



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute**

Corso di Laurea magistrale a ciclo unico in  
MEDICINA VETERINARIA

**VALUTAZIONE ECOGRAFICA  
DELL'APPARATO GASTROENTERICO NEL  
CUCCIOLO IN ACCRESCIMENTO**

Relatore: Prof. Alessandro Zotti

Correlatore: Dott. Tommaso Banzato

Laureanda: Elena Zambello

Matricola n. 1049764

ANNO ACCADEMICO 2016/17



*Ai miei genitori e ad Andrea...*



*“Come se fossi attratto da una calamita, attraversai la stanza e mi accovacciai accanto al cane disteso sotto al tavolo, con le zampe guizzanti che testimoniavano un altro vivido sogno.*

*<<Ehi, svegliati, bello!>> dissi.*

*Le zampe sussultanti si fermarono e seguì un lungo momento durante il quale trattenni il respiro mentre la testa pelosa si voltava verso di me. Poi, con una sorta di beata incredulità, mi trovai a contemplare gli occhi grandi, limpidi e luminosi di un cane giovane. Accarezzai la testa del cane, e mentre esso cominciava a guardarsi attorno sveglio, sentii un fremito di estremo piacere alla vista del vecchio animale che esultava assaporando il nuovo mondo del quale gli avevo aperto le porte. Bisogna essere un po' matti per fare il veterinario.”*

*“Cose sagge e meravigliose” del Dr. James Herriot,  
il famoso medico degli animali*



# INDICE

<u>ABSTRACT</u>	<u>11</u>
<u>INTRODUZIONE</u>	<u>13</u>
2.1 Stato dell'arte.....	13
2.2 Anatomia e cenni di fisiologia dell'apparato gastroenterico.....	16
2.2.1 Stomaco.....	17
2.2.2 Intestino tenue.....	21
2.2.3 Intestino crasso.....	23
2.3 Anatomia microscopica dell'apparato gastroenterico.....	25
2.3.1 Mucosa.....	26
2.3.2 Sottomucosa.....	29
2.3.3 Muscolare.....	29
2.3.4 Sierosa.....	30
2.4 Cenni di ecografia.....	31
2.4.1 Fisica degli ultrasuoni.....	31
2.4.2 Strumentazione e acquisizione dell'immagine.....	33
2.4.3 Interpretazione delle immagini ecografiche.....	35
2.5 Anatomia ecografica dell'apparato gastroenterico.....	35
2.5.1 Stomaco.....	39
2.5.2 Duodeno.....	41
2.5.3 Digiuno.....	43
2.5.4 Colon.....	45

<b>MATERIALI E METODI</b>	<b>47</b>
3.1 Animali.....	47
3.2 Apparecchiatura ecografica.....	49
3.3 Procedura operativa.....	50
3.4 Procedura statistica.....	52
<b>RISULTATI</b>	<b>55</b>
4.1 Aspetti ecografici.....	55
4.1.1 Stomaco.....	56
4.1.2 Duodeno.....	59
4.1.3 Digiuno.....	62
4.1.4 Colon.....	63
4.2 Analisi statistica.....	66
4.2.1 Stomaco.....	66
4.2.2 Duodeno.....	68
4.2.3 Digiuno.....	70
4.2.4 Colon.....	72
<b>DISCUSSIONE</b>	<b>75</b>
5.1 Confronto tra i risultati e la letteratura.....	75
5.2 Limiti dello studio.....	77
5.3 Uso pratico delle considerazioni evidenziate nello studio.....	78
<b>CONCLUSIONI</b>	<b>81</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>83</b>



WEBGRAFIA 89

RINGRAZIAMENTI 91



## ABSTRACT

**OBIETTIVO:** L'obiettivo di questo studio è di fornire i valori di riferimento dello spessore della parete dello stomaco, dell'intestino e dei vari strati che compongono la parete intestinale di cuccioli di cane in accrescimento in relazione all'età e al peso corporeo.

**ANIMALI:** 84 cani sani di età compresa tra le 4 e le 16 settimane.

**PROCEDURA:** Sono stati effettuati degli esami ecografici addominali sui cuccioli a 4, 8 e 16 settimane e misurati gli spessori della parete totale di stomaco e intestino e dei singoli strati che compongono le pareti di duodeno, digiuno e colon.

**RISULTATI:** Si riportano in seguito gli intervalli di riferimento ecografici per lo spessore totale della parete dello stomaco, dei vari tratti dell'intestino e dei singoli strati delle pareti di duodeno, digiuno e colon a età diverse. All'aumentare dell'età si evidenzia un aumento progressivo dello spessore della parete di stomaco, duodeno, digiuno e colon. L'effetto del peso corporeo è risultato essere molto significativo sullo spessore della parete del duodeno e del digiuno, moderatamente sullo spessore della parete dello stomaco e scarsamente significativo su quello della parete del colon. È stata evidenziata una forte correlazione positiva tra lo spessore della mucosa di duodeno e digiuno e il peso corporeo dei cuccioli, mentre la correlazione tra il peso e tutti gli altri strati di duodeno, digiuno e colon varia da moderata e debole. Non è stata evidenziata alcuna influenza del sesso sugli spessori.

**CONCLUSIONI E RILEVANZA CLINICA:** Considerando la scarsa bibliografia presente in campo di ecografia pediatrica e che in corso di gastroenteropatie possono verificarsi ispessimenti di singoli strati<sup>38</sup> o alterazioni della stratigrafia di tratti isolati dell'apparato gastroenterico<sup>43</sup>, fornire intervalli di riferimento per lo spessore dei singoli strati delle pareti di duodeno, digiuno e colon potrebbe essere d'aiuto nella diagnosi e soprattutto nel *follow up* delle patologie gastroenteriche di cuccioli in accrescimento.

**KEY WORDS:** Ecografia, spessore della parete, valori di riferimento, intestino, stomaco, cuccioli.



# INTRODUZIONE

L'esame ultrasonografico è ormai considerato un esame di *routine* nella valutazione dell'apparato gastrointestinale. La familiarità con l'aspetto ecografico normale e anormale dell'apparato gastroenterico del cane e del gatto rappresenta quindi un valido ausilio diagnostico complementare alla radiologia per riconoscere e diagnosticare eventuali patologie gastroenteriche<sup>28</sup>.

La barriera gassosa endoluminale, la presenza di materiale alimentare, di feci e la scarsa definizione offerta dalle prime apparecchiature ecografiche rappresentavano un ostacolo spesso insormontabile per una corretta e completa visione del tratto gastrointestinale. Tuttavia, l'accresciuta esperienza degli ecografisti, accompagnata dal progresso tecnologico che ha permesso la produzione e il facile utilizzo di ecografi ad elevata risoluzione e sonde ad alta frequenza, ha consentito dei notevoli passi in avanti nello studio ecografico dell'apparato digerente<sup>6</sup> in quanto ha reso possibile la valutazione dello spessore, del tipo di contenuto presente nel lume e addirittura della stratigrafia della parete dei vari tratti gastroenterici.

L'ecografia è ormai universalmente riconosciuta come tecnica *gold standard* per la valutazione dell'intestino, ma deve comunque costituire solo uno dei passaggi dell'*iter* diagnostico delle malattie gastroenteriche e non può sostituire la visita clinica, le altre tecniche *imaging* e le metodiche di laboratorio<sup>28</sup>.

