



UNIVERSITÀ DI PARMA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE MEDICO –
VETERINARIE**

Corso di Laurea Magistrale a ciclo unico in Medicina Veterinaria

**LE OSTRUZIONI INTESTINALI NEL CANE E NEL
GATTO: RADIOGRAFIA E ULTRASONOGRAFIA A
CONFRONTO**

**INTESTINAL OBSTRUCTIONS IN DOGS AND CATS:
COMPARISON OF RADIOGRAPHY AND
ULTRASONOGRAPHY**

Relatore: Chiar.ma Prof.ssa Antonella VOLTA

**Laureanda:
Jessica COLLI**

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

INDICE

ABSTRACT	1
INTRODUZIONE	2
PARTE GENERALE	5
1. Cenni di radiologia	5
1.1 Raggi X e le loro proprietà.....	5
1.2 La produzione dei raggi X	7
1.3 I concetti base per l'esecuzione di una radiografia	9
1.4 Immagini digitali e radiologia digitale	10
2. Cenni di ultrasonografia	12
2.1 Principi fisici degli ultrasuoni	12
2.2 Interazione ultrasuoni-tessuti	14
2.3 Modalità di visualizzazione delle immagini ecografiche.....	14
2.4 Strumentazione e corretta interpretazione dell'immagine.....	16
3. L'intestino normale	20
3.1 Struttura anatomica	20
3.1.1 Intestino tenue	20
3.1.2 Intestino crasso.....	22
3.2 Fisiologia intestinale.....	24
3.2.1 Assorbimento in condizioni fisiologiche.....	25
3.2.2 Pressione intraluminale fisiologica e perfusione intramurale	26
3.3 Aspetto radiografico normale	27
3.3.1 Intestino tenue	27
3.3.2 Intestino crasso.....	29
3.4 Aspetto ecografico normale.....	30
3.4.1 Intestino tenue	31
3.4.2 Intestino crasso.....	32
4. Le ostruzioni intestinali nel cane e nel gatto.....	34
4.1 Sintomi e manifestazione clinica	34
4.2 Le cause di ostruzione intestinale.....	35

4.2.1 Corpi estranei lineari e non lineari.....	37
4.2.2 Intussuscezione	38
4.2.3 Neoplasie intestinali	40
4.2.4 Tricobezoari	40
4.2.5 Megacolon	41
4.2.6 Strangolamento intestinale	41
4.2.7 FIP - <i>Feline Infectious Peritonitis</i>	42
4.3 Aspetti fisiopatologici delle ostruzioni intestinali	42
4.4 Diagnosi	45
4.4.1 Esami ematici.....	46
4.4.2 Diagnosi radiografica	46
4.4.3 Diagnosi ecografica	51
4.5 Trattamento delle ostruzioni intestinali.....	56
5. STUDIO CLINICO	59
5.1 Obiettivi dello studio.....	59
5.2 Materiale e metodi.....	60
5.2.1 Pazienti inclusi nello studio	60
5.2.2 Raccolta dei dati	60
5.2.3 Interpretazione degli studi radiografici	60
5.2.4 Interpretazione degli studi ecografici.....	63
5.2.5 Valutazione dei sintomi clinici e delle alterazioni ematiche	69
5.2.6 Valutazione dei trattamenti eseguiti, della causa di ostruzione ed <i>outcome</i>	70
5.2.7 Analisi statistica	70
5.3 Risultati.....	72
5.3.1 Risultati dell'interpretazione degli esami radiografici.....	72
5.3.2 Risultati dell'interpretazione degli esami ecografici.....	73
5.3.3 Risultati della valutazione della sintomatologia	76
5.3.4 Risultati della valutazione degli esami ematici, dei trattamenti ed <i>outcome</i>	76
5.3.5 Risultati statistici	79
5.4 Discussione	87
Limiti dello studio	92

CONCLUSIONI	93
BIBLIOGRAFIA	94

Abstract

A retrospective study was conducted on dogs and cats affected by intestinal obstruction presented to the Veterinary Teaching Hospital of University of Parma between January 2015 and July 2021.

The aim of the study is to evaluate the correlation between radiography and ultrasonography in order to assess the degree of severity of foreign body intestinal obstruction and to consider different factors that may be predictive for the proper treatment (medical vs surgical).

For the selection of patients, 5 inclusion criteria were established: incoming symptoms and/or blood tests; incoming radiographic evaluation; incoming ultrasonographic evaluation; certain diagnosis of intestinal obstruction and outcome.

Two imaging techniques, radiography and ultrasound were compared, evaluating the different aspects that the single techniques can bring out. This evaluation allowed patients to be classified into three degrees of severity: mild, moderate and high.

In addition, for each patient, the following were evaluated: incoming clinical symptoms, blood tests performed, treatments performed and outcome (healing, postoperative complications, postoperative complications followed by euthanasia and intraoperative euthanasia).

Ultrasonography and radiography had a fair agreement in assessing the degree of severity of intestinal obstruction. Radiographic measurement of intestinal diameter and the ratio between intestinal diameter and body of L5 were significantly correlated with ultrasonographic measurements. Intestinal thickness was the only datum significantly associated to the treatment (medical vs surgical).

Introduzione

Nella pratica quotidiana una delle patologie gastroenteriche che più frequentemente richiede l'ausilio della radiologia e dell'ecografia sono le ostruzioni intestinali nel cane e nel gatto.

Le ostruzioni intestinali sono delle condizioni patologiche tali da impedire la normale progressione delle ingesta e delle secrezioni intestinali in direzione aborale. Possono essere classificate valutando diversi criteri quali tempo di insorgenza, localizzazione e gravità del quadro. La localizzazione consente di distinguere ostruzioni intestinali prossimali (o alte) e distali (o basse); il tempo di insorgenza ostruzioni intestinali acute o croniche; la gravità del quadro ostruzioni intestinali complete o incomplete.

Eziologicamente possono essere causate da diversi fattori, tra cui i più salienti sono: corpi estranei lineari e non lineari; intussuscezioni; neoplasie intraluminali o extraluminali; tricobezoari nel gatto.

Le manifestazioni cliniche sono spesso aspecifiche, comuni a molte altre patologie che prevedono il coinvolgimento del tratto gastroenterico. Possono presentare entità variabile a seconda della localizzazione, del tempo di insorgenza e della gravità dell'occlusione.

Dal punto di vista patogenetico le ostruzioni intestinali esitano in alterazioni molto gravi dell'omeostasi del tratto intestinale coinvolto. La fisiologica attività di assorbimento intestinale viene gravemente compromessa insieme alle fondamentali attività secretorie dell'intestino. Il microcircolo della parete intestinale viene gravemente compromesso fino alla possibilità di sfociare in quadri di necrosi e perforazione con successiva insorgenza di ascite e peritonite.

La diagnosi di certezza di ostruzione intestinale si raggiunge, nella maggior parte dei casi, ricorrendo all'ausilio della diagnostica per immagini. La radiologia, nonostante sia generalmente la prima tecnica di *imaging* utilizzata, consente in alcune circostanze di raggiungere una diagnosi di sospetto richiedendo la valutazione ecografica per ottenere un quadro più completo (Tyrrell e Beck 2006). Pertanto, l'ecografia consente

uno studio più accurato consentendo di valutare parametri non quantificabili radiograficamente: spessore e stratificazione della parete intestinale, attività peristaltica, ostacolo alla progressione del contenuto luminale con osservazione di movimenti a pendolo e osservazione di corpi estranei radiotrasparenti (Gracia, et al. 2011).

L'adeguata diagnosi e la valutazione della gravità del quadro è determinante nella decisione di intraprendere un trattamento conservativo o chirurgico. Il primo può essere scelto in alcuni casi di ostruzioni intestinali da corpi estranei e si basa su un trattamento medico di supporto volto a favorire il transito intestinale, la progressione del corpo estraneo e la sua eliminazione con le feci. Il secondo si basa sulla risoluzione chirurgica del quadro tramite enterotomia o resezione ed anastomosi a seconda dell'entità del danno. (Mattioli e Simonazzi 2014)

Lo studio che ho condotto ha permesso di confrontare gli studi radiografici ed ecografici di pazienti affetti da ostruzione intestinale provenienti dalla casistica interna dell'Ospedale Veterinario Universitario Didattico di Parma valutando le alterazioni radiografiche ed ecografiche più significative. Ho valutato quali aspetti sono valutabili radiograficamente e quali richiedono l'ausilio dell'ultrasonografia, con il fine ultimo di capire in quali circostanze lo studio radiografico ed ecografico è utile per determinare il tipo di trattamento.

PARTE GENERALE

1. Cenni di radiologia

I raggi X, su cui si basa la radiologia, sono stati scoperti nel 1895 dal fisico tedesco Wilhelm Conrad Roentgen. Questa scoperta ha portato ad una svolta importante nella diagnosi e nel trattamento di patologie umane ed animali, tant'è vero che ad oggi rimane una delle tecniche più utilizzate in diagnostica per immagini (Thrall e Widmer 2007).

Lo studio radiografico consente di ottenere un'immagine bidimensionale delle strutture interne del corpo ma, affinché questo avvenga, è necessario conoscere i principi fisici alla base della generazione dell'immagine radiografica stessa (Kealy, McAllister e Graham, The Radiograph 2011).

Ci sono importanti fattori da tenere in considerazione per l'influenza che hanno nel determinare la qualità dell'immagine: corretto posizionamento del paziente, corretti fattori di esposizione, utilizzo delle griglie e ausilio di adeguate tecniche di processazione. Altro concetto fondamentale da mettere in evidenza per distinguere le diverse strutture organiche, è che i raggi X hanno un diverso grado di diffusione a seconda del tipo di materia che devono attraversare. Infatti i materiali densi, come le ossa, impediscono il passaggio delle radiazioni; al contrario materiali meno densi, come i gas, ne consentono la diffusione completa. Tra queste due condizioni limite ci sono strutture con caratteristiche intermedie che consentono a più radiazioni di raggiungere la pellicola radiografica rispetto all'osso ma non quanto consentito dai gas (Kealy, McAllister e Graham, The Radiograph 2011).

Se da una parte la tecnica radiografica è molto preziosa a fini diagnostici, dall'altra parte bisogna sempre avere la consapevolezza che non bisogna eccedere nel suo utilizzo, in quanto è noto che l'interazione dei raggi X con i tessuti genera una ionizzazione che è potenzialmente dannosa (Thrall e Widmer 2007).

1.1 Raggi X e le loro proprietà

I raggi X sono una tipologia di radiazione elettromagnetica che si vengono a creare dall'impatto di un fascio di elettroni in veloce movimento contro un corpo solido.

Le radiazioni elettromagnetiche sono il risultato della combinazione di campi elettrici e campi magnetici che viaggiano insieme e possono essere rappresentate con un modello sinusoidale. L'onda sinusoidale si basa su due parametri correlati che sono la frequenza, espressa in secondi, e la lunghezza d'onda, espressa in metri (Thrall e Widmer 2007). (Fig. 1)

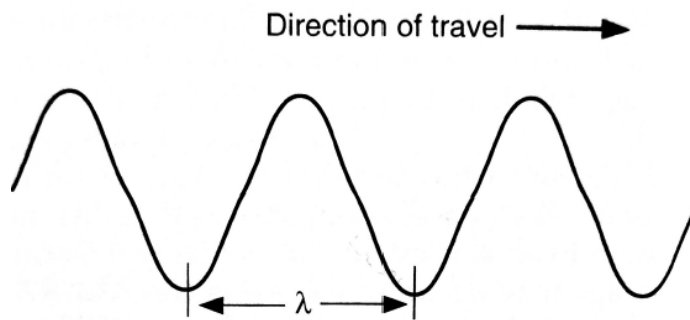


Figura 1: modello sinusoidale delle radiazioni elettromagnetiche. La distanza tra due creste è la lunghezza d'onda (λ). Un'altra caratteristica delle onde è la loro frequenza (f), definita anche come il numero delle onde per unità di tempo. La velocità (c) delle onde è data dal prodotto tra f e λ (Thrall e Widmer 2007).

Il prodotto tra la frequenza e la lunghezza d'onda definisce la velocità delle onde elettromagnetiche o velocità della luce (Thrall e Widmer 2007):

$$Velocità \left(\frac{m}{sec} \right) = frequenza \times lunghezza \ d'onda$$

Un altro parametro strettamente correlato alla lunghezza d'onda, in modo inversamente proporzionale, è l'energia delle onde elettromagnetiche, espressa in *electronvolt* (eV) (Thrall e Widmer 2007):

$$Energia \ (eV) = costante \ di \ Plank \times \frac{velocità \ della \ luce}{lunghezza \ d'onda}$$

Per capire come i raggi X interagiscono con una superficie portando alla formazione di un'immagine, bisogna introdurre il concetto di fotone che viene definito come un fascio di radiazioni elettromagnetiche. Dall'impatto dei raggi X con una superficie

deriva il fenomeno della ionizzazione, processo che si verifica nel momento in cui un fotone espelle un elettrone da un atomo portando alla formazione di una coppia di ioni: un elettrone carico negativamente e un atomo carico positivamente (Thrall e Widmer 2007). (Fig. 2)

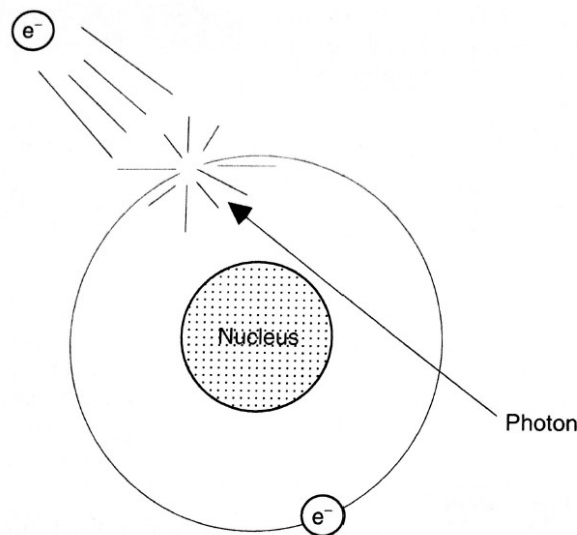


Figura 2: principio di ionizzazione (Thrall e Widmer 2007)

In seguito all'avvenuta ionizzazione, il fotone, in base alla sua energia, può essere assorbito completamente o può interagire con altri atomi e produrre nuove ionizzazioni. Gli elettroni che vengono espulsi in questo processo possono interagire con molecole biologiche come il DNA e creare danni che portano alla morte cellulare.

1.2 La produzione dei raggi X

I raggi X si vengono a creare nel momento in cui gli elettroni ad alta velocità colpiscono un bersaglio di metallo (anodo). L'accelerazione degli elettroni è consentita dal tubo radiogeno in cui si genera una corrente elettrica che viene fatta passare attraverso il catodo (filamento) del tubo stesso, con lo stesso principio per cui la corrente elettrica viene utilizzata per riscaldare il filamento di una lampadina. Il calore consente agli elettroni di evaporare dalla superficie del filamento portando alla formazione, attorno allo stesso, di una nuvola di elettroni. La quantità di elettroni presenti nella nuvola è direttamente proporzionale alla quantità di corrente che passa attraverso il filamento,

la quale è regolata dal **milliamperaggio** (mA) della macchina radiologica (Thrall e Widmer 2007). (Fig. 3)

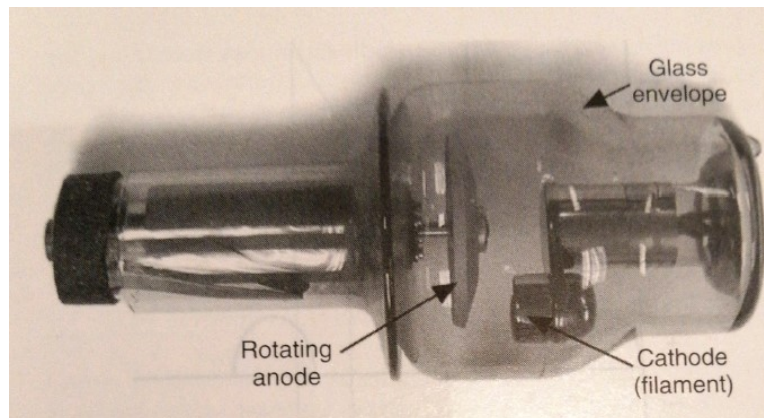


Figura 3: tubo radiogeno.
L'anodo ruota ad alta velocità e dissipa calore. Gli elettroni vengono liberati dal catodo. Il tubo radiogeno è contenuto in un involucro di vetro che impedisce agli elettroni di interagire con le molecole di aria mentre si dirigono verso l'anodo (Thrall e Widmer 2007).

I raggi X vengono prodotti dall'impatto degli elettroni con l'anodo e, siccome gli elettroni prodotti dal catodo sono stazionari, per fare in modo che questo avvenga è necessario applicare un voltaggio differente tra anodo e catodo. Gli elettroni hanno carica negativa e l'anodo dovrà avere carica positiva per poter attrarre a sé gli elettroni. La differenza di voltaggio tra anodo e catodo si ottiene impostando sul radiologico il **kilovoltaggio di picco** (kVp), infatti aumentando il kVp si aumenta la differenza di voltaggio aumentando la velocità con cui gli elettroni colpiscono il catodo.

Il punto focale viene definito come l'area dell'anodo che viene colpita dagli elettroni e quindi l'area in cui vengono prodotti i raggi X. Più è piccolo il punto focale e più il dettaglio dell'immagine radiografica sarà migliore. (Thrall e Widmer 2007)

È importante definire anche il concetto di **milliampere secondi** (mAs) che definisce la quantità di radiazioni prodotte dal tubo radiogeno al secondo:

$$mAs = mA \times tempo \text{ (sec)}$$

In conclusione, il tubo radiogeno genera l'energia elettrica per la produzione dei raggi X e i componenti che lo vanno a formare consentono al radiologo di impostare il

milliamperaggio, il kilovoltaggio e il tempo di esposizione al fine di ottenere un'immagine di buona qualità (Thrall e Widmer 2007).

1.3 I concetti base per l'esecuzione di una radiografia

Durante l'esecuzione di una radiografia il paziente è interposto tra il tubo radiogeno e la pellicola radiografica (Thrall e Widmer 2007).

Lo spettro energetico dei raggi X prodotti dal tubo radiogeno è ampio e, quelli a bassissima energia, verrebbero assorbiti completamente dal paziente non contribuendo alla generazione dell'immagine radiografica ma anzi, peggiorandone la qualità con un effetto "foschia". Al fine di eliminare questi raggi X, inutili ai fini diagnostici, è presente un filtro all'interno del tubo radiogeno con il compito di assorbirli ed impedirne la diffusione. I raggi X a bassa energia che non riescono ad essere trattenuti dal filtro, verranno assorbiti da un'altra struttura nota come collimatore che ha lo scopo di impedirne il raggiungimento del paziente (Thrall e Widmer 2007). (Fig. 4)

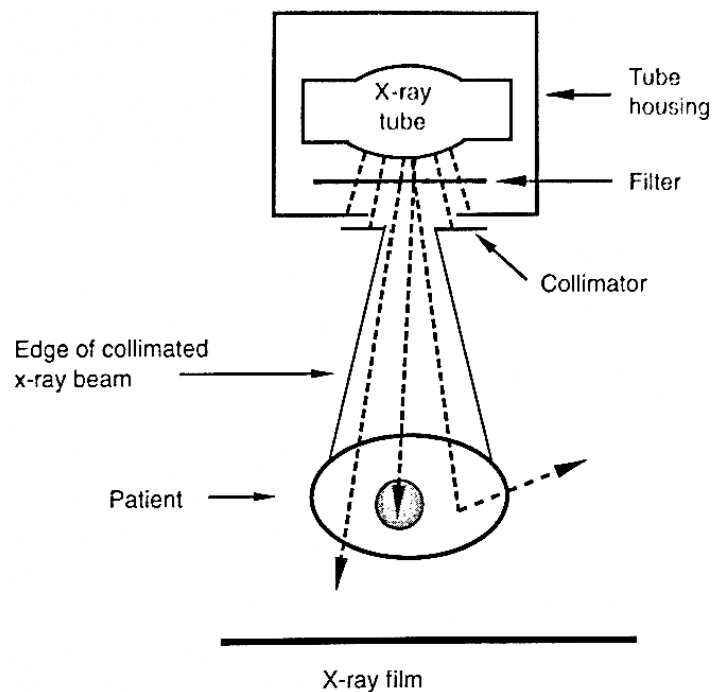


Figura 4: è illustrata la relazione tra il tubo radiogeno, il paziente e la cassetta radiografica. Si nota anche la presenza del filtro e del collimatore, grazie ai quali solo tre fasci raggiungono il paziente. (Thrall e Widmer 2007)

Il filtro e il collimatore sono quindi dei sistemi di protezione in quanto impediscono la diffusione di raggi X che andrebbero solo a peggiorare la qualità dell'immagine radiografica e aumentare l'esposizione alle radiazioni sia del paziente che del radiologo.

1.4 Immagini digitali e radiologia digitale

Un tempo l'immagine radiografica si otteneva dall'esposizione a radiazioni ionizzanti di pellicole contenenti argento e la lettura avveniva grazie a pannelli luminosi; oggi si fa largo impiego di immagini in formato digitale.

Si utilizza il termine "radiologia digitale" per fare riferimento principalmente a due sistemi: Radiologia Computerizzata (CR) e Radiologia Digitale Diretta (DDR) (Armbrust 2007).

La CR è un sistema in cui l'acquisizione dell'immagine radiografica avviene per mezzo di una cassetta contenente la pellicola radiografica e, per poter effettuare la lettura, è necessario un lettore CR che ha il compito di estrarre l'immagine dalla pellicola grazie ad un laser rosso. Durante la scansione gli elettroni ad alta energia che sono stati intrappolati durante l'esposizione alle radiazioni vengono rilasciati ad uno stato energetico minore generando una fosforescenza che viene rilevata da un fotomoltiplicatore presente nel lettore CR. La fosforescenza viene amplificata e convertita in un segnale analogico (elettrico) che, a sua volta, viene convertito in dati digitali (numerici) che verranno trasferiti al computer rendendo visibile l'immagine radiografica sul monitor (Armbrust 2007). (Fig. 5)

La DDR si basa sulla presenza di una pellicola radiografica localizzata direttamente nel tavolo radiografico dotata di rilevatori che possono essere di due tipologie: indiretti e diretti. I rilevatori indiretti convertono l'energia dei raggi X in luce, la quale viene convertita in segnale elettrico; quelli diretti convertono direttamente l'energia dei raggi X in segnale elettrico. Questo sistema consente l'eliminazione delle cassette e richiede il collegamento diretto ad un computer per consentire la diretta digitalizzazione degli

impulsi elettrici e la successiva visualizzazione dell'immagine sul monitor nell'arco di 4-10 secondi (Armbrust 2007). (Fig. 5)

Se si paragona la radiografia diretta con quella su schermo con pellicola si notano molti vantaggi, tra i quali la disponibilità delle immagini in formato elettronico e la loro facile memorizzazione e trasmissione anche su grandi distanze. Tra gli altri vantaggi abbiamo una miglior qualità delle immagini e anche da un punto di vista economico la lettura su monitor abbassa i costi di gestione del reperto radiografico (Neitzel 2005).

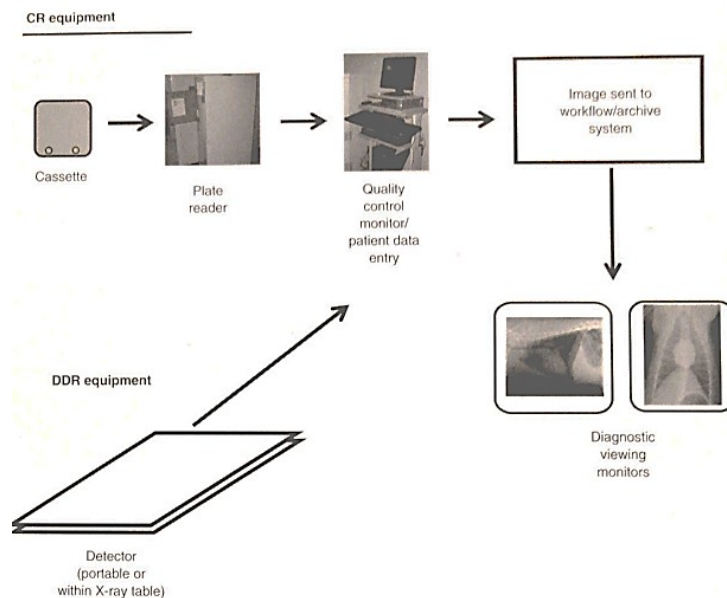


Figura 5: l'attrezzatura per il CR prevede di usare in tubo radiogeno convenzionale e un tavolo con una cassetta. Il lettore è necessario per ottenere l'immagine. Nel sistema DDR dopo l'acquisizione dell'immagine, questa viene visualizzata su un monitor per poter valutare se l'esposizione e il posizionamento del paziente sono corrette (Armbrust 2007).

2. Cenni di ultrasonografia

L'ultrasonografia è una branca della diagnostica per immagini molto preziosa e ormai utilizzata quotidianamente per la valutazione di aspetti patologici della cavità toracica e addominale, delle strutture superficiali e dell'apparato muscolo-scheletrico (Barr e Gaschen 2012).

È una tecnica che si basa sui principi fisici delle onde sonore (ultrasuoni) che, a differenza delle onde elettromagnetiche, non riescono a propagarsi nel vuoto ma necessitano di un mezzo liquido, solido o gassoso per poterlo fare.

Gli ultrasuoni sono delle onde sonore ad elevata frequenza non percepibili dall'orecchio umano. Infatti, la frequenza dei suoni udibili dall'uomo è compresa tra 20Hz e 20.000 Hz, quando hanno una frequenza più bassa si parlerà di infrasuoni, quando sarà più alta si parlerà di ultrasuoni.

Gli ultrasuoni propagandosi nel mezzo creano delle oscillazioni delle particelle che lo compongono le quali, spostandosi, compiono dei movimenti di compressione (avvicinamento) e allontanamento (rarefazione). (Fig. 6)

Quando gli ultrasuoni interagiscono con le strutture corporee creeranno degli echi di ritorno che verranno riflessi verso la sonda ecografica (trasduttore) e porteranno alla visualizzazione dell'immagine ecografica con diverse possibili modalità (Tod Drost 2007) (Gorgas 2012).

2.1 Principi fisici degli ultrasuoni

Le onde sonore vengono descritte da tre parametri frequenza (f), lunghezza d'onda (λ) e ampiezza (A) e sono rappresentate da un piano cartesiano riportante in ascisse il tempo (t) e in ordinate gli spostamenti delle particelle (s) (Gorgas 2012). (Fig. 6)

La frequenza (f) viene definita come il numero di onde sonore al secondo e viene espressa in Hertz (Hz). Può essere anche descritta come unità di cicli al secondo, dove per ciclo si intende la combinazione tra una semionda positiva e una semionda negativa. 1 Hz corrisponde ad 1 ciclo, il quale è dato dalla combinazione di eventi di compressione e rarefazione.

L'ultrasonografia solitamente si basa sull'utilizzo di una frequenza compresa tra 2MHz e 13 MHz (1MHz = 1.000.000 Hz). (Gorgas 2012)

L' ampiezza (A) è definita come la distanza massima percorsa dalla particella del mezzo durante l'oscillazione a partire da una posizione di riposo. In termini più semplici, osservando il piano cartesiano, è la distanza tra l'asse delle ascisse e la cresta dell'onda (Fig. 6).

La lunghezza d'onda (λ) è definita come la distanza tra i picchi di due onde consecutive ed è un valore fondamentale per la risoluzione dell'immagine. Se si conosce la velocità di propagazione di un'onda sonora nel mezzo, la lunghezza d'onda può essere descritta con la seguente formula:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Dove (λ) è la lunghezza d'onda, (c) è la velocità di propagazione dell'onda nel mezzo e (f) è la frequenza.

