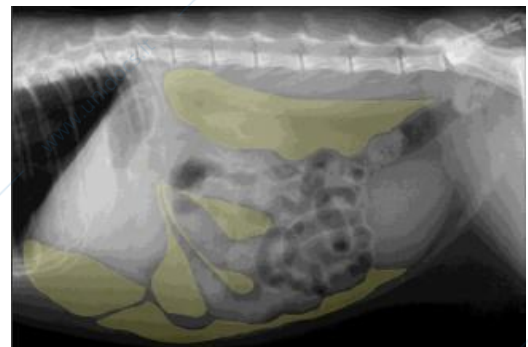
Siti di deposito del grasso

Legamento falciforme: si trova ventralmente al fegato e rende visibile la profondità dei lobi epatici

Grande omento: situato ventralmente alla muscolatura addominale

Mesentere: è il meso che sostiene il digiuno ed è molto mobile, permette di vedere le anse intestinali

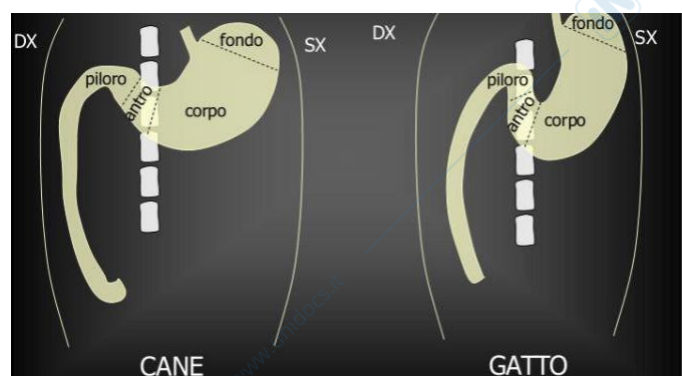
Spazio retro-peritoneale: si trova nel retro-peritoneo, avvolge i reni e si porta dalla regione perirenale alla zona posta dorsalmente alla vescica.



Stomaco

Lo stomaco si trova caudalmente al diaframma e al fegato.

Nel cane lo stomaco si sviluppa da sinistra a destra, dove si trovano antro e piloro, per cui il duodeno è parallelo alla parete addominale destra. Nel gatto tutto lo stomaco è nell'emiaddome di sinistra e l'antro e il piloro sono mediani, così anche il duodeno è più lontano dalla parete addominale.

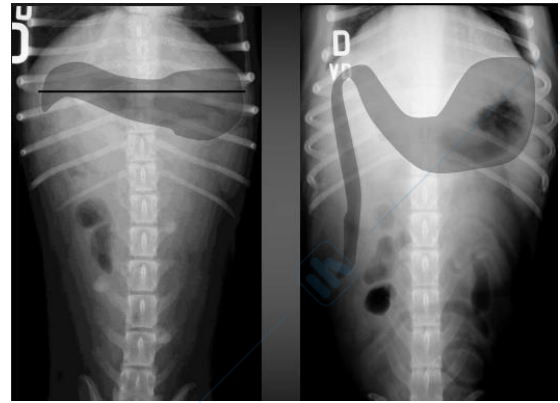


La visualizzazione dello stomaco dipende dal suo grado di pienezza (più è pieno, più si vede). Il contenuto dello stomaco è un materiale granulare a radiopacità mista (tissulare e gassosa). Nei gatti raramente contiene del gas, per cui è meno visibile.

L'asse dello stomaco è influenzato dalle dimensioni del fegato (più è grande, più lo stomaco si sposta caudalmente), normalmente esso è perpendicolare alla colonna vertebrale e parallelo all'asse delle coste in proiezione latero-laterale.

In proiezione sagittale lo stomaco di solito può assumere due aspetti: può avere la grande e la piccola curvatura poco sviluppate e l'asse maggiore perpendicolare alla colonna, oppure può avere le curvature molto accentuate (aspetto a U).

Nel gatto in proiezione sagittale lo stomaco assume un aspetto a J, con la maggior parte delle componenti dello stomaco poste a sinistra.



Intestino

Il piccolo intestino è una matassa indistinguibile localizzata nella regione mesogastrica ventrale. In proiezione sagittale la regione è sempre mesogastrica ventrale ma non possiede una topografia fissa in quanto è molto mobile. Non si distinguono le anse, a meno che il mesentere non contenga molto tessuto adiposo.

Il grosso intestino ha una forma tipica di punto interrogativo in proiezione sagittale: si ha la valvola ileo-cieco-colica a destra, il colon ascendente a destra, il colon trasverso che passa da destra a sinistra e il colon discendente che occupa l'emiaddome di sinistra portandosi in posizione mediana per terminare nel retto. In proiezione latero-laterale le parti del colon sono sovrapposte e quindi meno riconoscibili, ma si riesce comunque a riconoscere il colon discendente.



Sono più visibili il cieco e il colon discendente. Il cieco ha una forma a C rovesciata a destra nelle proiezioni ortogonali e nella regione mesogastrica in quelle latero-laterali. Al cieco fa seguito il colon: ascendente, che dal cieco si porta cranialmente; trasverso, che si porta da destra a sinistra; discendente, che è molto lungo e si porta caudalmente. Esso si vede meglio nelle proiezioni ortogonali.

Le anse intestinali dovrebbero essere omogenee, con la stessa grandezza e lo stesso contenuto. Per il piccolo intestino si misura il diametro dell'ansa digiunale più visibile e lo si rapporta all'altezza di L2 (le dimensioni sono normali se esso non la supera), oppure un altro metodo consiste nel rapportarlo alla larghezza della penultima costa (dev'essere minore del suo doppio).

Nel gatto si usa la misura in cm, e dev'essere entro 1,2 cm.

Fegato

Ha radiopacità tissulare e si trova tra il diaframma e lo stomaco. Esso influenza l'asse e il posizionamento dello stomaco.

Nel gatto il tessuto adiposo del legamento falciforme è molto abbondante per cui è ben visibile il profilo dei lobi epatici, che in condizioni normali sono affusolati (se sono arrotondati c'è epatomegalia).

Per stabilirne le dimensioni si utilizza solitamente un metodo empirico basato sul rapporto con lo stomaco in entrambe le proiezioni, oppure un altro metodo considera la posizione del fegato rispetto agli archi costali: se li sorpassa allora c'è epatomegalia (metodo inaffidabile perché ciò dipende dal morfotipo, nei brachimorfi il fegato ha normalmente una parte che oltrepassa gli archi costali).

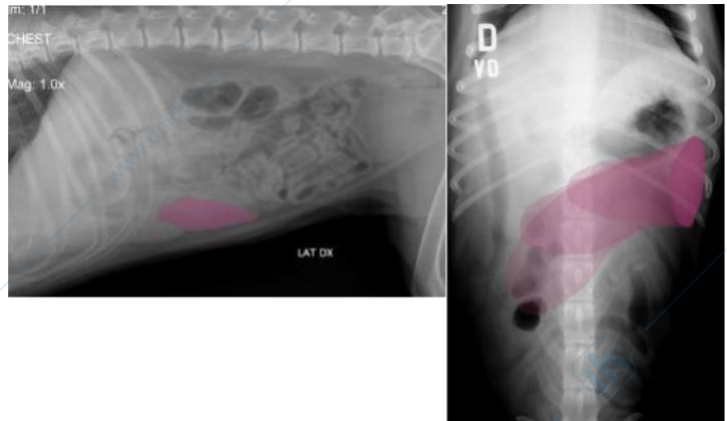
Milza

Essa ha due estremità (dorso-craniale e ventro-caudale) e un corpo splenico. In condizioni normali si vede poco a causa delle sovrapposizioni.

In proiezione latero-laterale si vede l'estremità ventro-caudale come un triangolo situato nella regione mesogastrica ventrale appoggiato alla parete ventrale dell'addome.

In proiezione sagittale si vede l'estremità dorso-craniale come un triangolo situato tra il fondo gastrico e il rene sinistro.

Nel gatto l'estremità ventro-caudale non sempre arriva al pavimento della cavità addominale quindi nelle proiezioni latero-laterali non è visibile.



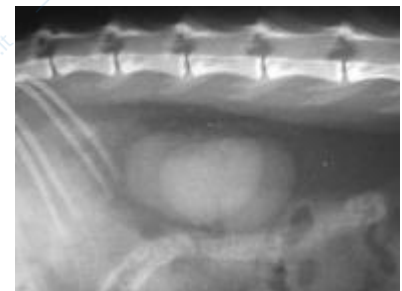
Reni e ureteri

I reni sono tanto più visibili quanto più tessuto adiposo è presente. Essi sono posti nella regione mesogastrica dorsale, solitamente sotto la colonna vertebrale lombare, ma più il soggetto ha il torace stretto e profondo, più i reni si trovano sotto l'arcata costale. Di solito il destro è più craniale del sinistro. In proiezione latero-laterale si vedono come due strutture abbastanza sovrapposte di forma ovoidale e radiopacità tissulare. In questa proiezione sono più visibili in quanto ci sono meno sovrapposizioni.

Nel gatto hanno una forma più ovalare.