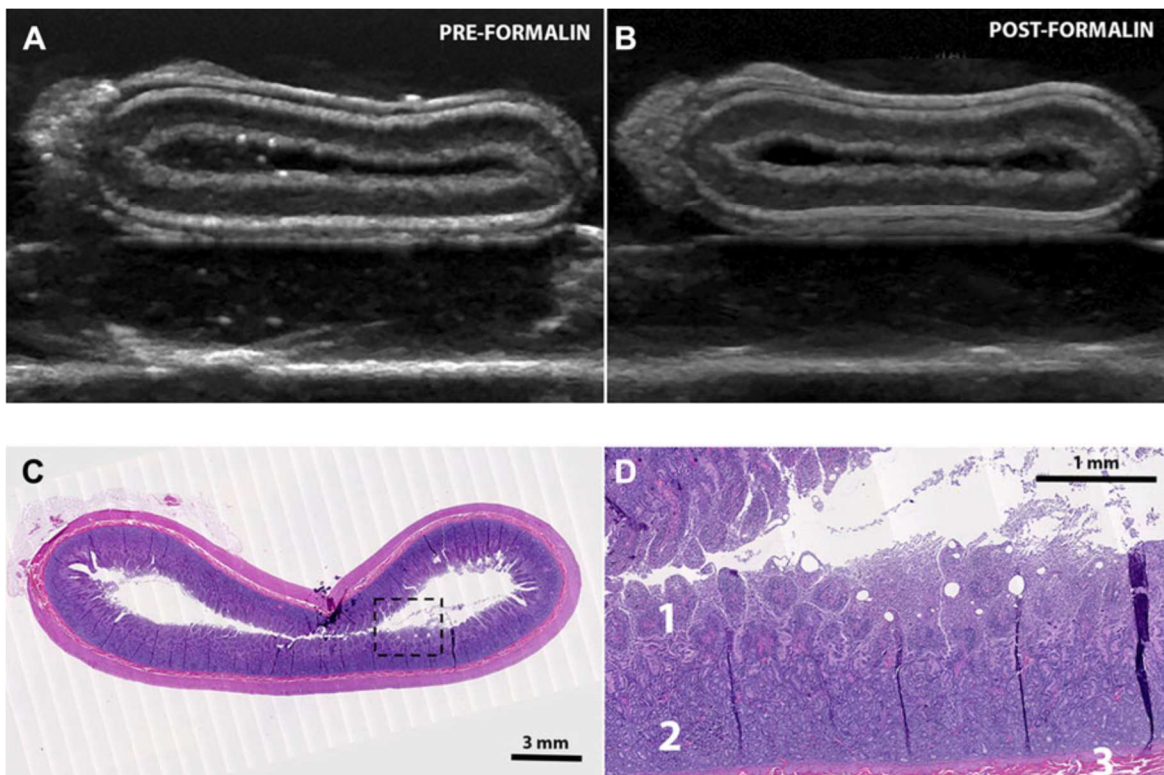
## 2.1 STATO DELL'ARTE

L'aspetto, il contenuto, la motilità e la stratigrafia della parete dell'apparato gastroenterico attraverso l'ecografia transaddominale è stato descritto per la prima volta in medicina veterinaria in un articolo pubblicato nel 1989<sup>35</sup>. Lo stesso anno è stato pubblicato uno studio che puntava a valutare la correlazione tra la stratigrafia gastroenterica istologica ed ecografica in soggetti sani e altri affetti da patologie gastroenteriche<sup>26</sup>.

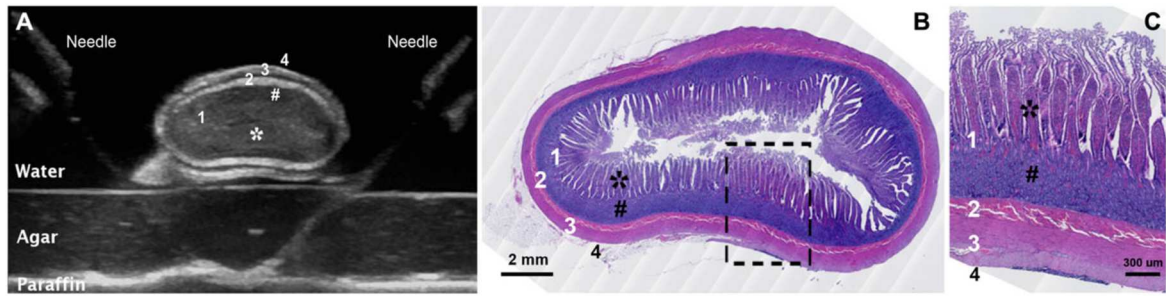
Altri autori hanno in seguito condotto e pubblicato altri studi approfonditi in cui sono stati forniti i valori di riferimento dello spessore della parete totale dei vari tratti dell'apparato gastroenterico in pazienti adulti sani<sup>6,21,28</sup>, anche in relazione al peso corporeo<sup>10</sup>, oltre ai

valori di riferimento degli spessori dei singoli strati della parete di duodeno, ileo e colon in cani<sup>21</sup> e gatti<sup>12,33</sup> adulti in assenza di sintomatologia compatibile con gastroenteropatie.

Un recente studio<sup>30</sup> ha dimostrato che, a differenza di quanto è stato finora evidenziato in medicina umana, non esistono differenze significative tra lo spessore parietale e la stratigrafia del piccolo intestino *ex vivo* misurati ecograficamente (pre- e post-fissazione in formalina) ed istologicamente in cani adulti terminali sottoposti ad eutanasia per problemi di natura non gastroenterica. La correlazione è risultata essere altamente significativa per tutti gli strati, tranne che per la sierosa (figure n° 1 e 2). Questo studio ha inoltre evidenziato alcune peculiarità ecografiche (suddivisione ecografica della mucosa in due bande istologicamente corrispondenti alla lamina propria e alla *muscularis mucosae*) che, però, non sono sempre evidenziabili in tutti i soggetti regolarmente sottoposti all'esame ultrasonografico e che comunque non presentano particolari significati clinici.



**Figura n° 1** – Immagini tratte dall'articolo del 2016 sopracitato<sup>30</sup>. Immagini ecografiche di un tratto duodenale in trasversale pre- (A) e post-fissazione in formalina (B). Immagine istologica tal quale (C) e ingrandita del rettangolo nero tratteggiato (D) dello stesso tratto duodenale del medesimo cane. La sezione è avvenuta in corrispondenza della scansione ecografica. Colorazione ematossilina & eosina, ingrandimento 1x (C) e 40x (D). Il campione istologico presente nell'immagine (C) è ripiegato, quindi si è lievemente alterato durante l'allestimento del preparato. Villi intestinali della mucosa (1), lamina propria (2) e *muscularis mucosae* (3), seguita dalla sottomucosa.



**Figura n° 2** – Immagini tratte dall'articolo sopracitato<sup>30</sup>. Immagine ecografica di un'ansa digiunale fissata con gli aghi in un disco di Petri immerso in acqua (A); degli aghi (*needle*) sono stati utilizzati per stabilizzare l'ansa e come repere per il taglio. Immagine istologica tal quale (B) e ingrandimento della parete inclusa nel rettangolo tratteggiato (C) della stessa ansa digiunale appartenente al medesimo cane. Colorazione ematossilina & eosina a 1x (B) e 40x (C). Mucosa (1), sottomucosa (2), muscolare (3) e sierosa (4). I villi intestinali (\*) appaiono ecograficamente come una linea più iperecogena rispetto agli altri strati che compongono la mucosa, ovvero lamina propria e *muscularis mucosae* (#).

Pertanto, nonostante la letteratura scientifica fornisca i risultati di numerosi studi in campo ecografico sull'adulto, non sono state condotte altrettante indagini di ecografia gastrointestinale nei cuccioli.

Gli articoli più interessanti in campo di ecografia gastroenterica pediatrica sono stati pubblicati nel 2010 dai medesimi autori: il primo riporta i valori di riferimento dello spessore della parete totale e della mucosa nei vari tratti dell'apparato gastroenterico di cuccioli di razza Beagle<sup>42</sup> di età compresa tra le 7 e le 12 settimane, mentre nel secondo viene descritto l'aspetto ecografico in corso di enterite da Parvovirus canino nei cuccioli<sup>43</sup>, illustrato anche in una tesi italiana di dottorato del 2009<sup>9</sup>. Lo stesso studio condotto sui cuccioli di razza Beagle ha asserito che il rinvenimento di fluido peritoneale anecogeno durante l'ecoaddome dei cuccioli non è da considerarsi patologico come nell'adulto, bensì fisiologico e non clinicamente significativo.

Uno studio<sup>27</sup> ha dimostrato, come già si ipotizzava, che i linfonodi mesenterici di cuccioli sani di 4-6 settimane d'età sono fisiologicamente di dimensioni maggiori rispetto ai corrispettivi linfonodi di cani adulti sani<sup>1</sup> per via della loro maggior attività immunologica e che, inoltre, possono presentare ecogenicità e forma variabili, ma non preoccupanti.

Sulla base delle informazioni in nostro possesso, in letteratura manca una più ampia valutazione (che comprenda cuccioli appartenenti a più razze) e una standardizzazione degli spessori delle pareti di stomaco e intestino e dei singoli strati nei vari tratti duodeno, digiuno e colon nei cuccioli in accrescimento. Inoltre, mancano studi che analizzino le variazioni degli spessori e della stratigrafia gastrointestinale nei cuccioli in funzione dell'età e del peso corporeo.

Considerando, inoltre, che circa il 10-25% di tutti i cuccioli manifesta problemi digestivi nel primo anno di vita e che lo svezzamento rappresenta la fase più critica per loro<sup>22</sup>, l'ecografia addominale nei cuccioli con problemi gastroenterici (problematiche che riducono il tasso di crescita e aumentano il tasso di mortalità<sup>22</sup>) potrebbe costituire un valido ausilio nella diagnosi e soprattutto nel *follow up*.