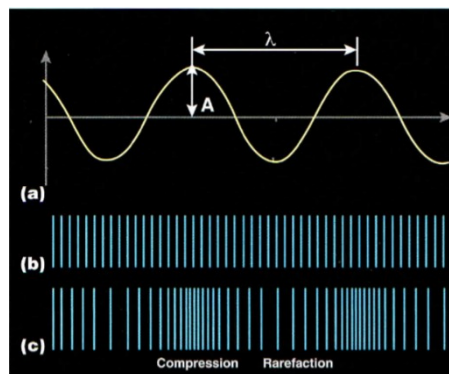


Figura 6: a) le onde sonore sono rappresentate da lunghezza d'onda (λ), frequenza e ampiezza (A).

b) particelle della materia a riposo.

c) le onde sonore causano fenomeni di compressione e rarefazione. (Gorgas 2012)

La velocità di propagazione dell'onda è influenzata dal tipo di mezzo attraversato e, in linea generale, sarà minima nei gas, intermedia nei liquidi e massima nei solidi. Gli organi che vengono attraversati durante l'utilizzo pratico sono paragonabili ad un mezzo semi-fluido in cui la velocità di propagazione è di circa 1540 m/s.

Con una velocità (c) costante la frequenza (f) e la lunghezza d'onda (λ) sono inversamente proporzionali: maggiore è la frequenza, minore sarà la lunghezza d'onda

e maggiore è la capacità di risoluzione a cui consegue una miglior capacità di distinguere elementi molto piccoli disposti sullo stesso piano (Gorgas 2012) (Kealy, McAllister e Graham, The Radiograph 2011) (Tod Drost 2007).

2.2 Interazione ultrasuoni-tessuti

La propagazione delle onde sonore è strettamente correlata al concetto di **impedenza acustica** del mezzo, cioè l'opposizione alla propagazione delle onde sonore da parte del mezzo attraversato che dipende dalle sue proprietà intrinseche. La resistenza alla propagazione degli ultrasuoni viene definita dalla seguente formula:

$$Z = c \times \rho$$

Dove (Z) è l'impedenza acustica, (c) la velocità di propagazione delle onde sonore nel mezzo e (ρ) è la densità della materia attraversata (Gorgas 2012) (Tod Drost 2007).

Le strutture organiche che possono essere attraversate dagli ultrasuoni hanno impedenze acustiche diverse (**interfacce acustiche**) e, in corrispondenza di questa diversità, si viene a manifestare il fenomeno della riflessione.

La riflessione è il fenomeno per il quale quando l'onda sonora colpisce l'interfaccia viene rinvia verso la fonte (sonda ecografica o trasduttore) formando un eco che colpisce i cristalli piezoelettrici all'interno della sonda stessa. Questo è il fenomeno che consente la generazione dell'immagine ecografica, e si viene a manifestare nel momento in cui l'onda sonora diffonde da un tessuto con una determinata impedenza acustica ad un tessuto con impedenza acustica diversa (Gorgas 2012) (Kealy, McAllister e Graham, The Radiograph 2011).

2.3 Modalità di visualizzazione delle immagini ecografiche

Gli echi di ritorno, che si generano nel momento in cui un'onda sonora passa attraverso due strutture con impedenze acustiche diverse, vengono convertite in immagini ecografiche per mezzo di diversi sistemi: *A-mode*, *B-mode* e *M-mode* (Kealy, McAllister e Graham, The Radiograph 2011) (Gorgas 2012). (Fig. 7)

La *A-mode* (*amplitude modulation*) è una rappresentazione unidimensionale secondo la quale le onde sonore riflesse vengono rappresentate sul monitor ecografico come dei picchi. È una tecnica utilizzata in oftalmologia e, nella rappresentazione grafica, sull'asse x viene indicata la profondità di penetrazione e sull'asse y l'ampiezza dell'eco (Kealy, McAllister e Graham, *The Radiograph* 2011) (Gorgas 2012).

Il *B-mode* (*brightness modulation*) è un sistema di visualizzazione in cui i picchi che si avevano nell'*A-mode* vengono sostituiti da punti, la cui intensità luminosa sostituisce l'ampiezza. Pertanto, l'intensità degli echi di ritorno viene rappresentata attraverso una scala di grigi: più è grande l'ampiezza e più è luminoso il punto sull'immagine. Nell'ultrasonografia moderna la rappresentazione *B-mode* è costantemente aggiornata e viene definita come immagine *real-time* (Kealy, McAllister e Graham, *The Radiograph* 2011) (Gorgas 2012).

L'*M-mode* (*motion mode*) è un sistema di visualizzazione che mette in evidenza le strutture in movimento nel tempo. L'eco che deriva dal passaggio di un'onda sonora attraverso una struttura in movimento viene rappresentato sull'asse orizzontale in funzione del tempo. È una tecnica utilizzata soprattutto negli studi cardiologici (Gorgas 2012).

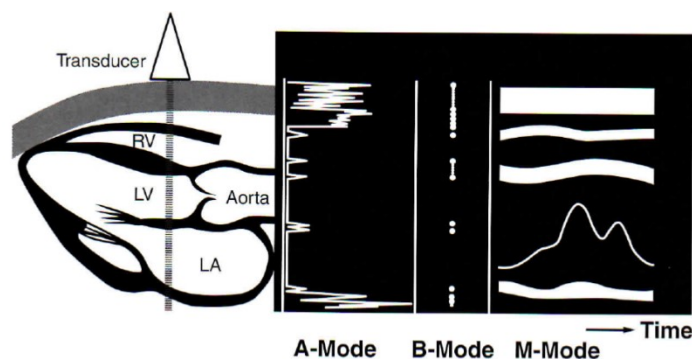


Figura 7: si notano i diversi sistemi di rappresentazione dell'immagine ecografica (A-mode, B-mode, M-mode) usando come esempio il cuore. In immagine: LA= left atrium; LV= left ventricle; RV= right ventricle. (Gorgas 2012)

2.4 Strumentazione e corretta interpretazione dell'immagine

L'ecografo è costituito da tre componenti: monitor, pannello di controllo e trasduttore (sonda ecografica).

Il monitor è l'elemento che garantisce la visualizzazione dell'immagine ecografica e la sua interpretazione successiva. Le immagini ecografiche possono essere rappresentate con una scala di grigi oppure a colori, importanti negli studi vascolari e per distinguere le strutture vascolari da quelle non vascolari. (Smith e Fry 2004)

Il trasduttore (sonda ecografica) è la parte che entra in contatto, da una parte con la superficie corporea del paziente e dall'altra la mano dell'ecografista. È la componente più importante dell'ecografo. È il responsabile della trasmissione degli ultrasuoni nei tessuti e della ricezione degli echi riflessi che verranno poi elaborati dall'unità ecografica per essere tradotti in immagini.

La sonda è costituita da cristalli con proprietà piezoelettriche (conversione degli impulsi elettrici in onde sonore e viceversa) e la loro disposizione, definita come *array*, consente ai diversi tipi di trasduttore di svolgere la loro funzione (Smith e Fry 2004). Abbiamo diverse tipologie di sonde: lineari, convex e settoriali.

Le sonde lineari sono strutturate con cristalli piezoelettrici disposti in linea. Hanno una lunghezza tra 2,5 e 10 cm, con frequenza elevata e un'area di scansione di forma rettangolare. Hanno il vantaggio di consentire un ampio campo visivo e una focalizzazione profonda (Trattelli 2005) (Kircher 2012). (Fig. 8)

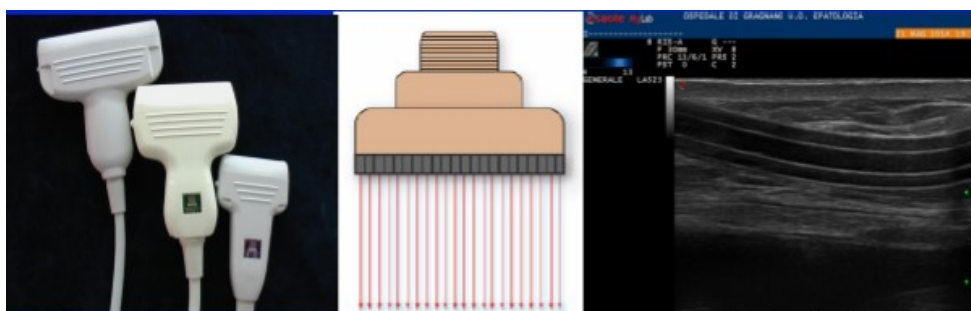


Figura 8: sonde lineari di varie dimensioni. Si nota l'area di scansione rettangolare. (Trattelli 2005)

Le sonde convex (includendo anche le microconvex) hanno una conformazione esterna tale da consentire ai cristalli di essere disposti su un arco di circonferenza. È una sonda che consente un'area di scansione a forma trapezoidale e garantisce una buona ampiezza del campo visivo in profondità (Trattelli 2005) (Kircher 2012). (Fig. 9)

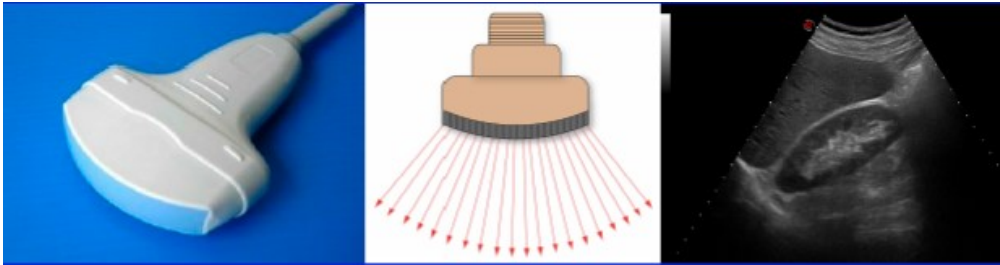


Figura 9: sonda convex. Si nota l'area di scansione trapezoidale. (Trattelli 2005)

Le sonde settoriali (*phased array*) sono comunemente più piccole delle lineari e delle microconvex e sono formate da microcristalli multipli affiancati che vengono attivati con dei piccoli ritardi l'uno dall'altro. Generano un fascio che può essere inclinato in varie direzioni (*steering*) e l'area di scansione è di forma conica (Fig.10) (Trattelli 2005) (Kircher 2012).

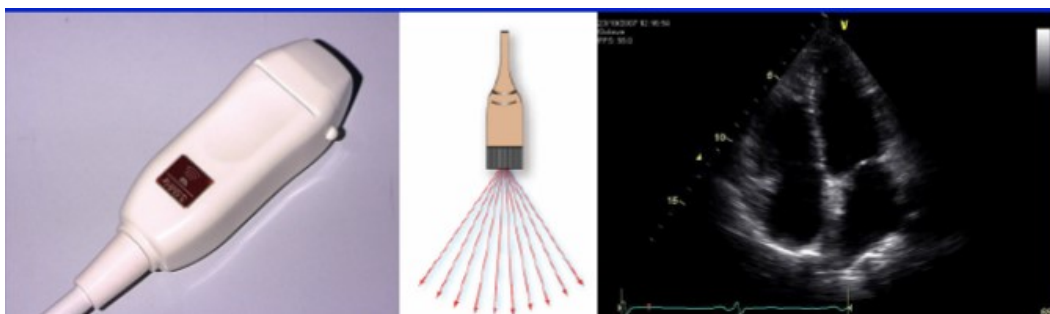


Figura 10: sonda settoriale. Si nota l'area di scansione di forma conica. (Trattelli 2005)

Quando si esegue un'immagine ecografica, acquisisce fondamentale importanza il corretto orientamento dell'immagine garantito dalla presenza di *marker*. Pertanto, sulla sonda sarà presente un *marker* luminoso o in rilievo che corrisponderà ad un *marker* luminoso presente sul monitor.

Inoltre, la parte superiore dell'immagine corrisponderà alla superficie corporea in contatto con la sonda, mentre la parte inferiore dell'immagine corrisponde alle strutture più profonde e quindi più lontane dalla sonda.

Con il paziente in decubito dorsale, osservando le strutture in sezione trasversale, la sinistra del paziente corrisponderà alla parte destra del monitor e, viceversa, la destra del paziente corrisponderà alla parte sinistra del monitor. (Ohlerth 2012)

Due concetti altrettanto importanti per compiere una corretta interpretazione dell'immagine sono l'eco-struttura e l'ecogenicità.

L'eco-struttura fa riferimento alle dimensioni e al distanziamento dei punti che compongono l'immagine ecografica e, sulla base di questa, il parenchima di un organo può essere definito uniforme (omogeneo) o non uniforme (eterogeneo).

L'ecogenicità del parenchima di un organo viene definita dall'intensità (luminosità) della scala di grigi che compongono l'immagine. Questo aspetto sarà in relazione alle caratteristiche strutturali e all'intensità degli archi riflessi. Sulla base di questo una struttura può essere definita anecogena, ipoecogena, iperecogena o isoecogena.

Un elemento anecogeno appare otticamente nero perché nessun eco o pochissimi echi vengono riflessi verso la sonda, è il caso di sangue o fluidi.

Quando si confronta l'ecogenicità tra due strutture, quella ipoecogena è quella più scura mentre quella iperecogena è quella più chiara; se hanno ecogenicità analoga si parla di strutture isoecogene.

In ogni caso, per definire una struttura fisiologica o patologica basandosi sull'ecogenicità, bisogna conoscere i valori fisiologici dei diversi organi (Fig. 11). (Tod Drost 2007) (Ohlerth 2012)

Relative Echogenicity of Commonly Encountered Structures in Order of Decreasing Echogenicity^{8,13}

Bone, gas, organ boundaries
Structural fat, vessel walls
Renal sinus
Prostate
Spleen
Storage fat
Liver
Renal cortex
Muscle
Renal medulla
Bile, urine

Figura 11: sono indicate le più comuni strutture elencate secondo valori di ecogenicità in ordine decrescente (Tod Drost 2007).

3. L'intestino normale

L'intestino è la parte del tratto gastroenterico compreso tra il piloro gastrico e l'ano. Ha una struttura e uno sviluppo variabile in base al regime alimentare della specie ed è possibile distinguere nell'intestino due grandi parti: l'intestino tenue e l'intestino crasso. La giunzione ileocolica è la struttura che delimita il passaggio dall'intestino tenue, prima parte più sottile e relativamente lunga, alla seconda parte del tratto intestinale rappresentata dall'intestino crasso (Barone 2014). (Fig. 12)

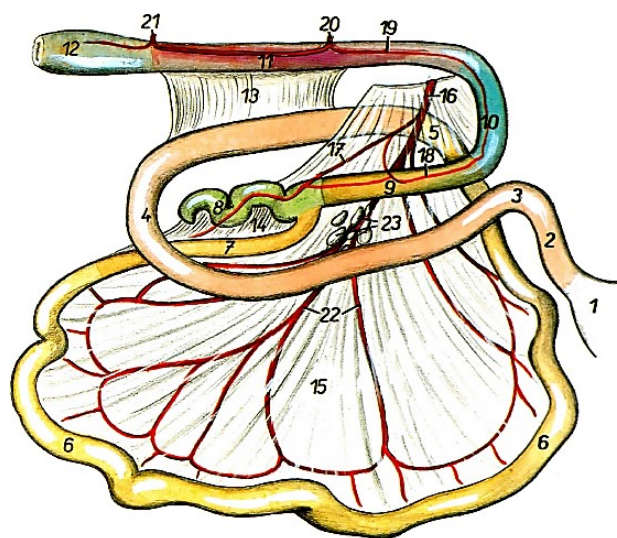


Figura 12: intestino di cane, lato destro – figura schematica: stomaco (1), parte craniale del duodeno (2), curvatura craniale del duodeno (3), flessura caudale del duodeno (4), curvatura duodeno–digiunale (5), digiuno (6), ileo (7), cieco (8), colon ascendente (9), colon trasverso (10), colon discendente (11), retto (12), legamento duodenocolico (13), legamento ileocecale (14), grande mesentere (15), arteria mesenterica craniale (16), arteria ileocolica (17), arteria colica destra (18), arteria colica sinistra (19), arteria mesenterica caudale (20), arteria rettale caudale (21), arterie digiunali (22), linfonodi digiunali (mesenterici) (23). (Popesko 2004)

3.1 Struttura anatomica

3.1.1 Intestino tenue

L'intestino tenue fa seguito al piloro gastrico e si estende fino alla giunzione ileocolica. Occupa la porzione ventrale dell'addome ed è posto caudalmente allo stomaco e al fegato (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011) (Barone 2014).

È composto da tre segmenti in successione: il duodeno, il digiuno e l'ileo. (Fig. 12)

Il duodeno è il primo tratto dell'intestino tenue, l'unico ad avere una posizione fissa grazie alla presenza di un corto mesentere. Ha un calibro leggermente maggiore rispetto al digiuno e all'ileo ed è suddiviso in diverse parti: craniale, discendente, trasversa e ascendente (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011) (Barone 2014). (Fig. 13)

La parte craniale del duodeno è in continuità con il piloro, si porta a destra, per terminare nella curvatura duodenale craniale che si trova approssimativamente a livello delle nona-decima costa. Nel cane la curvatura duodenale craniale è tenuta in sede grazie allo stretto rapporto con il fegato, garantito dal legamento epatoduodenale. Nel gatto la sua posizione differisce da quella del cane, crea un angolo più acuto con il piloro ed è più vicina alla linea mediana.

La parte discendente del duodeno si estende a partire dalla curvatura duodenale craniale e si dirige caudalmente e dorsalmente. Questo tratto termina con la curvatura duodenale caudale a livello della sesta vertebra lombare (L6) (Riedesel 2007) (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011) (Barone 2014).

Si passa poi nella parte trasversa del duodeno che si dirige da destra verso a sinistra. Nei carnivori è talmente breve e poco sviluppata da confondersi con la curvatura duodenale caudale (Barone 2014).

La parte ascendente del duodeno è compresa tra la curvatura duodenale caudale e la curvatura duodeno-digiunale, attraverso la quale si continua nel digiuno. Questo tratto si dirige cranialmente verso lo stomaco, localizzandosi a sinistra della radice mesenterica (Riedesel 2007) (Barone 2014).

Il digiuno e l'ileo non hanno una distinzione netta tra di loro e sono la porzione più estesa dell'intestino tenue. Sono sostenuti da un lungo mesentere, dotati di maggior mobilità e si trovano al centro dell'addome. Occupano lo spazio che viene lasciato libero dagli organi espandibili (stomaco, vescica urinaria), dagli organi solidi (reni, fegato e milza) e dal grasso intraperitoneale. L'ileo termina con la giunzione ileocolica attraverso la quale sfocia nell'intestino crasso (Riedesel 2007) (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011) (Barone 2014).

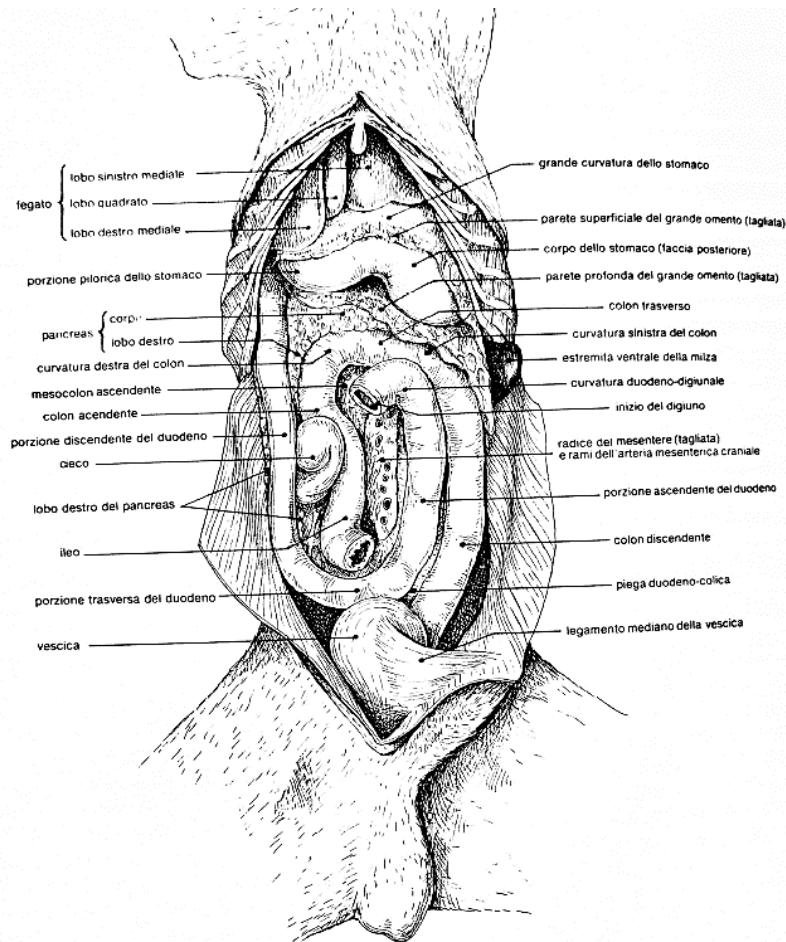


Figura 13: Duodeno e intestino crasso del cane. Veduta ventrale dopo asportazione del digiuno. (Barone 2014)

3.1.2 Intestino crasso

L'intestino crasso fa seguito all'intestino tenue e termina con l'ano. È composto da tre segmenti in successione: il cieco, il colon, e il retto (Barone 2014). (Figg. 12 e 13)

Il cieco è la parte iniziale dell'intestino crasso. È un diverticolo del colon prossimale con il quale risulta essere in comunicazione attraverso la valvola cieco-colica, localizzata approssimativamente all'altezza della terza vertebra lombare (L3), a destra della linea mediana. Nel cane ha una forma spiroide, a cavatappi; nel gatto ha una forma ad uncino (Kealy, McAllister e Graham, The Abdomen 2011).

Il colon, la parte più estesa dell'intestino crasso, fa seguito all'ileo e al cieco e si continua nel retto. È suddiviso in colon ascendente, trasverso e discendente.

Il colon ascendente fa seguito al cieco, e si continua fino alla curvatura colica destra attraverso la quale prosegue nel colon trasverso. Topograficamente decorre a destra della linea mediana ventralmente al rene di destra e prende rapporto con diversi organi: dorsalmente con il lobo destro del pancreas; a destra con il duodeno; a sinistra e ventralmente con il piccolo intestino e cranialmente con lo stomaco. (Fig.14)

Il colon trasverso si estende dalla curvatura colica di destra, si porta da destra verso sinistra, per terminare a livello della curvatura colica di sinistra attraverso la quale si continua nel colon ascendente. È situato cranialmente alla radice mesenterica ed è in rapporto cranio-ventralmente con lo stomaco, cranio-dorsalmente con lobo sinistro del pancreas e caudalmente con il piccolo intestino. (Fig.14)

Il colon discendente, a partire dalla curvatura colica sinistra, si dirige caudalmente per estendersi fino all'ingresso della cavità pelvica. La curvatura colica di sinistra e la porzione prossimale del colon discendente decorrono a sinistra della linea mediana, mentre il tratto distale del colon discendente sulla linea mediana. Dorsalmente è in contatto con i muscoli ileo-psoas; cranialmente con il rene di sinistra e l'uretere sinistro. Medialmente è in rapporto con il duodeno discendente e lateralmente con la milza. Caudalmente è localizzato dorsalmente alla vescica e all'utero (Schwarz e Biery 2007) (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011) (Barone 2014). (Fig. 14)

Il retto è la parte terminale dell'intestino crasso, si estende dall'ingresso della cavità pelvica e termina nel canale anale. È localizzato nella metà dorsale del bacino e ventralmente è in rapporto con la vagina nelle femmine e con la prostata e l'uretra nel maschio (Schwarz e Biery 2007) (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011) (Barone 2014).

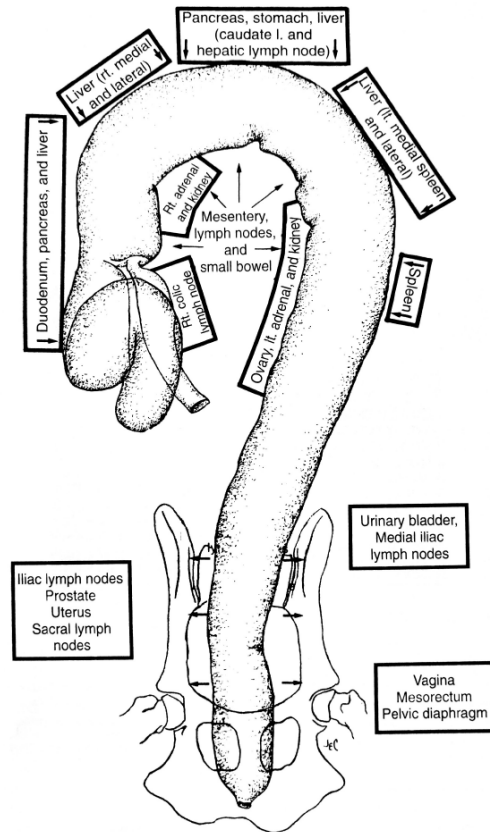


Figura 14: rapporti topografici normali del grande intestino, con proiezione radiografica VD (Schwarz e Biery 2007).

3.2 Fisiologia intestinale

La maggior parte della digestione chimica dei nutrienti e dell'assorbimento si verifica a livello intestinale (Sjaastad, Sand e Hove 2013).

Il piccolo intestino è la sede primaria della digestione, facilitata dalle secrezioni duodenali, pancreatiche e biliari. Le ingesta ricche di carboidrati, lipidi e proteine stimolano la produzione di enzimi. I meccanocettori e i chemocettori stimolano invece la produzione di elettroliti. Le ingesta, insieme agli elettroliti, causano un aumento dell'osmolarità nel lume intestinale provocando un richiamo ed un accumulo passivo di acqua al suo interno (Mullen, et al. 2020).

Le secrezioni pancreatiche e biliari contengono sodio e bicarbonato. Quest'ultimo svolge un compito fondamentale nella neutralizzazione nell'acido cloridrico contenuto nel chimo acido proveniente dallo stomaco. Il bicarbonato, reagendo con gli ioni idrogeno, porta alla formazione di acido carbonico che viene rapidamente convertito,

ad opera dell'enzima anidrasi carbonica, in anidride carbonica e acqua. L'anidride carbonica verrà eliminata con la respirazione; l'acqua rimane nel lume intestinale per essere riassorbita passivamente quando si assisterà alla progressione delle ingesta e alla conseguente riduzione dell'osmolarità intraluminale. L'acqua che si accumula nel lume intestinale favorisce il trasporto dei nutrienti sulla superficie della mucosa dove vengono assorbiti; gli elettroliti consentono un trasporto attivo di monosaccaridi e amminoacidi alla fine del processo digestivo (Mullen, et al. 2020).

L'arrivo delle ingesta nel piccolo intestino stimola anche la produzione di molti ormoni inclusi la secretina, la colecistochinina (CCK), la gastrina e il peptide inibitore gastrico. La loro funzione primaria è stimolare la liberazione di bicarbonato per la neutralizzazione dell'acido cloridrico, al fine di ridurre al minimo l'erosione o l'ulcerazione del tratto gastroenterico. La CCK stimola la contrazione della colecisti e il rilascio di enzimi digestivi quali proteasi, amilasi pancreatica e lipasi pancreatica. I sali biliari, rilasciati dalla cistifellea, hanno un ruolo primario nell'emulsione lipidica intraluminale e nell'assorbimento a livello dei villi intestinali (Mullen, et al. 2020) (Sjaastad, Sand e Hove 2013).

In condizioni fisiologiche esistono diversi meccanismi di difesa per proteggere l'epitelio della mucosa intestinale, le proteine di membrana e le glicoproteine dall'attività delle proteasi, lipasi e amilasi. A tal fine, la mucosa intestinale è rivestita da muco alcalino prodotto dalle ghiandole di *Brunner* del duodeno prossimale. Inoltre, l'altro importante meccanismo di difesa, è rappresentato dal fatto che gli enzimi vengono prodotti come proenzimi (inattivi) e attivati solo a livello luminale ad opera del pH acido o di altri enzimi digestivi (Mullen, et al. 2020).

La digestione si completa nel grosso intestino e, nonostante la mancanza dei villi, l'assorbimento è elevato. Infatti, il secreto della mucosa, consente l'estrazione dei restanti principi nutritivi. Nella parte terminale si accumulano i materiali di scarto che sono periodicamente espulsi con la defecazione (Barone 2014).

3.2.1 Assorbimento in condizioni fisiologiche

La struttura anatomica del piccolo intestino include pieghe, villi e microvilli che sono strutture volte ad aumentare la superficie di assorbimento, mettendo in evidenza il ruolo chiave dell'intestino stesso: fornire nutrimento all'organismo. (Fig. 15)

Mentre il duodeno è il sito di elezione per la secrezione di elettroliti, acqua ed enzimi; il digiuno e l'ileo sono il primo sito di riassorbimento degli elettroliti, dell'acqua e di riciclaggio degli enzimi pancreatici e biliari.