Per valutarne le dimensioni, in proiezione sagittale si rapporta la loro lunghezza da polo a polo a quella di L2: per il cane dev'essere 2,5/3,5 volte quella di L2, per il gatto 2,4/3 L2.

Gli ureteri non si vedono quasi mai in radiografia, però a volte nel gatto se c'è molto tessuto adiposo sono visibili come due strutture tubulari a radiopacità tissulare parallele alle colonna vertebrale lombare, che sfociano nella vescica.



Vescica

Si tratta di una struttura piriforme, situata nell'addome ipogastrico e appoggiata sul pavimento dell'addome, le cui dimensioni sono legate al suo stato di replezione. Più è piena, più è ovoidale e craniale. Ha un apice, un corpo e un collo. In uno stato di normoreplezione la linea che passa per il collo interseca quella tra L7 e S1. Nei soggetti maschi vicino al collo c'è la prostata, l'uretra si sposta caudalmente per poi tornare cranialmente nel pene, inoltre c'è l'osso penieno a radiopacità tissulare.

ESAME RADIOGRAFICO DELLO SCHELETRO ASSILE

Qualità (kV) in relazione allo spessore: $40 \text{ kV} + \text{spessore} * 2$
Invece l'intensità (mAs) è elevata.

Colonna vertebrale

Il posizionamento deve essere molto preciso, per cui nel decubito laterale si usano dei particolari supporti in corrispondenza delle naturali rientranze del corpo dell'animale (spalla, fianco, muso). Per capire se la colonna è allineata, bisogna guardare l'atlante, che deve avere le ali sovrapposte, oppure i processi trasversi delle vertebre lombari che devono essere sovrapposti. Il problema si ha anche in proiezione sagittale, in cui colonna e sterno devono essere sovrapposti e quindi vengono usati dei supporti come le culle. Inoltre i processi spinosi delle vertebre devono essere a metà del corpo vertebrale. Come al solito si fanno due proiezioni, una latero-laterale e una ortogonale (solitamente ventro-dorsali), centrate sull'area di interesse. Si possono anche ottenere delle **proiezioni stressate/dinamiche** facendo flettere ed estendere la regione in esame (solitamente la cervicale e la lombo-sacrale).

La colonna vertebrale si può dividere in 5 settori:

Rachide cervicale: nei soggetti più grandi è opportuno acquisire due radiogrammi, uno centrato su C3-C4 e l'altro su C6-C7.

Rachide toracico: centratura a T6-T7.

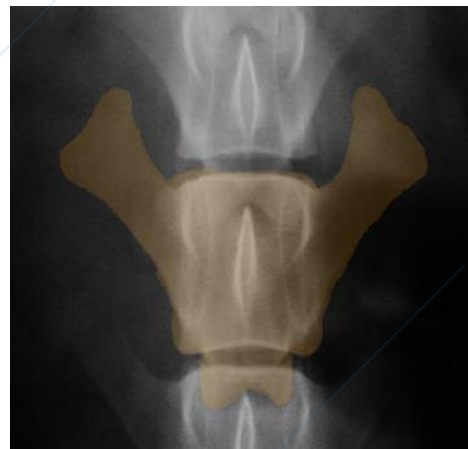
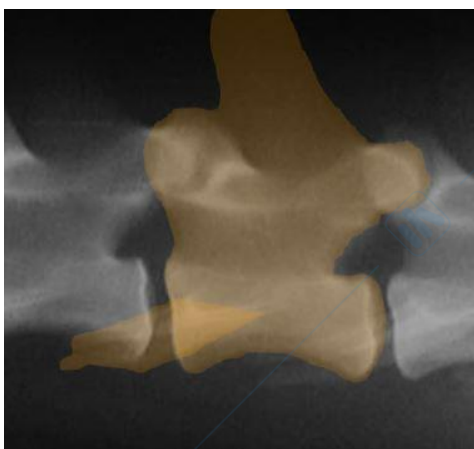
Tratto toraco-lombare: centratura su T13/L1.

Rachide lombare: centratura su L3-L4.

Rachide lombo sacrale: centratura su L7-S1.

Parametri per valutare la colonna vertebrale

- Numero.** 7 vertebre cervicali (C), 13 toraciche (T), 7 lombari (L), 3 sacrali fuse (S), in numero variabile le caudali (Cd)
- Morfologia.** Ogni vertebra ha un corpo che si unisce alla lamina dorsale mediante i pedicula. Ci sono due processi trasversi e uno spinoso, e tra la lamina e i pedicula ci sono i processi articolari. In radiografia è visibile il corpo (che nel gatto è più stretto e lungo), i processi trasversi si vedono meglio nelle proiezioni ortogonali. La lamina dorsale è il tetto del canale midollare, si vedono i processi articolari, non si vedono i pedicula. I processi spinosi non si vedono nelle proiezioni latero-laterali in quanto sono molto sottili, mentre nelle proiezioni ortogonali sono al centro del corpo vertebrale e hanno un aspetto lanceolato.



Nella zona cervicale, l'atlante e l'epistrofeo hanno una morfologia diversa rispetto alle altre vertebre cervicali. L'atlante ha dei processi trasversi molto sviluppati, detti ali, mentre l'epistrofeo ha un processo spinoso molto sviluppato che sovrasta l'atlante e nel corpo presenta il dente per articolarsi con esso. Inoltre la vertebra C6 ha i processi trasversi molto sviluppati rivolti ventralmente.

Nella zona lombare, il margine ventrale di L3 e L4 è più sfumato degli altri a causa dell'attacco dei pilastri del diaframma.

Nella zona lombo-sacrale il sacro ha una forma triangolare e si articola con L7, Cd1 e le ali dell'ileo.

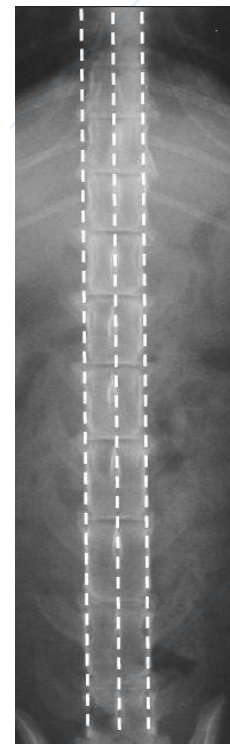
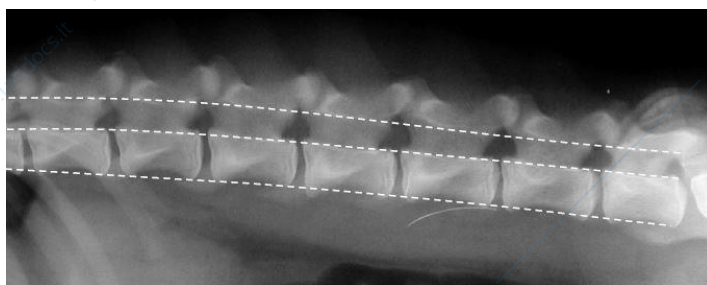
Le limitanti somatiche sono la testa e la fossa, che nel cucciolo sono staccate dal resto del corpo vertebrale perché si devono ancora calcificare.

I forami intervertebrali sono zone radiotrasparenti attraverso cui escono le strutture nervose. Di essi si valutano la forma, le dimensioni e la radiopacità. La forma e le dimensioni sono costanti a seconda del tratto di colonna considerato. Il foro tra L7 e S1 è più piccolo e meno radiotrasparente perché è sovrapposto all'ileo.

Le faccette articolari si confrontano tra le vertebre dello stesso tratto e devono essere lisce, regolari e a radiopacità ossea. Si vedono meglio nelle proiezioni latero-laterali.

In alcune razze ci sono delle anomalie frequenti (soprattutto nel tratto toracico dei soggetti brachimorfi), ritenute parafisiologiche perché non danno sintomatologia evidente: *emivertebre*, ovvero vertebre molto più piccole del normale, e *block vertebrae*, in cui i corpi vertebrali sono fusi tra di loro.

- 3. Allineamento.** Non corrisponde al posizionamento. È il regolare succedersi delle vertebre che garantisce la continuità del canale midollare. Si valuta tracciando 3 linee, che devono essere parallele: in proiezione latero-laterale, una passa ventralmente al corpo vertebrale, una dorsalmente a esso e una congiunge le lamine dorsali; in proiezione ortogonale, una congiunge i processi spinosi e le altre due sono poste lateralmente al corpo vertebrale.