Lo studio da noi condotto ha quindi l'obiettivo di fornire i valori ecografici normali di riferimento per lo spessore totale di stomaco, duodeno, digiuno e colon, e per lo spessore dei singoli strati (mucosa, sottomucosa, muscolare e sierosa) di ciascun tratto intestinale in funzione del sesso, dell'età e del peso corporeo in una popolazione canina di cuccioli in accrescimento, dalle 4 alle 16 settimane di vita e appartenenti a razze, e di conseguenza taglie, diverse.

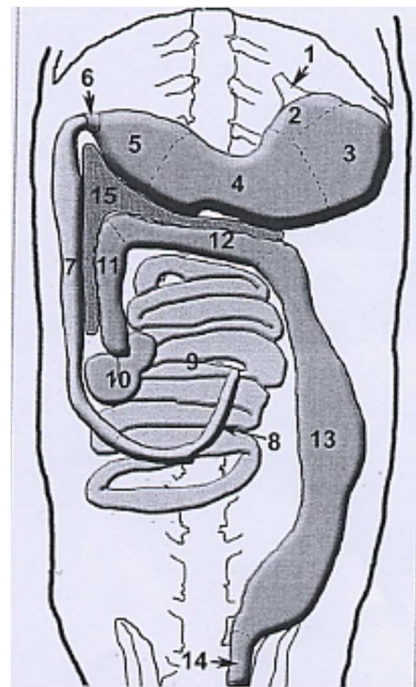
## 2.2 ANATOMIA E CENNI DI FISIOLOGIA DELL'APPARATO GASTROENTERICO

L'apparato digerente presiede alla funzione della nutrizione, la quale comprende l'introduzione dell'alimento, la sua triturazione meccanica con la masticazione, la digestione chimica, l'assorbimento e l'assimilazione delle sostanze necessarie per il mantenimento dell'organismo e delle sue molteplici funzioni; alle funzioni digestive segue l'eliminazione di quelle componenti dell'alimento che non sono digerite e che rappresentano sostanze di scarto. Il tempo di transito fisiologico medio dall'ingestione dell'alimento all'eliminazione varia da 12 a 24 ore, sebbene i cuccioli sembrano avere tempi di svuotamento inferiori rispetto agli adulti<sup>16</sup>.

L'apparato digerente (schematizzato nelle figure n° 3 e 6) si estende dall'apertura orale a quella anale ed è costituito dalla bocca, dalla faringe e dal canale alimentare, a sua volta suddiviso in esofago, stomaco, intestino tenue (duodeno, digiuno e ileo), intestino crasso (cieco, colon e retto) e canale anale. Fanno parte di questo apparato anche le grosse ghiandole salivari, parotide, mandibolare e sottolinguali in particolare, e organi quali il fegato e il pancreas<sup>34</sup>. Il tratto gastrointestinale del cucciolo attraversa un periodo di intenso accrescimento a partire dalle prime ore dopo la nascita e continua ben oltre lo svezzamento<sup>16</sup>.



Il materiale alimentare introdotto e masticato nel cavo orale viene deglutito e poi procede lungo il canale alimentare grazie a contrazioni circolari propulsive che interessano la parete della struttura tubulare e che vengono chiamate **peristalsi**. La peristalsi provvede quindi alla spinta del bolo alimentare lungo l'esofago e del chimo lungo il resto del tratto digerente<sup>41</sup>. Il tratto gastrointestinale è popolato dal cosiddetto microbiota, o microbioma intestinale, il quale è costituito da batteri, funghi, protozoi e virus e svolge un ruolo chiave nel mantenimento della salute e dell'immunità<sup>44</sup>.



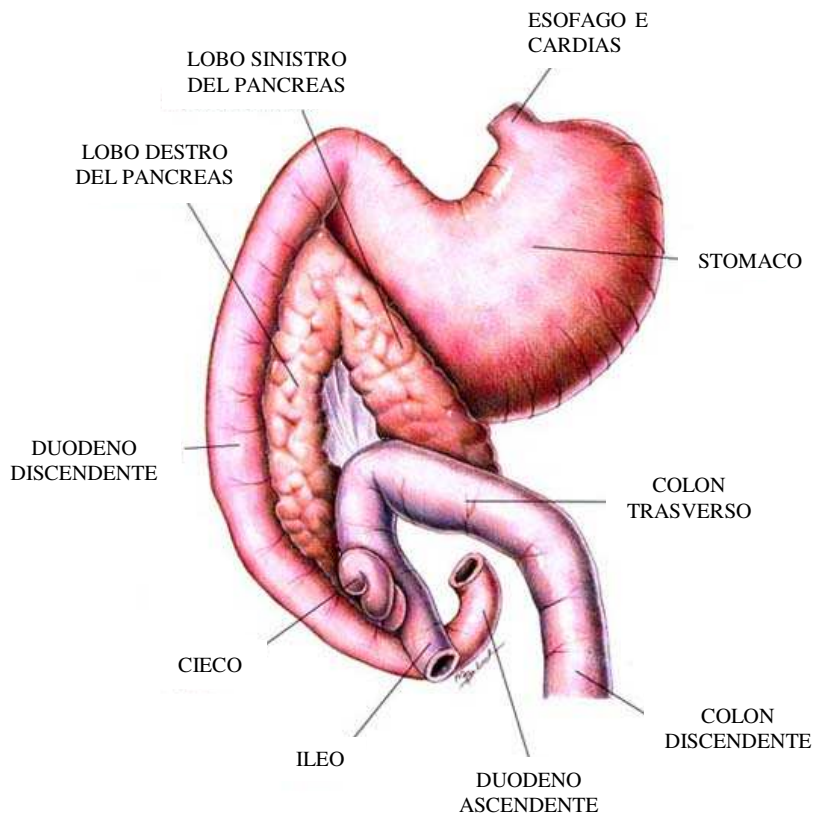
**Figura n° 3** – Rappresentazione schematica dell'apparato gastroenterico del cane. 1: esofago addominale, 2: cardias, 3: fondo dello stomaco, 4: corpo dello stomaco, 5: antro pilorico, 6: piloro, 7: duodeno discendente, 8: duodeno ascendente, 9: digiuno, 10: cieco, 11: colon ascendente, 12: colon trasverso, 13: colon discendente, 14: retto, 15: pancreas.

## **STOMACO**

Lo stomaco (figura n° 5) è una dilatazione sacciforme del canale alimentare, localizzata caudalmente al diaframma, che si interpone tra l'esofago e il piccolo intestino. L'orifizio dello sbocco dell'esofago nello stomaco si chiama cardias o ostio cardiale e l'orifizio tramite il quale lo stomaco comunica con il duodeno è l'ostio pilorico, il cui dispositivo di chiusura viene chiamato piloro.

Forma, grandezza e posizione dello stomaco dipendono notevolmente dal grado di riempimento del viscere: si considera come forma base dello stomaco quella del viscere in stato di modica replezione, ovvero quella di un sacco incurvato ad U di cui si individuano una faccia parietale craniale, una faccia viscerale caudale e due margini, denominati grande e piccola curvatura, che sono compresi tra il cardias e il piloro<sup>34</sup>. Lo stomaco del cane è

fisiologicamente perpendicolare alla linea mediana e in situato in posizione centrale. Nel cane, a differenza delle altre specie di interesse veterinario, il cardias si trova sul piano mediano (figura n° 4).

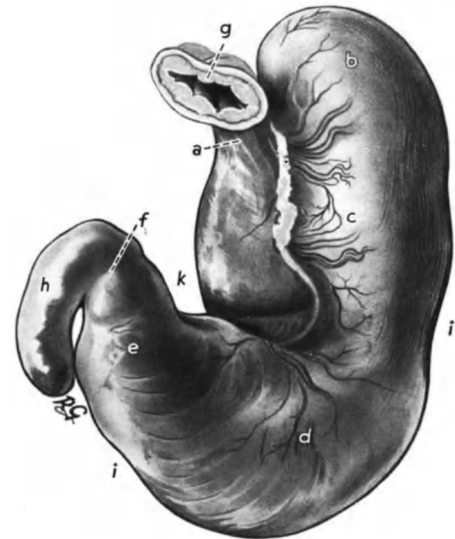


**Figura n° 4** – Rappresentazione dello stomaco del cane<sup>b</sup>. Si notino la posizione centrale del cardias e gli intimi rapporti con il lobo sinistro del pancreas.

La grande curvatura, convessa, ventrale e rivolta verso sinistra, dà attacco al grande omento ed è in intimo rapporto con il lobo sinistro del pancreas (figura n° 4) mentre la piccola curvatura, concava e dorsale, è più corta e unita al fegato mediante il piccolo omento ed è segnata da un angolo molto pronunciato conosciuto con il nome di incisura angolare.