La superficie apicale degli enterociti è provvista di enzimi che completano la digestione dei peptidi e disaccaridi in amminoacidi e monosaccaridi, il cui assorbimento è consentito da proteine transmembrana (Mullen, et al. 2020).

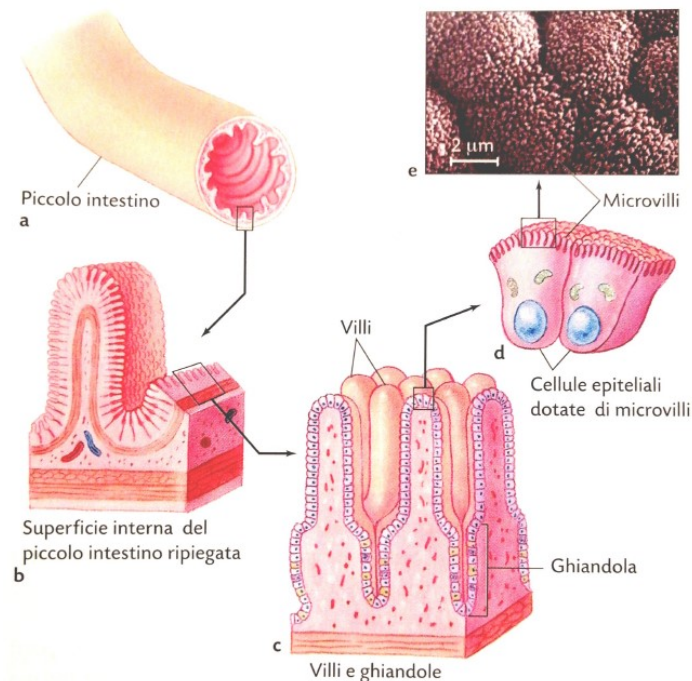


Figura 15: (a-d) aspetti anatomici che contribuiscono ad aumentare la superficie di assorbimento intestinale. (e) microvilli degli enterociti al microscopio elettronico. (Sjaastad, Sand e Hove 2013)

3.2.2 Pressione intraluminale fisiologica e perfusione intramurale

La normale pressione intraluminale del piccolo intestino a riposo va da 2 a 4 mmHg. Durante l'attività peristaltica si ha un aumento della pressione intraluminale che è compresa in un *range* di 15-25 mmHg. Durante l'atto del vomito, questa pressione può raggiungere un picco di 95 mmHg.

Le modificazioni pressorie che si verificano in presenza di ostruzione intestinale saranno alla base del processo patogenetico della patologia (Ellison 2010) (Mullen, et al. 2020).

La presenza di un'adeguata pressione intraluminale è indispensabile per una corretta circolazione arteriosa, venosa e linfatica intramurale. Infatti, lo strato mucoso della parete intestinale è caratterizzato da un'elevata attività metabolica. Necessita, pertanto, di grandi quantità di sangue e ossigeno per poter svolgere le funzioni secretorie e di assorbimento, così come per mantenere un'adeguata produzione di muco, il *turnover* degli enterociti e i meccanismi di difesa immunitaria.

La corretta circolazione linfatica è invece importante in quanto è un elemento fondamentale per l'assorbimento e il trasporto dei grassi (Ellison 2010) (Mullen, et al. 2020).

3.3 Aspetto radiografico normale

La valutazione radiografica dell'addome è una tecnica standardizzata e rapida da eseguire. È uno studio necessario in tutti i pazienti che si presentano con vomito, diarrea, costipazione, ematochezia (presenza di sangue rosso vivo nelle feci) e tenesmo (defecazione dolorosa) (Gaschen e Rodriguez 2012).

La radiografia addominale è quindi un valido aiuto per il clinico nell'emissione della diagnosi e per decidere se sia meglio intervenire con un trattamento medico o un trattamento chirurgico.

D'altro canto, potrebbe essere necessario intervenire con studi radiografici aggiuntivi o ecografici in quanto non tutte le patologie intestinali si manifestano con eclatanti modificazioni radiografiche (Riedesel 2007).

3.3.1 Intestino tenue

Lo studio radiografico dell'intestino tenue consente di analizzare diversi aspetti (segni di *Roentgen*): margini, dimensione, posizione, forma e radiopacità. Al contrario, l'aspetto della mucosa intestinale e l'attività peristaltica, non sono valutabili radiograficamente. Questi ultimi sono valutabili ecograficamente o con studio radiologico contrastografico, approccio che richiede attenzione e non è applicabile in tutte le circostanze (Riedesel 2007).

Per una corretta valutazione addominale, sono necessarie almeno due proiezioni ortogonali: una latero-laterale (LL, con decubito destro o sinistro) e una sagittale (VD o DV) (Riedesel 2007). Ciononostante, nello studio condotto da Sharma A. et al, è

stato dimostrato che l'esecuzione di tre proiezioni (LL destra, LL sinistra e VD) garantiscono una valutazione radiografica dell'addome più accurata (Sharma , et al. 2011).

Nella radiografia addominale l'intestino si distingue dagli altri organi per la presenza di gas e cibo al suo interno, tenendo in considerazione che nel gatto è generalmente presente meno gas rispetto al cane.

Il normale aspetto dell'intestino tenue è ascrivibile ad una struttura tubulare liscia, continua e curvilinea. La posizione dei diversi tratti potrebbe subire leggere modificazioni dovute alla presenza di replezione gastrica, replezione della vescica urinaria o grasso intraperitoneale negli animali obesi. Nonostante questo, è importante ricordare che in alcuni casi la dislocazione del piccolo intestino si può manifestare anche in corso di patologie a carico degli organi adiacenti (Riedesel 2007).

La parete intestinale dovrebbe avere una radiopacità uniforme ai tessuti molli. La sierosa intestinale è meglio apprezzabile in animali che hanno una maggior quantità di grasso intraddominale, in quanto questo farà da contrasto (Riedesel 2007) (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011).

Per poter definire il diametro del piccolo intestino "normale", esistono delle misure specifiche in relazione alla taglia dell'animale. Sono stati studiati due approcci che prendono come punti di riferimento due strutture ossee: la costa e la vertebra lombare. Nel cane, il diametro massimo intestinale (misura da sierosa a sierosa) dovrebbe essere minore del doppio della larghezza di una costa. Basandosi invece sulla quinta vertebra lombare (L5), per essere considerato normale, dovrebbe avere un diametro minore di 1,6 volte l'altezza di L5 (Tyrrell e Beck 2006) (Riedesel 2007) (Finck, et al. 2014).

Nel gatto è meno complicato in quanto, ad eccezione di poche razze, hanno approssimativamente tutte la stessa taglia. Pertanto, si parlerà di intestino fisiologico quando ha un diametro massimo inferiore a 12 mm oppure quando non supera il doppio dell'altezza della parte centrale della quarta vertebra lombare (L4) (Tyrrell e Beck 2006) (Riedesel 2007).

La radiopacità normale dell'intestino tenue è variabile in quanto influenzata dal materiale contenuto nel lume intestinale. Infatti in animali non a digiuno si può riscontrare la presenza di aria, fluido o ingesta di aspetto granulare. L'abitudine di alcuni cani di ingerire materiale non alimentare può causare un'opacità minerale o

metallica; ad esempio la lettiera a base di argilla nel gatto e i sassi nel cane. Viceversa, nel lume intestinale di un animale a digiuno, possiamo avere una piccola quantità di aria ingerita (Riedesel 2007).

3.3.2 Intestino crasso

Il grosso intestino è composto da cieco, colon e retto e comunica con l'esterno attraverso il canale anale. Si evidenzia radiograficamente grazie alla presenza al suo interno di feci e gas, responsabili di un opaco contrasto radiografico.

Il normale contenuto è rappresentato da un *pattern* con bolle di gas fini e uniformemente distribuite che aiutano a distinguere le anse del colon da quelle dal piccolo intestino. Radiograficamente non sono valutabili né lo spessore della parete né l'aspetto della mucosa.

Per ottenere una valutazione completa del grosso intestino è importante includere nella radiografia sia la cavità addominale che la cavità pelvica. (Fig. 16)

Il cieco ha un aspetto radiografico diverso a seconda della specie. Nel cane ha una forma semicircolare, localizzato a destra della linea mediana nell'addome medio. È compartimentalizzato per la presenza della valvola cieco-colica e normalmente contiene una piccola quantità di gas. Nel gatto, in condizioni normali, non è visibile radiograficamente: è corto, senza distinzione della valvola cieco-colica e non contiene gas intraluminale.

Il colon, sia nel cane che nel gatto, appare come una struttura tubulare a parete sottile. I diversi tratti che lo compongono sono facilmente riconoscibili radiograficamente grazie alla loro forma, dimensione e localizzazione. In proiezione LL è posizionato parallelamente alla spina dorsale, nel terzo dorsale dell'addome. In proiezione VD il colon ascendente si trova a destra, il colon discendente a sinistra (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011) (Schwarz e Biery 2007). (Fig. 16)

Capire se il grosso intestino mantiene i normali contatti con i visceri e le strutture circostanti, è di fondamentale importanza in quanto alterazioni in questo senso potrebbero essere associate a quadri patologici. Alcune lievi variazioni di posizione potrebbero essere associate alla quantità di ingesta contenute nell'intestino, alla replezione della vescica urinaria e al grasso addominale negli animali obesi (Schwarz e Biery 2007).

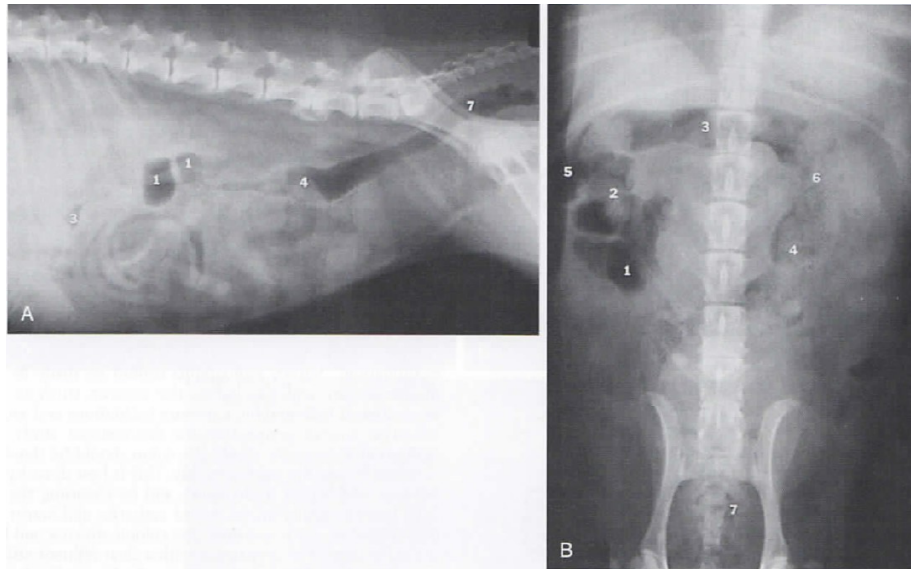


Figura 16: valutazione radiografica di un addome normale di cane. Proiezioni LL (A) e VD (B). Si osservano i tratti del grosso intestino: cieco (1), colon ascendente (2), colon trasverso (3), colon discendente (4), curvatura colica destra (5), curvatura colica sinistra (6), retto (7). Si osserva la presenza di gas e feci in cieco, colon e retto. Nella proiezione VD, si nota il colon discendente spostato a destra per la presenza di replezione vescicale.

3.4 Aspetto ecografico normale

L'ecografia addominale è diventata uno studio fondamentale e complementare alla radiografia addominale per la valutazione delle malattie intestinali. Confrontando le due tecniche di *imaging* emergono i vantaggi dell'ultrasonografia: assenza del rischio biologico alle frequenze utilizzate (1 – 10 MHz); possibilità di valutare la peristalsi intestinale, lo spessore (Tab. 1) e la stratificazione della parete intestinale; possibilità di osservare le strutture adiacenti come linfonodi e peritoneo; capacità di individuare il tipo e l'origine di una lesione (Gracia, et al. 2011) (Sharma , et al. 2011).

Per fare una accurata valutazione della stratigrafia della parete intestinale è necessario utilizzare un trasduttore con una frequenza di almeno 7,5 MHz. La sonda settoriale o la convex, grazie alla più piccola area di contatto è migliore per la finestra intercostale utile nella valutazione del piloro gastrico e del duodeno prossimale nei cani a torace profondo (Riedesel 2007) (Larson e Biller 2009) (Gracia, et al. 2011) (Gaschen e Rodriguez 2012).

Grazie all'esperienza maturata in questo campo della diagnostica per immagini, è stato possibile sostituire, in molte circostanze, l'utilizzo degli studi radiologici contrastografici con un conseguente risparmio di tempo, denaro, esposizione alle radiazioni e stress del paziente (Larson e Biller 2009).

Una grande limitazione di questa tecnica diagnostica è legata al fatto che la presenza di gas intraluminale ostacola la visibilità, in quanto crea un artefatto che non consente di vedere la parete intestinale più distale (Larson e Biller 2009).

3.4.1 Intestino tenue

Il duodeno prossimale si osserva nella parte destra dell'addome. Nel cane è localizzato cranialmente e a destra della cavità addominale, è superficiale e la curvatura duodenale craniale si trova cranialmente alla vescica repleta. Nel gatto il duodeno è più vicino alla linea mediana ed è visibile osservando lo stomaco da sinistra verso destra (Gaschen e Rodriguez 2012). Con sonde ad alta risoluzione la papilla duodenale può essere visibile soprattutto nei gatti ed avrà un *range* di larghezza di 2,9 – 5,5 mm e un'altezza media di 4 mm in sezione trasversa (Riedesel 2007).

La parete duodenale, come la restante parte dell'intestino tenue, è strutturata in cinque strati che andando dal lume intestinale verso la superficie esterna sono: il lume, la mucosa (porzione normalmente più spessa), la sottomucosa, la tonaca muscolare e la sierosa. L'interfaccia mucosa-lume, visibile centralmente, risulta essere iperecogena. Perifericamente a questa, si osserva una zona ipoecogena corrispondente alla mucosa, seguita dalla sottomucosa che risulta essere iperecogena. Continuando in periferia c'è un sottile strato muscolare ipoecogeno, seguito da uno strato iperecogeno rappresentato dalla sierosa. (Fig. 17)

Lo spessore della parete intestinale di tutti i tratti viene misurato a partire dall'interfaccia più interna della mucosa fino alla parte esterna della sierosa. Varia leggermente in base alla taglia dell'animale e i valori normali sono riportati in Tabella 1. (Gaschen e Rodriguez 2012) (Griffin 2019) (Riedesel 2007) (Larson e Biller 2009)

Il digiuno può essere distinto dal duodeno, ileo e colon per la localizzazione, lo spessore della parete intestinale e la comunicazione con i segmenti intestinali adiacenti. La parete intestinale è meno spessa se confrontata con quella del duodeno ed i valori normali, relazionati al peso dell'animale sono i seguenti: cani fino a 20 kg ≤

4,1 mm; tra i 20 e 39,9 kg \leq 4,4 mm; sopra ai 40 kg \leq 4,7 mm (Gaschen e Rodriguez 2012).

L'ileo si distingue dal digiuno per uno spesso strato sottomucoso iperecogeno e un prominente strato muscolare ipoecogeno. In sezione trasversale ha l'aspetto di una ruota di carro ed è facilmente riconoscibile grazie alla comunicazione con la giunzione ileocecale, costantemente visibile nel gatto. È localizzato medialmente al rene di destra, in prossimità della curvatura duodenale caudale ed adiacente ai linfonodi colici (Larson e Biller 2009) (Griffin 2019).

Un aspetto molto importante che l'esame ecografico del piccolo intestino ci consente di valutare è l'attività peristaltica. Quando normale, conta da 1 a 3 onde peristaltiche al minuto in base al tempo trascorso dall'ultima assunzione di cibo (Riedesel 2007) (Gaschen e Rodriguez 2012).

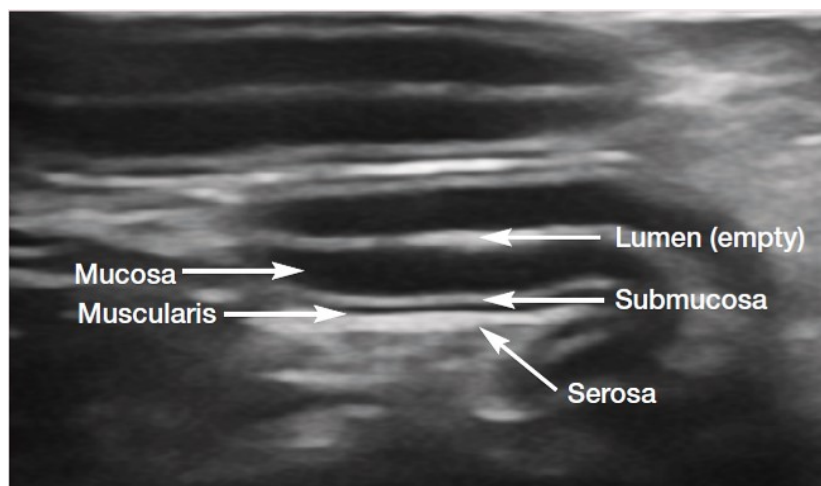


Figura 17: immagine ecografica di un'ansa digiunale, si possono osservare i cinque strati che compongono la parete intestinale: il lume, la mucosa, la sottomucosa, la muscolare e la sierosa (Griffin 2019).

3.4.2 Intestino crasso

La valutazione ecografica del cieco e del colon segue gli stessi principi del piccolo intestino, è però un po' limitata dalla natura riflettente delle feci e del gas contenuti al suo interno. L'intestino crasso ha una parete più sottile se confrontato con l'intestino

tenue ed è particolarmente difficile distinguere in modo netto i cinque strati che compongono la parete stessa. Inoltre, la peristalsi di questo tratto intestinale non è osservabile ecograficamente in condizioni fisiologiche (Schwarz e Biery 2007) (Griffin 2019).

Il cieco e il colon ascendente vengono individuati più facilmente partendo dall'osservazione dell'ileo. Il colon trasverso giace caudalmente allo stomaco e, seguendo caudalmente il decorso intestinale, si arriva al colon discendente. Quest'ultimo è localizzato dorsalmente alla vescica dove appare come una struttura con parete pluristratificata e con un'ombreggiatura iperecogena emanata dal gas contenuto al suo interno (Larson e Biller 2009). Nelle femmine è importante distinguere il colon dal corpo uterino o moncone uterino delle femmine sterilizzate. In tal caso, l'utero è distinguibile per le dimensioni più piccole, la mancanza di stratificazione parietale, la presenza della biforcazione delle corna uterine e normalmente non contiene materiale riflettente (Gaschen e Rodriguez 2012) (Schwarz e Biery 2007). La porzione distale del colon discendente si osserva all'ingresso della cavità pelvica della parete addominale sinistra, dove è situato molto superficialmente (Gaschen e Rodriguez 2012).

Il colon è accompagnato dai linfonodi colici localizzati nel mesocolon adiacente. I linfonodi colici destri si trovano in prossimità della giunzione ileocolica e sono delle strutture ovali con ecogenicità omogenea. I linfonodi colici medi e sinistri sono adiacenti rispettivamente al colon trasverso e discendente, sono visibili solo quando manifestano segni di anormalità. Infatti, quando aumentati di volume, con forma anomala e ipoecogeni sono indicativi di patologie infiammatorie, infettive o neoplastiche (Schwarz e Biery 2007).

Range of normal gastric and intestinal segment wall thicknesses		
GI Segment	Canine (mm)	Feline (mm)
Stomach	3–5	1.1–3.6
Duodenum	2–6	1.3–3.8
Jejunum	2–4.7	1.5–3.6
Ileum		2.5–3.2
Colon		1.1–2.5

Tabella 1: valori normali dello spessore della parete dei diversi tratti gastrointestinali (Larson e Biller 2009).

4. Le ostruzioni intestinali nel cane e nel gatto

L'ostruzione intestinale è una delle condizioni più frequenti che colpisce il tratto gastroenterico di cani e gatti. Si manifesta con un impedimento della normale progressione delle ingesta o delle secrezioni intestinali in direzione aborale (Ellison 2010) (Gracia, et al. 2011).

Può essere classificata in base a diversi criteri quali la sede, il tempo di insorgenza, la localizzazione e la gravità. Sulla base di questi aspetti, si può parlare rispettivamente di ostruzione intestinale prossimale o distale; acuta o cronica; intraluminale o extraluminale; parziale o completa (Ellison 2010) (Raponi s.d.).

Facendo riferimento alla gravità, quando parliamo di ostruzione intestinale completa si osserva un'obliterazione totale del lume che causa una mancata progressione di fluido o gas contenuti al suo interno. Al contrario, nell'ostruzione intestinale incompleta o parziale, il passaggio di liquidi e gas è consentito seppur in modo molto limitato.

Per quanto riguarda la sede, si parla di ostruzione intestinale alta quando c'è il coinvolgimento del duodeno o del digiuno prossimale; media quando è localizzata nel digiuno medio; bassa quando sono interessati il digiuno distale, l'ileo, la giunzione ileocecale o l'intestino crasso (Ellison 2010).

4.1 Sintomi e manifestazione clinica

I sintomi di ostruzione intestinale sono generalmente vaghi e aspecifici e possono essere presenti anche in corso di altre patologie gastroenteriche (Gracia, et al. 2011). L'esordio della sintomatologia e la gravità della stessa, sono influenzate da diversi aspetti: ostruzione acuta o cronica, localizzazione prossimale o distale e ostruzione completa o incompleta.

I sintomi clinici che possono essere presenti includono vomito, diarrea, costipazione, tenesmo (defecazione dolorosa), ematochezia (sangue rosso vivo nelle feci), anoressia e perdita di peso (MacPhail 2002) (Cave 2013) (Hobday, et al. 2014).

Le occlusioni intestinali prossimali e complete provocano manifestazioni cliniche più acute e gravi, con sintomo dominante il vomito. Questo porta ad una maggior probabilità di disidratazione grave, algia addominale, squilibri idro-elettrici fino a sfociare in una condizione di shock. Spesso il vomito non risponde alla terapia medica e la valutazione del suo aspetto può aiutare a capire la localizzazione dell'ostruzione.

La causa principale di mortalità per occlusione dell'intestino tenue prossimale non trattato correttamente, è la grave e rapida ipovolemia che porta a morte gli animali nell'arco di 3 – 4 giorni (Mattioli e Simonazzi 2014) (Raponi s.d.).

Le ostruzioni a carico di digiuno distale, ileo o valvola ileocolica e quelle incomplete si manifestano con una sintomatologia subdola con anoressia intermittente, letargia, depressione meno marcata e vomito occasionale che può durare diversi giorni o settimane. Questa manifestazione clinica è, nella maggior parte dei casi, associata a quadri di maldigestione e malassorbimento. Gli animali andranno incontro ad una progressiva perdita di peso ma, se hanno a disposizione acqua, possono sopravvivere anche per più di tre settimane. La perdita di fluidi e la tossiemia correlata all'incontrollata proliferazione batterica, sono le due cause di morte più frequenti in corso di ostruzione intestinale distale (Mattioli e Simonazzi 2014).

La diarrea è una manifestazione clinica meno frequente in corso di ostruzioni intestinali acute e complete, ma potrebbe essere un segno clinico importante in corso di occlusioni intestinali croniche e parziali del piccolo intestino. In alcuni casi acuti potrebbe manifestarsi come diarrea emorragica mentre in corso di intussuscezione ileocolica si ha generalmente la presenza di ematochezia (Cave 2013).

4.2 Le cause di ostruzione intestinale

Le cause di ostruzione intestinale meccanica possono essere suddivise in 3 categorie: ostruzioni meccaniche intraluminali, intramurali ed extramurali (Ellison 2010). (Figura 18)

Le ostruzioni meccaniche intraluminali sono la categoria più frequente nei piccoli animali e possono includere corpi estranei lineari o non lineari e masse intestinali polipoidi.

I corpi estranei vengono ingeriti e passando attraverso tratti di diametro maggiore quali apertura orofaringea, esofago e stomaco, arrivano nel piccolo intestino dove il lume si riduce e provocano un'ostruzione intraluminale.

Corpi estranei non lineari di grande dimensione causano generalmente un'ostruzione intraluminale completa. Al contrario, in presenza di masse polipoidi o corpi estranei lineari, si osserva un'ostruzione incompleta (Ellison 2010).

Le ostruzioni meccaniche intramurali sono spesso causate da neoplasie della parete intestinale o da granulomi fungini. L'adenocarcinoma, il leiomioma, il leiomiomasarcoma, il fibrosarcoma e il linfosarcoma sono neoplasie che invadono la tonaca muscolare della parete intestinale. Oltre a compromettere il diametro luminale, riducono anche la flessibilità della porzione di parete intestinale coinvolta.

Un'altra possibile causa di ostruzione intestinale intramurale è la presenza di granulomi causati dalle alghe della specie *Pythium*. L'organismo, infatti, risponde alla loro presenza con un ispessimento e una fibrosi della parete intestinale che interferisce con la normale funzione di assorbimento.

Entrambe queste condizioni, le neoplasie e i granulomi fungini, tendono a causare delle occlusioni intestinali incomplete con manifestazioni cliniche subdole e ad insorgenza tardiva (Ellison 2010).

Le ostruzioni meccaniche extramurali vedono come cause masse addominali, strangolamenti o la presenza di adesioni che avvolgono esternamente l'ansa intestinale. Le adesioni sono generalmente una conseguenza di interventi chirurgici addominali.

La compressione extramurale potrebbe essere causata da ascessi pancreatici o neoplasie oppure potrebbe essere dovuta alla traslocazione di anse intestinali in porzioni di mesentere o attraverso ernie diaframmatica, inguinale o femorale (Ellison 2010).

Si può quindi affermare che le cause di ostruzione intestinale sono molteplici ed includono: corpi estranei lineari e non lineari, intussuscezione, neoplasie, tricobezoari, megacolon, strangolamento delle anse intestinali, stenosi, aderenze e FIP (*Feline Infectious Peritonitis*) (Tyrrell e Beck 2006) (Gracia, et al. 2011).

Nonostante le cause siano molto numerose, secondo lo studio condotto da Gracia et al. nel 2011, i gatti sarebbero più suscettibili ai corpi estranei lineari e alle neoplasie mentre i cani ai corpi estranei non lineari e ad intussuscezione (Gracia, et al. 2011).

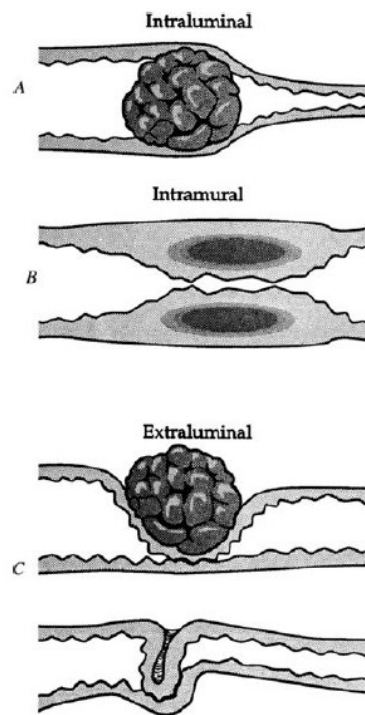


Figura 18: tipi di ostruzione meccanica. Intraluminale (A); intramurale (B); extramurale (C) da massa o aderenza. (Ellison 2010)

4.2.1 Corpi estranei lineari e non lineari

L'ostruzione intestinale da corpi estranei può colpire animali di qualunque età o razza ma, per motivi comportamentali, sono sempre più predisposti cani e gatti giovani (Cave 2013).

I corpi estranei lineari colpiscono con maggior frequenza i gatti mentre quelli non lineari colpiscono maggiormente i cani, in cui rappresentano circa l'80% delle cause di ostruzione intestinale (MacPhail 2002) (Mattioli e Simonazzi 2014) (Mullen, et al. 2020).