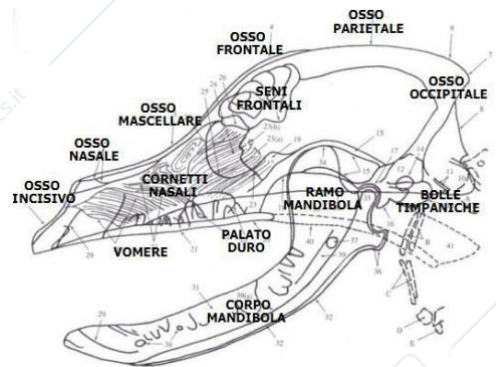
4. **Spazi intersomatici.** Sono zone radiotrasparenti delimitate dalle limitanti somatiche e contengono il disco intervertebrale. Essi vanno valutati tra quelli dello stesso tratto in forma, dimensioni e radiopacità. In corrispondenza della vertebra anticlinale (in cui i processi spinosi cambiano orientamento, solitamente T11) lo spazio è fisiologicamente più ristretto. Con l'età i dischi intervertebrali possono calcificare. A causa della deformazione geometrica gli spazi più periferici risultano più stretti.
5. **Radiopacità.** È di tipo osseo. I corpi vertebrali toracici tendono a essere meno radiopachi degli altri a causa della sovrapposizione dei campi polmonari, e nella regione sacrale la radiopacità dell'ileo si somma a quella di L7, che appare più radiopaca.

Diagnostica per immagini di cranio e cavità nasali

Si parla di diagnostica per immagini in quanto si utilizza anche la TAC. Come al solito si fanno due proiezioni, una latero-laterale in cui le strutture sono molto sovrapposte e una ortogonale, solitamente dorso-ventrale.

Strutture osservabili

La proiezione latero laterale è utile per valutare il profilo fronto-nasale dell'animale. Questo profilo è costituito dall'osso incisivo, dal nasale, dal mascellare, dal frontale, dal parietale e infine dall'occipitale. Si riconosce bene il vomere, il palato duro che si continua col molle, le cavità nasali che contengono i turbinati, il corpo della mandibola, l'articolazione temporo-mandibolare, le bolle timpaniche e i seni frontali.

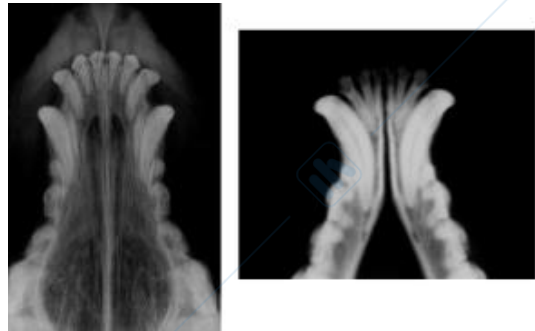


In proiezione sagittale si riconosce la struttura a V rovesciata che rappresenta la mandibola, arcate zigomatiche, centralmente le cavità nasali.



La capacità di osservazione di queste strutture dipende dalla morfotipo dell'animale. Più il cranio è allungato (animale dolicomorfo) più lo sviluppo delle cavità è esteso, più questa zona si riesce a distinguere meglio.

Per cercare di eliminare le sovrapposizioni tra mascella e mandibola si usa una *cassetta radiografica intra-orale*.



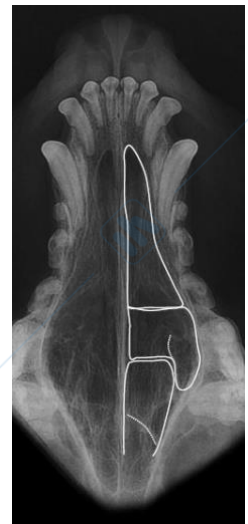
Si può fare anche una *proiezione rostro-caudale skyline* tenendo il naso dell'animale perpendicolare al piano d'appoggio, per visualizzare meglio i seni nasali.

Seni e cavità nasali

Le cavità nasali sono due strutture pari, che devono essere simmetriche. Il loro contenuto dev'essere aereo e quindi radiotrasparente, ma in radiografia non si presentano nere in quanto contengono i turbinati. Esse comprendono tre comparti: rostrale (va dagli incisivi ai premolari, i turbinati hanno un andamento rettilineo), medio (occupa l'estensione dei molari e ha un'appendice che corrisponde al rudimento del seno mascellare, i turbinati hanno un andamento circonvoluto) e caudale (dall'ultimo molare alla lamina cribrosa dell'etmoide, i turbinati hanno un andamento rettilineo). La porzione ossea che le delimita dev'essere liscia, continua e regolare.

I seni frontali sono delimitati dorsalmente dall'osso frontale, e sono delle strutture pari a contenuto aereo. Contengono dei setti che li dividono in comparti (non sempre simmetrici).

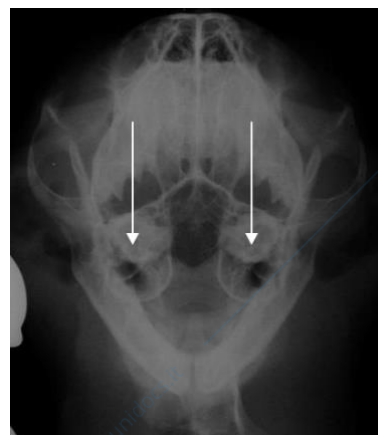
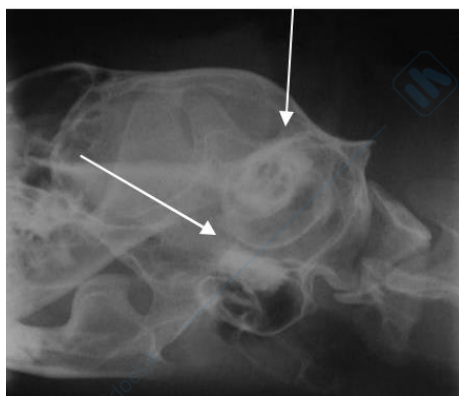
Queste strutture possono essere studiate meglio con la TAC.



Bolle timpaniche

Sono strutture pari di cui si valuta simmetria, contenuto, limiti, come per le cavità nasali. Per vederle al meglio, senza sovrapposizioni, si fanno due proiezioni: una latero-laterale obliqua e una rostro-caudale con la bocca aperta.

Nel gatto esse sono più sviluppate e sferiche.



ESAME RADIOGRAFICO DELLO SCHELETRO APPENDICOLARE

Qualità (kV) in relazione allo spessore: $40 \text{ kV} + \text{spessore} \cdot 2$

Le proiezioni non sono più latero-laterale, ma latero-mediali o medio-laterali.

Le proiezioni sagittali sono cranio-caudali o caudo-craniali (per la mano dorso-palmare o palmo-dorsale e per il piede dorso-plantare o planto-dorsale).

Composizione di un osso lungo

Un osso lungo ha due epifisi (una prossimale e una distale), una diafisi centrale, e metafisi che uniscono queste due parti.

Se l'animale è giovane, nelle zone metafisarie ci sono delle zone radiotrasparenti che corrispondono alle *cartilagini di accrescimento*. Quando esse si saldano possono risultare più radiopache rispetto al resto dell'osso.

L'osso corticale ha una radiopacità ossea intensa e il suo spessore varia secondo l'età, la specie, la regione.

La cavità midollare è la parte interna, ha una radiopacità ossea meno intensa perché contiene midollo osseo e tessuto adiposo.

L'osso trabecolare ha un reticolo radiopaco organizzato in trabecole che gli conferiscono un aspetto spugnoso, di solito è localizzato nelle regioni epifisarie e metafisarie (si vede bene nell'olecrano).

L'osso subcondrale è la porzione dell'osso su cui poggia la cartilagine articolare (che è radiotrasparente). Esso è liscio, regolare, con dei margini netti e un aspetto omogeneo, e ha delle trabecole.

Il forame nutritizio è il punto in cui le arterie nutritizie entrano nell'osso, si trova principalmente nella diafisi o nelle metafisi. Si vede come una linea o un'area circolare radiotrasparente.

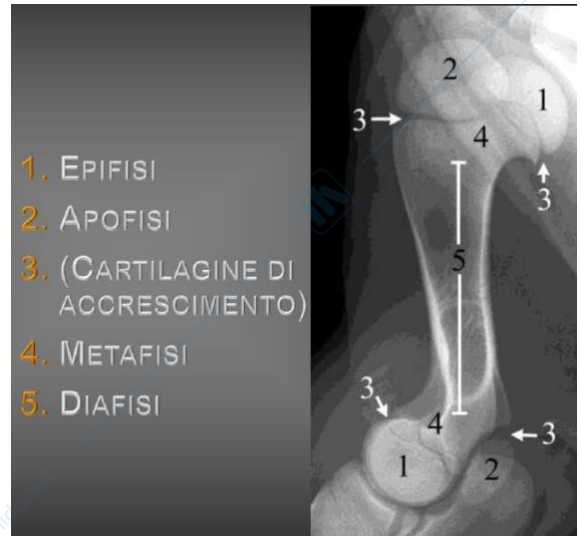
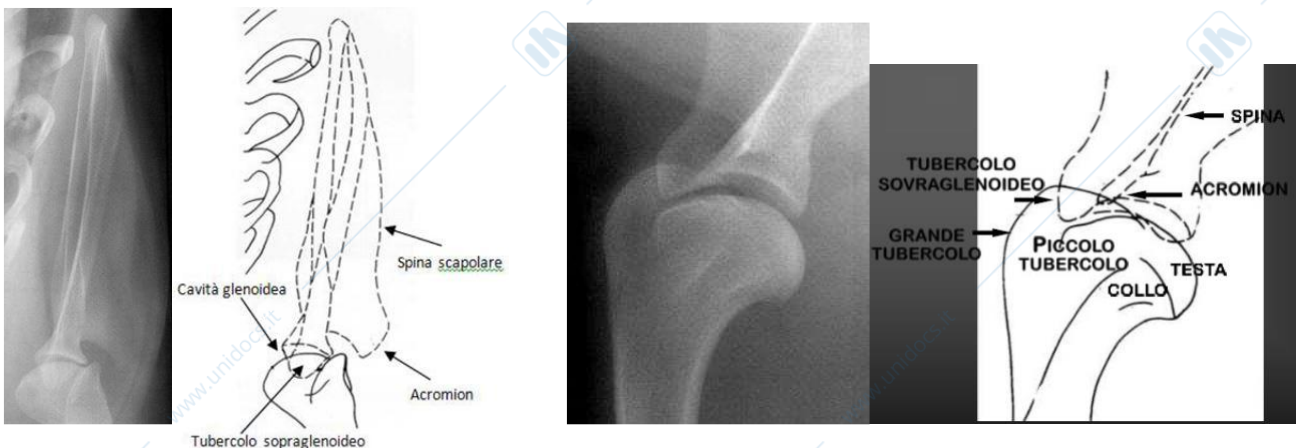
Chiusura fisi (saperne alcune per il cane, importante gomito)