La parte dello stomaco situata a sinistra dell'incurvatura ad uncino verso il **cardias** si chiama **corpo** la cui componente a cupola che oltrepassa il cardias formando un sacco cieco è il **fondo**; nel cane questa parte, solitamente, è occupata da una bolla gassosa e viene perciò chiamata "bolla gastrica". Al corpo fa seguito, verso destra, la porzione pilorica dello stomaco che è costituita da una parte prossimale piuttosto ampia, nota come **antro pilorico** e da una porzione distale che va restringendosi, il **canale pilorico** che termina con un restringimento anulare, il **piloro**<sup>13,14,34</sup>.

**Figura n° 5** – Stomaco di cane in stato di modico riempimento, faccia parietale<sup>34</sup>. *a*: cardias, *b*: fondo, *c*: corpo, *d-e*: parte pilorica, *f*: piloro, *g*: esofago, *h*: parte craniale del duodeno, *i*: grande curvatura, *k*: piccola curvatura.



La capacità dello stomaco può essere approssimata a 100-250 ml/kg di peso vivo nell'adulto e nel cucciolo varia in misura relativa<sup>39</sup>; è pertanto un organo relativamente voluminoso se messo in relazione alla taglia dell'animale. Lo stomaco completamente dilatato si estende fin quasi all'ombelico, e pure oltre nel cucciolo, relegando dorsalmente e caudalmente la massa intestinale<sup>13</sup>.

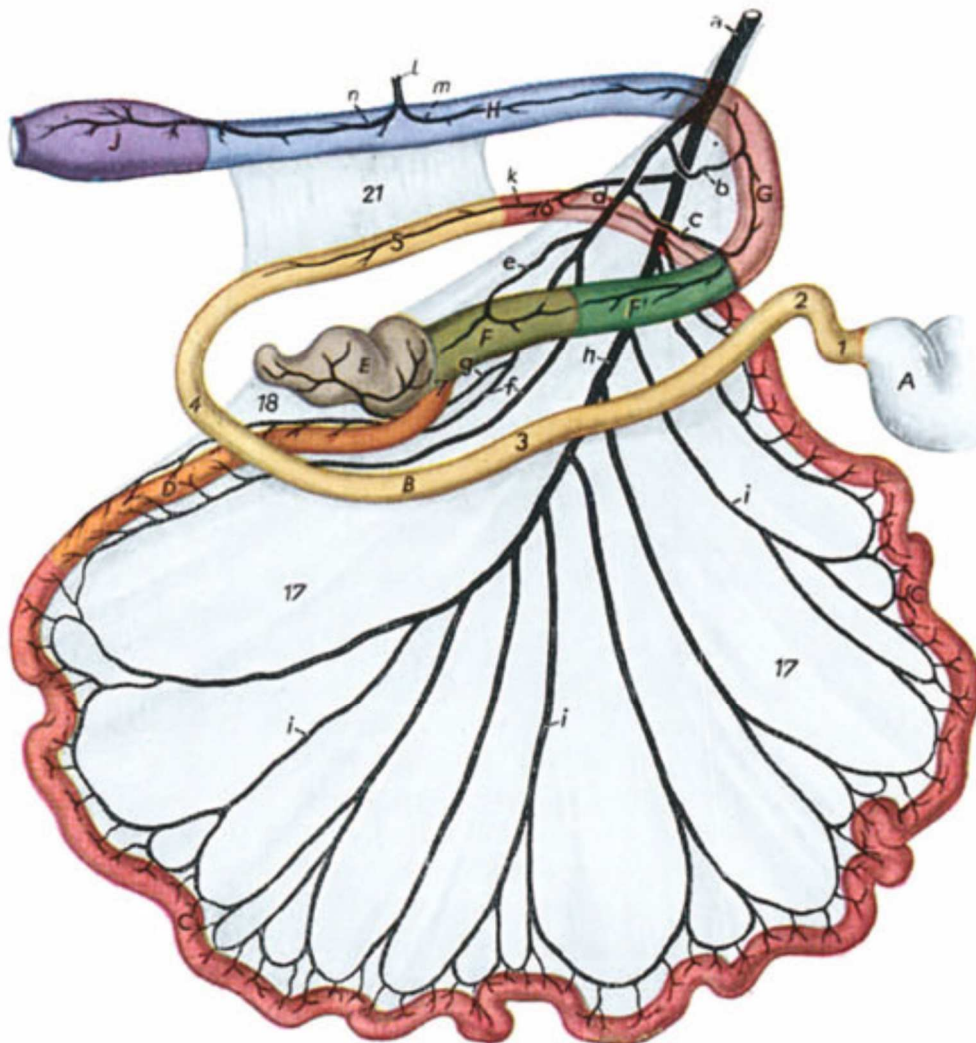
Dall'esofago il bolo di alimento passa allo stomaco dove ha inizio la sua demolizione enzimatica e idrolitica in sostanze nutritive digeribili. La suddivisione delle regioni dello stomaco è sia anatomica che funzionale in quanto il fondo e il corpo si dilatano per accogliere le *ingesta*, l'antro è più spesso e muscolare per ridurre le dimensioni dell'alimento prima del passaggio al duodeno, mentre lo sfintere pilorico controlla l'efflusso del contenuto dallo stomaco al duodeno e lo sfintere esofageo esterno previene il reflusso delle *ingesta* all'esofago. Perciò la porzione prossimale dello stomaco è deputata allo stoccaggio del materiale alimentare, mentre quella distale ha una funzione digestiva più attiva.

Lo stomaco svolge quindi tre principali funzioni: funge da serbatoio a breve termine per l'alimento ingerito prima che questo venga trasferito al piccolo intestino, secerne acido cloridrico ed enzimi che danno avvio alla digestione delle proteine e, infine, coi suoi movimenti, contribuisce alla degradazione del bolo alimentare<sup>41</sup>. Nello stomaco, infatti, l'alimento viene impastato grazie all'alternarsi delle contrazioni e del rilasciamento della muscolatura liscia e contemporaneamente viene mescolato con il succo gastrico. Tale processo trasforma i grossi pezzi di alimento masticato in un composto semiliquido con particelle finemente disperse. Questo materiale semiliquido è chiamato chimo e viene

trasferito nel piccolo intestino nel momento in cui lo sfintere pilorico si dilata, ovvero quando l'onda peristaltica si trova a una certa distanza dal piloro<sup>13,41,46</sup>.

## INTESTINO

L'intestino inizia dal piloro e si continua fino all'ano (figure n° 6, 8 e 9). A differenza delle altre specie domestiche, l'intestino del cane ha una disposizione più semplice, simile a quella dell'uomo. Si divide in un piccolo intestino prossimale, noto anche come intestino tenue, e in un grosso intestino distale, comunemente denominato intestino crasso, seppure in realtà il calibro del tenue e del crasso siano poco diversi, contrariamente a quanto la terminologia vorrebbe far intendere<sup>34</sup>.



**Figura n° 6** – Rappresentazione schematica dell'intestino del cane<sup>34</sup>. A: parte pilorica dello stomaco, B: duodeno, C: digiuno, D: ileo, E: cieco, F e F': colon ascendente, G: colon trasverso, H: colon discendente, J: retto.

*a*: arteria mesenterica craniale, *b*: arteria colica media, *c*: arteria colica destra, *d*: arteria ileocolica, *e*: ramo colico, *f*: ramo ileale dell'arteria cecale, *g*: arteria cecale, *h*: tronco digiunale, *i*: arterie digiunali, *k*: arteria pancreaticoduodenale caudale, *l*: arteria mesenterica caudale, *m*: arteria colica sinistra, *n*: arteria rettale craniale.

*1-6*: duodeno, *1*: parte craniale del duodeno, *2*: flessura craniale, *3*: parte discendente, *4*: flessura caudale, *5*: parte ascendente, *6*: flessura duodenodigiunale. *7*: ostio ileale, *8*: cieco, *17*: mesodigiuno, *18*: piega ileocecale, *21*: piega duodenocolica.

## INTESTINO TENUE

L'intestino tenue è suddiviso in tre componenti, il duodeno, il digiuno e l'ileo; nel cane adulto ha una lunghezza complessiva di 1.80-4.80 metri<sup>34</sup>. Il piccolo intestino è la principale sede in cui avviene la digestione intestinale, ovvero la riduzione dell'alimento a componenti più piccole e assorbibili grazie all'azione del succo pancreatico, della bile e dei secreti intestinali.

Il **duodeno** (figura n° 6/B e sezioni 1-6) inizia in corrispondenza del piloro, a destra del piano mediano, è breve e strettamente unito da un corto mesoduodeno alla volta della cavità addominale. Spesso la porzione prossimale è in posizione sottocostale.

La porzione craniale è unita al fegato dal legamento epatoduodenale e si dirige a destra e dorsalmente, forma la flessura craniale del duodeno e si continua nella parte discendente del duodeno, diretta caudalmente.