I corpi estranei possono essere tra i più disparati: quelli non lineari includono pietre, plastica, tessuti, calzini, monete, oggetti di gomma, giocattoli, ossa, pannocchie, nocciole, aghi, ami e tappi di bottiglie; quelli lineari comprendono lacci, elastici, nylon e corde (Gracia, et al. 2011) (Mattioli e Simonazzi 2014).

Le conseguenze dei corpi estranei dipendono dalla dimensione e dalla forma degli stessi. Pertanto, i piccoli corpi estranei a superficie liscia possono passare senza gravi conseguenze; i corpi estranei irregolari o lineari possono causare danni più gravi e un'ostruzione incompleta; i corpi estranei di grandi dimensioni causano spesso un'ostruzione completa (Tyrrell e Beck 2006) (Mullen, et al. 2020).

Si possono localizzare in tutti i punti del tratto gastroenterico, ma il tratto più colpito è il digiuno in quanto anatomicamente ha cranialmente un diametro maggiore per poi restringersi progressivamente fino ad arrivare all'ileo (Mattioli e Simonazzi 2014) (Mullen, et al. 2020).

Il corpo estraneo lineare quando viene ingerito si ancora alla base della lingua (nel gatto) o a livello del piloro (nel cane) e con la peristalsi intestinale avanza all'interno dell'intestino. Questo processo porterà all'arricciamento delle anse intestinali che molto spesso esita in un'ostruzione parziale e raramente completa. A lungo andare può lacerare la mucosa intestinale del versante mesenterico, fino ad esitare in una perforazione con conseguente insorgenza di peritonite settica. In questo caso la palpazione addominale è spesso dolorosa ed è possibile percepire un impacchettamento intestinale che deve essere messo in diagnosi differenziale con una massa addominale (Bebchuk 2002) (MacPhail 2002). La maggior dolorabilità intestinale degli animali con corpi estranei lineari, rispetto a quelli con corpi estranei non lineari, sembra essere dovuta ad una maggior probabilità di comparsa di necrosi, perforazione intestinale e successiva peritonite (Hobday, et al. 2014).

Secondo lo studio condotto da Hobday et al. su 499 cani, emerge un eccellente tasso di sopravvivenza dopo la diagnosi di corpo estraneo gastrointestinale (96%) senza particolari differenze tra cani con corpi estranei non lineari e corpi estranei lineari. Nonostante questo è necessario ricordare che, nel secondo caso, la maggior frequenza di necrosi, perforazione intestinale e di peritonite porta ad un allungamento dei tempi chirurgici, della degenza ospedaliera e un aumento dei costi (Hobday, et al. 2014).

4.2.2 Intussuscezione

L'intussuscezione è un'invaginazione di una porzione di intestino definita *intussusceptum*, nel lume del segmento intestinale adiacente definito intussuscipiente

(Figura 19). Nella maggior parte dei casi si verifica seguendo la direzione delle contrazioni peristaltiche ma, occasionalmente, potrebbe avvenire anche nella direzione opposta (Patsikas, Papazoglou e Paraskevas 2019).

È un evento poco frequente nel gatto mentre nel cane tende ad avere una frequenza maggiore. I cuccioli hanno un'incidenza molto più alta, senza un'apparente predisposizione di sesso.

È una condizione patologica che può essere idiopatica (di cui non si conosce la causa) oppure si può manifestare secondariamente ad anomalie della peristalsi intestinale come in presenza di parassitosi intestinali, corpi estranei lineari, enteriti e chirurgie addominali recenti (Lewis e Ellison 1987) (Patsikas, Papazoglou e Paraskevas 2019). Si può manifestare in tutti i tratti dell'apparato gastroenterico ma la localizzazione ileocolica è quella più frequente. Può causare un'ostruzione completa o parziale e i segni clinici sono aspecifici con anoressia, perdita di peso e disidratazione. Il sospetto di intussuscezione sorge alla palpazione addominale durante la quale si potrebbe percepire la presenza di una massa tubulare addominale che deve essere distinta da feci, neoplasie o corpi estranei (MacPhail 2002) (Patsikas, Papazoglou e Paraskevas 2019).

La diagnostica per immagini è fondamentale per confermare il sospetto diagnostico e la tecnica migliore è rappresentata dall'ultrasonografia nella quale l'intussuscezione ha un aspetto patognomonico e ci consente di valutarne anche la gravità (Gracia, et al. 2011).

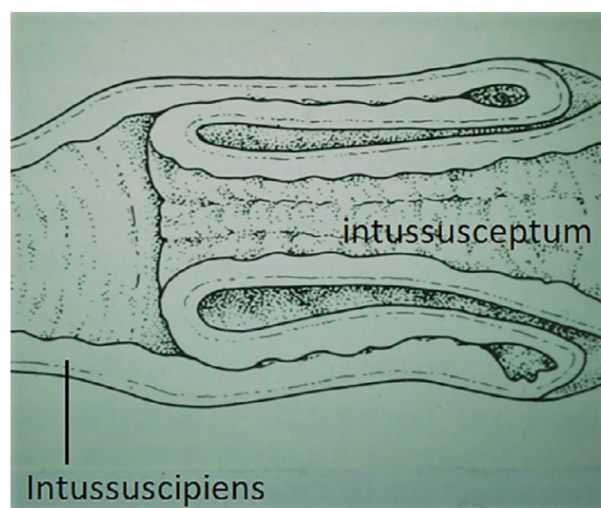


Figura 19: rappresentazione schematica della morfologia dell'intussuscezione (Patsikas, Papazoglou e Paraskevas 2019).

4.2.3 Neoplasie intestinali

Le neoplasie intestinali non sono tra le cause più frequenti di ostruzione intestinale meccanica ma è importante ricordarle in quanto, a seconda della loro estensione, possono esitare in un'ostruzione intestinale parziale o completa.

Colpiscono più frequentemente l'intestino tenue rispetto all'intestino crasso (Kealy , McAllister e Graham, *The Abdomen* 2011).

Possiamo avere delle neoplasie maligne o benigne: quelle maligne comprendono più frequentemente l'adenocarcinoma, il linfosarcoma e il leiomioma; quelle benigne includono polipi adenomatosi benigni e il leiomioma (Riedesel 2007).

I segni clinici sono subdoli ma persistenti e cambiano leggermente a seconda del tratto intestinale coinvolto. Con l'interessamento del piccolo intestino si osserva prevalentemente perdita di peso, inappetenza, vomito, diarrea ed ascite (raccolta di versamento nella cavità addominale); sintomi quali sangue nelle feci, tenesmo, costipazione o diarrea sono comunemente presenti con il coinvolgimento del grande intestino (Kealy , McAllister e Graham, *The Abdomen* 2011).

Le forme più comuni sono l'adenocarcinoma e il linfosarcoma e le ostruzioni intestinali si verificano più frequentemente con il primo. Infatti, l'adenocarcinoma è focale e si sviluppa creando un anello tissutale attorno all'ansa intestinale colpita; il linfosarcoma tende invece ad essere multifocale coinvolgendo lunghi tratti intestinali (MacPhail 2002) (Larson e Biller 2009).

4.2.4 Tricobezoari

I tricobezoari sono delle palle di pelo che possono essere causa di ostruzione intestinale esclusivamente nel gatto. In condizioni fisiologiche, l'ingestione di pelo in seguito a grooming è normale e passa attraverso il tratto gastroenterico o viene vomitato senza creare problemi.

Se abbiamo patologie sottostanti quali ridotta motilità intestinale, problematiche dermatologiche o grooming incontrollato si ha un eccessivo accumulo di pelo che può sfociare in ostruzione intestinale. Tra i fattori predisponenti allo sviluppo di questo quadro patologico abbiamo: gatti a pelo lungo, dermatite allergica da pulci, problemi dermatologici e IBD (*Inflammatory Bowel Disease*).

In presenza di tricobezoari, alla palpazione addominale durante la visita clinica, è possibile percepire la presenza di masse che potrebbero essere confuse con

neoplasie e con le quali devono essere messe in diagnosi differenziale (MacPhail 2002).

4.2.5 Megacolon

Il megacolon idiopatico è una condizione più frequente nel gatto ed è caratterizzato da una grave dilatazione del colon a causa di una costipazione cronica o ostruzione. È una condizione che si potrebbe venire a manifestare secondariamente ad un'ostruzione meccanica per una stenosi del canale pelvico o per delle anomalie neurologiche a carico dei nervi sacrali.

L'eziologia è sconosciuta ma tra le ipotesi, quelle più sostenute includono anomalie neurologiche o disfunzioni della muscolatura liscia (MacPhail 2002) (Riedesel 2007).

I soggetti che vengono colpiti sono generalmente gatti che hanno una storia clinica di costipazione che si manifesta con dischezia o tenesmo, anoressia, vomito e perdita di peso. Alla palpazione dell'addome si evidenzia la presenza di una distensione addominale con la presenza di feci molto dure. La palpazione rettale alla visita clinica è importante per poter escludere eventuali stenosi rettali, fratture pelviche e masse.

È necessario poi confermare la diagnosi con indagini radiologiche che consentono anche di comprendere la gravità della distensione del colon (MacPhail 2002) (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011).

4.2.6 Strangolamento intestinale

Lo strangolamento intestinale è una condizione che si viene a manifestare con la perdita dell'integrità vascolare della parete intestinale. Le cause più comuni che possono essere alla base di questo processo sono: volvolo intestinale, tromboembolismo arterioso del mesentere, intussuscezione e strangolamento di un'ansa intestinale in ernie diaframmatiche, inguinali o addominali.

Se lo strangolamento dell'ansa intestinale coinvolgesse vasi mesenterici potrebbe manifestarsi con una devitalizzazione di un tratto intestinale piuttosto lungo. Quest'ultimo è un quadro patologico che deve essere gestito come una emergenza medica e chirurgica in quanto in seguito alla devitalizzazione della parete intestinale l'ipovolemia e lo shock settico portano a morte l'animale in un lasso di tempo piuttosto rapido (Ellison 2010).

4.2.7 FIP - *Feline Infectious Peritonitis*

La FIP è una patologia infettiva felina sostenuta dal Coronavirus felino (FCoV) ed è tipicamente caratterizzata dalla presenza di versamenti sierosi ricchi di proteine e/o lesioni piogranulomatose a carico di diversi organi. A seconda delle manifestazioni cliniche e dalle lesioni che si osservano, è possibile fare una distinzione tra la forma umida o non parenchimatosa e la forma secca o parenchimatosa (Kipar e Meli 2014). Nella forma secca o parenchimatosa si sviluppano dei piogranulomi multifocali molto consistenti che si estendono attraverso la parete intestinale. In questo caso le lesioni possono essere palpabili alla visita clinica, sono generalmente localizzati a livello della giunzione ileocolica o del colon e possono essere causa di ostruzione intestinale nel gatto (MacPhail 2002).

4.3 Aspetti fisiopatologici delle ostruzioni intestinali

L'ostruzione intestinale completa si manifesta con un accumulo di gas e fluidi a monte dell'ostruzione, esitando nella dilatazione del tratto intestinale coinvolto. Il gas accumulato è costituito da un 72% di aria ingerita e dal 28% da quello che viene prodotto dall'organismo. I fluidi che si accumulano sono invece rappresentati sia da quelli ingeriti ma anche dalle secrezioni prodotte dal tratto intestinale prossimale all'ostruzione (Ellison 2010).

Quando un corpo estraneo si trova nel lume intestinale, provoca uno stiramento persistente della parete che determina l'attivazione dei neuroni afferenti del sistema nervoso intrinseco ed estrinseco dell'apparato gastroenterico. In seguito a questa stimolazione, i neuroni efferenti generano segnali paracrini e mediano il rilascio di acetilcolina che esita in un aumento dell'attività secretoria della mucosa intestinale e del plesso mioenterico. Inoltre, l'arrivo del chimo acido dallo stomaco, stimola il rilascio a livello duodenale degli enzimi digestivi contenuti nelle secrezioni pancreatiche e biliari.

Il corpo estraneo, che non viene digerito dagli enzimi digestivi, continua ad esercitare pressione sulla parete intestinale impedendo la normale progressione delle ingesta (Mullen, et al. 2020).

Nel tratto intestinale a monte dell'ostruzione si assiste ad un aumento dell'attività peristaltica, seguito da periodi di quiescenza di durata variabile. Il tratto a valle della stessa invece presenta un'attività peristaltica ridotta (Ellison 2010).

L'accumulo di grandi quantità di liquido ed elettroliti all'interno del lume intestinale e il vomito persistente, indotto dalla stimolazione vagale del centro del vomito, impediscono il recupero dei fluidi persi. Questo può esitare in una rapida disidratazione, ipovolemia (riduzione del volume di sangue circolante) e shock ipovolemico.

Di fronte a questa situazione si assiste ad un ridotto ritorno di sangue al cuore con ipotensione, riduzione della gittata cardiaca e una conseguente minor perfusione degli organi vitali. Si assiste così all'attivazione del sistema nervoso simpatico (SNS) che riduce la produzione di secrezioni intestinali. Questo è sicuramente vantaggioso perché riduce la rapidità con cui si sviluppa la distensione addominale ma, allo stesso tempo, è dannoso per il mantenimento dell'integrità della mucosa intestinale. Infatti, il SNS riduce la produzione di muco alcalino da parte delle ghiandole di *Brunner* e, di conseguenza, la mucosa è esposta all'azione dell'acido cloridrico e degli enzimi proteolitici che distruggono le *tight junctions* che normalmente impediscono ai batteri di penetrare nella mucosa. Si assiste anche ad una compromissione del microcircolo intestinale che provoca una riduzione del *turn-over* delle cellule epiteliali della mucosa con conseguente ottundimento dei villi intestinali (Mullen, et al. 2020).

La funzione di assorbimento dell'intestino viene gravemente compromessa in corso di ostruzione intestinale da numerosi fattori. L'impedimento della progressione delle ingesta e la degradazione dell'integrità dei villi esita in un accumulo di soluti nel lume intestinale che determina un aumento dell'osmolarità. Un altro fattore che interferisce con l'attività di assorbimento intestinale è la congestione venosa e linfatica della parete intestinale (Ellison 2010).

I soluti che si accumulano nel lume intestinale sono un ottimo substrato per la crescita e la proliferazione batterica con un aumento delle enterotossine prodotte. Questo è un aspetto dannoso in quanto, in condizioni normali, la popolazione batterica cresce in direzione aborale con un progressivo aumento dei batteri gram -, batteri anaerobi, tossine batteriche e una riduzione dei batteri gram +. Pertanto, un'ostruzione distale è associata ad una maggior morbilità e mortalità rispetto ad una prossimale (Mullen, et

al. 2020). In condizioni normali i batteri e le tossine prodotte non sono in grado di attraversare la barriera mucosale ma, in condizioni patologiche, si ha un aumento della permeabilità e una conseguente migrazione dei batteri e delle loro tossine nel circolo sistemico o in cavità peritoneale. Questa traslocazione batterica determina un'attivazione della risposta immunitaria inizialmente locale e poi sistemica. Si assiste alla produzione di mediatori infiammatori anche da parte di organi diversi dall'intestino, con conseguente disfunzione microvascolare che sfocia nella comparsa di disfunzioni multiorgano (MODS) (Ellison 2010) (Mattioli e Simonazzi 2014) (Mullen, et al. 2020).

Questi eventi fisiopatologici esitano in un aumento della pressione intraluminale che dopo 3 giorni dall'ostruzione completa è approssimativamente di 44 mmHg. Questo influisce sulla circolazione parietale, infatti con valori di 20 mmHg il trasporto di ossigeno da parte del microcircolo comincia a diminuire. Valori superiori di 40 mmHg causano una compromissione talmente grave da determinare la comparsa di aree ischemiche che, a partire dalla mucosa, si estendono progressivamente alla sottomucosa, muscolare e sierosa intestinale. Quando la pressione intraluminale supera i 50 mmHg si assiste al collasso delle venule con una compromissione del drenaggio venoso senza compromissione dell'apporto arterioso. Si verifica anche un aumento della pressione capillare che determina la comparsa di edema con un ulteriore aumento della pressione intraluminale. Mentre una parte di questo edema defluisce nel lume intestinale, l'aumento della pressione al suo interno favorisce il deflusso del fluido in cavità addominale determinando la comparsa di ascite.

La compromissione del circolo arterioso non si verifica fino a quando la pressione intraluminale non supera gli 80 mmHg. È una condizione che si manifesta molto raramente in seguito alla distensione addominale per la raccolta di gas e liquidi, motivo per cui spesso la necrosi della parete intestinale a tutto spessore è limitata alla sede in cui si trova il corpo estraneo. Le aree necrotiche assumono una colorazione nero – grigio – verde, con peristalsi e pulsazione arteriosa assenti e con parete estremamente sottile.

In queste condizioni la parete intestinale può andare facilmente incontro a perforazione, conseguenza devastante dell'ostruzione intestinale. Infatti in seguito a perforazione intestinale si ha la comparsa di peritonite settica (Ellison 2010) (Mullen, et al. 2020).

4.4 Diagnosi

Il sospetto di ostruzione intestinale è giustificato di fronte ad animali con esordio acuto di vomito, anoressia, dolore addominale e/o segnalazione in anamnesi di ingestione di materiale non alimentare (Mullen, et al. 2020).

Il punto di partenza per una corretta diagnosi è la raccolta dell'anamnesi, l'età e il segnalamento del soggetto in quanto alcune razze sono più esposte al rischio ed i soggetti giovani sono maggiormente predisposti ad ingerire corpi estranei. Anche l'ambiente in cui vive il paziente è importante in quanto la presenza di alberi da frutto, di neonati o bambini sono fattori di rischio per ingestione rispettivamente di noccioli di frutta e giocattoli di plastica. Anche l'anamnesi farmacologica fornisce informazioni importanti in quanto alcune cause di ostruzioni parziali possono rispondere bene alla somministrazione di farmaci.

La visita clinica è essenziale per valutare la presenza di atteggiamenti antalgici e lo stato del sensorio. Inoltre, la palpazione addominale consente di valutare la presenza di dolore addominale, masse intestinali, impacchettamenti intestinali, ascite e distensione addominale. Nel gatto, oltre alla palpazione addominale, è sempre necessario valutare il cavo orale ed ispezionare sotto la lingua, per poter escludere la possibile presenza di un corpo estraneo lineare (Mattioli e Simonazzi 2014) (Raponi s.d.).

Per raggiungere una diagnosi corretta è molto importante eseguire gli esami emocromocitometrico e il profilo biochimico insieme ad indagini adeguate di diagnostica per immagini. Infatti, nonostante sia lo studio radiografico che ecografico siano utili nella diagnosi di ostruzione meccanica, il secondo risulta avere un'accuratezza maggiore. L'equivocità delle radiografie addominali risiede nel fatto che non si riescono a mettere in evidenza le lesioni provocate dall'ostruzione stessa. A sostegno di questo, nello studio condotto da Sharma et al., la radiografia ha consentito di raggiungere una diagnosi definitiva di ostruzione intestinale nel 52% dei pazienti mentre l'ecografia nel 96% (Sharma , et al. 2011).

4.4.1 Esami ematici

Il vomito profuso, l'alterata capacità di assorbimento della mucosa intestinale e le anomalie secretorie in presenza di ostruzione intestinale si traducono in squilibri elettrolitici e acido-base (Boag, et al. 2005).

Gli esami ematici non sono molto utili a fini diagnostici ma sono fondamentali a scopo terapeutico per valutare la gravità della disidratazione e degli squilibri acido-base. Sono inoltre utili per capire la durata, la localizzazione dell'ostruzione e la presenza di peritonite.

Dal momento in cui l'ostruzione intestinale acuta determina una flogosi marcata e una perdita di liquidi con il vomito profuso, l'esame emocromocitometrico evidenzia spesso una marcata leucocitosi con *left shift* della formula di Arneith e aumento dell'ematocrito (Raponi s.d.).

In questi soggetti si assiste anche ad un'alterazione anche del profilo biochimico. In presenza di ostruzione intestinale alta le secrezioni gastriche ricche di acido cloridrico e potassio vengono sequestrate nel lume intestinale. Questa ipersecrezione, associata alle alterazioni di assorbimento e alla presenza di vomito, esita in una massiva perdita di questi elementi. Questo si traduce in un profilo biochimico con ipocloremia, ipokaliemia e alcalosi metabolica (Boag, et al. 2005) (Mullen, et al. 2020).

Le ostruzioni intestinali distali sono spesso associate ad acidosi metabolica, iponatremia, ipocloremia e iperkaliemia. Questo quadro è giustificato dall'alterata attività di assorbimento e dal sequestro di bicarbonato presente nelle secrezioni pancreatiche e biliari (Mullen, et al. 2020).

Nello studio condotto da Boag et al. emerge che nel 40,5% dei casi di ostruzione intestinale è presente un aumento dei lattati. Questa alterazione potrebbe manifestarsi in seguito all'ipoperfusione sistemica secondaria all'ipovolemia dovuta alla disidratazione marcata, oppure potrebbe anche essere un indice di ischemia intestinale (Boag, et al. 2005) (Ellison 2010).

4.4.2 Diagnosi radiografica

La diagnosi di ostruzione intestinale può essere confermata o sospettata radiograficamente. Nonostante questo due studi, condotti rispettivamente da Tyrrell & Beck nel 2006 e Sharma et al. nel 2011, hanno riportato una maggior accuratezza dell'ultrasonografia nella diagnosi di certezza di questi quadri patologici (Tyrrell e Beck 2006) (Sharma , et al. 2011) (Finck, et al. 2014).

I segni radiografici solitamente associati ad occlusione intestinale sono: dilatazione segmentale del piccolo intestino con accumulo di fluido o gas a monte dell'ostruzione (Fig. 20); anomala posizione delle anse intestinali; evidenziazione di un eventuale corpo estraneo o neoformazione (Sharma , et al. 2011) (Miles , et al. 2021). Il segno di *Roentgen* presente in questi casi può variare a seconda del tratto intestinale interessato, della durata e della localizzazione dell'ostruzione stessa (Tyrrell e Beck 2006).

La diagnosi radiografica di ostruzione, basata sull'osservazione della dilatazione intestinale, ha una bassa specificità e sensibilità. Infatti, solo il 45-55% dei soggetti con ostruzione intestinale presentano anse dilatate (Mullen, et al. 2020). L'assenza di dilatazione è spesso presente in caso di vomito e, può essere difficile da evidenziare, anche nei pazienti che hanno perso dettaglio sieroso secondariamente a condizioni patologiche come peritonite o versamento peritoneale. In ogni caso, il grado di distensione è solitamente maggiore in corso di ostruzione intestinale distale rispetto a quella prossimale (Tyrrell e Beck 2006) (Mullen, et al. 2020).

Un altro ostacolo nell'identificazione radiologica di un'ostruzione intestinale è la potenziale mancanza di dilatazione in presenza di un corpo estraneo lineare. In questo caso il corpo estraneo, ancorandosi alla base della lingua o al piloro, provoca una disposizione plicata delle anse intestinali con un pattern gassoso anormale ma non necessariamente con dilatazione. Pertanto i corpi estranei lineari, difficilmente osservabili radiograficamente, sono facilmente diagnosticabili ecograficamente (Miles , et al. 2021).

La grande diversità delle dimensioni corporee tra cani di razze diverse, si traduce in un'elevata variabilità del diametro intestinale normale o *borderline*. Al fine di ovviare a questa disparità, per valutare il grado di dilatazione intestinale, viene preso in considerazione il rapporto tra il diametro massimo intestinale (SI_{max}) e l'altezza del corpo della vertebra lombare. Il *range* del rapporto tra SI_{max} e L5, per poter sospettare con un'alta probabilità la presenza di ostruzione, è di 2,4 – 2,8 (Finck, et al. 2014) (Mullen, et al. 2020).

Nello studio condotta da Finck et al. (Tabella 2) sono stati presi in considerazione anche altri parametri per poter capire radiograficamente la presenza di ostruzione meccanica nel cane: SI_{min} (diametro intestinale minimo escludendo le aree con peristalsi) e SI_{ave} (diametro medio di due anse intestinali). Partendo da questo

presupposto, la radiologia addominale può essere di aiuto per diagnosticare la presenza di ostruzione intestinale seguendo quanto riportato in tabella:

	Improbabile che siano ostruiti, possono essere mandati a casa con trattamento medico e valutati per altre problematiche	Molto probabile che siano ostruiti e vengono mandati direttamente in chirurgia se l'ecografia non è disponibile o se viene rifiutata
SI_{max}/L5	≤ 1,4	≥ 2,4
SI_{max}/SI_{min}	≤ 2	≥ 3,4
SI_{max}/SI_{ave}	≤ 1,3	≥ 1,9

Tabella 2: sono indicati i valori di riferimento, secondo lo studio condotto da Finck et al. nel 2014 per definire radiograficamente se la dilatazione intestinale è fonte di sospetto di ostruzione meccanica (Finck, et al. 2014).

I cani con valori intermedi rispetto a quelli indicati, devono essere valutati con altri metodi più accurati come radiografie seriali, studi contrastografici o ultrasonografia. (Finck, et al. 2014).

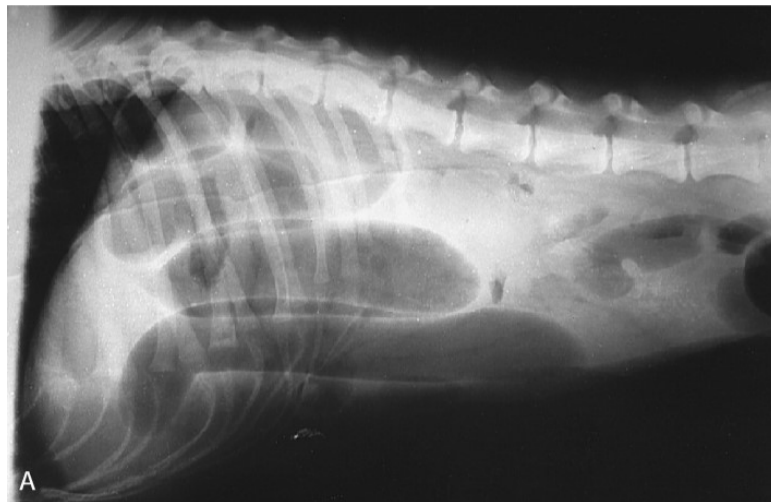


Figura 20: dilatazione delle anse del piccolo intestino in seguito ad ostruzione acuta (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011).

Oltre a questi aspetti aspecifici e comuni nella maggior parte delle ostruzioni intestinali, a seconda dell'eziologia ci sono aspetti patognomonici o comunque molto caratteristici che ci consentono di fare diagnosi.

In caso di corpi estranei radiopachi questi possono essere evidenziati radiograficamente mentre quelli non radiopachi od offuscati da artefatti non saranno evidenti e richiedono, per essere diagnosticati, accertamenti aggiuntivi. L'oggetto radiolucido potrebbe essere anche delineato dal gas contenuto all'interno dell'ansa intestinale (Kealy , McAllister e Graham, *The Abdomen* 2011). (Fig. 21)

I corpi estranei lineari, nonostante non siano sempre associati a dilatazione intestinale, possono essere diagnosticati per l'osservazione di impacchettamento intestinale, di dislocazione del tratto intestinale verso la linea mediana in proiezione ventrodorsale. Dal momento in cui i corpi estranei possono causare, a lungo andare, perforazione intestinale con successiva insorgenza di peritonite e versamento peritoneale, può essere sospettata radiograficamente quando si osserva una perdita del dettaglio addominale (Tyrrell e Beck 2006) (Mattioli e Simonazzi 2014).

L'intussuscezione non presenta segni radiografici patognomonici ma, nel caso in cui provochi un'ostruzione completa, l'intestino risulta essere disteso prossimalmente per accumulo di liquidi e gas ed è vuoto distalmente. Inoltre, sottili linee di gas potrebbero delimitare la parte intussuscepta in quanto tende ad accumularsi tra questa parte e quella intussuscipiente. (Fig. 22)

La presenza di ostruzione intestinale che esita in megacolon può essere facilmente valutata radiograficamente, si nota la presenza di feci radiopache all'interno del colon estremamente dilatato (Kealy , McAllister e Graham, *The Abdomen* 2011).

Nonostante la prima valutazione in animali con sintomi compatibili con ostruzione intestinale è quella radiografica, in molti casi consente di raggiungere una diagnosi di sospetto ma non quella definitiva. In tal caso, è necessario procedere con esami collaterali tra cui radiografie seriali, studi radiografici con mezzo di contrasto (MDC) o ultrasonografia, che è quella maggiormente utilizzata.