Arto toracico

Scapola e articolazione scapolo-omerale

Solitamente si effettuano una proiezione caudo-craniale e una medio-laterale, in cui ci sono meno sovrapposizioni.

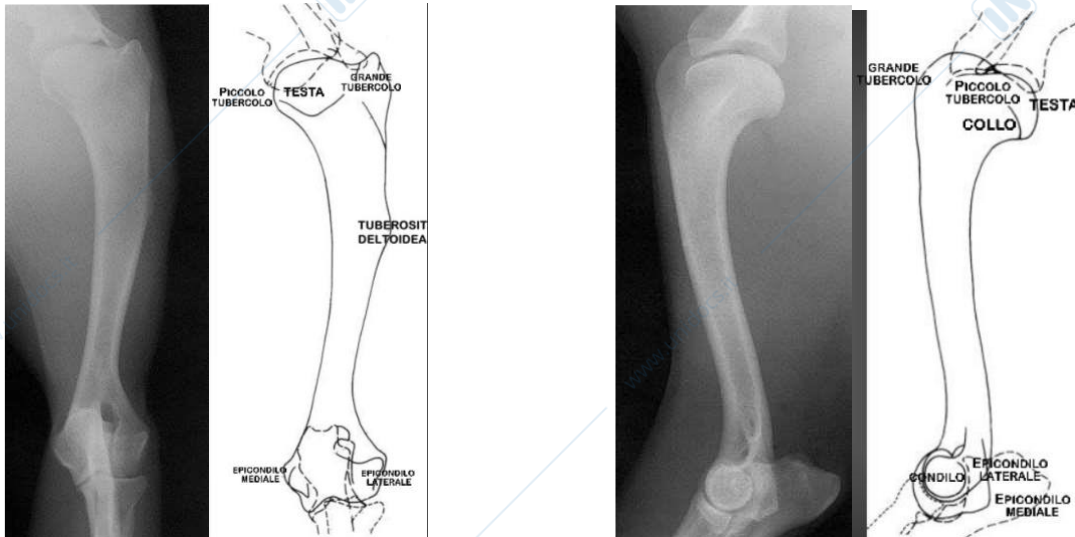
Si vede la spina scapolare, l'acromion, il tubercolo glenoideo, la testa dell'omero, il collo dell'omero, il tubercolo minore e il tubercolo maggiore.



Omero

Solitamente si effettuano una proiezione caudo-craniale e una medio-laterale.

Si vede la testa, il collo, i tubercoli. Nell'epifisi distale la situazione è un po' più complessa perché ci sono sia il radio che l'ulna, quindi ci sono più sovrapposizioni. Vedo i condili di forma circolare sovrapposti, e i due epicondili: in proiezione medio-laterale il più voluminoso è il mediale, mentre in proiezione sagittale avviene il contrario. Si vede anche la fossa epicondiloidea.



Articolazione del gomito

Si possono effettuare proiezioni classiche con l'arto neutro oppure fare proiezioni dinamiche, flettendo ed estendendo l'arto.

Questa articolazione comprende l'epifisi distale dell'omero e quella prossimale di radio e ulna.

Dell'ulna si vede bene l'olecrano in tutte le proiezioni. In flessione viene messo in rilievo il processo anconeale dell'ulna, coinvolto spesso nella displasia del gomito, patologia congenita. Si riconosce anche il processo coronoideo laterale (a carico dell'ulna) e quello mediale (a carico del radio): non si vedono molto bene in proiezione latero laterale perché si sovrappongono. **Proiezione cranio caudale**: decito sternale con l'arto esteso cranialmente. Si ha la sovrapposizione di radio e ulna e dell'epifisi distale dell'omero. I processi coronoidei sono più visibili, soprattutto quello mediale, non particolarmente sovrapposto. Il coronoideo laterale invece si sovrappone al radio.

Ricordare che in questa articolazione sono presenti numerosi nuclei di ossificazione, per cui è importante considerare il momento di crescita (anagrafico) dell'animale.

Orientamento

Nelle proiezioni medio laterale le parti caudali stanno a destra e quelle craniali a sinistra (come per l'addome, il torace e il cranio). In sagittale, le strutture medialie sono a sinistra di chi guarda mentre quelle laterali sono poste a destra.

Radio e ulna

In proiezione medio laterale si riconoscono le due strutture divise, con l'ulna un po' più sottile. In questa proiezione è possibile vedere anche il foro nutritizio (radio) posto tra l'epifisi prossimale e la diafisi dell'osso: si vede come una piccola linea di discontinuità radiotrasparente più visibile nella zona corticale perché il contrasto tra le due parti è maggiore.

A livello di epifisi distale delle due ossa si distinguono il processo stiloideo mediale e quello laterale.

In proiezione cranio caudale, si nota la sovrapposizione dell'ulna con il radio (soprattutto prossimalmente) e i processi stiloidei laterale e mediale si vedono meglio perché non sovrapposti.

Carpo

Molte delle ossa che compongono il carpo sono sovrapposte tra loro, per cui non è possibile distinguere i margini netti di tutte le strutture.

Fila prossimale: in posizione mediale si vede l'**osso carpale radiale** più distinguibile in proiezione dorso palmare. Lateralmente si ha l'**osso carpale ulnare** (visibile bene in proiezione dorso palmare). Medio lateralmente si vede bene l'**osso carpale accessorio** soprattutto in proiezione medio laterale.

Fila distale: primo carpale, secondo carpale, terzo carpale, quarto carpale visibili prevalentemente in proiezione dorso palmare.

In proiezione dorso palmare medialmente è possibile vedere l'osso accessorio sesamoide.

Metacarpo e falangi

È sovrapponibile alla regione metatarso falangea.

Proiezione dorso palmare: le prime strutture che si evidenziano sono le ossa metacarpali (I, II, III, VI e V) numerandole in senso medio laterale. Sono considerate come ossa lunghe più piccole, con porzione interna più radiopaca e porzione centrale più radiotrasparente.

In tutte le dita sono distinguibili le falangi prossimali. Nelle dita II, III, IV e V le falangi medie. In tutte le dita le falangi distali. Il pollice quindi possiede solo falange prossimale e falange distale.

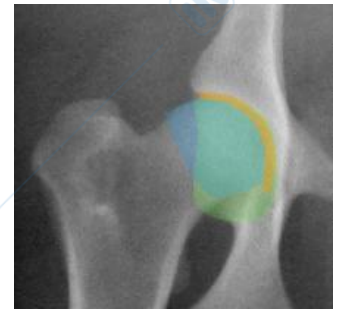
Proiezione medio laterale: il riconoscimento dei segmenti ossei è più ostico, a meno che non si distanzino in maniera opportuna le dita tra loro.

Arto pelvico

Bacino

Viene studiato con una proiezione sagittale ventro dorsale con estensione degli arti posteriori. È molto utile perché comprende l'ultima vertebra lombare, il sacro, l'ileo, l'ischio e le estremità prossimale dei femori.

Si vedono bene le ali dell'ileo, zona di sovrapposizione tra sacro e coccige, fori otturati praticamente simmetrici.



33



Per valutare se è presente una displasia dell'anca e per valutare le articolazioni coxo femorali, bisogna effettuare una proiezione specifica. Il decubito è dorsale e l'animale è sedato per ottenere un rilassamento dei muscoli, sia perché da sveglia l'animale sentirebbe dolore sia perché bisogna estendere gli arti e ruotarli medialmente affinché la rotula si trovi esattamente in posizione centrale.

Per ottenere una radiografia ottimale bisogna che i fori otturati siano simmetrici, che gli arti siano estesi e che la rotula si trovi sopra e a metà della fossa condiloidea.