Il duodeno discendente non è coperto dal grande omento ed è applicato direttamente sulla parete dorsale destra dell'addome, sorpassa il polo caudale del rene destro fino all'altezza della quinta-sesta vertebra lombare, dove forma la flessura caudale del duodeno che è un ampio arco aperto cranialmente, mediante il quale il duodeno passa da destra a sinistra, piegandosi intorno al cieco.

Dalla flessura caudale il duodeno si continua in direzione craniale come duodeno ascendente, il quale è unito al meso del colon discendente e al retto dalla piega duodenocolica e dal suo prolungamento, la piega rettoduodenale; cranialmente si continua con il digiuno formando la flessura duodenodigiunale<sup>13,14,19,34</sup>.

Il duodeno riceve sia il dotto pancreatico che il dotto biliare comune, proveniente dal fegato<sup>6</sup>, nella papilla duodenale minore e nella duodenale maggiore, rispettivamente.

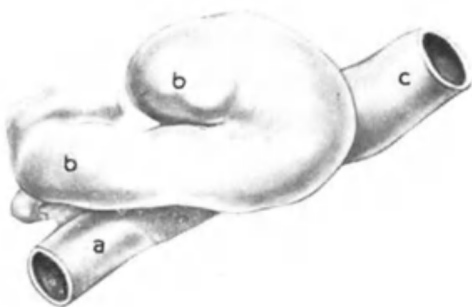
Il **digiuno** (figura n° 6/C) è il segmento più lungo dell'intestino tenue (circa 1.6-4.2 metri nel cane) e si raccoglie sulla parete dorsale dell'addome a formare la radice del mesentere,

anche se la posizione può essere piuttosto variabile. È costituito da 6-8 anse piuttosto grandi e mobili che descrivono delle circonvoluzioni irregolari.

Tendenzialmente, il digiuno poggia sul pavimento dell'addome e occupa gran parte della cavità addominale tra lo stomaco e il fegato da una parte e l'ingresso della pelvi dall'altra, disponendosi in quelle parti dell'addome che non vengono occupate dagli altri visceri, più o meno simmetricamente a cavallo della linea mediana<sup>13,14,19,34</sup>.

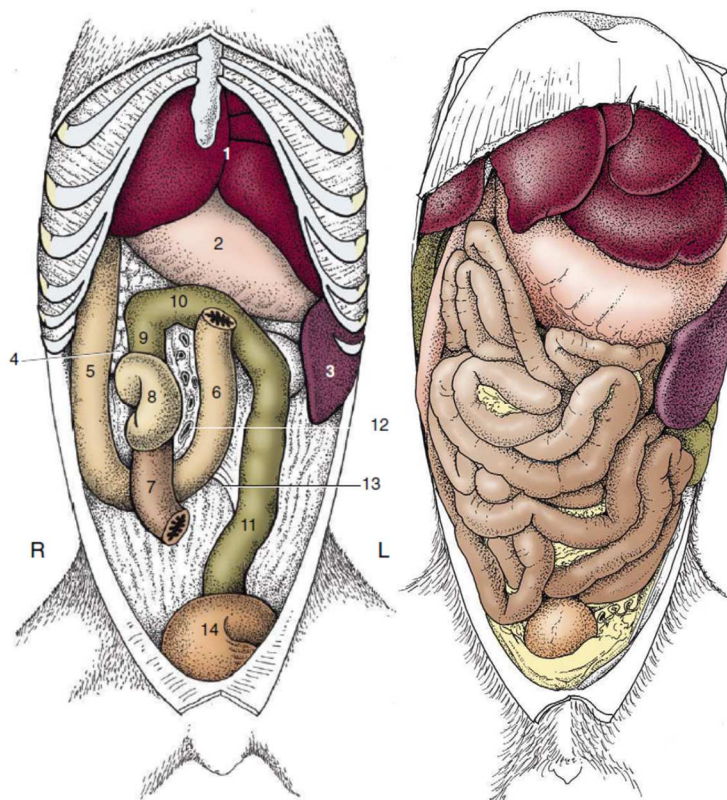
L'**ileo** (figura n° 6/D) è il breve tratto terminale dell'intestino tenue e sbocca nell'intestino crasso attraverso l'ostio ileale o giunzione ileociecocolica, limitata internamente da un'evidente piega anulare della mucosa. Nel cane la giunzione è molto particolare in quanto ileo e colon sono allineati tra di loro a formare un condotto che presenta di lato l'origine del cieco (figura n° 7), mentre nelle altre specie sono il cieco e l'ileo a continuarsi uno sull'altro. Poiché non esiste una netta demarcazione in corrispondenza della giunzione digiunoileale, l'ileo è riconoscibile per la presenza della piega ileocecale che lo unisce al cieco<sup>13,14,19,34</sup>. Generalmente l'ileo si trova ventralmente al rene destro, medialmente al duodeno e all'altezza delle prime due vertebre lombari.

Il piccolo intestino è deputato prevalentemente alla digestione e all'assorbimento, durante il quale varie sostanze (prevalentemente acqua e prodotti finali della digestione delle proteine e dei carboidrati) vengono trasferite dal lume intestinale al sangue o ai capillari linfatici. I cuccioli sembrano avere una maggior permeabilità intestinale rispetto agli adulti<sup>16</sup>. Il ruolo dominante svolto dal piccolo intestino nell'assorbimento è primariamente legato alla sua enorme superficie interna<sup>41</sup>, di cui si rimanda al prossimo paragrafo per la descrizione.



**Figura n° 7** – Sbocco dell'ileo nel cieco del cane<sup>34</sup>. *a*: ileo, *b*: cieco, *c*: colon.

**Figura n° 8** (a sinistra) – Veduta ventrale degli organi addominali *in situ* dopo l'asportazione del grande omento e di gran parte del digiuno<sup>15</sup>. *R*: destra (right), *L*: sinistra (left). 1: fegato, 2: stomaco, 3: milza, 4: pancreas, 5: duodeno discendente, 6: duodeno ascendente, 7: ileo, 8: cieco, 9: colon ascendente, 10: colon trasverso, 11: colon discendente, 12: vasi nella radice del mesentere, 13: piega duodenocolica, 14: vescica.



**Figura n° 9<sup>15</sup>** (a destra) – Si rende evidente il digiuno in sede nella sua interezza.

## INTESTINO CRASSO

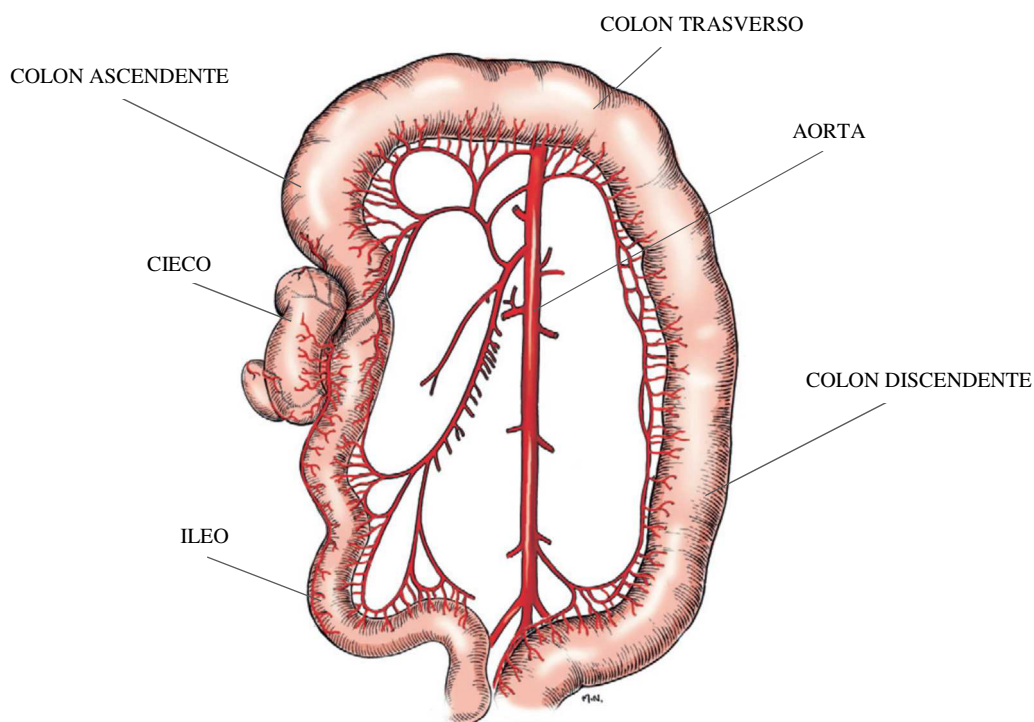
L'intestino crasso del cane ha un calibro solo di poco superiore a quello dell'intestino tenue. Con le sue tre porzioni, cieco, colon e retto, è relativamente breve.