L'efficacia dell'esecuzione di radiografie seriali in presenza di condizioni equivoche è stata valutata in uno studio condotto da Elser et al. nel 2020. Attraverso questo studio era possibile valutare a distanza di ore la risoluzione, la modificazione o la progressione del sospetto ileo meccanico e la digeribilità del contenuto intestinale per poter fare una distinzione tra materiale alimentare o corpo estraneo. Anche in seguito

a radiografie seriali non si è notato un significativo aumento nell'accuratezza della valutazione addominale in pazienti con sospetto di ostruzione meccanica. Pertanto, è stato concluso che, in presenza di radiografie iniziali dubbie, è più opportuno eseguire direttamente una valutazione ecografica (Elser, et al. 2020) (Miles , et al. 2021).

L'ausilio delle radiografie con mezzo di contrasto (MDC) è una tecnica non priva di controindicazioni ed è stata, ad oggi, soppiantata quasi completamente dall'utilizzo dell'ultrasonografia. Gli aspetti sfavorevoli dell'utilizzo del MDC sono diversi: potrebbe non essere diagnostico in quanto non riesce ad essere trattenuto in pazienti con vomito; richiede tempistiche più lunghe comportando ad un ritardo nell'esecuzione di un eventuale intervento chirurgico; se si sospetta la presenza di perforazione intestinale il bario come mezzo di contrasto non deve essere utilizzato in quanto estremamente irritante per il peritoneo (MacPhail 2002) (Tyrrell e Beck 2006).

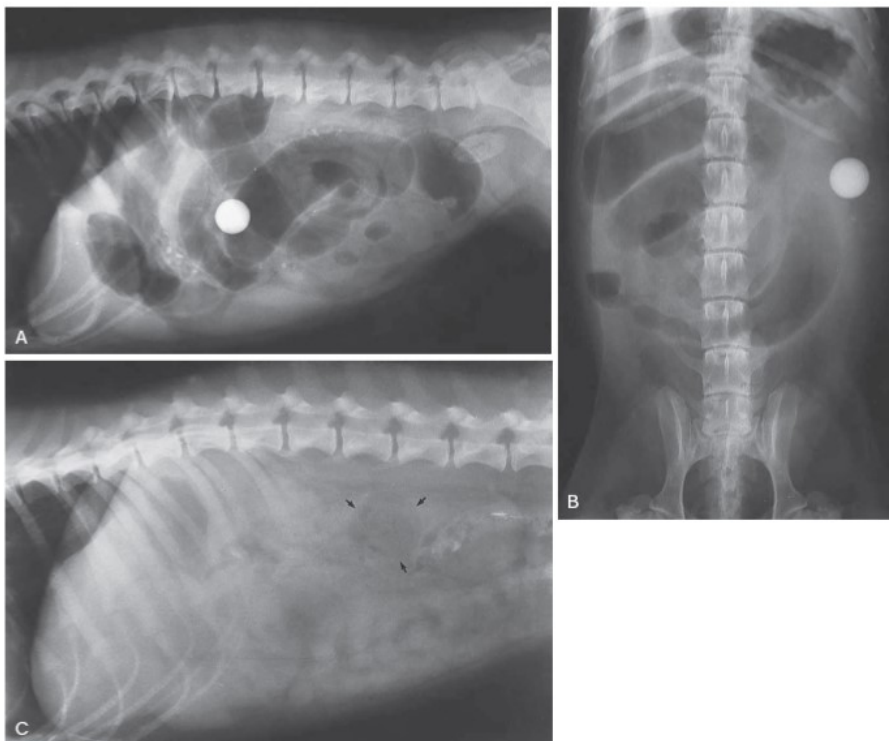


Figura 21: Le immagini A (proiezione LL) e B (proiezione VD) evidenziano la presenza di un corpo estraneo radiopaco. L'immagine C indica un sospetto di ostruzione intestinale. Le frecce indicano un'ombra indistinta, radiotrasparente nella parte dorsale dell'addome (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011).

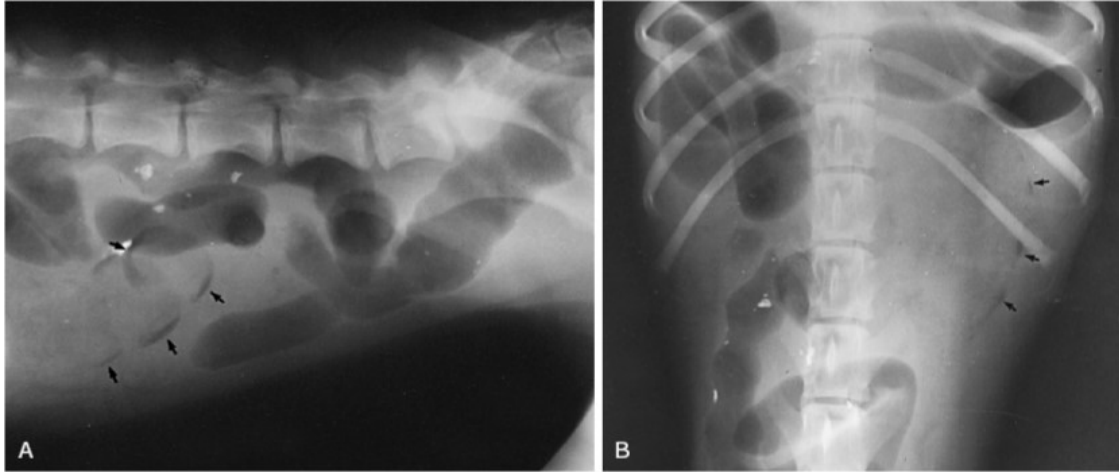


Figura 22: Intussuscezione. Immagine (A) proiezione LL e immagine (B) proiezione VD: si notano piccole quantità di gas (indicate con le frecce) che si accumulano tra il tratto intussuscepto e quello intussuscipiente. (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011)

4.4.3 Diagnosi ecografica

L'ultrasonografia potrebbe essere la tecnica di prima scelta in quanto è molto più accurata della radiografia addominale, diagnosticando definitivamente la presenza di ostruzione intestinale nel 97% dei casi (Mullen, et al. 2020). Grazie all'elevata accuratezza e assenza di effetti dannosi per il paziente e per l'operatore, sta anche soppiantando l'utilizzo delle tecniche contrastografiche in molti contesti (Tyrrell e Beck 2006).

I segni ecografici di ostruzione intestinale sono la dilatazione delle anse intestinali a monte della stessa, la peristalsi alterata, la stasi del contenuto intestinale, la parete intestinale edematosa e la presenza del fluido peritoneale (Sharma , et al. 2011).

Lo studio ecografico consente anche di mettere in evidenza la presenza di perforazione intestinale nelle condizioni in cui radiograficamente non è osservabile pneumoperitoneo (gas libero in addome); condizione che richiede un tempestivo intervento chirurgico.

La peritonite, conseguente alla perforazione intestinale, può essere individuata ecograficamente per l'aumento dell'ecogenicità peritoneale e potrebbe essere anche accompagnata da una linfadenomegalia (ingrossamento dei linfonodi). È importante ricordare però che quest'ultimo aspetto non è patognomonico di ostruzione intestinale in quanto può essere presente anche in corso di patologie infiammatorie o neoplastiche (Tyrrell e Beck 2006) (Sharma , et al. 2011).

Le alterazioni presenti a carico delle anse intestinali coinvolte da ostruzione sono state prese in considerazione nello studio condotto da Sharma et al. nel 2011. Nei diversi tratti intestinali è stata valutata la differenza del diametro esterno, del lume e dello spessore della parete tra cani ostruiti e non ostruiti. I valori che hanno riportato variazioni più eclatanti e significative sono il diametro intestinale esterno e luminale (Tabella 3):

	Cani con ostruzione intestinale	Cani senza ostruzione intestinale
Diametro esterno duodeno	1,2 cm	1,1 cm
Diametro esterno digiuno	2,0 cm	0,9 cm
Diametro lume duodeno	0,4 cm	0,2 cm
Diametro lume digiuno	1,5 cm	0,1 cm

Tabella 3: confronto delle misure del diametro esterno e del lume di duodeno e digiuno in cani con e senza ostruzione intestinale (Sharma , et al. 2011).

Dal medesimo studio è emerso che la valutazione della peristalsi intestinale non è un buon metodo per definire la presenza di ostruzione intestinale in quanto ci sono aspetti sovrapponibili tra il gruppo degli animali con ostruzione intestinale e quello senza (Sharma , et al. 2011). Tuttavia, l'osservazione di una peristalsi non uniforme con ipomotilità e ipermotilità nello stesso soggetto o la presenza di un tratto con distensione, ipermotilità, senza progressione del contenuto sono parametri fortemente indicativi di ostruzione intestinale (Manczur, et al. 1998).

Come per la radiografia, a seconda dell'eziologia, abbiamo presentazioni ecografiche specifiche che ci consentono di capire quale sia la causa alla base dell'occlusione intestinale.

I corpi estranei radiolucidi (legno, tessuto, plastica, gomma), in quanto materiali solidi, sono visibili come un'interfaccia iperecogena che proietta dal lume intestinale un cono d'ombra acustica. Il segmento intestinale prossimale è gravemente dilatato per accumulo di liquidi e il materiale estraneo tende a restare nella medesima posizione anche a distanza di tempo (Larson e Biller 2009) (Gaschen e Rodriguez 2012). (Fig. 23)

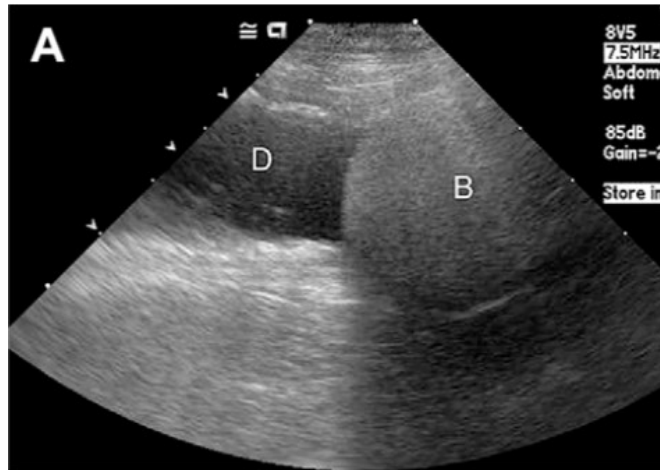


Figura 23: Sezione longitudinale del duodeno discendente con ostruzione da corpo estraneo non lineare. Con la lettera D è indicato il lume intestinale dilatato dall'accumulo di liquido al suo interno. Con la lettera B si osserva il corpo estraneo, una struttura iperecogena con margini ben definiti che crea un cono d'ombra (Larson e Biller 2009).

I corpi estranei lineari sono facilmente riconoscibili in quanto provocano alterazioni caratteristiche. Si osserva un impacchettamento intestinale, anse intestinali leggermente piene di liquido e una persistente struttura lineare iperecogena nel lume (Fig. 24).

Si può notare un aumento dell'ecogenicità a carico del mesentere circostante e versamento libero in addome, indice di possibile perforazione intestinale (Gaschen e Rodriguez 2012). Anche in corso di processi infiammatori si potrebbe avere un aspetto corrugato dello strato sottomucoso della parete intestinale, condizione da non confondere con la presenza di corpo estraneo lineare (Larson e Biller 2009) .

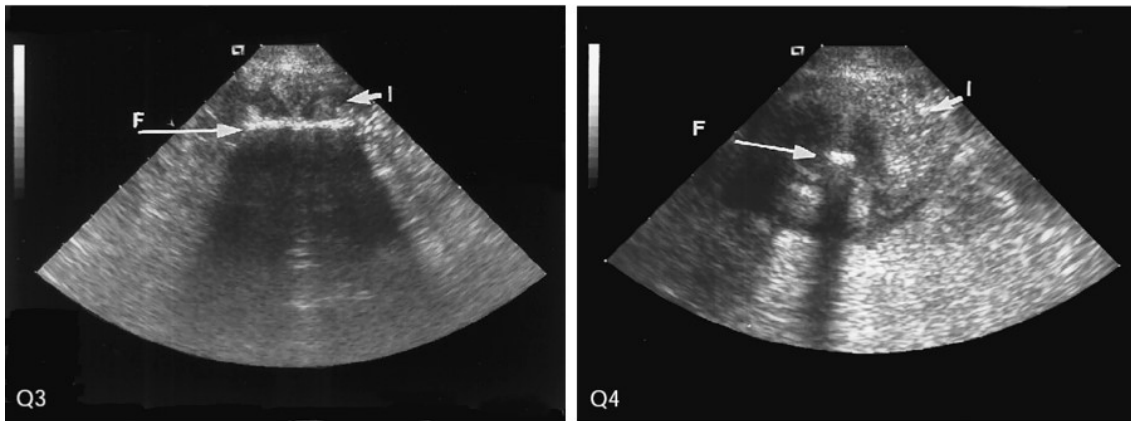


Figura 24: corpo estraneo lineare nel duodeno in sezione longitudinale (Q3) e trasversale (Q4). In sezione longitudinale si nota una struttura lineare iperecogena all'interno del lume, in sezione trasversale un punto iperecogeno. È visibile anche il cono d'ombra causato dal corpo estraneo stesso (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011)

L'intussuscezione, difficilmente diagnosticabile radiograficamente, è semplice da osservare ecograficamente. Oltre alla dilatazione del tratto intestinale a monte, in sezione trasversale si presenta di forma concentrica e multistratificata assumendo un aspetto a bersaglio o ad occhio di bue. In sezione longitudinale i multipli strati sono allineati in parallelo con l'alternarsi di linee iperecogene ed ipoecogene. Inoltre, la parte intussuscepta trasporta spesso con sé il grasso mesenterico che si osserva come una linea iperecogena attorno alla porzione che è andata incontro ad intussuscezione (Larson e Biller 2009). (Fig. 25)

Negli animali adulti questo fenomeno patologico potrebbe essere conseguenza di una neoplasia che, se localizzata all'interno dell'invaginamento, potrebbe non essere visibile ecograficamente. In questo caso assume particolare importanza la valutazione dell'aspetto dei linfonodi mesenterici ed ileocolici che, se megalici e ipoecogeni, potrebbero essere indice di metastasi (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011).

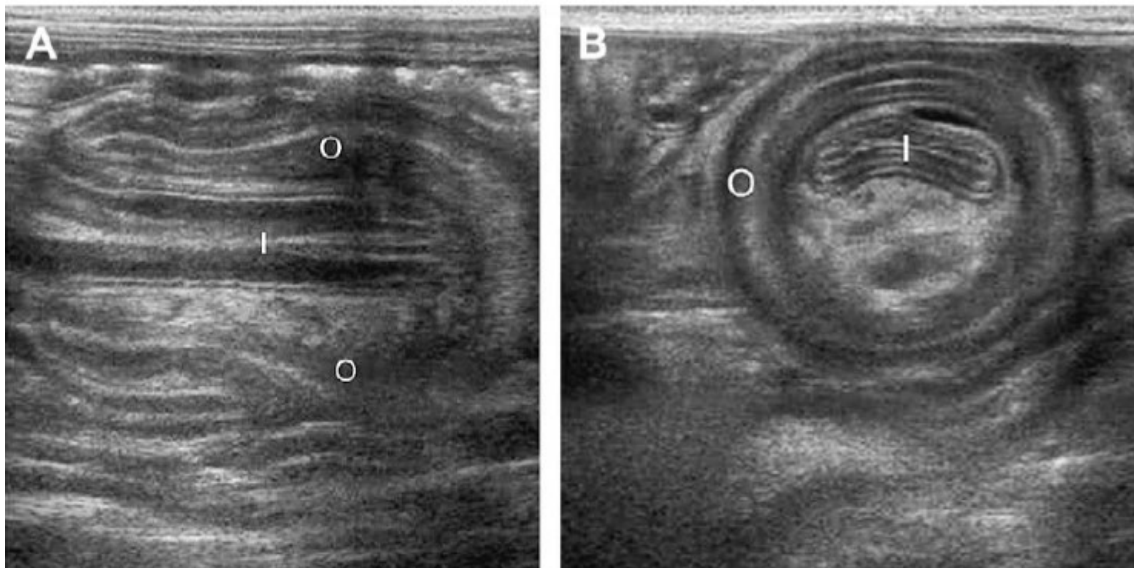


Figura 25: intussuscezione digiunale in sezione longitudinale (A) e trasversa (B). Il tratto intussuscipiente (O) posto esternamente rispetto al tratto intussuscepto (I). Si osserva anche il grasso mesenterico iperecogeno attorno all'intussuscepto (Larson e Biller 2009).

Le neoplasie si presentano con un aumento drammatico dello spessore della parete intestinale e una perdita completa della sua stratigrafia ed inoltre, contengono spesso aree ipoecogene che indicano la presenza di necrosi. La perdita della stratigrafia è il segno ecografico più rappresentativo della patologia neoplastica e si manifesta con la presenza di un inspessimento ipoecogeno che sostituisce tutti gli strati della parete. Il lume dell'intestino si presenta luminoso come una banda iperecogena irregolare all'interno della massa. In questi quadri i linfonodi sono sempre aumentati di volume con uno spessore medio di 1,9 cm ed il mesentere circostante più risultare iperecogeno. (Fig. 26)

L'ecografia risulta essere utile anche nella differenziazione delle neoplasie intestinali, in quando possono essere diagnosticate con successo attraverso l'ausilio di agoaspirato ecoguidato (Riedesel 2007) (Larson e Biller 2009) (Kealy , McAllister e Graham, The Abdomen 2011).

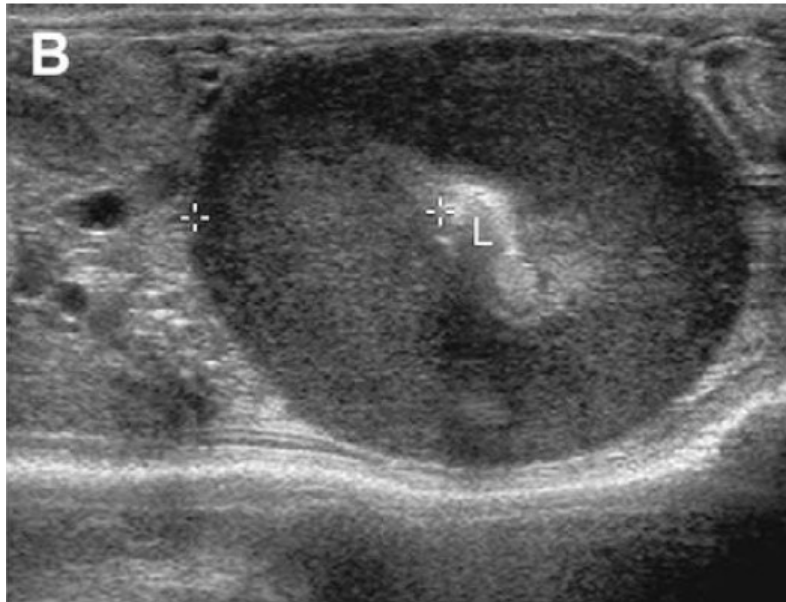


Figura 26: neoplasia nel duodeno in sezione trasversa. Si nota il lume intestinale iperecogeno (L) e una parete intestinale ipoecogena con un drammatico ispessimento (parte compresa tra i *calipers*) e totale perdita della stratigrafia (Larson e Biller 2009).

L'ultrasonografia, grazie all'utilizzo del *Doppler*, consente di valutare la vascolarizzazione delle masse intestinali oppure in un tratto intestinale che è andato incontro a strangolamento o intussuscezione consente di capire se c'è ancora un adeguato apporto ematico attraverso le arterie e le vene mesenteriche (Gaschen e Rodriguez 2012). La valutazione precoce della vitalità dei tessuti coinvolti è estremamente importante in quanto influisce sulla morbilità e sulla scelta della tipologia di trattamento da eseguire: chirurgico o conservativo (Mullen, et al. 2020).

4.5 Trattamento delle ostruzioni intestinali

A seconda della causa alla base dell'ostruzione intestinale e ai danni funzionali subiti si può optare per un trattamento conservativo oppure per un trattamento chirurgico in laparotomia o laparoscopia.

In presenza di corpi estranei non lineari di piccole dimensioni si può procedere con un approccio conservativo inducendo il vomito attraverso la somministrazione di apomorfina o xilazina. Questo è un trattamento perseguibile solo se si ha la certezza che il corpo estraneo non presenti margini appuntiti o taglienti che potrebbero creare delle lacerazioni esofagee durante l'atto del vomito.

Un'altra tecnica importante per la rimozione di corpi estranei a livello duodenale è quella endoscopica. Nonostante questo, la rimozione chirurgica dei corpi estranei è consigliata nel caso in cui siano presenti segni di peritonite, perforazione intestinale, leucocitosi e nel caso in cui il corpo estraneo non progredisca nell'arco di 6-8 ore. In questo caso si procede con un'enterotomia, intervento che prevede l'incisione a tutto spessore della parete intestinale e l'estrazione del corpo estraneo (Mattioli e Simonazzi 2014) (Smeak 2020).

In presenza di corpi estranei lineari il trattamento medico non è consigliato perché, come detto precedentemente, a lungo andare possono incistarsi nella mucosa intestinale e provocare lacerazioni che esiterebbero in perforazioni e quindi peritonite (Mattioli e Simonazzi 2014). Per questo motivo si asportano chirurgicamente con enterotomie multiple per evitare di provocare perforazioni iatrogene (indotte dal chirurgo) in seguito a trazione eccessiva. Quando si sospetta la presenza di perforazioni, dal momento che queste sono nella maggior parte dei casi sul versante mesenterico e sono difficili da individuare, è più opportuno eseguire un intervento di resezione ed anastomosi. Inoltre, se è presente peritonite o se la sutura è stata eseguita su un tratto di intestino con vitalità dubbia, sarebbe opportuno eseguire l'omentalizzazione per consentire un maggior apporto ematico alla zona e una maggior resistenza alla deiscenza (MacPhail 2002).

In presenza di intussuscezione raramente la riduzione manuale per via percutanea è risolutiva senza recidiva. In ogni caso è necessario fare una accurata valutazione della vitalità del tratto e nel caso in cui sia devitalizzato si procede, anche in questo caso, con resezione ed anastomosi. Nel cane è inoltre necessario un intervento di enteroplicazione (o enteropessi) per prevenire la comparsa di recidive (MacPhail 2002).

L'attenta valutazione della vitalità del tratto intestinale è molto importante anche negli altri quadri di ostruzione intestinale per scegliere l'intervento chirurgico più adeguato. Questa valutazione viene effettuata in fase intraoperatoria basandosi su diversi parametri soggettivi come il colore della mucosa, la presenza della pulsazione arteriosa, il sanguinamento e la peristalsi (MacPhail 2002) (Mullen, et al. 2020).

Nella determinazione della prognosi assume grande importanza anche il trattamento post-operatorio che prevede fluidoterapia, terapia antibiotica ed analgesica e supporto nutrizionale.

La fluidoterapia è necessaria per ristabilire l'omeostasi acido-base ed idro-elettrica che spesso in questi pazienti è alterata.

La durata della terapia antibiotica è influenzata dalla presenza o assenza di peritonite. Pertanto, la somministrazione di antibiotici viene sospesa dopo 2-6 ore dall'intervento se non è presente peritonite, viceversa viene eseguita scegliendo gli antibiotici adeguati sulla base dell'esecuzione di un antibiogramma.

Infine, un adeguato apporto nutrizionale è fondamentale nel processo di guarigione del tratto intestinale. La somministrazione di acqua e di cibo avviene rispettivamente dopo 12-24 ore e 18-30 ore dalla fine dell'intervento chirurgico e nei pazienti che rifiutano il cibo si procede con alimentazione forzata (Mattioli e Simonazzi 2014).

5. STUDIO CLINICO

5.1 Obiettivi dello studio

Lo scopo dello studio condotto è quello di fare un'analisi qualitativa e quantitativa che consenta di confrontare l'efficacia dell'esame radiografico ed ecografico nella diagnosi delle ostruzioni intestinali in particolare causate da corpi estranei, nel cane e nel gatto e di come alcuni segni radiografici ed ecografici siano predittivi della gravità del danno. Ho inoltre confrontato se la dilatazione intestinale quantificata radiograficamente è comparabile con quella ecografica al fine di mettere a confronto le due tecniche di *imaging* e capire quale sia quella con un'accuratezza maggiore in particolar modo per indirizzare il trattamento (chirurgico vs medico).

5.2 Materiale e metodi

5.2.1 Pazienti inclusi nello studio

Nello studio sono stati inclusi cani e gatti recatesi presso l'Ospedale Veterinario Universitario Didattico di Parma (OVUD) con sintomi ascrivibili ad ostruzione intestinale da corpo estraneo e con successiva diagnosi definitiva in un periodo di 5 anni e 7 mesi, da Gennaio 2015 a Luglio 2021.

5.2.2 Raccolta dei dati

I pazienti che sono stati inclusi nello studio sono cani e gatti di qualunque sesso, razza ed età. Per essere inclusi era necessario che venissero rispettati cinque requisiti:

1. Sintomi in ingresso e/o esami ematici
2. Valutazione radiografica in ingresso
3. Valutazione ecografica in ingresso
4. Diagnosi di ostruzione intestinale
5. Trattamento (medico vs chirurgico) e *Outcome*

Per la ricerca e la selezione dei pazienti è stato utilizzato “*Fenice*”, il gestionale dell'OVUD, digitando tre parole chiave: ostruzione, occlusione, intestinale.

Sono state valutate le cartelle cliniche dei singoli pazienti selezionati dalla ricerca e sono stati esclusi tutti coloro che non rispettavano a pieno i requisiti. Pertanto, sono stati esclusi tutti i pazienti che non avevano eseguito esami ematici o di cui non si conoscevano i sintomi in ingresso, che avevano solo la valutazione radiografica o ecografica, che non avevano diagnosi definitiva di ostruzione intestinale e quelli di cui non si conosceva l'*outcome*.

5.2.3 Interpretazione degli studi radiografici

Gli studi radiografici sono stati eseguiti tutti presso l'Ospedale Veterinario Universitario Didattico di Parma con strumentazione Konica Minolta Regius 110 CR Sistem.

Le immagini radiografiche sono state rivalutate singolarmente con il programma Onis 2.5 Free Edition.

Gli aspetti radiografici che sono stati valutati sono:

- Dilatazione delle anse intestinali
- Presenza o perdita del dettaglio addominale
- Presenza o assenza di due popolazioni di anse intestinali
- Presenza o assenza di gas in cavità addominale

Per valutare nel cane l'entità della dilatazione delle anse intestinali sono stati misurati il diametro intestinale massimo (SI_{max}) e l'altezza della quinta vertebra lombare (L5). È stato poi calcolato il rapporto SI_{max}/L5.

Nel gatto è stato misurato solo il diametro intestinale massimo senza calcolare il rapporto con L5 in quanto, indipendentemente dalla razza, i soggetti hanno approssimativamente la stessa taglia.

Sulla base dei valori ottenuti è stato attribuito un punteggio da un minimo di 0 ad un massimo di 3.

La valutazione del dettaglio addominale ci ha consentito di distinguere gli animali che presentavano un dettaglio addominale conservato, ai quali è stato attribuito un punteggio pari a 0; da quelli che presentavano un dettaglio addominale scarso, ai quali è stato attribuito un punteggio pari a 1.

È stata valutata la presenza o l'assenza di due popolazioni di anse intestinali: se assenti è stato attribuito punteggio 0, se presenti punteggio 1.

Infine, è stata valutata la presenza di pneumoperitoneo (gas libero in addome) e, anche in questo caso, l'assenza è stata valutata con punteggio 0 e la presenza con punteggio 1. (Tabella 4)

PARAMETRI	GRAVITÀ	CANE	GATTO	PUNTEGGIO
<u>DILATAZIONE ANSE INTESTINALI</u>		$SI_{max}/L5$	SI_{max}	
	Normale	< 1,6	< 12 mm	0
	Lieve	1,61 - 1,8	12,1 - 13,9 mm	1
	Moderata	1,81 - 2,4	14 - 16 mm	2
	Grave	> 2,4	>16,1 mm	3
<u>DETTAGLIO ADDOMINALE</u>	Conservato			0
	Scarso			1
<u>DUE POPOLAZIONI DI ANSE INTESTINALI</u>	Assenti			0
	Presenti			1
<u>PNEUMOPERITONEO</u>	Assente			0
	Presente			1

Tabella 4: nella tabella sono riportati i parametri radiografici presi in considerazione nello studio con i rispettivi punteggi indicativi del grado di gravità in cui essi si presentano.