Dell'articolazione coxo femorale si distinguono:

- **Cavità acetabolare**
- **Testa del femore**
- **Rima articolare**

Margini:

- Margine acetabolare craniale
- Margine acetabolare dorsale
- Testa del femore
- Collo del femore



Da notare la differenza nei cuccioli e nei soggetti adulti: Nei cuccioli le ossa sono ancora in fase di accrescimento e le epifisi dell'osso risultano avere una radiopacità più attenuata, nei cani adulti l'osso è sviluppato e ha la radiopacità è completamente ossea.

Valutazione angolo di Norberg

Serve a valutare che i femori siano posti correttamente. L'angolo comprende le due teste del femore e passa tangenzialmente all'acetabolo: questo angolo deve essere di 105° .

Femore

Proiezione medio laterale: si vedono testa, collo, grande trocantere, corpo, patella, condili, nel cane i sesamoidi sopra i condili. Si può anche vedere la tuberosità tibiale cranialmente.

Proiezione cranio caudale: testa, collo, grande e piccolo trocantere, sesamoidi, patella, condili.

Ginocchio

Proiezione medio laterale: sesamoidi, patella, condili femorali, tuberosità tibiale, condili.

Proiezione cranio caudale: patella, sesamoidi, condili, eminenza intercondiloidea, cresta tibiale.

Tibia, fibula e tarso.

Piede di cavallo

Terzo metacarpale, ossa sesamoidee prossimali, falange prossimale, falange media, osso sesamoideo distale (navicolare), falange distale.

ANATOMIA ECOGRAFICA NORMALE

Ecografia: rappresentazione di strutture mediante onde acustiche di elevata frequenza (ultrasuoni).

Ultrasuoni: onde acustiche con frequenza che supera la soglia di udibilità dell'orecchio umano.

Gli ultrasuoni impiegati a fini diagnostici hanno frequenze generalmente comprese tra **2 e 15-18 milioni di Hz** (megahertz, MHz).

$$V=f*\lambda$$

Assumendo che la velocità di propagazione sia costante (1540 m/s, nei tessuti molli), maggiore è la frequenza, minore è la lunghezza d'onda, maggiore è la risoluzione e minore è la penetrazione.

La velocità di propagazione dipende dalle caratteristiche del mezzo attraversato (densità e rigidità), nell'aria, che è rarefatta, è molto ridotta, mentre nell'osso, che è molto denso e rigido, è molto elevata. Per questo motivo gli ultrasuoni si usano principalmente per i tessuti molli.

Formazione degli ultrasuoni

Il generatore di ultrasuoni è la sonda ecografica, che ha sia la capacità di produrre ultrasuoni, sia quella di riceverli ed elaborarli. Il fenomeno fisico che sta alla base della produzione degli ultrasuoni e della formazione delle immagini ecografiche è la **trasduzione**, ossia la trasformazione di energia in un'altra di diversa natura. L'ecografia sfrutta un particolare tipo di trasduzione, l'**effetto piezoelettrico**, ossia la trasformazione di energia elettrica in energia meccanica di tipo vibratorio e viceversa: l'energia elettrica che viene inviata alla sonda fa vibrare il cristallo piezoelettrico, che vibrando e deformandosi produce ultrasuoni. Lo stesso avviene quando gli ultrasuoni tornano alla sonda dopo aver interagito con la struttura. In questo caso vanno nuovamente a stimolare il cristallo piezoelettrico che nuovamente si deforma e trasforma gli ultrasuoni in energia elettrica che poi verrà elaborata come immagine su un monitor. I cristalli piezoelettrici delle sonde fungono quindi sia da generatori che da rilevatori di ultrasuoni.

Interazione US - materia

Fenomeno di attenuazione: il fascio di ultrasuoni, procedendo nella materia, riduce la propria potenza energetica in modo direttamente proporzionale alla frequenza. L'**impedenza acustica** è il fenomeno di opposizione alla progressione del fascio di ultrasuoni e dipende dalla densità del mezzo e dalla velocità dell'onda US ($Z=d*v$). L'impedenza acustica è molto elevata nell'osso perché esso ha una densità molto elevata, quindi ostacola completamente gli ultrasuoni e le strutture al di sotto di esso non sono visibili.

Fenomeno di riflessione: avviene solitamente in corrispondenza di un'**interfaccia acustica**, cioè una superficie di separazione di due mezzi con una differente impedenza acustica.

[**Echi riflessi:** affinché la struttura analizzata sia visibile nello schermo, è necessario che una parte di echi che la sonda ha inviato tornino indietro per portare le informazioni sulle strutture. Gli echi riflessi si formano in corrispondenza delle interfacce acustiche.]

La sonda produce il fascio incidente che interagisce con la struttura. A seconda delle caratteristiche dell'interfaccia acustica, una parte degli ultrasuoni torna indietro (eco riflesso), un'altra parte continua a progredire (fascio trasmesso). La quantità di echi riflessi e di fasci trasmessi dipende dalla natura della struttura, dall'ampiezza della superficie riflettente e dall'angolo di incidenza.

Ci sono due tipi di riflessione: la **riflessione speculare** e la **riflessione diffusa**. Nella prima (molto rara) l'interfaccia acustica è una superficie liscia, senza irregolarità e di dimensioni superiori a quelle del fascio, il quale è il più perpendicolare possibile ad essa; la quantità di US riflessi è direttamente proporzionale alla differenza di impedenza tra i due mezzi. Nella seconda l'interfaccia acustica è di piccole dimensioni e/o a superficie irregolare e gli US vengono riflessi in tutte le direzioni.

Modalità di visione degli echi sul monitor

È presente a lato dello schermo una scala centimetrata per sapere la profondità a cui si trovano le strutture rappresentate. Per calcolare la distanza della struttura dall'interfaccia si usa una formula che si basa sul tempo che ci mette l'eco riflesso per tornare indietro, tenendo fissa una velocità di 1540 m/s.

Esistono tre modalità fondamentali di rappresentazione degli echi di ritorno:

1. **A-mode (amplitude mode)**: non è più utilizzata. Rappresentava l'ampiezza degli echi e la profondità alla quale essi erano generati come delle linee.
2. **B-mode (brightness mode)**: gli echi sono rappresentati come punti la cui luminosità o livello di grigio è proporzionale all'ampiezza dell'eco. Real-time B-mode: le linee formano degli archi di cerchio che creano un'immagine bidimensionale.
3. **M-mode o TM mode (motion mode o time-motion mode)**

L'ecografia è una tecnica tomografica, che permette di visualizzare sezioni anatomiche, e modificando l'orientamento del fascio è possibile ottenere illimitate sezioni.

Esistono però delle sezioni standardizzate:

- Sezione trasversale: la struttura viene tagliata in maniera perpendicolare al suo asse maggiore.
- Sezione longitudinale: la struttura viene tagliata in maniera parallela al suo asse maggiore.
- Sezione obliqua: il piano di taglio è obliquo.

Ecogenicità

È la capacità di un'interfaccia acustica di generare echi riflessi che possono essere. Non è un valore assoluto ma sempre relativo a quello di altre strutture. È influenzata dal contenuto di acqua (ecogenicità minore) e di tessuto connettivo, soprattutto denso o fibroso (ecogenicità maggiore).

[Ad esempio il rene lo devo confrontare con la milza, solitamente più ecogena, e con il fegato, solitamente meno ecogeno. Devo confrontare strutture che si trovano alla stessa profondità.]

Struttura anecogena: non produce echi riflessi e si presenta nera rispetto alle zone circostanti (tipico di liquidi fisiologici come la bile, il sangue, l'urina). Spesso le strutture anecogene presentano un artefatto, ovvero una banda iperecogena sottostante (**rinforzo posteriore**).

Struttura ipoecogena: la struttura produce una quantità di echi inferiore a quella delle zone circostanti o delle strutture di confronto, per cui si presenta grigia scura.

Struttura isoecogena: la struttura ha la stessa tonalità di grigio delle zone circostanti o delle strutture di confronto perché produce la stessa quantità di echi riflessi.

Struttura iperecogena: la struttura produce una quantità di echi superiore a quella delle zone circostanti o delle strutture di confronto, per cui si presenta più chiara. Alcune strutture iperecogene possono presentare un artefatto chiamato **ombra acustica posteriore**, ovvero una banda nera sottostante data dal fatto che tutto il fascio incidente viene riflesso e quindi si azzerà la quota residua di fascio trasmesso.

Liquidi: sono buoni conduttori di ultrasuoni, pertanto all'esame ecografico appaiono anecogeni.

Tessuti molli: hanno un'ecogenicità compresa nella fascia dei grigi secondo una scala di gradualità.

Strutture solide (ossa, cartilagini, calcoli): sono zone iperecogene con un cono d'ombra sottostante.

Gas: zona iperecogena seguita da un riverbero

Ecogenicità degli organi:

- Bile, urina
- Midollare renale
- Muscolo
- Corticale renale
- Fegato
- Grasso di deposito
- Milza
- Prostata
- Ilo renale
- Parete dei vasi e grasso strutturale
- Osso, gas, organi di confine

Ecostruttura

È la trama di una data struttura, ovvero come l'insieme di punti luminosi la forma.

Dipende da:

- **Grandezza dei punti:** un organo può avere trama grossolana, media o fine.
- **Distanza tra i punti:** stretta o ampia.
- **Omogeneità:** i punti di un organo dovrebbero essere di grandezza uguale e deve esserci uguale distanza tra di loro.