Il **cieco** (figura n° 6/E, *sezione 8*, figura n° 7/c e figura n° 10) è breve, spiroidale e misura 8-30 cm, è di poco più largo dell'intestino tenue e si assottiglia ulteriormente verso l'estremità cieca arrotondata. È unito all'ileo da una corta piega ileociecale e si continua con il colon ascendente tramite l'orifizio ciecocolico, poco distante da quello ileale<sup>13,14,19,34</sup>. Il cieco è situato a destra della colonna vertebrale, più o meno al di sotto della seconda articolazione lombare, quindi grosso modo all'altezza delle ultime coste.

Il **colon**, regolarmente liscio, è lungo mediamente 65 cm e ha un andamento semplice corrispondente alla denominazione delle sue tre porzioni, separate da flessure che non hanno sede fissa.

Il tratto ascendente (figura n° 6/F e F' e figura n° 10), il più breve, è posto a destra, tra il duodeno discendente e la radice del mesentere, inizia dal cieco in corrispondenza dello sbocco dell'ileo ed è sospeso ad un breve mesocolon che ne limita la mobilità. Il colon

trasverso (figure n° 6/G e n° 10) si porta da destra a sinistra, cranialmente alla radice del mesentere e ventralmente al lobo sinistro del pancreas, per poi continuarsi nel colon discendente (figure n° 6/H, n° 10 e n° 11), il tratto più lungo dei segmenti. Il colon discendente si dirige caudalmente, alla sinistra della radice del mesentere, per raggiungere l'ingresso della cavità pelvica, dove si continua con il retto<sup>13,14,19,34</sup>. La concentrazione batterica nel colon è molto elevata e include principalmente enterobatteri, lattobacilli e streptococchi, tutti batteri anaerobi, che formano un ecosistema bilanciato coinvolto in varie reazioni enzimatiche.



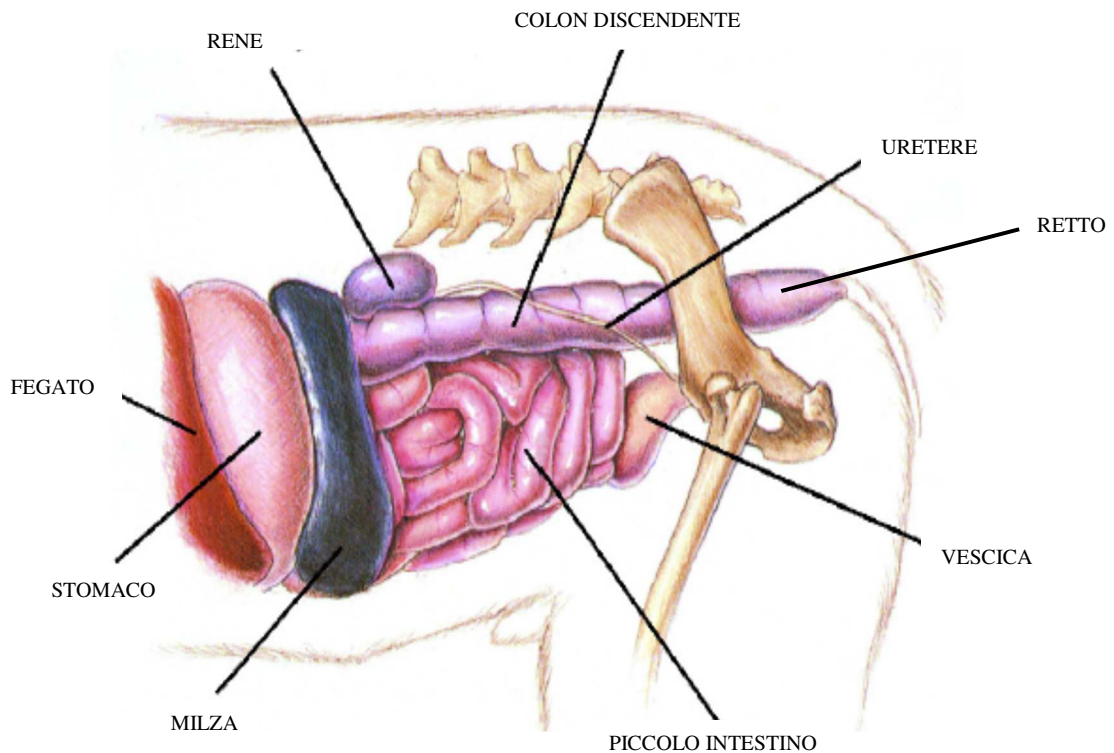
**Figura n° 10** – Rappresentazione del tratto terminale del piccolo intestino e iniziale del grosso intestino<sup>19</sup>.

Il **retto** del cane (figura n° 6/J e figura n° 11) è molto breve ed è il più dorsale dei visceri in quanto si colloca al di sopra degli organi della riproduzione, della vescica e dell'uretra. Comincia pressappoco all'altezza della settima vertebra lombare, entra nella parte peritoneale della cavità pelvica ventralmente al sacro, si dilata ad ampolla all'entrata nella porzione retroperitoneale del cavo pelvico, per poi terminare nell'ano all'altezza della quarta vertebra caudale<sup>13,14,19,34</sup>.

Le principali funzioni del grosso intestino sono l'assorbimento di acqua, vitamine ed elettroliti, la digestione microbica e l'assorbimento dei carboidrati e delle proteine che non



sono state precedentemente digerite nel piccolo intestino<sup>41</sup>, oltre alla produzione di muco a funzione lubrificante e al deposito temporaneo delle feci (colon distale) prima della loro eliminazione.

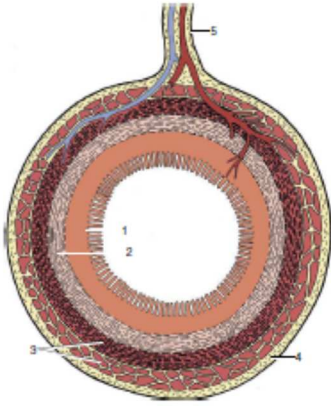


**Figura n° 11** – Topografia dei visceri all'interno dell'addome del cane in veduta laterale sinistra<sup>b</sup>. Si notino, in particolare, la localizzazione del colon discendente e del retto.

### 2.3 ANATOMIA MICROSCOPICA DELL'APPARATO GASTRO-ENTERICO

La parete del canale alimentare ha una stratigrafia ben precisa ed è costituita da quattro tonache o membrane (figure n° 12, 18 e 19): la mucosa, che è la tonaca più interna e che si affaccia al lume, la sottomucosa, immediatamente successiva, la membrana muscolare e infine la sierosa, la tonaca più esterna.

Le ultime tre tonache nominate hanno caratteristiche più o meno simili in tutto il tratto gastroenterico, mentre la mucosa è decisamente la membrana più complessa e presenta evidenti differenze a seconda della sede.



**Figura n° 12** – Sezione trasversale d'intestino<sup>15</sup>. Si noti la stratigrafia schematica della parete intestinale. Numerazione progressiva a partire dal lume. 1: mucosa, 2: sottomucosa, 3: strato muscolare, 4: sierosa, 5: mesentere.

## MUCOSA

La mucosa (figura n° 12/1) del tratto gastroenterico è costituita da uno strato epiteliale, uno connettivale e uno di muscolatura liscia.

Dalle porzioni craniali dello stomaco al retto il lume del tubo digerente è tappezzato da un singolo strato epiteliale di cellule colonnari strettamente connesse mediante giunzioni occludenti, o *tight junctions*. Questo strato epiteliale funge da barriera nei confronti dell'ambiente esterno e aiuta a prevenire il passaggio di batteri e tossine nel sangue.

Lo strato connettivale, o lamina propria, è esterno allo strato epiteliale e contiene piccoli vasi sanguigni, fibre nervose, vasi linfatici e tessuto linfatico.

All'esterno dello strato connettivale è presente un sottile strato di muscolatura liscia, la *muscularis mucosae* che può causare movimenti locali della mucosa<sup>41</sup>.

La tonaca mucosa dello **stomaco** del cane e la sottomucosa sottostante sono ripiegate a formare le *plicae gastricae*, la cui prominenzza varia a seconda dello stato di replezione dell'organo e si appiattiscono quando lo stomaco si riempie. A livello del cardias e del piloro, la mucosa è più sottile e meno ghiandolare rispetto al corpo e al fondo.