I punteggi attribuiti ad ogni singolo parametro radiografico hanno consentito di classificare e distinguere tre diversi gradi di gravità: gravità lieve (score 0 – 1), gravità moderata (score 2 – 3) e gravità elevata (score 4 – 6) (Tabella 5).

	GRAVITÀ LIEVE	SCORE	GRAVITÀ MODERATA	SCORE	GRAVITÀ ELEVATA	SCORE
<u>DILATAZIONE ANSE INTESTINALI</u>	Normale	0	Moderata	2	Grave	3
	Lieve	1				
<u>DETTAGLIO ADDOMINALE</u>	Conservato	0	Conservato	0	Conservato	0
			Scarso	1	Scarso	1
<u>DUE POPOLAZIONI DI ANSE INTESTINALI</u>	Assenti	0	Assenti	0	Assenti	0
			Presenti	1	Presenti	1
<u>PNEUMOPERITONEO</u>	Assente	0	Assente	0	Assente	0
					Presente	1
		0 - 1		2 - 3		4 - 6

Tabella 5: classificazione e raggruppamento dei diversi parametri radiologici in tre diversi gradi di gravità: lieve (score 0 – 1), moderata (score 2 – 3), elevata (score 4 – 6).

5.2.4 Interpretazione degli studi ecografici

Gli studi ecografici sono stati tutti eseguiti presso l'Ospedale Veterinario Universitario Didattico di Parma con strumentazione MyLab™ ClassC, da operatori diversi.

Le immagini e i filmati ecografici sono stati convertiti in formato DICOM ed analizzati singolarmente con l'utilizzo del programma Onis 2.5 Free Edition.

I parametri ecografici valutati per ogni paziente sono:

- Dilatazione intestinale (figura 28 e 29)
- Alterazione o mantenimento del fisiologico spessore della parete intestinale (figura 27)
- Alterazione o conservazione della stratigrafia della parete intestinale (figura 27)
- Aumento o conservazione dell'ecogenicità peritoneale (figura 28 e 29)
- Presenza o assenza di versamento addominale (figura 29)
- Presenza o assenza di pneumoperitoneo

- Aumento o diminuzione della peristalsi
- Presenza o assenza di linfadenomegalia (figura 30)

Al fine di poter fare un confronto con i reperti radiografici, anche in questo caso è stato assegnato un punteggio ad ognuno dei parametri valutati (Tabella 6).

La dilatazione delle anse intestinali e lo spessore della parete intestinale sono stati valutati con *range* diversi in relazione alla specie ed è stato attribuito un punteggio da 0 a 3 rispettivamente per valori normali, lievemente aumentati, moderatamente aumentati e gravemente aumentati.

La stratigrafia della parete intestinale è stata valutata come conservata, a cui è stato attribuito punteggio 0, o alterata a cui è stato attribuito punteggio 1.

L'ecogenicità del grasso peritoneale circostante al tratto intestinale coinvolto è stata valutata come normale, con punteggio 0, oppure come aumentata, con punteggio 1.

Il versamento addominale, il pneumoperitoneo e la linfadenomegalia sono stati valutati come assenti, con punteggio 0, oppure presenti, con punteggio 1.

La peristalsi intestinale è stata valutata come normale, aumentata/diminuita o con movimenti "a pendolo" a cui è stato attribuito un punteggio rispettivamente di 0, 1 e 2.

PARAMETRI	GRAVITA'	CANE	GATTO	PUNTEGGIO
<u>DILATAZIONE ANSE INTESTINALI</u>	Normale	≤ 12 mm	≤ 12 mm	0
	Lieve	12,1 - 19,1 mm	12,1 - 13,89 mm	1
	Moderata	19,11 - 26,29 mm	13,99 - 16 mm	2
	Grave	≥ 26,3 mm	≥ 16,1 mm	3
<u>SPESSORE DELLA PARETE INTESTINALE</u>	Normale	≤ 4,8 mm	≤ 3,7 mm	0
	Lieve	4,81 - 5,1 mm	3,71 - 4,09 mm	1
	Moderata	5,11 - 6,7 mm	4,1 - 4,4 mm	2
	Grave	≥ 6,71 mm	≥ 4,41 mm	3
<u>STRATIGRAFIA PARETE INTEST.</u>	Conservata			0
	Alterata			1
<u>ECOGENICITÀ PERITONEALE</u>	Normale			0
	Aumentata			1
<u>VERSAMENTO ADDOMINALE</u>	Assente			0
	Presente			1
<u>PNEUMOPERITONEO</u>	Assente			0
	Presente			1
<u>PERISTALSI</u>	Normale			0
	Aumentata / diminuita			1
	Movimenti "a pendolo"			2
<u>LINFOADENOMEGALIA</u>	Assente			0
	Presente			1

Tabella 6: nella tabella sono riportati i parametri ecografici presi in considerazione nello studio con i rispettivi punteggi indicativi del grado di gravità in cui essi si presentano.

I punteggi attribuiti ad ogni singolo parametro ecografico hanno consentito di classificare e distinguere tre diversi gradi di gravità: gravità lieve (score 0 – 2), gravità moderata (score 3 – 6) e gravità elevata (score 7 – 13). (Tabella 7)

	GRAVITÀ LIEVE	SCORE	GRAVITÀ MODERATA	SCORE	GRAVITÀ ELEVATA	SCORE
<u>DILATAZIONE ANSE INTESTINALI</u>	Normale	0	Lieve	1	Grave	3
	Lieve	1	Moderata	2		
<u>SPESSORE DELLA PARETE INTESTINALE</u>	Normale	0	Lieve	1	Grave	3
			Moderata	2		
<u>STRATIGRAF. DELLA PARETE INTESTINALE</u>	Normale	0	Normale	0	Alterata	1
			Alterata	1		
<u>ECOGENICITÀ PERITONEALE</u>	Normale	0	Normale	0	Normale	0
			Aumentata	1	Aumentata	1
<u>VERSAM. ADDOM.</u>	Assente	0	Assente	0	Assente	0
	Presente	1	Presente	1	Presente	1
<u>PNEUMOPE- RITONEO</u>	Assente	0	Assente	0	Presente	1
<u>PERISTALSI INTESTINALE</u>	Normale	0	Normale	0	Normale	0
	Rall./ aument.	1	Rall./ aument.	1	Rall./ aument.	1
			Movim. a pendolo	2	Movim. a pendolo	2
<u>LINFOADENO -MEGALIA</u>	Assente	0	Assente	0	Assente	0
	Presente	1	Presente	1	Presente	1
		0 - 2		3 - 6		7 - 13

Tabella 7: classificazione e raggruppamento dei diversi parametri radiologici in tre diversi gradi di gravità: lieve (score 0 – 2), moderata (score 3 – 6), elevata (score 7 – 13).

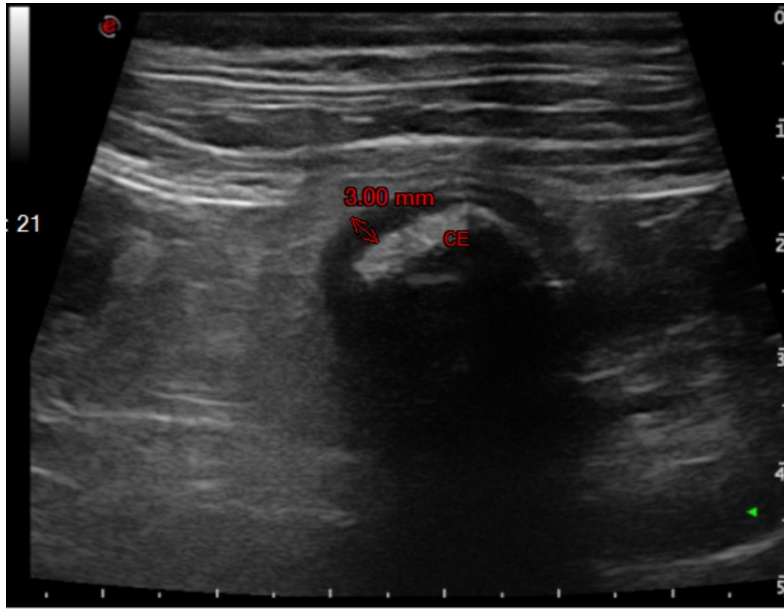


Figura 27: immagine ecografica in cui si nota uno spessore della parete intestinale di 3,0 mm e una stratigrafia parzialmente mantenuta. Si nota anche la presenza di una struttura iperecogena formante cono d'ombra (CE).

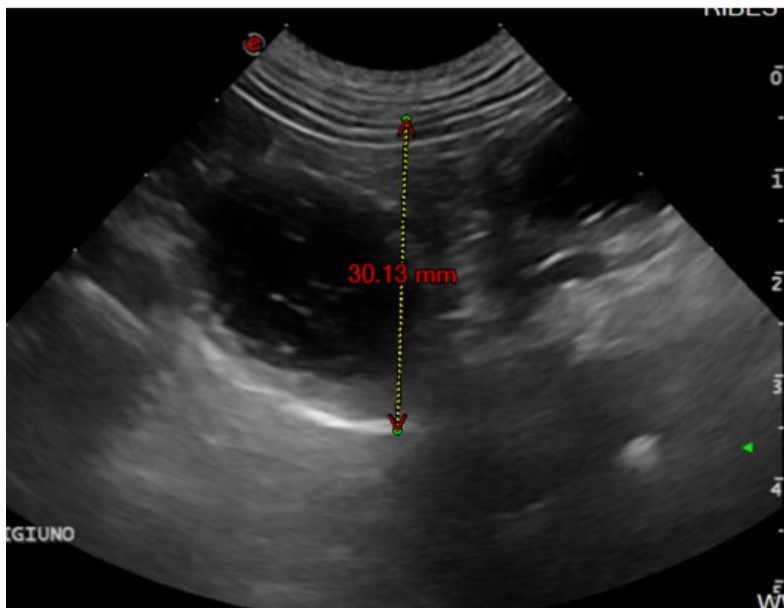


Figura 28: Immagine ecografica in cui si nota una dilatazione intestinale estesa che si osserva con la presenza di SI_{max} di 30,13 mm. È inoltre possibile osservare la presenza di peritoneo iperecogeno.

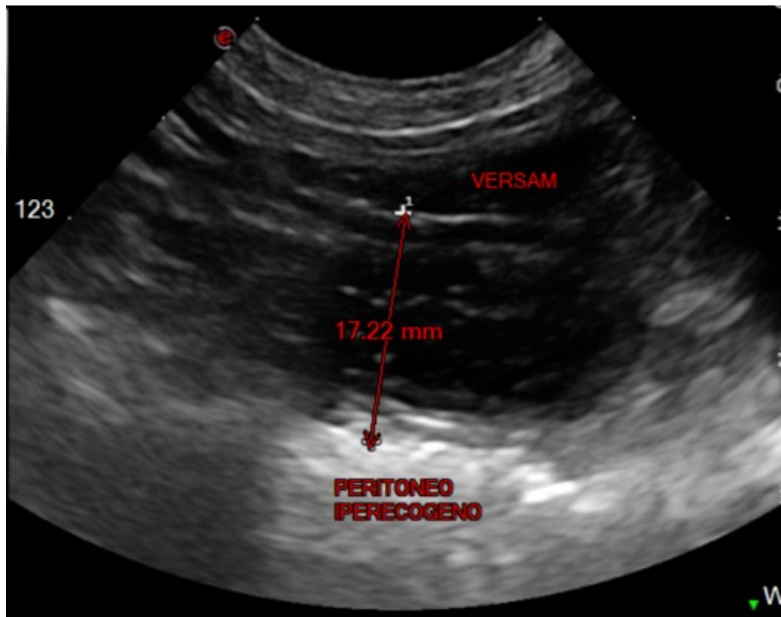


Figura 29: immagine ecografica in cui è possibile osservare una piccola falda di versamento addominale, intestino dilatato con SImax di 17,22 mm e peritoneo iperecogeno.

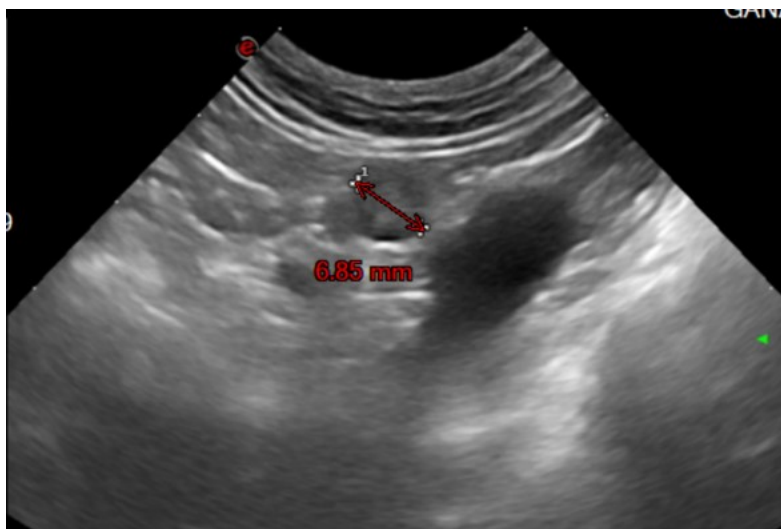


Figura 30: immagine ecografica in cui si nota un linfonodo iliaco aumentato di volume (6,85 mm) e ipoecogeno.

5.2.5 Valutazione dei sintomi clinici e delle alterazioni ematiche

Sono stati valutati i sintomi clinici e le alterazioni emato-biochimiche più frequenti.

Le manifestazioni cliniche che sono state valutate sono (tabella 10):

- Vomito
- Diarrea
- Stipsi
- Anoressia / disoressia
- Letargia
- Ipertermia
- Manifestazioni antalgiche
- Algia alla palpazione addominale
- Masse addominali percepibili alla palpazione

L'interpretazione degli esami ematici è stata eseguita valutando la normalità o la variazione di tutti o di alcuni dei seguenti valori (tabella 11):

- pH
- Ematocrito
- Cloro
- Potassio
- Sodio
- Lattati
- Leucociti

Queste valutazioni sono state effettuate con la consapevolezza che spesso la sintomatologia non è eclatante ed è molto spesso subdola. Pertanto, è solo un campanello d'allarme che richiede l'esecuzione di esami collaterali aggiuntivi per giungere ad una diagnosi di certezza.

Gli esami ematici sono stati presi in considerazione con la consapevolezza che non hanno una grande importanza a fini diagnostici ma, viceversa, sono fondamentali per capire la gravità delle condizioni cliniche del paziente e quali sono le integrazioni di supporto più importanti da eseguire.

5.2.6 Valutazione dei trattamenti eseguiti, della causa di ostruzione ed *outcome*

Gli ultimi aspetti che sono stati valutati nello studio, per avere un quadro completo sono gli interventi terapeutici eseguiti, le cause di ostruzione intestinale e l'*outcome* dei singoli pazienti (tabella 11).

Gli interventi terapeutici sono stati distinti in intervento chirurgico e trattamento conservativo o medico. Nel primo caso è stata inoltre posta l'attenzione sulla tipologia di intervento chirurgico eseguito facendo una distinzione tra enterotomia singola, enterotomie multiple, enterectomia ed anastomosi.

Le cause di ostruzione sono state suddivise in: corpi estranei lineari, corpi estranei non lineari, corpi estranei misti, volvolo, tricobezoari e fecalomi.

Gli *outcome* sono stati suddivisi in: guarigione, complicanze post-operatorie seguite da guarigione, complicanze post-operatorie seguite da eutanasia ed eutanasia intraoperatoria.

5.2.7 Analisi statistica

I dati sono stati analizzati mediante il software statistico SPSS (SPSS v.27 for Windows, SPSS, Inc., Chicago, IL).

La concordanza tra gli studi radiografici ed ecografici sulla classificazione del grado di gravità è stata calcolata mediante il test del Kappa pesato di Cohen e il coefficiente di correlazione di Spearman.

L'interpretazione dei valori Kappa e r di Spearman è stata eseguita facendo riferimento alle seguenti linee guida: $k < 0,2$ = concordanza lieve; k compreso tra 0,2 e 0,4 = concordanza discreta; k compreso tra 0,41 e 0,60 = concordanza moderata; k compreso tra 0,61 e 0,80 = concordanza sostanziale; k tra 0,81 e 1 = concordanza quasi perfetta.

La correlazione tra le varie misure radiografiche ed ecografiche è stata calcolata mediante l'indice di correlazione di Pearson.

L'interpretazione del coefficiente di correlazione (r) è stata eseguita facendo riferimento alle seguenti linee guida: $r \leq 0,19$ = correlazione molto bassa; r compreso tra 0,2 e 0,39 = correlazione bassa; r compreso tra 0,4 e 0,59 = correlazione moderata;

r compreso tra 0,6 e 0,79 = correlazione alta; r compreso tra 0,8 e 1 = correlazione molto alta.

Infine è stato valutato se le misure radiografiche/ecografiche sono significative per la determinazione dell'esito del trattamento eseguito per la risoluzione dell'ostruzione intestinale da corpo estraneo.

Per capire se tutte le variabili continue (misure) sono distribuite normalmente è stato utilizzato il *Shapiro Wilk test*, dal quale è emerso che non tutte le variabili continue sono distribuite normalmente. Pertanto, per definire la significatività della correlazione tra le misure radiografiche/ecografiche e l'esito del trattamento si utilizza il test non parametrico *Test U di Mann-Whitney*.

I parametri che sono risultati significativi per predire l'esito del trattamento sono stati utilizzati per la costruzione della curva di ROC (Receiver Operating Characteristic): grafico che mette in relazione la sensibilità e la specificità di un test diagnostico al variare del valore di *cut-off* (valore soglia). In parole semplici, l'analisi della curva ROC di un test diagnostico permette di valutarne l'accuratezza, di determinare il valore di *cut-off* e di confrontare di due o più diversi test. L'AUC (area under the curve) della curva ROC indica il rapporto tra i falsi positivi e i veri positivi ed è una misura di accuratezza diagnostica. È stato considerato come accurato un test con un'AUC maggiore o uguale a 0.8 (80%).

Le variabili categoriche sono state valutate mediante l'utilizzo di tabelle di contingenza, con il test esatto di Fisher.

Sono stati considerati significativi valori di $P < 0,05$.

5.3 Risultati

La ricerca iniziale ha portato all'ottenimento di una popolazione di 51 pazienti di cui 40 cani e 11 gatti. Sono stati esclusi 20 soggetti (14 cani e 6 gatti) per mancato rispetto dei requisiti previsti dallo studio: 5 (4 cani e 1 gatto) per assenza di diagnosi di ostruzione intestinale; 6 (5 cani e 1 gatto) per mancanza di ecografia in ingresso; 4 (3 cani e 1 gatto) per assenza di radiografia in ingresso; 2 (1 cani e 1 gatto) per assenza di esami ematici e/o sintomatologia clinica; 3 (1 cane e 2 gatti) per assenza di *outcome*.

La popolazione su cui si basa lo studio è composta da 31 animali di cui 26 cani (13 maschi e 13 femmine) e 5 gatti (2 maschio e 3 femmine).

I soggetti avevano un'età compresa tra 4 mesi e 190 mesi, con una media di $65,13 \pm 45,06$ mesi.

Le razze canine a cui appartenevano erano le seguenti:

American Staffordshire Terrier (1), Bovaro del Bernese (1), Bracco Ungherese (1), Cavalier King Charles Spaniel (1), Cocker Spaniel (1), Doberman (3), Jack Russel Terrier (2), Kurzhaar (1), Maremmano Abbruzzese (1), Meticcio (5), Pastore Tedesco (4), Schnauzer (1), Setter Inglese (3), Yorkshire (1).

Le razze feline a cui appartenevano erano le seguenti:

Europeo (3), Maine Coon (1), Scottish Fold (1).

Gli esami radiografici sono stati eseguiti da operatori diversi e, sulla base della loro singola interpretazione, ad ogni paziente è stato assegnato uno *score* totale e il rispettivo grado di gravità (Tabella 8).

Anche gli esami ecografici, eseguiti da operatori diversi, hanno consentito di assegnare ad ogni singolo paziente uno *score* totale e il rispettivo grado di gravità (Tabella 9).

5.3.1 Risultati dell'interpretazione degli esami radiografici

In seguito all'interpretazione degli esami radiografici risulta che su un totale di 31 pazienti la dilatazione delle anse intestinali sia normale in 3 animali (2 cani e 1 gatto),

lievemente aumentata in 4 animali (2 cani e 2 gatti), moderatamente aumentata in 13 animali (11 cani e 2 gatti), gravemente aumentata in 11 cani. Il dettaglio addominale è conservato in 21 animali (16 cani e 5 gatti) e scarso in 10 cani. Due popolazioni di anse intestinali sono assenti in 21 animali (17 cani e 4 gatti) e presenti in 10 animali (9 cani e 1 gatto). Il pneumoperitoneo è assente in tutti i soggetti.

Per quanto riguarda il grado finale di gravità 5 soggetti (3 cani e 2 gatti) rientrano nella categoria “lieve”; 15 soggetti (12 cani e 3 gatti) in quella “moderata” e 11 cani in quella “grave”. (Tabella 8)

5.3.2 Risultati dell'interpretazione degli esami ecografici

In seguito all'interpretazione degli esami ecografici risulta che su un totale di 31 pazienti le anse intestinali risultano lievemente dilatate in 6 animali (4 cani e 2 gatti), moderatamente dilatate in 18 animali (15 cani e 3 gatti) e gravemente dilatate in 7 cani. Lo spessore della parete intestinale risulta essere normale in 23 animali (10 cani e 3 gatti), lievemente aumentato in 2 animali (1 cane e 1 gatto), moderatamente aumentato in 2 cani e gravemente aumentato in 4 animali (3 cani e 1 gatto). La stratigrafia risulta essere conservata in 23 animali (18 cani e 5 gatti) e alterata in 8 cani. L'ecogenicità peritoneale è normale in 17 animali (13 cani e 4 gatti) e aumentata in 14 animali (13 cani e 1 gatto). In 25 animali (21 cani e 4 gatti) è assente il versamento addominale, mentre è presente in 6 animali (5 cani e 1 gatto). Il pneumoperitoneo è assente in tutti i soggetti. La peristalsi è normale in 7 animali (6 cani e 1 gatto), aumentata/diminuita in 17 animali (14 cani e 3 gatti) e con movimenti a pendolo in 7 animali (6 cani e 1 gatto). La linfadenomegalia è assente in 25 animali (22 cani e 3 gatti) ed è presente in 6 animali (4 cani e 2 gatti).

Per quanto riguarda il grado finale di gravità 4 soggetti (3 cani e 1 gatto) rientrano nella categoria “lieve”, 21 (18 cani e 3 gatti) in quella “moderata” e 6 (5 cani e 1 gatto) in quella “grave”. (Tabella 9)

PAZIENTE	SPECIE	S _{imax/L5} o S _{imax} (mm)	DETTAGLIO ADDOMINALE	DUE POPOLAZIONI DI ANSE INTESTINALI	PNEUMOPERI - TONEO	SCORE TOTALE	GRADO DI GRAVITÀ
1	Cane	1,93	Scarso	Assenti	Assente	3	MODERATA
2	Cane	2,48	Normale	Assenti	Assente	3	ELEVATA
3	Cane	1,29	Normale	Assenti	Assente	0	LIEVE
4	Cane	2,62	Scarso	Assenti	Assente	4	ELEVATA
5	Cane	2,33	Normale	Presenti	Assente	3	MODERATA
6	Cane	1,75	Scarso	Assenti	Assente	2	MODERATA
7	Cane	1,43	Normale	Assenti	Assente	0	LIEVE
8	Gatto	10,62	Normale	Assenti	Assente	0	LIEVE
9	Cane	3,52	Normale	Presenti	Assente	4	ELEVATA
10	Cane	2,47	Normale	Assenti	Assente	3	MODERATA
11	Cane	1,81	Normale	Presenti	Assente	3	MODERATA
12	Cane	2,25	Scarso	Assenti	Assente	4	ELEVATA
13	Gatto	12,45	Normale	Assenti	Assente	1	LIEVE
14	Cane	2,71	Normale	Presenti	Assente	4	ELEVATA
15	Gatto	15,76	Normale	Assenti	Assente	2	MODERATA
16	Cane	4,6	Scarso	Presenti	Assente	5	ELEVATA
17	Cane	2,62	Normale	Presenti	Assente	4	ELEVATA
18	Cane	1,39	Scarso	Assenti	Assente	3	MODERATA
19	Cane	1,87	Scarso	Presenti	Assente	4	ELEVATA
20	Cane	1,7	Normale	Assenti	Assente	2	MODERATA
21	Cane	2,6	Normale	Assenti	Assente	3	ELEVATA
22	Cane	2,03	Normale	Presenti	Assente	3	MODERATA
23	Cane	2,5	Normale	Presenti	Assente	4	ELEVATA
24	Cane	2,13	Scarso	Assenti	Assente	3	MODERATA
25	Cane	1,92	Normale	Assenti	Assente	2	MODERATA
26	Gatto	15,64	Normale	Assenti	Assente	2	MODERATA
27	Cane	1,94	Normale	Assenti	Assente	2	MODERATA
28	Cane	1,85	Scarso	Assenti	Assente	3	MODERATA
29	Cane	1,78	Normale	Assenti	Assente	1	LIEVE
30	Cane	2,8	Scarso	Assenti	Assente	4	ELEVATA
31	Gatto	13	Normale	Presenti	Assente	2	MODERATA

Tabella 8: Classificazione dei pazienti nei tre diversi gradi di gravità lieve, moderata e grave sulla base degli score totali ottenuti valutando quattro parametri radiografici: dilatazione intestinale, dettaglio addominale, presenza di due popolazioni di anse intestinali e presenza di pneumoperitoneo.

PAZIENTE	SPECIE	DILATAZ. INTESTIN. (mm)	SPESSORE PARETE INTEST. (mm)	STRATIGRAF. PARETE INTESTIN.	ECOGEN. PERITON.	VERSAM. ADDOM.	PNEUMO-PERITON.	PERI-STALSI	LINFO-ADENOM.	SCORE TOTALE	GRADO DI GRAVITÀ
1	Cane	26,12	7,82	Conservata	Normale	Assente	Assente	Normale	Assente	5	MODERATA
2	Cane	34,02	8,35	Conservata	Aumentata	Assente	Assente	Aumentata	Assente	8	ELEVATA
3	Cane	19,22	3,75	Conservata	Normale	Assente	Assente	Movimenti a pendolo	Assente	4	MODERATA
4	Cane	23,43	2,99	Conservata	Aumentata	Presente	Assente	Movimenti a pendolo	Presente	7	ELEVATA
5	Cane	18,28	4,15	Conservata	Aumentata	Presente	Assente	Rallentata	Presente	5	MODERATA
6	Cane	18,31	3,4	Conservata	Normale	Assente	Assente	Rallentata	Assente	2	LIEVE
7	Cane	21,44	2,29	Alterata	Normale	Assente	Assente	Rallentata	Assente	4	MODERATA
8	Gatto	13,99	2,36	Conservata	Aumentata	Presente	Assente	Movimenti a pendolo	Assente	6	MODERATA
9	Cane	27,99	7,56	Conservata	Normale	Assente	Assente	Movimenti a pendolo	Assente	8	ELEVATA
10	Cane	22,19	3,2	Conservata	Aumentata	Assente	Assente	Rallentata	Assente	4	MODERATA
11	Cane	26,64	3,2	Conservata	Normale	Assente	Assente	Movimenti a pendolo	Assente	5	MODERATA
12	Cane	21,57	2,93	Alterata	Aumentata	Assente	Assente	Normale	Presente	5	MODERATA
13	Gatto	13,9	5,97	Conservata	Normale	Assente	Assente	Rallentata	Presente	7	ELEVATA
14	Cane	24,26	5,61	Alterata	Normale	Assente	Assente	Rallentata	Assente	6	MODERATA
15	Gatto	13,19	2,71	Conservata	Normale	Assente	Assente	Aumentata	Assente	2	LIEVE
16	Cane	36,24	4,12	Conservata	Aumentata	Assente	Assente	Movimenti a pendolo	Assente	6	MODERATA
17	Cane	25,41	3,02	Conservata	Aumentata	Assente	Assente	Normale	Assente	3	MODERATA
18	Cane	20,71	4,43	Alterata	Normale	Presente	Assente	Rallentata	Assente	5	MODERATA
19	Cane	21,36	2,6	Conservata	Aumentata	Presente	Assente	Aumentata	Presente	6	MODERATA
20	Cane	19,76	4,14	Alterata	Normale	Assente	Assente	Rallentata	Assente	4	MODERATA
21	Cane	35,05	5,13	Alterata	Aumentata	Assente	Assente	Aumentata	Assente	8	ELEVATA
22	Cane	30,53	4,87	Alterata	Aumentata	Assente	Assente	Rallentata	Assente	7	ELEVATA
23	Cane	23,49	3,24	Conservata	Aumentata	Assente	Assente	Rallentata	Assente	4	MODERATA
24	Cane	29,86	3,54	Conservata	Normale	Assente	Assente	Normale	Assente	3	MODERATA
25	Cane	18,05	2,04	Conservata	Normale	Assente	Assente	Rallentata	Assente	2	LIEVE
26	Gatto	15,12	4,03	Conservata	Normale	Assente	Assente	Normale	Assente	3	MODERATA
27	Cane	15,79	3,67	Conservata	Normale	Assente	Assente	Normale	Assente	2	LIEVE
28	Cane	21,3	4,37	Alterata	Aumentata	Assente	Assente	Normale	Assente	4	MODERATA
29	Cane	25,94	4,07	Conservata	Normale	Assente	Assente	Movimenti a pendolo	Assente	4	MODERATA
30	Cane	18,15	4,12	Conservata	Aumentata	Presente	Assente	Rallentata	Assente	4	MODERATA
31	Gatto	12,1	2,1	Conservata	Normale	Assente	Assente	Aumentata	Presente	3	MODERATA

Tabella 9: Classificazione dei pazienti nei tre gradi di gravità lieve, moderata e grave sulla base degli score totali ottenuti valutando otto parametri ecografici: dilatazione intestinale, spessore e stratigrafia della parete intestinale, ecogenicità peritoneale, versamento addominale, pneumoperitoneo, peristalsi e linfoadenomegalia.