Artefatti

Sono immagini che non corrispondono alla realtà. Si possono creare per due motivi:

- Caratteristiche della materia e la sua interazione con il fascio di US
- Interpretazione errata della macchina, che può succedere in quanto essa è tarata con una velocità costante e può trovare delle interfacce con velocità diverse

Riverbero. È legato alla presenza di gas e accade quando il fascio di US trova una superficie liscia molto riflettente con gas. Il gas riflette talmente tanto che gli echi continuano ad andare dalla sonda al tessuto e viceversa generando una serie di linee iperecogene parallele che dalla superficie riflettente vanno in profondità. Le linee sono in punti diversi perché non vengono riflesse tutte allo stesso momento: gli ultrasuoni riflettendo più volte giungono in un tempo successivo alla sonda che quindi interpreta questo ritardo come se la struttura fosse più in profondità. I riverberi possono essere esterni o interni. Quelli esterni si verificano se tra la cute e la sonda si trova dell'aria perché c'è poco gel, quelli interni si riferiscono alla presenza di gas o aria all'interno delle strutture dell'animale. Se il gas è molto ridotto o sono presenti piccoli oggetti metallici si verifica l'effetto della **coda di cometa**, in cui le linee iperecogene non sono una sotto l'altra ma formano una scia sottostante all'interfaccia.

Rinforzo posteriore. È un'area iperecogena localizzata distalmente ad una struttura anecogena.

Cono d'ombra posteriore. È una banda anecogena localizzata posteriormente a superfici molto riflettenti.

Effetto specchio. Si genera in condizioni particolari in cui si hanno superfici lisce concave e altamente riflettenti. Una situazione in cui si crea questo effetto è in corrispondenza del diaframma: se la sonda è posizionata sull'addome il diaframma è

concavo, liscio e molto riflettente perché si trova tra i tessuti molli dell'addome e il gas contenuto nei polmoni. Parte del fegato (con la colecisti) si duplica e si vede l'immagine speculare al di là del diaframma, nel torace. Questo si verifica perché il parenchima epatico dà una riflessione diffusa, per cui gli US riflessi da esso vanno al diaframma e tornano alla sonda in un tempo maggiore degli altri, per cui la macchina li interpreta come più profondi.



Esame ecografico dell'apparato gastroenterico nei piccoli animali

Fornisce dettagli superiori rispetto alla radiologia.

- Tecnica d'esame
- Aspetti normali

Tecnica normale

Si utilizzano generalmente sonde lineari e sondeconvex. Quelle settoriali vengono utilizzate solo se le altre sonde non sono disponibili.

Più l'animale ha un addome ridotto si utilizzano le sonde lineari mentre per animali di grossa taglia si utilizzano le convex.

Idealmente l'animale dovrebbe essere a digiuno da 12-24 ore (con acqua disponibile). Somministrazione antimetecorici 4-5 giorni prima (se è presente del gas nell'intestino che ostacola la visualizzazione delle strutture).

Stomaco: viene trattato separatamente rispetto all'intestino per la sua morfologia diversa rispetto a quella dell'intestino.

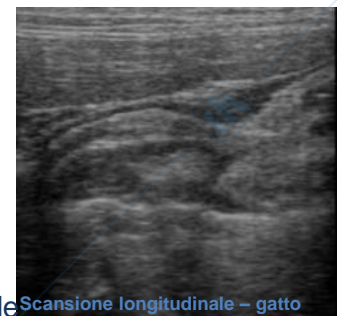
- **Topografia:** dove si trova? Se è nella sua sede normale o se si trova spostato.
- **Morfologia e spessore della parete:** l'ecografia permette di valutare la parete delle strutture.
- **Contenuto luminale:** stomaco vuoto, ripieno di gas, liquido, alimento ...
- **Peristalsi:** tramite l'ecografia si può valutare il movimento peristaltico nell'unità di tempo.
- **Linfonodi regionali:** è possibile valutarli tramite ecografia, non tramite radiografia.

Nello stomaco la topografia tra cane e gatto è differente. Nel gatto quasi tutto lo stomaco è posizionato a sinistra mentre nel cane l'antro pilorico e il piloro sono spostati nell'emiaddome destro.

Di solito lo stomaco viene approcciato con l'animale in decubito dorsale e la sonda viene messa subito dietro l'appendice xifoidea dello sterno.

Scansioni: scansione longitudinale e scansione trasversale. Quando l'apparato gastro enterico è vuoto si riescono a vedere bene tutte le pareti (sia quelle prossimali sia quelle distali). Se c'è del gas invece si distingue solo la parete più prossimale. Nel gatto in scansione longitudinale la sonda comprende una porzione più ampia perché questa struttura nel gatto è più piccola.

Nella scansione trasversa si ruota la sonda di 90° e la visualizzazione della



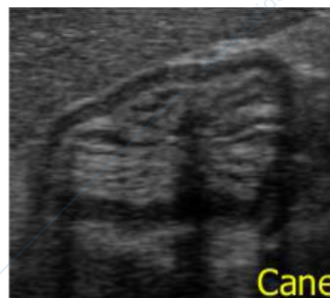
Scansione longitudinale - gatto



ANTRO



PILORO



Cane



Gatto

struttura è meno ampia. Ovviamente le scansioni trasverse possono essere innumerevoli.

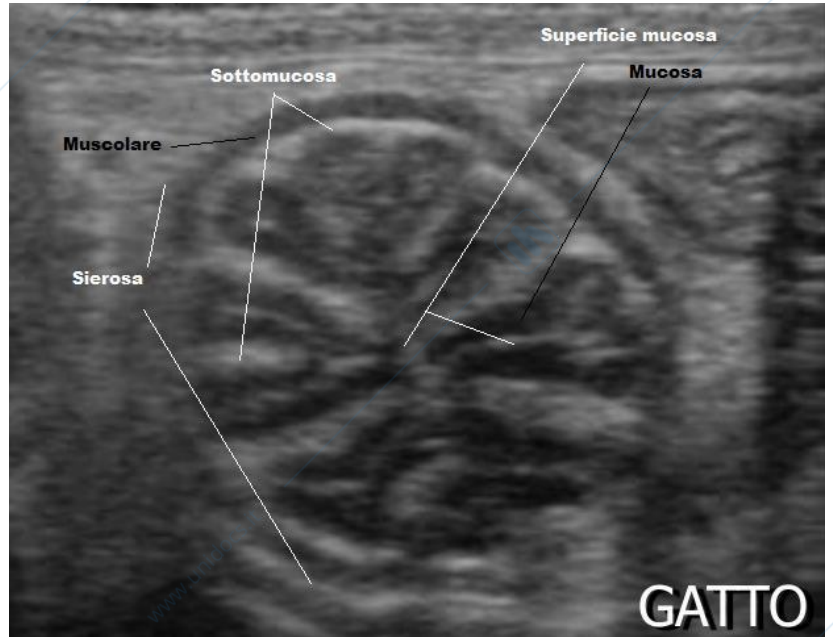
Scansione trasversa del fondo dello stomaco: se lo stomaco è vuoto si vede a livello di fondo una struttura raggrinzita che rappresentano le pliche. Nel gatto soprattutto sono visibili molto bene le pliche del fondo.

Scansione trasversa dell'antro pilorico: a livello di antro e di piloro la plicatura non è più evidente e lo strato muscolare (cerchio nero esterno) è più sviluppato, dato che questa struttura funge da valvola per far passare l'alimento dallo stomaco al duodeno.

52

La parete dell'apparato gastroenterico eco graficamente risulta essere composto da 5 strati:

- **Superficie mucosa:** è una linea iperecogena che deriva dall'interfaccia tra la mucosa e il lume. Sono le linee che separano una plica dall'altra.
- **Mucosa:** corrisponde alle zone nere delle pliche dello stomaco (ipoecogena).
- **Sottomucosa:** linea iperecogena che circonda lo stomaco.
- **Muscolare:** strato nero esterno che circonda le strutture precedenti.
- **Sierosa:** interfaccia tra la sierosa e ciò che sta fuori l'intestino.



Questi strati non corrispondono

esattamente alla classificazione istologica perché il fascio riflesso viene riflesso a livello di interfacce acustiche e non di strato.

In condizioni normali questi cinque strati devono essere sempre presenti. Questi strati possono essere difficili da riconoscere perché si sollevano a formare delle pliche.

È vincolata al grado di distensione dello stomaco stesso. Infatti man mano che lo stomaco si distende le pliche scompaiono, mentre quando lo stomaco è vuoto le pliche sono molto sviluppate. Per questo si utilizzano due misurazioni.

Misura rugale: misurazione di una plica.

Misura inter-rugale: misurazione tra una plica e l'altra.

Lo spessore della parete nel gatto è 2-4 mm mentre nel cane è 3-5 mm.