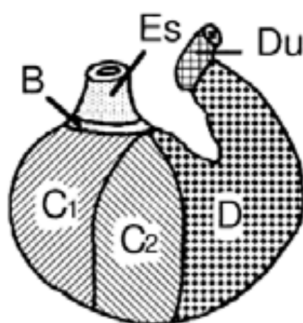
La mucosa gastrica è costellata di piccole invaginazioni profonde 1-3 mm e denominate fossette gastriche, in continuità con le ghiandole gastriche di cui ricevono il secreto. La superficie mucosale, compresa quella delle fossette gastriche, è rivestita da un epitelio cilindrico semplice, costituito da cellule colonnari che esocitano continuamente un secreto mucoso ai fini di formare una membrana protettiva che impedisce l'autolisi della mucosa stessa. Le ghiandole gastriche sono fittamente stipate nella lamina propria ghiandolare. La lamina muscolare è relativamente spessa e generalmente si compone di tre strati. La regione della mucosa ghiandolare è divisibile in tre distinte sottoregioni di minore estensione (figura

n° 13), che prendono il nome dal tipo di ghiandole presenti, ovvero cardiale, gastrica propriamente detta (fundica) e pilorica.

La regione cardiale è relativamente ristretta nel cane e presenta le omonime ghiandole di tipo tubulo-acinoso, a prevalente secrezione mucosa.

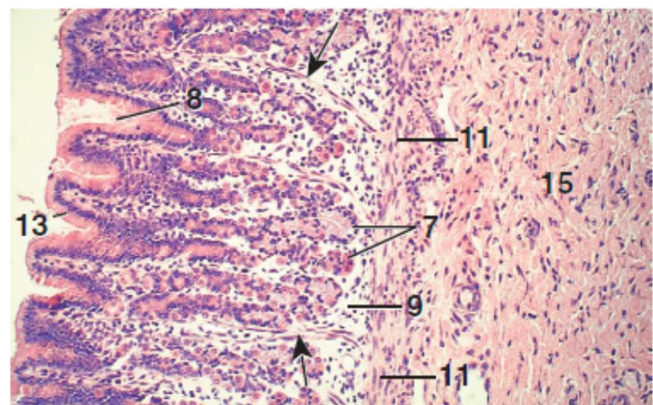
La regione delle ghiandole gastriche propriamente dette o fundiche (figura n° 14) occupa più della metà dello stomaco del cane. L'epitelio secernente di una ghiandola fundica comprende quattro tipi di cellule, ossia le cellule mucose del colletto, le cellule principali, le cellule parietali e le cellule endocrine. Le cellule mucose del colletto occupano, come indica il nome, la regione omonima della ghiandola. Le cellule principali sono le più numerose e secernono pepsinogeno, che viene trasformato nell'enzima proteolitico pepsina da parte dell'acido cloridrico (HCl). Le cellule parietali sono più grandi e meno numerose rispetto alle principali e secernono l'acido cloridrico, il principale responsabile dell'abbassamento del pH gastrico, e il fattore intrinseco, una glicoproteina fondamentale per l'assorbimento della vitamina B<sub>12</sub>. Le cellule endocrine sono responsabili della produzione di ormoni gastrointestinali, quali gastrina (cellule G), colecistochinina e istamina (cellule ECL, *enterochromaffin-like*)<sup>4,11,41</sup>.

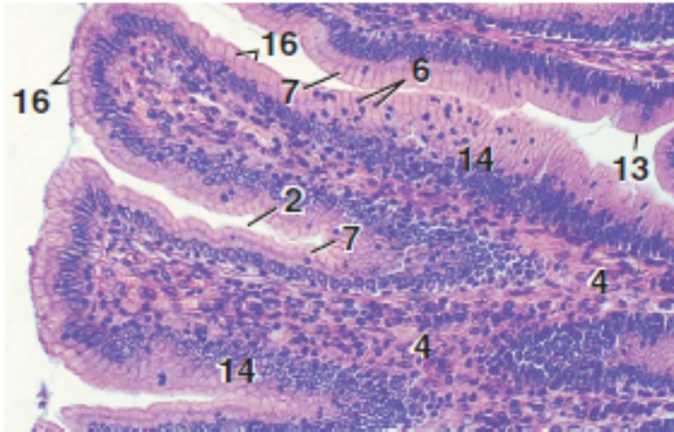
Nel cane la regione pilorica (figura n° 15) occupa circa la metà dello stomaco. Si individuano cellule G secernenti gastrina, cellule secernenti serotonina e cellule endocrine produttori ormoni come somatostatina, glucagone ed istamina.



**Figura n° 13** – Disegno schematico che raffigura la suddivisione in regioni della tonaca mucosa dello stomaco<sup>11</sup>. *B*: regione delle ghiandole cardiali, *C1* e *C2*: regione delle ghiandole fundiche, *D*: regione delle ghiandole piloriche. *Es*: esofago, *Du*: duodeno.

**Figura n° 14** – Regione delle ghiandole fundiche, stomaco di cane<sup>3</sup>. Colorazione ematossilina & eosina, ingrandimento 62.5x. 7: ghiandole fundiche, 8: fossetta gastrica (spesso occupa fino a metà dello spessore della mucosa), 9: lamina propria, 11: *muscularis mucosae*, 13: epitelio cilindrico semplice, 15: sottomucosa, freccia: il tessuto muscolare liscio della *muscularis mucosae* si estende nella lamina propria.





**Figura n° 15** – Cellule mucosali, regione pilorica, stomaco di cane<sup>3</sup>. Colorazione ematossilina & eosina, ingrandimento 125x. 2: fossetta gastrica, 4: lamina propria, 6: linfociti, 13: epitelio colonnare semplice, 16: cellule mucose di superficie.

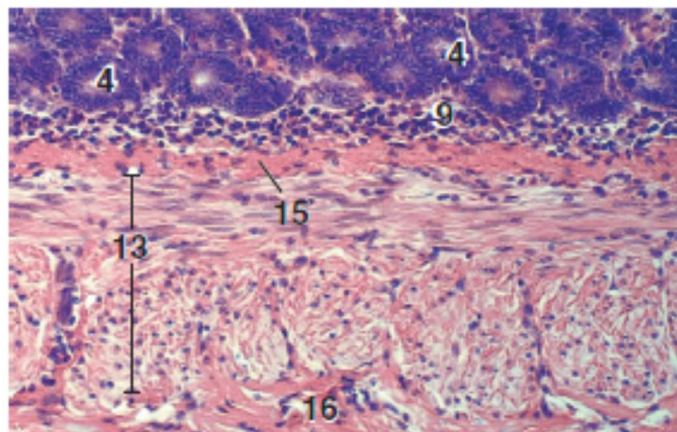
La mucosa dell'**intestino tenue** è ricoperta da processi digitiformi denominati villi che rappresentano l'aspetto più caratteristico dell'intestino tenue e che gli conferiscono l'elevata capacità assorbente.

Nello strato epiteliale, interposte fra le cellule assorbenti cilindriche, sono contenute le cellule caliciformi le quali presentano sul margine luminale, numerosi e ben sviluppati microvilli che formano un orletto striato. Le ghiandole tubulari semplici intestinali sono rivestite dalle suddette cellule assorbenti e caliciformi.

La lamina propria (figure n° 14/9, figura n° 16/9 e figura n° 18/B-a) forma l'asse del villo, in cui è presente un capillare linfatico, e circonda le ghiandole intestinali; è costituita da tessuto connettivo lasso che contiene una trama di fibre reticolari.

La lamina muscolare o *muscularis mucosae* (figure n° 14/11, n°16/13, n° 17/D e n° 18/B-b) si compone di uno strato circolare interno e da uno longitudinale esterno di muscolatura liscia.

In certi cani è presente uno strato compatto connettivale (figura n° 16/15) tra la lamina propria e la *muscularis mucosae*<sup>4,11,41</sup>.



**Figura n° 16** – Digiuno, cane<sup>3</sup>. Colorazione ematossilina & eosina, ingrandimento 125x. 9: lamina propria, 13: *muscularis mucosae*, 15: strato compatto, 16: sottomucosa.

La mucosa dell'**intestino crasso** si presenta liscia poiché non sono presenti i villi intestinali, contiene le ghiandole intestinali ed è suddivisa in pieghe distendibili (figura n° 18/A-a); nemmeno le cellule epiteliali sono provviste dei microvilli<sup>4,11,41</sup>.

### **SOTTOMUCOSA**

Al di sotto della mucosa è presente la sottomucosa (figura n° 12/2, figura n° 14/15, figura n° 16/16), uno strato di tessuto connettivo più denso di quello della lamina propria che è inoltre lo strato più resistente della parete del canale alimentare. La sottomucosa contiene fibre collagene, tessuto adiposo bianco, vasi sanguigni e il plesso sottomucoso, uno dei due plessi di neuroni presenti nello spessore della parete del tratto gastroenterico.