5.3.3 Risultati della valutazione della sintomatologia

Dalla valutazione delle manifestazioni sintomatologiche è emerso che 27 animali manifestavano vomito (22 cani e 5 gatti). 18 animali (15 cani e 3 gatti) presentavano anoressia o disoressia. Una marcata letargia è stata osservata in 18 soggetti (16 cani e 2 gatti). Atteggiamenti antalgici, quali cifosi o posizione di preghiera, erano presenti in 3 cani. 10 animali (8 cani e 2 gatti) presentavano algia alla palpazione addominale. In 3 soggetti (1 cane e 2 gatti) era apprezzabile la presenza di una massa alla palpazione addominale. 5 cani presentavano ipertermia (rialzo della temperatura corporea). 8 cani manifestavano diarrea e, al contrario, 4 animali (3 cani e 1 gatto) stipsi. (Tabella 10)

PAZIENTE	SPECIE	VOMITO	ANORESSIA/ DISORESSIA	LETARGIA	SEGNI ANTALGICI	ALGIA ALLA PALPAZIONE	MASSE ALLA PALPAZIONE	IPERTERMIA	DIARREA	STIPSI
1	Cane	X		X						
2	Cane	X		X		X				
3	Cane	X	X							
4	Cane	X	X		X	X				
5	Cane	X		X					X	
6	Cane	X							X	
7	Cane	X	X	X				X		
8	Gatto	X		X			X			
9	Cane	X	X	X						X
10	Cane	X	X							
11	Cane	X				X			X	
12	Cane	X				X		X	X	
13	Gatto	X	X	X						
14	Cane		X	X		X		X	X	
15	Gatto	X	X				X			X
16	Cane	X	X	X						
17	Cane	X		X		X		X	X	
18	Cane	X			X	X			X	
19	Cane	X	X	X						
20	Cane	X	X							X
21	Cane	X	X	X						X
22	Cane		X	X	X					
23	Cane	X	X	X						
24	Cane	X	X	X						
25	Cane			X		X	X			
26	Gatto	X								
27	Cane	X	X							
28	Cane	X	X	X						
29	Cane							X		
30	Cane	X		X		X			X	
31	Gatto	X	X			X				
TOTALE		27	18	18	3	10	3	5	8	4

Tabella 10: Sintomatologia clinica dei pazienti con diagnosi di certezza di ostruzione intestinale.

5.3.4 Risultati della valutazione degli esami ematici, dei trattamenti ed outcome

L'interpretazione degli esami ematici ha messo in evidenza che 11 pazienti (10 cani e 1 gatti) non sono stati sottoposti ad emogas analisi e 8 pazienti (7 cani e 1 gatto) non sono stati sottoposti a esame ematobiochimico. Tra i pazienti sottoposti a questi esami ematici: 3 cani presentavano alcalosi metabolica; 5 cani acidosi metabolica; 12 animali (8 cani e 4 gatti) presentavano un pH normale. Per quanto riguarda la cloremia: 11 animali (10 cani e 1 gatti) hanno valori normali; 6 cani presentano ipocloremia e 6

animali (3 cani e 3 gatti) sono ipercloremici. La kaliemia è fisiologica in 6 animali (2 cani e 4 gatti); bassa in 16 cani e alta in 1 cane. La natremia è fisiologica in 7 animali (6 cani e 1 gatto); aumentata in 2 cani; diminuita in 13 animali (11 cani e 2 gatti). I lattati sono fisiologici in 12 animali (10 cani e 2 gatti) e 6 animali (5 cani e 1 gatto) manifestano iperlattatemia.

L'esame emocromocitometrico non è stato eseguito in 10 pazienti. Tra i 21 sottoposti all'esame: 11 animali (9 cani e 2 gatti) hanno l'ematocrito nella norma; 8 animali (7 cani e 1 gatto) hanno ematocrito aumentato e in 2 animali (1 cane e 1 gatto) hanno ematocrito diminuito. I leucociti sono fisiologici in 12 animali (8 cani e 4 gatti); è presente leucocitosi in 7 cani e leucopenia in 1 cane.

In 20 pazienti (17 cani e 3 gatti) l'ostruzione intestinale è stata trattata con intervento chirurgico di cui 1 con complicazioni post-operatorie, 1 con complicazioni post-operatorie e successiva eutanasia, 1 con eutanasia intraoperatoria e 17 con guarigione completa del paziente. Gli interventi chirurgici che sono stati eseguiti prevedono: 14 enterotomie singole, 3 enterotomie multiple, 2 resezioni ed anastomosi.

11 pazienti (9 cani e 2 gatti) sono stati sottoposti a trattamento medico di supporto e successivamente sono guariti con successo.

Per quanto riguarda le cause di ostruzione intestinale sono: 5 corpi estranei lineari (5 cani), 20 corpi estranei non lineari (17 cani e 3 gatti), 1 corpo estraneo misto con componente sia lineare che non (1 cane), 2 tricobezoari (2 gatti), 1 volvolo (1 cane), 1 fecaloma (1 cane) e in 1 cane la causa era sconosciuta in quanto l'intervento chirurgico è stato eseguito dal veterinario curante.

(Tabella 11)

PAZIENTE	SPECIE	pH	EMATO-CRITO	CLORE-MIA	KALIEMIA	LATTATE-MIA	NA TREMIA	LEUCOCITI	TRATTAMENTO ESEGUITO	CAUSA	OUTCOME
1	Cane	-	Normale	-	-	-	-	Leucocitosi	Enterotomia	CE misto	Guarigione
2	Cane	Alcalosi	-	Iperloremia	Ipokaliemia	Iperlattatemia	Iponatremia	-	Enter. Multip.	CE lin.	Guarigione
3	Cane	Normale	-	Normale	Ipokaliemia	Normale	Normale	-	Enterotomia	CE non lin.	Guarigione
4	Cane	-	Aumentato	-	-	-	-	Normali	Medico	CE non lin.	Guarigione
5	Cane	-	Normale	-	-	-	-	Leucocitosi	Enterotomia	CE non lin.	Guarigione
6	Cane	-	Normale	Ipocloremia	Ipokaliemia	-	Iponatremia	Normali	Enterotomia	CE lineare	Guarigione
7	Cane	Acidiosi	-	-	-	Iperlattatemia	-	Leucocitosi	Enter. Multip.	CE lineare	Compl. postop.
8	Gatto	-	Normale	-	-	-	-	Normali	Enterotomia	CE non lin.	Guarigione
9	Cane	Alcalosi	Normale	Ipocloremia	Ipokaliemia	Iperlattatemia	Iponatremia	Leucocitosi	Enterect. + anast.	CE non lin.	Guarigione
10	Cane	Normale	-	Normale	Ipokaliemia	Normale	Iponatremia	-	Enterotomia	CE non lin.	Guarigione
11	Cane	Acidiosi	-	Ipercloremia	Ipokaliemia	Normale	Normale	-	Enterotomia	CE non lin.	Guarigione
12	Cane	-	Aumentato	-	-	-	-	Normali	Medico	CE non lin.	Guarigione
13	Gatto	Normale	Normale	Normale	Normale	Iperlattatemia	Iponatremia	Normali	Enterotomia	CE non lin.	Compl. postop + eutanasia
14	Cane	Acidiosi	Aumentato	Normale	Ipokaliemia	Iperlattatemia	Normale	Leucopenia	Medico	CE non lin.	Guarigione
15	Gatto	Normale	Aumentato	Ipercloremia	Normale	-	Normale	Normali	Medico	Tricobez	Guarigione
16	Cane	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Iponatremia	Leucocitosi	Enterotomia	CE non lin.	Guarigione
17	Cane	-	Aumentato	-	-	-	-	-	Medico	CE non lin.	Guarigione
18	Cane	Normale	-	Ipercloremia	Ipokaliemia	-	Ipernatremia	-	Chirurgia	Volvolo	Eutanasia intraop
19	Cane	-	Normale	Ipocloremia	Ipokaliemia	-	Iponatremia	Leucocitosi	Medico	CE non lin.	Guarigione
20	Cane	-	-	Normale	Ipokaliemia	-	Normale	-	Enterotomia	Fecaloma	Guarigione
21	Cane	Normale	-	Ipocloremia	Ipokaliemia	Normale	Iponatremia	-	Enterect. + anast.	CE non lin.	Guarigione
22	Cane	Normale	Normale	Ipocloremia	Ipokaliemia	Normale	Iponatremia	Normali	Enterotomia	CE lineare	Guarigione
23	Cane	Acidiosi	Basso	Normale	Ipokaliemia	Normale	Iponatremia	Normali	Enterotomia	-	Guarigione
24	Cane	-	Aumentato	Normale	Normale	Normale	Normale	-	Medico	CE non lin.	Guarigione
25	Cane	Normale	Normale	Normale	Ipokaliemia	-	Normale	Normali	Medico	CE non lin.	Guarigione
26	Gatto	Normale	-	Ipercloremia	Normale	Normale	Iponatremia	-	Enterotomia	CE non lin.	Guarigione
27	Cane	Alcalosi	Normale	Normale	Ipokaliemia	Normale	Iponatremia	Normali	Enter. Multip.	CE lineare	Guarigione
28	Cane	Acidiosi	-	Normale	Ipokaliemia	Normale	Iponatremia	-	Medico	CE non lin.	Guarigione
29	Cane	Normale	Aumentato	Ipercloremia	Iperkaliemia	-	Ipernatremia	Normali	Medico	CE non lin.	Guarigione
30	Cane	-	Aumentato	-	-	-	-	Aumentati	Enterotomia	CE non lin.	Guarigione
31	Gatto	Normale	Diminuito	Ipercloremia	Normale	Normale	Normale	Normale	Medico	Tricobez	Guarigione

Tabella 11: Valori ematici, trattamenti eseguiti ed *outcome* dei pazienti con diagnosi di certezza di ostruzione intestinale.

5.3.5 Risultati statistici

La concordanza tra classificazione del grado di gravità derivante dalle valutazioni radiografiche e quella derivante dalle valutazioni ecografiche è stata valutata con il test Kappa pesato di Choen e il coefficiente di correlazione di Spearmann. Hanno messo in evidenza rispettivamente la presenza di una concordanza discreta (K pesato = 0,21) e di una correlazione discreta (0,25). (Tabelle 12 e 13)

Punteggi	Kappa pesata ^a	Errore std. ^b	Asintotico		Intervallo di confidenza asintotico 95%	
			z ^c	Sign.	Limite inferiore	Limite superiore
gradorx gradoeco	- ,215	,145	1,212	,226	-,069	,498

Tabella 12: Kappa pesata di Cohen.

a. La stima della kappa pesata utilizza i pesi quadratici

b. Il valore non dipende da ipotesi nulla o alternative

c. Stima l'errore standard asintotico presumendo l'ipotesi nulla che la kappa pesata sia zero.

			Gradorx	Gradoeco
Rho di Spearman	Gradorx	Coefficiente di correlazione	1,000	,250
		Sig. (a due code)	.	,172
		N	31	31
	Gradoeco	Coefficiente di correlazione	,250	1,000
		Sig. (a due code)	,172	.
		N	31	31

Tabella 13: Correlazione di Spearmann.

Le correlazioni tra le misure ecografiche e radiografiche sono state valutate con il coefficiente di correlazione di Pearson.

La correlazione di Pearson tra la misura del diametro massimo eseguita radiograficamente e quella eseguita ecograficamente risulta fortemente positiva ($r = 0,8$; $P < 0,001$). (Tabella 14 e Grafico 1)

Correlazioni

		diametrorx	diametroeco
diametrorx	Correlazione di Pearson	1	,801**
	Sign. (a due code)		,000
	N	31	31
diametroeco	Correlazione di Pearson	,801**	1
	Sign. (a due code)	,000	
	N	31	31

** . La correlazione è significativa a livello 0,01 (a due code).

Tabella 14: Correlazione di Pearson tra diametro radiografico ed ecografico.

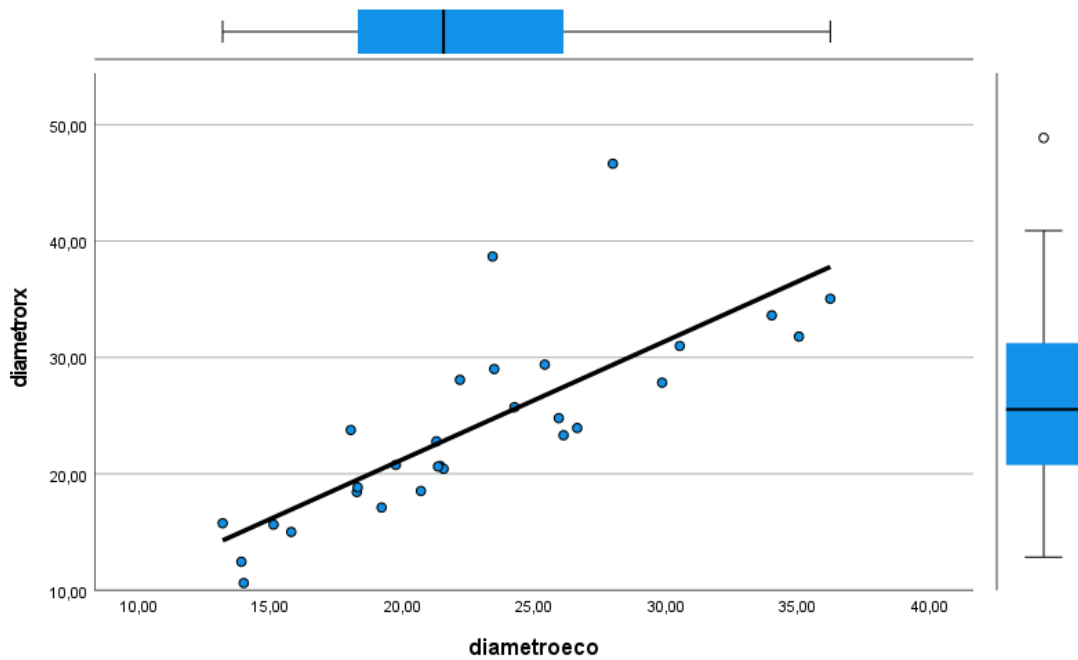


Grafico 1: rappresentazione grafica della correlazione di Pearson tra il diametro intestinale misurato radiograficamente (asse y) e quello misurato ecograficamente (asse x)

La correlazione di Pearson tra le misure del rapporto SI_{max}/L5 e il diametro ecografico risulta essere una bassa correlazione negativa ($r = -0,41$) (Tabella 15 e grafico 2).

		diametroeco	SIL5
diametroeco	Correlazione di Pearson	1	-,411*
	Sign. (a due code)		,022
	N	31	31
SIL5	Correlazione di Pearson	-,411*	1
	Sign. (a due code)	,022	
	N	31	31

*. La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

Tabella 15: Correlazione di Pearson tra SI/L5 e diametro ecografico.

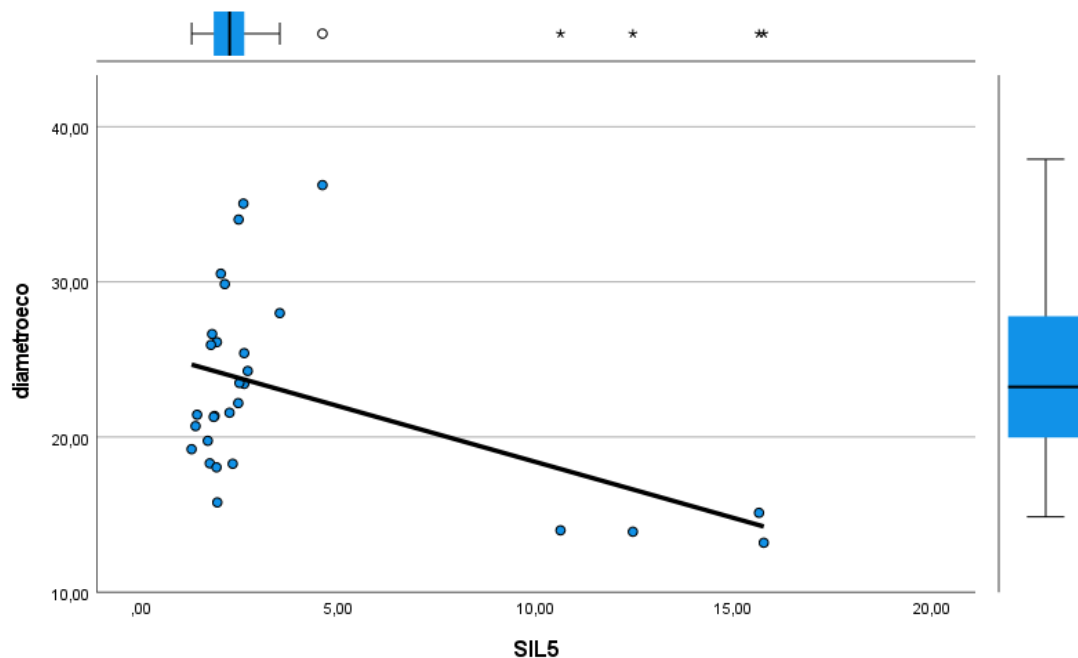


Grafico 2: rappresentazione grafica della correlazione di Pearson tra il diametro intestinale misurato ecograficamente (asse y) e il rapporto SI/L5 (asse x).

Il diametro ecografico e lo spessore della parete intestinale misurato ecograficamente risultano avere una correlazione di Pearson debolmente positiva ($r = 0,46$) (Tabella 16 e grafico 3).

		diametroeco	spessorepareteint
diametroeco	Correlazione di Pearson	1	,466**
	Sign. (a due code)		,008
	N	31	31
spessorepareteint	Correlazione di Pearson	,466**	1
	Sign. (a due code)	,008	
	N	31	31

** La correlazione è significativa a livello 0,01 (a due code).

Tabella 16: Correlazione di Pearson tra diametro ecografico e spessore della parete intestinale.

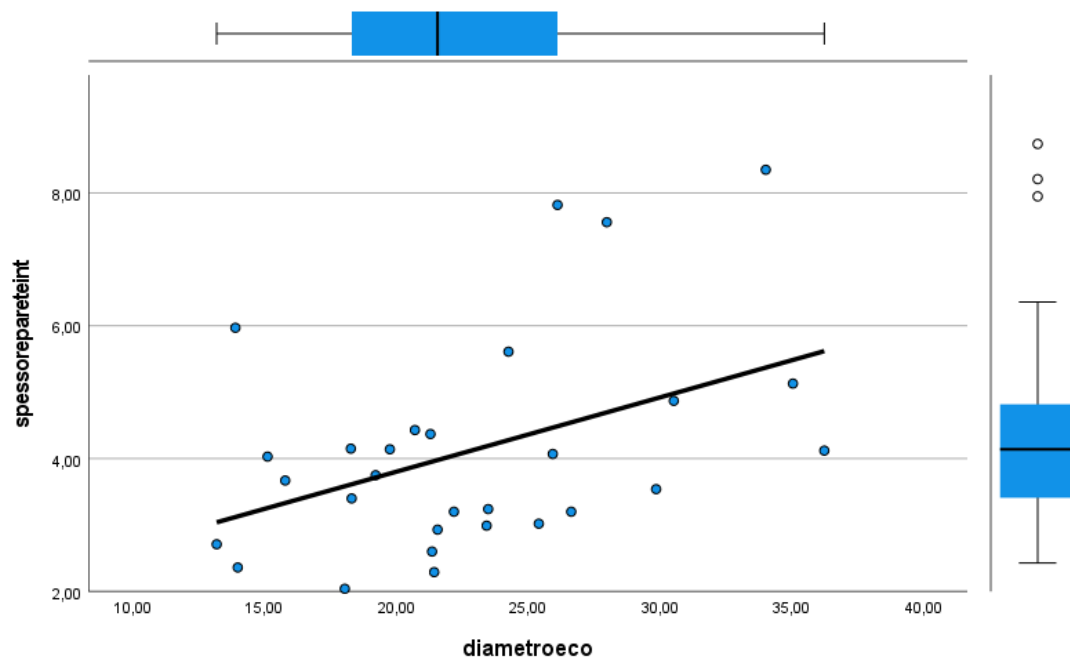


Grafico 3: rappresentazione grafica della correlazione di Pearson tra lo spessore della parete intestinale (asse y) e il diametro intestinale misurato ecograficamente (asse x).

Lo spessore della parete intestinale misurato ecograficamente e il diametro intestinale misurato radiograficamente risultano avere una correlazione di Pearson debolmente positiva ($r = 0,4$) (Tabella 17 e grafico 4).

		spessorepareteint	diametrorx
spessorepareteint	Correlazione di Pearson	1	,404*
	Sign. (a due code)		,024
	N	31	31
diametrorx	Correlazione di Pearson	,404*	1
	Sign. (a due code)	,024	
	N	31	31

*. La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

Tabella 17: Correlazione di Pearson tra lo spessore della parete intestinale misurato ecograficamente e il diametro intestinale misurato radiograficamente.

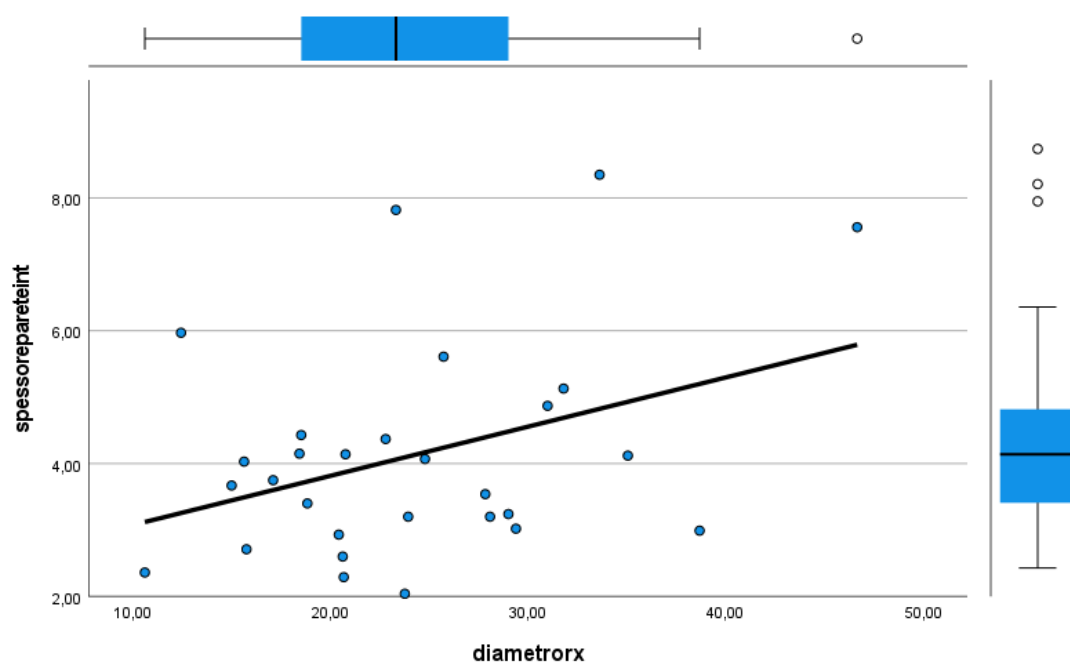


Grafico 4: rappresentazione grafica della correlazione di Pearson tra lo spessore della parete intestinale misurato ecograficamente (asse y) e il diametro intestinale misurato radiograficamente (asse x).

La significatività dei parametri radiografici ed ecografici nella determinazione dell'esito del trattamento medico o chirurgico eseguito per la risoluzione dell'ostruzione intestinale da corpo estraneo è stata valutata con il *Test U di Mann – Whitney* (analogo del t di Student).

Dal seguente test è emerso che non è presente associazione significativa tra il diametro intestinale misurato radiograficamente e l'esito del trattamento eseguito.

L'associazione tra il diametro intestinale misurato ecograficamente e l'esito del trattamento eseguito non è risultata significativa.

Inoltre, è risultato non esserci significatività anche tra il rapporto SI/L5 e l'esito del trattamento eseguito; tra il peso e l'esito del trattamento eseguito; tra l'età e l'esito del trattamento eseguito. È risultata essere significativa la correlazione tra lo spessore della parete intestinale misurato ecograficamente e il trattamento eseguito (Tabelle 18 e 19).

		Statistiche gruppo			
trattamento		N	Media	Deviazione std.	Errore standard della media
Spessorepareteint	medico	11	3,1245	,78255	,23595
	chirurgico	20	4,5645	1,72546	,38582

Tabella 18: Statistiche del gruppo mettendo in evidenza i pazienti che sono stati sottoposti a trattamento medico e chirurgico con il calcolo della media, deviazione standard ed errore standard della media.

Statistiche del test^a

	spessorepareteint
U di Mann-Whitney	45,000
W di Wilcoxon	111,000
Z	-2,684
Sign. asint. (a due code)	,007
Sign. esatta [2*(sig. a una coda)]	,006 ^b
Sign. esatta (a due code)	,006
Sign. esatta (a una coda)	,003
Probabilità puntuale	,000

a. Variabile di raggruppamento: trattamento

b. Non corretto per le correlazioni.

Tabella 19: Valutazione della correlazione tra lo spessore della parete intestinale misurato ecograficamente e l'esito del trattamento eseguito.

Vista la significatività tra lo spessore della parete intestinale e l'esito del trattamento eseguito, è stata costruita la curva di ROC (Receiver Operating Characteristic) con valore cut-off = 3,11 mm (sensibilità 90%, specificità 70%) e AUC = 81%.