Contenuto

Lo stomaco può presentare quattro tipi diversi di pattern cioè contenuto:

- **Vuoto:** situazione ideale per l'ecografia. Valutazioni estremamente appropriate e di tutte le strutture.
- **Gas:** la maggior parte degli stomaci contiene in piccola parte del gas. Se il gas è abbondante si distinguono molto poco le strutture.
- **Liquido:** può essere utile perché sono ottimi conduttori di ultrasuoni. In condizioni fisiologiche il liquido nello stomaco non ci deve essere.
- **Alimento:** si ha aspetto tipico di zone ipoecogene. Se l'alimento all'interno dello stomaco è completamente uniforme può assomigliare a un parenchima.

Nella maggior parte dei casi non si trova un pattern unico ma si hanno pattern di tipo misto.

È valutabile rimanendo con la sonda ferma sullo stomaco. Le onde peristaltiche in un animale a digiuno sono di 4-5 al minuto, più elevate quando lo stomaco è pieno. Durante la peristalsi la parete dello stomaco si muove con delle contrazioni. I movimenti che spostano completamente lo stomaco invece sono dovuti all'attività respiratoria e non ai movimenti peristaltici.

Piccolo e grosso intestino

- Topografia
- Morfologia e spessore della parete
- Contenuto luminale
- Peristalsi
- Linfonodi regionali

53

Duodeno

È in corrispondenza dell'emiaddome destro in cui si trova il duodeno discendente. Si posiziona l'animale in decubito sinistro o in decubito dorsale. In ogni caso si appropia dalla parete laterale e alcune volte dagli spazi intercostali se il torace è stretto e profondo. Non è facile riuscire a distinguere il confine tra duodeno e digiuno.

Il duodeno è scansionabile in sezione longitudinale e trasversa. Accolla mento delle mucose quando è vuoto.

Digiuno

È una struttura molto mobile, si scansiona in regione mesogastrica. Il digiuno è una matassa unica con anse molto vicine tra loro. Si può scansionare in decubito laterale destro o sinistro o in decubito dorsale. Ovviamente essendo costituito da varie anse molto vicine tra loro, in un'immagine ecografica se ne possono vedere anche più di una.

Colon e giunzione ileo colica

Si comporta un po' come il duodeno, ha dei punti abbastanza fissi in cui si può identificare. Questi punti sono la **valvola ileo cieco colica** che si trova a destra, all'altezza del rene destro più medialmente. Il colon è poco riconoscibile perché contiene feci e gas. Dopo aver trovato la valvola conviene seguire il colon che si porta affiancato al duodeno discendente. Dopo si porta a sinistra **vicino al rene di sinistra**, tra rene e milza. Si continua a seguire il colon fino alla **vescica**, altro punto fisso in cui si può identificare il colon. Il colon si trova dorsale alla vescica. Valvola ileo colica: dal rene destro ci si sposta medialmente. In scansione trasversa si vede il colon laterale e l'ileo mediale, ileo che possiede una morfologia tipica (a croce).

Stratigrafia

Superficie mucosa, mucosa, sottomucosa, muscolare, sierosa. In condizioni normali tutto l'apparato gastroenterico ha 5 strati ma con proporzioni diverse nei vari tratti intestinali. Nello stomaco sono distribuite sotto forma di pliche, nel duodeno e nel digiuno lo strato più ispessito è quello mucoso

(perché devono avvenire i processi assorbitivi degli alimenti tramite i villi). In corrispondenza dell'ileo la tonaca muscolare è molto sviluppata, perché costituisce una sorta di sfintere. Il colon presenta delle pareti più sottili (ma ad ogni modo sono sempre presenti 5 strati), soprattutto la mucosa perché a questo livello sono molto meno importanti i processi assorbitivi.

La parete del duodeno varia abbastanza a seconda della taglia dell'animale, per cui nei cani molto piccoli è 2-3 mm, nei cani grandi anche 6 mm: in generale però possiede la parete più spessa. L'ileo presenta una parete molto spessa (strato muscolare sviluppato). Il colon invece ha

tutte e 5 le pareti molto sottili, tant'è che spesso sono irriconoscibili (1,6 mm).

Pattern dell'intestino

- **Vuoto:** il colon vuoto quando completamente vuoto si arriccia e tende ad assumere un aspetto particolare (un po' come lo stomaco).
- **Gas:** impedisce la visione corretta delle strutture (artefatti a coda di cometa o riverberi).
- **Liquido:** è comodo per la visualizzazione ma non è un aspetto normale (soprattutto se si trova nel colon).
- **Alimento:** nel piccolo intestino è materiale iperecogeno rispetto all'ansa abbastanza omogeneo, nel caso delle feci questo aspetto può variare.

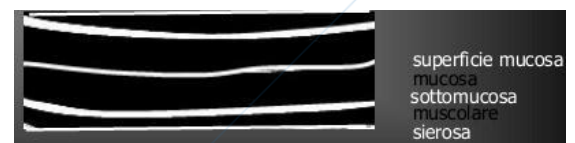
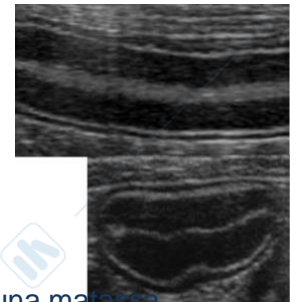
Solitamente si vedono aspetti misti di questi pattern.

Peristalsi

Simili ai movimenti peristaltici dello stomaco

Linfonodi tributari

I linfonodi sono molto piccoli ma sono visibili (non oltre i 4-5 mm). Sono immersi nel grasso e hanno struttura ovoidale, sono ipoecogeni rispetto al grasso circostante. Esistono:



- **Linfonodo gastrico:** piccola curvatura dello stomaco. Non sempre si vede, dipende dalla quantità di gas o di alimento nello stomaco. Ha una forma a virgola e più allungato rispetto agli altri.
- **Linfonodi digiunali:** si trovano dislocati nei mesi che accompagnano le anse intestinali. Anche questi ipoecogeni rispetto al grasso circostante. Non sono fissi come il linfonodo gastrico perché si muovono insieme alle anse digiunali.
- **Linfonodo pancreatico duodenale:** è posto tra il duodeno e il pancreas.
- **Linfonodi colici:** accompagnano il grosso intestino (colon). Un gruppo è in prossimità della valvola ileo colica. Hanno dimensioni di qualche millimetro.



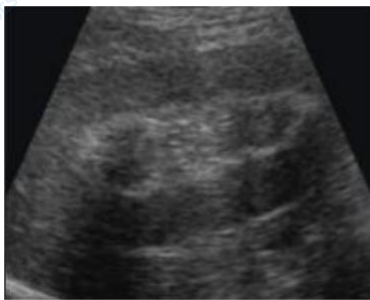
Esame ecografico dell'apparato urinario

Reni

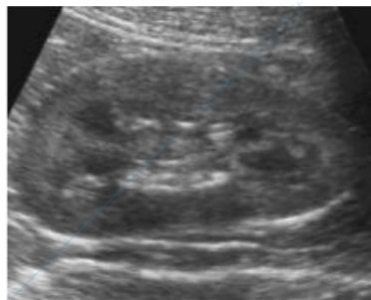
Si utilizzano sonde ad elevata frequenza. L'animale è posizionato in decubito laterale oppure dorsale. Nei gatti molto magri o di determinate razze si possono vedere contemporaneamente entrambi i reni, che comunque non sono situati sotto l'arcata costale. Nei cani, soprattutto quelli con torace stretto e profondo, per il rene destro può servire una scansione intercostale al posto di una ?

Per il rene si utilizza la scansione sagittale, quella trasversa ma anche quella dorsale.

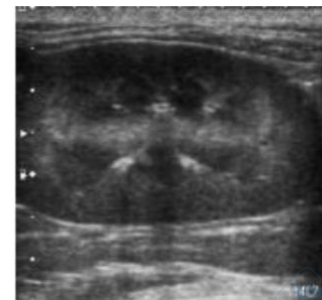
- **Scansione sagittale o longitudinale:** il rene viene scansionato lungo il suo asse maggiore. Le scansioni longitudinali possono essere molteplici e mettono in evidenza la massima lunghezza del rene. Questa scansione mostra l'organizzazione del parenchima renale, con le piramidi meno ecogene della corticale, e la cresta renale che è iperecogena(?).



- Scansione longitudinale a livello di ilo (medialmente)

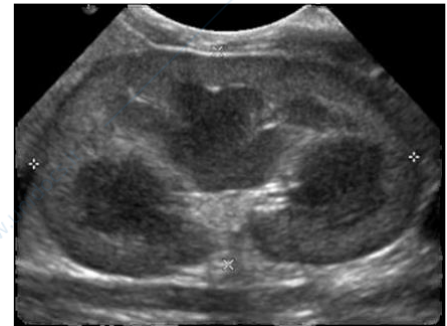


- Scansione longitudinale al centro

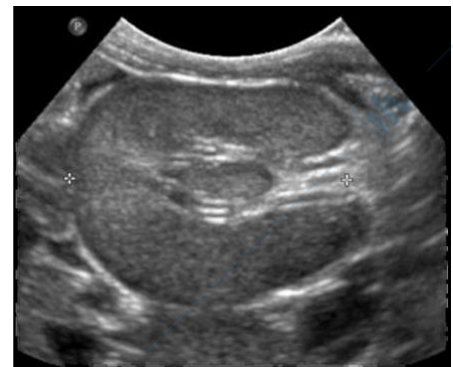


- Scansione longitudinale laterale

- **Scansione dorsale:** taglio come un panino in due metà simmetriche. Il rene si presenta come una struttura ovoidale in cui midollare e corticale si dispongono a "petali di fiore". Con questa scansione si distingue meglio la parte dell'ilo renale: si riescono a vedere il bacinetto renale, l'entrata e uscita dei vasi (arteria e vena renale), la fuoriuscita degli ureteri.



- **Scansione trasversa:** orientata di 90° rispetto alla longitudinale. Anche le scansioni trasverse possono essere molteplici. Solitamente la scansione trasversa più utilizzata è quella che visualizza l'ilo renale. La corticale è iperecogena rispetto alla midollare e in corrispondenza dell'ilo si vede la cresta renale. Il bacinetto renale ha una forma a calice ed è più visibile quanto più è repleto. Vicino all'ilo si vede una struttura iperecogena che è il connettivo di sostegno dell'ilo e del bacinetto renale, e in soggetti anziani, castrati o grassi può esserci del connettivo fibroso



Del rene si valuta:

- **Topografia**
- **Morfologia**
- **Ecogenicità:** si fa un confronto intrarenale, in cui la corticale dev'essere iperecogena rispetto alla midollare, e un confronto tra il rene e altre strutture, in particolare con la milza (rispetto a cui è ipoecogeno) e con il fegato (rispetto a cui è iso- o ipoecogeno).
- **Ecostruttura:** il parenchima renale è omogeneo, a grana fine
- **Dimensioni:** nel gatto la lunghezza dev'essere di 3-4,3 cm, la larghezza di 2-3 cm e l'altezza di 1,8-2,6 cm. Nel cane, poiché c'è molta variabilità tra razze, si rapporta la lunghezza del rene con il calibro dell'aorta (poco prima che stacchi l'arteria renale) e il rapporto dev'essere di 5,5-9,1.

Visualizzazione: in relazione allo stato di replezione. La vescica si trova in cavità pelvica o, nei carnivori, sul pavimento della cavità addominale ma se repleta può spostarsi anche più cranialmente. La vescica repleta inoltre serve come **finestra acustica** per

l'individuazione di strutture adiacenti come colon, utero e linfonodi iliaci. Quindi la vescica repleta mi fornisce un doppio vantaggio: quello di valutarla al meglio e di valutarne anche le pareti e anche di valutare meglio le strutture circostanti.

È abbastanza semplice, ha una topografia abbastanza fissa, può essere posta nella regione pelvica o in regione addominale (ipogastrica). Una struttura di riferimento della vescica è il colon discendente (iperecogeno), che passa dorsalmente alla vescica stessa.

La vescica molto piena può spostarsi cranialmente e venire a contatto con la milza oppure la milza ingrossata può spostarsi caudalmente e venire a contatto con la vescica.

L'utero si trova tra il colon e la vescica (nell'immagine l'utero è poco distinguibile perché l'animale non è in calore).

Scansioni

1. **Scansione sagittale:** molteplici scansioni (più mediali o più laterali).. Classica forma a pera (piriforme) allungata in cui si vedono il polo craniale e collo della vescica (ristringimento).
2. **Scansione trasversale:** molteplici scansioni (più craniali o più caudali). Generalmente possiede una forma più rotondeggiante ed è fisiologico se alcune anse intestinali o altre strutture premono sulla vescica deformandola parzialmente.

La vescica è quindi una struttura piriforme, anecogena e accompagnata dal rinforzo posteriore, presente in tutte le strutture anecogene.

La vescica è dotata di una parete stratificata:

- Sierosa: iperecogena
- Muscolare: ipoecogena
- Sottomucosa: iperecogena

Le pareti della vescica si vedono quando è moderatamente repleta, perché se troppo piena le pareti saranno molto distese e più sottili. La stratigrafia delle pareti si vedrà meglio tramite l'utilizzo di sonde lineari (buona risoluzione).

Lo spessore della parete della vescica è influenzato dal grado di replezione dell'organo e anche al peso dell'animale. I valori sono:

- 2,3 mm per vescica poco distesa
- 1,4 mm per vescica moderatamente distesa in cane di media taglia
- Da 1,3 a 1,7 mm nel gatto

Questi valori comunque non sono assoluti. Quindi se si sospetta che la parete della vescica sia ingrossata è meglio non basarsi su una ecografia di una vescica vuota perché in questo caso la parete raggiunge il suo spessore massimo.

Da ricordare che la vescica deve possedere un contenuto completamente anecogeno, accompagnato dal rinforzo posteriore.

Esame ecografico dell'apparato digerente

Milza

La milza si approccia classicamente a sinistra, in decubito laterale destro o dorsale. Nella sezione trasversa la milza ha una forma triangolare e al centro si vedono i vasi splenici, con ramificazione a Y o a "coda di balena". [Quando il flusso di sangue nei vasi è molto lento si ha l'effetto "smoke", poiché i globuli rossi si impilano e creano delle interfacce acustiche che non sono anecogene.] Nella sezione longitudinale si vede la milza allungata e può non essere compresa in un'unica immagine. Nei soggetti a torace stretto e profondo essa può trovarsi al di sotto delle coste, per cui bisogna approcciare la sua estremità dorsale attraverso il XI-XII spazio intercostale.

Rapporti topografici: la milza è in rapporto cranialmente con il fondo dello stomaco, caudalmente con il rene sinistro, ventralmente con il fegato e poi anche con il colon discendente, il digiuno e il lobo sinistro del pancreas. Solitamente essa non arriva alla vescica, tranne che nel pastore tedesco in cui la milza è fisiologicamente più voluminosa. Nel gatto è meno sviluppata e non sempre arriva alla parete ventrale dell'addome, in ecografia è più piccola, meno triangolare e si vedono meno i vasi. Possono esserci casi in cui l'estremità dorsale si trova sotto l'arco costale e allora mi comporta come nel cane.

Si valutano:

- **Forma:** ha una forma di lingua, una sezione biconvessa e l'estremità ventrale è più ampia.
- **Dimensioni:** variabili. Nel gatto lo spessore in sezione trasversa deve essere di 1 cm, nel cane si valutano i rapporti topografici perché se c'è una splenomegalia la milza si sposta ventro-caudalmente e le estremità diventano arrotondate.
- **Superficie e margini:** la superficie è liscia e regolare, tranne che nella zona dell'ilo vascolare. È avvolta da una capsula iperecogena che si vede bene solo nei punti in cui il fascio di US incide perpendicolarmente ad essa. Nel gatto la parte ventrale è più irregolare.
- **Capsula:** spessa e iperecogena, dipende dalla differenza di impedenza acustica tra il tessuto adiposo e il peritoneo viscerale.
- **Ecogenicità:** si confronta con il fegato, rispetto a cui è iperecogena, e con la corticale del rene, rispetto a cui è iperecogena.
- **Ecostruttura:** grana fine e regolare, interrotto da strutture vascolari (vene spleniche, tributarie del sistema portale).

Fegato

È influenzato molto dal morfotipo e dalle dimensioni del soggetto. Per limitare la presenza di gas nello stomaco l'animale deve essere a digiuno da 12-24 h. Si valuta in decubito dorsale o laterale e si possono effettuare sia la sezione longitudinale sia quella trasversa, per la quale bisogna posizionare la sonda sotto le costole (per alcuni soggetti nello spazio intercostale) e non è detto che sia tutto compreso in un'immagine. Sotto di esso si vede il diaframma, iperecogeno, e possono vedersi i vasi.

Il fegato presenta un lobo laterale destro, un lobo mediale destro, un lobo quadrato (tra questi due c'è la colecisti), un lobo mediale sinistro, un lobo laterale sinistro e un lobo caudato con un processo caudato e un processo papillare. Essi non sono ben riconoscibili in ecografia.

La presenza di grasso non è desiderabile perché crea interfacce acustiche. È visibile il legamento falciforme, che in alcuni casi è ipoecogeno perché nei gatti grassi si depositano nel fegato dei vacuoli lipidici che lo rendono iperecogeno.

Rapporti topografici: il fegato è in rapporto con lo stomaco (a partire dal fondo), con la milza nelle parti ventrali, con il duodeno e con il rene destro.

Si valutano:

- **Forma e dimensioni:** i vari lobi sono ben riconoscibili solo se c'è interposto del liquido. Per le dimensioni si valutano i rapporti topografici con lo stomaco, se il fegato lo oltrapassa è epatomegalico.
- **Superficie:** liscia e regolare.
- **Margini:** assottigliati, se il fegato è epatomegalico sono arrotondati. Inoltre è presente una capsula.
- **Ecogenicità:** si confronta con la corticale renale, rispetto a cui è isoecogeno o leggermente ipoecogeno, e con la milza, rispetto a cui è ipoecogeno.
- **Ecostruttura:** grana grossolana. Si vedono le pareti dei vasi portali come delle linee o dei cerchi iperecogeni, mentre le pareti dei vasi venosi non si vedono.