Bisogna interpretarla tenendo in considerazione che l'AUC (Area Under the Curve) è l'area sottostante alla curva ed indica il rapporto tra i falsi positivi e i veri positivi ed è una misura di accuratezza diagnostica. È stato infatti considerato come accurato un test con $AUC \geq 80\%$; pertanto il test è da considerarsi accurato. (Grafico 5)

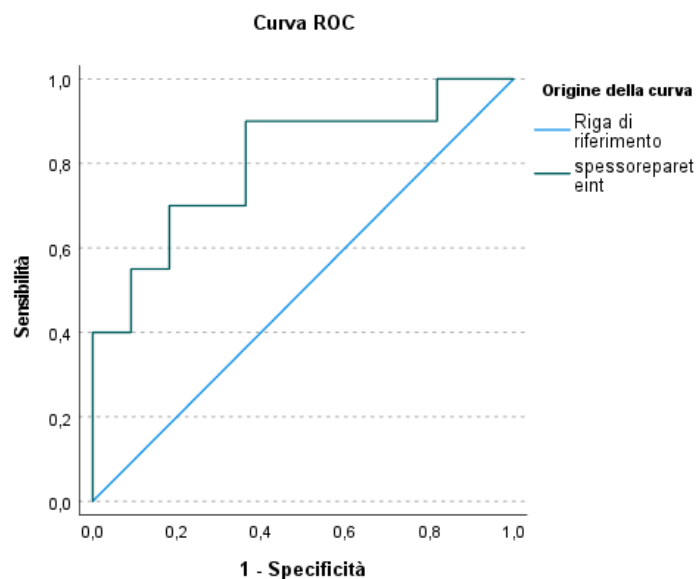


Grafico 5: Curva di ROC con la sensibilità sull'asse y e la specificità sull'asse x

Non è risultata alcuna associazione significativa tra il tipo di trattamento e le seguenti variabili categoriche:

- parametri ematici
- parametri ecografici quali presenza di versamento, ecogenicità peritoneale, alterazione della peristalsi, stratigrafia della parete intestinale, linfadenopatia
- sesso
- sintomatologia

5.4 Discussione

I risultati dell'interpretazione dei dati ottenuti mediante lo studio mettono in evidenza che i gradi di gravità conseguiti dalla valutazione radiografica corrispondono in modo discreto ai gradi di gravità conseguiti dalla valutazione ecografica. La valutazione radiografica ha consentito di valutare principalmente quattro parametri: dilatazione intestinale, dettaglio addominale, presenza di due popolazioni intestinali e pneumoperitoneo. La valutazione ecografica ha consentito di valutare otto parametri: dilatazione intestinale, spessore della parete, stratigrafia della parete, ecogenicità peritoneale, versamento addominale, pneumoperitoneo, peristalsi e linfadenomegalia. Pertanto, nonostante siano entrambe delle tecniche di *imaging* molto valide, la valutazione ecografica consente di valutare parametri aggiuntivi, consentendo di stimare meglio la progressione del quadro e di conseguenza anche la gravità dello stesso.

Le misurazioni radiografiche dei diametri intestinali sono correlate in modo fortemente positivo con le misurazioni ecografiche dei diametri intestinali. Pertanto, l'accuratezza delle due tecniche di *imaging* nella valutazione del grado di dilatazione delle anse intestinali a monte dell'ostruzione meccanica è sovrapponibile.

L'aspetto radiografico più significativo che si è palesato nei cani affetti da ostruzione intestinale da corpo estraneo è la presenza di dilatazione intestinale a monte della sede affetta da ileo meccanico. Infatti, nonostante il grado di gravità della dilatazione varia da lieve a grave in base alla causa di ostruzione, alla presenza di ostruzione completa o parziale e alla durata della stessa, ha un'incidenza del 90,3% (figura 31 e 33). È quindi molto alta se confrontata all'incidenza del 32,2% della diminuzione del dettaglio addominale e della presenza di due popolazioni intestinali.

Gli aspetti ecografici che abbiamo osservato con maggior frequenza in presenza di ostruzione intestinale sono la presenza di dilatazione intestinale a monte dell'ostruzione (incidenza del 100%) e l'alterazione dell'attività peristaltica intestinale (incidenza del 77,4%) (figura 32 e 34). Gli altri aspetti ecografici osservati hanno un'incidenza minore e in ordine decrescente sono: ecogenicità peritoneale aumentata (45,2%), alterazione di spessore (25,8%), stratigrafia della parete intestinale (25,8%), versamento addominale (19,3%) e linfadenomegalia (19,3%).

I sintomi che sono stati osservati con maggior incidenza durante la visita in ingresso e che hanno portato il medico veterinario a sospettare la possibile presenza di ostruzione intestinale sono stati: vomito (80,6%), anoressia/disoressia (58,1%) e letargia (58,1%). È stata riscontrata anche la presenza di altri sintomi che però hanno incidenza minore e in ordine decrescente sono: algia alla palpazione addominale (32,3%), diarrea (25,8%), ipertermia (16,1%), stipsi (12,9%), manifestazioni antalgiche (9,7%) e percezione di masse alla palpazione (9,7%). Nessuna di queste però è stata associata significativamente al tipo di trattamento.

I parametri ematici che sono stati valutati sono risultati essere utili per la valutazione delle alterazioni acido-base e idroelettriche dei pazienti al fine di somministrare un'adeguata terapia di supporto ma non sono valori utili per sospettare o meno la presenza di ostruzione intestinale. Inoltre, non tutti i pazienti sono stati sottoposti agli stessi esami ematici, pertanto, non è stato possibile fare una interpretazione dei valori uguale per tutti i pazienti. Infatti, dalle analisi statistiche è emerso che i parametri ematici non hanno una correlazione significativa con il tipo di trattamento eseguito.

I trattamenti eseguiti sono stati distinti in trattamento medico ed intervento chirurgico e, quest'ultimo, è stato distinto in enterotomia singola, enterotomie multiple e enterectomia ed anastomosi. La maggior parte dei pazienti sono stati sottoposti ad intervento chirurgico (64,5%) con un tasso di guarigione del 90%. Il 45,2% dei pazienti è stato sottoposto ad enterotomia singola, il 9,7% ad enterotomie multiple, il 6,4% ad enterectomia ed anastomosi e il 3,2% è stato sottoposto ad eutanasia intraoperatoria in quanto la gravità del quadro consentiva di predire una prognosi infausta.

Il 35,5% dei pazienti è stato sottoposto a trattamento medico con un tasso di guarigione del 100%.

L'unico parametro ecografico che, dalle analisi statistiche, è risultato essere importante della determinazione del tipo trattamento eseguito è lo spessore della parete intestinale. Infatti, gli animali sottoposti ad intervento chirurgico presentavano uno spessore della parete intestinale significativamente superiore se confrontati con quelli sottoposti a trattamento medico. Questo aspetto è giustificabile dal fatto che il mantenimento nel normale spessore della parete intestinale è indice di integrità della stessa e quindi della sua corretta vascolarizzazione. Una parete intestinale di spessore aumentato, perforata o addirittura necrotica è indice di un grave danno e può essere

alla base di fenomeni quali peritonite o peritonite settica. Queste sono condizioni che senza dubbio possono compromettere l'esito del trattamento in quanto provocano gravi ripercussioni sistemiche che possono, in alcuni casi, mettere a rischio la sopravvivenza del paziente.

L'ecografia e la radiografia possono pertanto essere considerate delle tecniche di *imaging* complementari ma la prima ha dimostrato avere un'accuratezza maggiore nella diagnosi definitiva in quanto consente di valutare parametri non valutabili radiograficamente, tra cui lo spessore della parete intestinale che ha un'influenza importante nella determinazione del tipo di trattamento.

La radiografia è generalmente la tecnica utilizzata nella valutazione iniziale e richiede spesso l'ausilio dell'ultrasonografia per poter fare una valutazione più completa e precisa. È una tecnica standardizzata, rapida da eseguire e nella sua esecuzione l'esperienza dell'operatore ha sicuramente un'influenza molto minore se confrontata con l'ecografia. D'altro canto, non è priva di controindicazioni in quanto potrebbe causare un maggior stress al paziente, le radiazioni sono nocive per il paziente e per l'operatore che esegue l'esame, consente di valutare un numero inferiore di aspetti rispetto all'ecografia e i corpi estranei radiotrasparenti non sono visibili. (Gaschen e Rodriguez 2012)

L'ecografia dovrebbe pertanto essere la tecnica di diagnostica per immagini di prima scelta per numerosi aspetti. Consente infatti di valutare numerosi parametri alcuni dei quali molto importanti per determinare il grado di gravità e il tipo di trattamento da eseguire, alle frequenze utilizzate non è nociva per il paziente e per l'operatore, non è invasiva, è in grado di localizzare la lesione in modo più preciso e di valutare l'alterazione della peristalsi intestinale. (Gaschen e Rodriguez 2012)

Si può quindi affermare che l'ecografia è la tecnica più consigliata nella diagnosi di ostruzione intestinale in quanto consente di stimare con maggior accuratezza la presenza di ostruzione parziale o completa, la causa di ostruzione, l'attività peristaltica, lo spessore della parete intestinale e la localizzazione nel tratto intestinale consentendo di dare indicazioni più precise al chirurgo circa la sede e l'entità del danno.

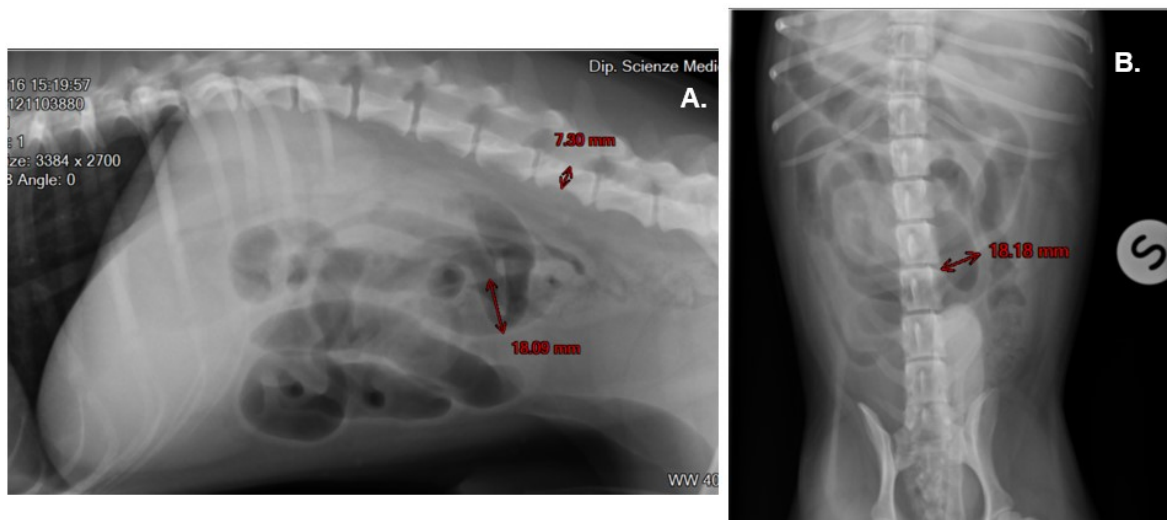


Figura 31: A) Proiezione LL destro: si notano le anse dell'intestino tenue dilatate con SImax 18,09 mm e l'altezza del corpo vertebrale di L5 (7,30 mm). B) Proiezione DV: si notano anse intestinali dilatate con diametro massimo 18,18 mm.

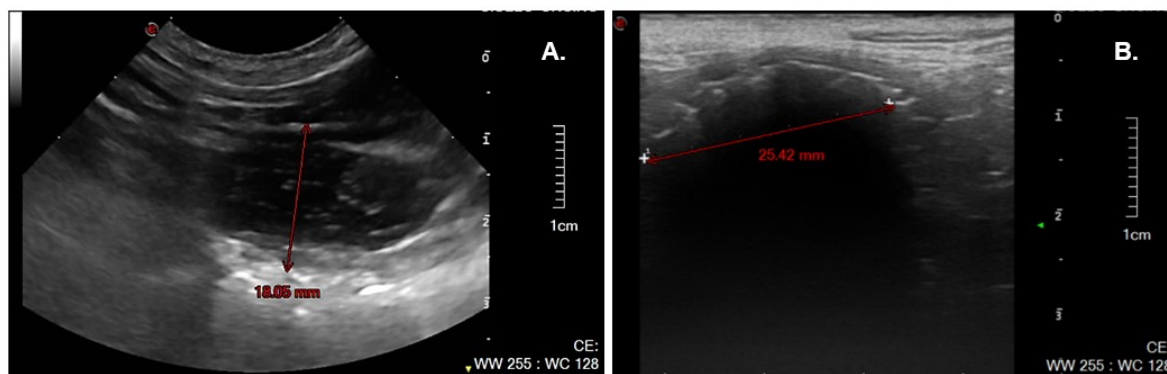


Figura 32: Esame ecografico dello stesso paziente indicato in figura 31. A) Misurazione del diametro intestinale massimo a monte dell'ostruzione (18,05 mm); è quindi sovrapponibile con la misurazione radiografica. B) Corpo estraneo ecoriflettente con margini irregolari di 25,42 mm circa, con cono d'ombra posteriore pulito.

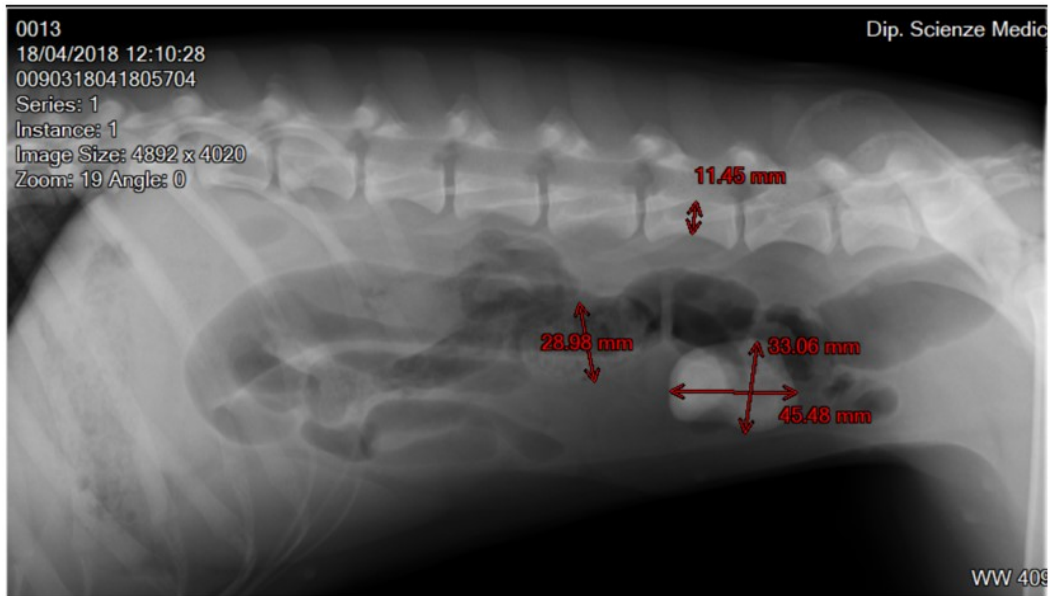


Figura 33. Proiezione LL: si osserva la presenza di un corpo estraneo radiopaco che misura 45,48 x 33,06 mm, le anse intestinali a monte dello stesso sono dilatate con SImax 28,98 mm e l'altezza del corpo vertebrale di L5 è 11,45 mm.

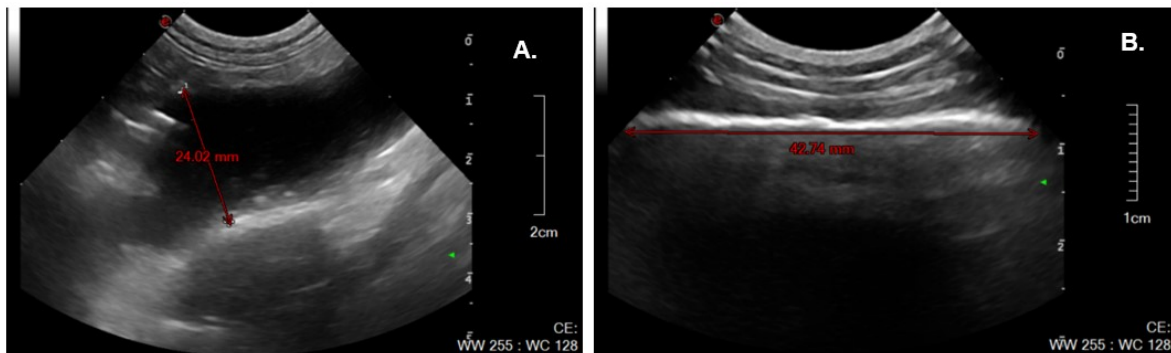


Figura 34: Esame ecografico dello stesso paziente indicato in figura 33. A) Misurazione del diametro intestinale massimo a monte dell'ostruzione (24,02 mm); è quindi leggermente inferiore di quello misurato ecograficamente ma pressochè sovrapponibile. B) Formazione iperecogena endoluminale generante netto cono d'ombra posteriore di forma irregolare a margini netti e dimensioni di ca. 42,74 mm occludente il lume intestinale.

Limiti dello studio

1. Studio retrospettivo.
2. La popolazione oggetto di studio è composta da un numero limitato di pazienti (31).
3. Gli studi radiografici ed ecografici sono stati eseguiti da operatori differenti.
4. Non tutti i pazienti sono stati sottoposti agli stessi esami ematici.

CONCLUSIONI

La radiografia è una tecnica di diagnostica per immagini standardizzata utilizzata spesso come primo approccio per poter eseguire una rapida valutazione generale del quadro. È infatti una valutazione più semplice da eseguire anche per medici con poca esperienza, consente di valutare l'entità della dilatazione intestinale e, nel caso in cui l'ostruzione intestinale sia causata da corpi estranei radiopachi, questi sono facilmente osservabili con questa tecnica.

L'ecografia è senza dubbio una tecnica con un'accuratezza maggiore ed è da preferire nel caso in cui sia presente in struttura un medico con esperienza in questo campo. Consente infatti di mettere in evidenza anche cause ostruttive non visibili radiograficamente, di valutare lo spessore della parete intestinale, la stratigrafia della parete intestinale, la peristalsi, la presenza di versamento addominale, l'ecogenicità peritoneale e la presenza di linfadenomegalia. Consente anche di sospettare o affermare con certezza la presenza di perforazione intestinale condizione per cui è richiesto un immediato intervento chirurgico. È inoltre utile per localizzare con maggior precisione il tratto intestinale interessato dall'ostruzione.

L'ecografia e la radiografia sono tecniche discretamente concordanti circa il grado di gravità dell'ostruzione, con misure significativamente correlabili. Per la determinazione del tipo di trattamento tuttavia è risultato significativo solo lo spessore della parete intestinale, conferendo all'esame ecografico una maggiore accuratezza in questo ambito.

Per queste ragioni l'ecografia è, in presenza di personale qualificato, la tecnica di eccellenza nella diagnosi definitiva di ostruzione intestinale, nella determinazione dell'estensione della lesione, nella decisione del trattamento da eseguire e per la determinazione della gravità del quadro.

BIBLIOGRAFIA

- Armbrust, Laura J. . «Digital Images and Digital Radiographic Image Capture.» In *Textbook of veterinary radiology*, di Donald E. Thrall, 22-37. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2007.
- Barone , Robert. *Intestino*. Vol. Vol. 3°, in *Anatomia comparata dei mammiferi domestici*, di Robert Barone, 333-426. Milano : edagricole , 2014.
- Barr, Frances, e Lorrie Gaschen. *BSAVA Canine and Feline Ultrasonography* . Woodrow House: British Small Animal Veterinary Association, 2012.
- Bebchuk, Trevor N. «Feline gastrointestinal foreign bodies.» *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 32 (July 2002): 861-880.
- Boag, Amanda K., Richard J. Coe, Teresa A. Martinez, e Dez Hughes. «Acid-base and electrolyte abnormalities in dogs with gastrointestinal foreign bodies.» *Journal of veterinary internal medicine* , 2005: 816-821.
- Cave, Nick. «Obstruction.» In *Canine & Feline gastroenterology*, di Robert J. Washabau e Michael J. Day. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2013.
- Ciasca , T C, F David, e C Lamb. «Does measurement of small intestinal diameter increase diagnostic accuracy of radiography in dogs with suspected intestinal obstruction?» *Vet Radiol and Ultrasound* 54 (2013): 207-211.
- Delaney , Fern , RT O'Brien, e K Waller. «Ultrasound evaluation of small bowel thickness compared to weight in normal dogs.» *Vet Radiol Ultrasound* 44 (2003): 577-80.
- Ellison, Gary W. «Intestinal Obstruction.» In *Mechanisms Of Disease In Small Animal Surgery*, di M. Joseph Bojrab e Eric Monnet. Jackson, WY: Teton NewMedia, 2010.

- Elser, Emily B., Wilfried Mai, Jennifer A. Reetz, Vince Thawley, Hadley Bagshaw, e Jantra N. Suran. «Serial abdominal radiographs do not significantly increase accuracy of diagnosis of gastrointestinal mechanical obstruction due to occult foreign bodies in dogs and cats.» *Vet Radiol Ultrasound* 61 (2020): 399-408.
- Finck, Cyrielle, Marc-André D'Anjou, Kate Alexander, Swan Specchi, e Guy Beauchamp. «Radiographic diagnosis of mechanical obstruction in dogs based on relative small intestinal external diameters.» *Veterinary Radiology and Ultrasound* 55, n. 5 (2014): 472-479.
- Gaschen, Lorrie, e Daniel Rodriguez. «Stomach, small and large intestines.» In *BSAVA Manual of Canine and Feline Ultrasonography*, di Frances Barr e Lorrie Gaschen, 124-139. Woodrow House : British Small Animal Veterinary Association, 2012.
- Gorgas, Daniela . «Physical principles.» In *BSAVA Canine and Feline Ultrasonography* , di Frances Barr e Lorrie Gaschen, 1-14. Woodrow House: British Small Animal Veterinary Association, 2012.
- Gracia, D.A.A., T. R. Froes, R. G. D. O. C. Vilani, S. D. Guérios, e A. Obladen. «Ultrasonography of small intestinal obstructions: a contemporary approach.» *Journal of Small Animal Practice* 52 (2011): 484-490.
- Graham, J P, P F Lord, e J M Harrison. «Quantitative estimation of intestinal dilation as a predictor of obstruction in the dog.» *J Small Anim Pract* 39 (1998): 521-524.
- Griffin, Sally. «Feline abdominal ultrasonography: what's normal? what's abnormal? The normal gastrointestinal tract.» *Journal of Feline Medicine and Surgery* 21 (2019): 1039-1046.
- Hobday, M. M. , G. E. Pachtinger, K. J. Drobatz, e R. S. Syring. «Linear versus non-linear gastrointestinal foreign bodies in 499 dogs: clinical presentation,

- management and short-term outcome.» *Journal of Small Animal Practice* 55 (2014): 560-565.
- Kealy , J. Kevin , Hester McAllister, e John P. Graham. «The Abdomen.» In *Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat*, di J. Kevin Kealy, Hester McAllister e John P. Graham, 23-198. St. Louis, Missouri: Elsevier , 2011.
- Kealy, J. Kevin, Hester McAllister, e John P. Graham. «The Radiograph.» In *Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat*, di J. Kevin Kealy, Hester McAllister e John P. Graham, 1-22. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2011.
- Kipar, A., e M. L. Meli. «Feline Infectious Peritonitis: Still an Enigma?» *Veterinary Pathology* 51, n. 2 (2014): 505-526.
- Kircher, Patrick R. «Equipement.» In *BSAVA Manual of Canine and Feline Ultrasonography*, di Frances Barr e Lorrie Gaschen, 15-20. Woodrow House : British Small Animal Veterinary Association, 2012.
- Lappas, J C, B L Reyes, e D D Maglinte. «Abdominal radiography findings in small-bowel obstruction: relevance to triage for additional diagnostic imaging.» *Am J Roentgenol* 176 (2001): 167-174.
- Larson, Martha Moon, e David S. Biller. «Ultrasound of the Gastrointestinal Tract.» *Veterinary Clinics of the North America: Small Animal Practice* 39 (2009): 747-759.
- Lewis , Daniel Dean, e Gary E. Ellison . «Intussusception in Dogs and Cats.» *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian* 9, n. 5 (1987): 823-832.
- MacPhail, Catriona. «Gastrointestinal Obstruction.» *Clinical Techniques in Small Animal Practice* 17, n. 4 (November 2002): 178-183.

- Manczur, F., K. Vörös, T. Vrabély, S. Wladár, T. Németh, e B. Fenyves. «Sonographic diagnosis of intestinal obstruction in the dog.» *Acta Veterinaria Hungarica* 46 (1998): 35-45.
- Mattioli, G., e B. Simonazzi. «Corpi estranei gastro-intestinali nel cane: dalla diagnosi alla terapia.» *AIVPA JOURNAL - Italian journal of companion animal practice*, 2014.
- Miles , Samantha, Lorrie Gaschen, Trace Presley, Chin-Chi Liu, e L. Abbigail Granger . «Influence of repeat abdominal radiographs on the resolution of mechanical obstruction and gastrointestinal foreign material in dogs and cats.» *Vet Radiol Ultrasound* 62 (May 2021): 282-288.
- Mullen, Kaitlyn M., Penny J. Regier, Gary W. Ellison, e Leonel Londono. «The Pathophysiology of Small Intestinal Foreign Body Obstruction and Intraoperative Assessment of Tissue Viability in Dogs: A Review.» *Topics in Companion Animal Medicine* 40 (2020).
- Neitzel, Ulrich. «Status and prospects of digital detector technology for CR and DR.» *Radiation Protection Dosimetry* 114 (1-3) (2005): 32-38.
- Newell, SM, JP Graham , GD Roberts, P E Ginn, e J M Harrison. «Sonography of the normal feline gastrointestinal tract.» *Vet Radiol Ultrasound* 40 (1999): 40-3.
- Ohlerth, Stefanie. «Principles of the ultrasound examination.» In *BSAVA Manual of Canine and Feline Ultrasonography*, di Frances Barr e Lorrie Gaschen, 21-23. Woodrow House : British Small Animal Veterinary Association, 2012.
- Patsikas, Michail N., Lysimachos G. Papazoglou, e George K. Paraskevas. «Current Views in the Diagnosis and Treatment of Intestinal Intussusception.» *Topics in Companion Animal Medicine* 39 (2019).
- Popesko, Peter. *Atlante di anatomia toografica degli animali domestici*. Edizione italiana . Vol. 2. EDIMEDICHE, 2004.

Raponi , Fabiano . *endovet.it* s.d.
https://www.endovet.it/sites/default/files/allegati_pagine/7%20Ostruzione%20intestinale.pdf.

Rendano , V T. «Radiology of the Gastrointestinal Tract of Small Animals.» *Can. vet. J.* 22 (1981): 331-334.

Riedesel, Elizabeth A. «The Small Bowel.» In *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*, di Donald E. Thrall , 770-791. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2007.

Schwarz, Tobias, e Darryl N. Biery. «Large Bowel.» In *Textbook of veterinary diagnostic radiology* , di Donald E. Thrall, 792-803. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2007.

Sharma , Ajay, et al. «Comparison of radiography and ultrasonography for diagnosing small-intestinal mechanical obstruction in vomiting dogs.» *Veterinary Radiology and Ultrasound* 52, n. 3 (2011): 248-255.

Silva , Ana Catarina, Madalena Pimenta, e Luís S Guimarães. «Small bowel obstruction: what to look for.» *Radiographics* 29 (2009): 423-439.

Sjaastad, O. V., O. Sand, e K. Hove. *Fisiologia degli animali domestici*. Edizione italiana . MI: Casa Editrice Ambrosiana, 2013.

Smeak, Daniel D. «Enterotomy.» In *Gastrointestinal Surgical Techniques in Small Animals*, di Eric Monnet e Daniel D. Smeack, 181-186. 111 River Street, Hoboken: Wiley, 2020.

Smith, R. Stephen, e Will R. Fry. «Ultrasound instrumentation.» *Surgical Clinics of North America* 84 (2004): 953-971.

Thrall, Donald E., e William R. Widmer. «Physics of Diagnostic Radiology, Radiation Protection, and Darkoorm Theory.» In *Textbook of veterinary radiology*, di Donald E. Thrall, 1-37. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2007.

Tod Drost , Wm. «Basic Ultrasound Physics.» In *Textbook of veterinary diagnostic radiology*, di Donald E. Thrall , 38-49. St. Louis, Missouri : Elsevier, 2007.

Trattelli, Gerardo. *SIEMC*. 2005. <https://www.siemc.it/images/dispense/Trattelli-Terminologia-ecografica-Attrezzature-e-sonde.pdf>.

Tyrrell, Dayle, e Cathy Beck. «Survey of the use of radiography vs. ultrasonography in the investigation of gastrointestinal foreign bodies in small animals.» *Veterinary Radiology & Ultrasound* 47, n. 4 (2006): 404-408.