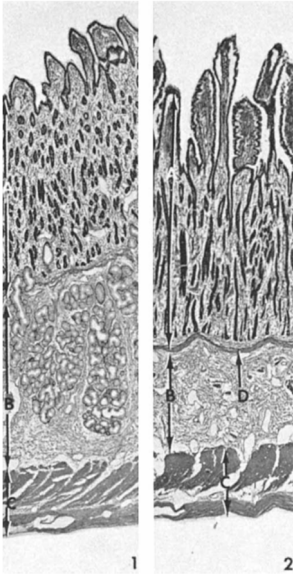
Nella sottomucosa della regione pilorica dello **stomaco** e dell'**intestino tenue** (figura n°17/1) sono presenti le ghiandole intestinali sottomucose di tipo tubuloalveolare a secrezione sierosa o mucosa protettiva della mucosa. Su tutta la sottomucosa dell'intestino tenue sono presenti noduli linfatici solitari e voluminosi aggregati di noduli linfatici, noti come placche del Peyer<sup>4,11,41</sup>.

### **MUSCOLARE**

Al di sotto della sottomucosa si trova la tonaca muscolare, una regione costituita primariamente da cellule muscolari lisce organizzate in strati.

La muscolare dello **stomaco** contribuisce al mescolamento delle *ingesta* con i secreti gastrici ed è composta da tre strati di muscolatura liscia, ovvero lo strato obliquo interno, lo strato circolare medio e lo strato longitudinale esterno. Il plesso mioenterico è localizzato tra gli strati muscolari medio ed esterno. A livello del piloro, lo strato medio circolare della tonaca muscolare si ispessisce, formando il muscolo sfintere del piloro.

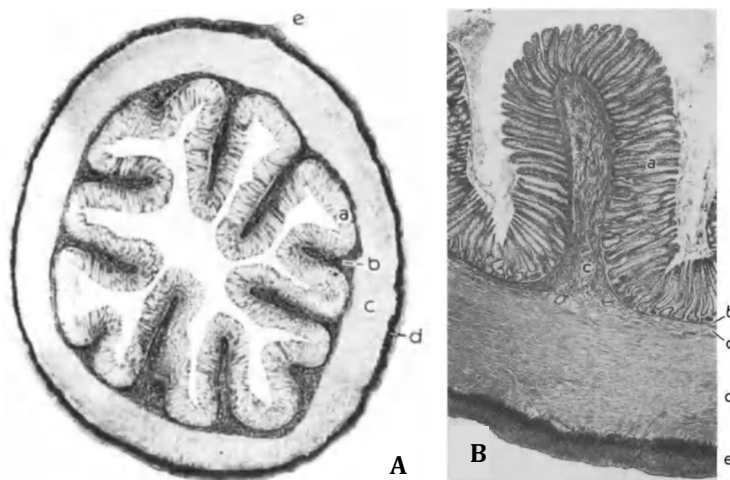
La muscolare dell'**intestino tenue** (figure n° 12/3 e n° 17/C) e del **crasso** (figura n° 18/A sezioni *c* e *d*) si compone di uno strato interno circolare e di uno strato esterno longitudinale di tessuto muscolare liscio. Il tessuto connettivo situato tra i due strati contiene il plesso mioenterico, i cui neuroni contraggono sinapsi con il plesso sottomucoso. I due plessi, comunicanti tra loro, costituiscono il sistema nervoso enterico e giocano un ruolo fondamentale nella regolazione dell'attività dell'apparato gastrointestinale<sup>4,11,41</sup>.



**Figura n° 17** – Duodeno di cane<sup>18</sup>. Colorazione ematossilina & eosina, ingrandimento 28x. (1) area in prossimità del piloro con ghiandole sottomucose. (2) area un po' più caudale, sprovvista delle ghiandole sopracitate. A: tonaca mucosa, B: tonaca sottomucosa, C: tonaca muscolare, D: *muscularis mucosae*.

## SIEROSA

La sierosa (figura n° 12/4, figura n° 19/1) è la porzione più esterna del tratto gastroenterico ed è formata da uno strato di tessuto connettivo lasso rivestito da un singolo strato di cellule epiteliali squamose, il foglietto viscerale del peritoneo. Lo spazio ristretto delimitato dal peritoneo viscerale e il peritoneo parietale che riveste la parete addominale è denominato cavità peritoneale e ha forma complessa e continuamente variabile. Il peritoneo secerne una piccola quantità di fluido che lubrifica la superficie peritoneale e che permette agli organi dell'apparato digerente di muoversi senza frizioni significative<sup>4,11,41</sup>.



**Figura n° 18** – Microfotografia del colon di un cane<sup>34</sup>. (A) sezione trasversale. a: tonaca mucosa con altre pieghe distendibili, b: sottomucosa, c: strato circolare della muscolare, d: strato longitudinale della muscolare, e: sierosa. (B) sezione trasversale, maggior ingrandimento dell'immagine a sinistra. a, b, c: tonaca mucosa con una piega distendibile. a: lamina propria con le ghiandole intestinali, b: *muscularis mucosae*, c: sottomucosa, d: strato circolare della muscolare, e: strato longitudinale della muscolare, rivestito dalla sierosa.

**Figura n° 19** – Emisezione del colon di un cane, colorazione tricromica di Masson<sup>24</sup>. 1: sierosa, 2: muscolare, 3: sottomucosa, 4: mucosa, 5: interfaccia lume-mucosa. Da notare come il tessuto fibroso, in blu, sia abbondante nella sottomucosa e modesto nella sierosa. Le frecce nere in basso indicano il plesso mioenterico.



## 2.4 CENNI DI ECOGRAFIA

L'ecografia è una branca della diagnostica per immagini che si avvale degli **ultrasuoni**, vibrazioni meccaniche oscillatorie ad alta frequenza, per poter indagare le strutture corporee. Gli ultrasuoni sono infatti onde sonore di frequenza molto elevata, superiore a 20 kHz, ovvero, oltre la soglia di udibilità dell'orecchio umano. In particolare, in medicina si utilizzano bande di frequenza compresa tra i 2 e i 20 MHz.

Gli ultrasuoni vengono creati dalle oscillazioni dei cristalli piezoelettrici contenuti nella sonda e attraversano i tessuti corporei da cui vengono poi riflessi. Gli echi di ritorno vengono analizzati ed elaborati dal *software* e in seguito riportati sul *monitor* in un'immagine trasversale ad alta risoluzione (trasformazione impulso/immagine).

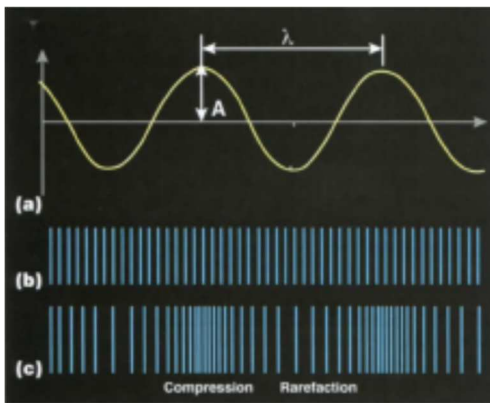
La metodica ecografica si differenzia quindi dalla radiologia tradizionale e da altre metodiche di diagnostica per immagini in quanto gli ultrasuoni non vengono prodotti attraverso radiazioni ionizzanti, ma per mezzo di energia meccanica. Un'altra differenza rispetto alle altre tecniche di *imaging*, è che la miglior interpretazione delle immagini è possibile solamente al momento in cui viene condotto l'esame e dall'operatore stesso<sup>5,32,38</sup>.

## FISICA DEGLI ULTRASUONI

Conoscere la fisica degli ultrasuoni è molto importante per un corretto settaggio dell'apparecchio ecografico. Per la fisica, il suono è un'oscillazione (un movimento nello spazio) compiuta dalle particelle (atomi o molecole) in un mezzo che ne permetta la trasmissione. Le oscillazioni sono quindi degli spostamenti delle particelle intorno alla posizione di riposo e lungo la direzione di propagazione dell'onda provocati da movimenti vibratorii provenienti da un determinato oggetto, chiamato sorgente del suono. La sorgente

del suono trasmette il proprio movimento alle particelle adiacenti, le quali iniziano ad oscillare a loro volta e trasmettono il movimento alle particelle vicine provocando una variazione locale della pressione, quindi originando un'onda sonora (od onda acustica). In pratica, le particelle coinvolte dalla prima oscillazione trasmettono il movimento a quelle adiacenti e l'eccitazione della materia colpita produce movimenti di avvicinamento (compressione) e allontanamento (rarefazione) delle particelle (figura n° 20/c).

Le onde sonore sono caratterizzate da lunghezza d'onda ( $\lambda$ ), frequenza ( $f$ ) e ampiezza ( $A$ ) e possono essere rappresentate graficamente utilizzando un grafico cartesiano (figura n° 20/a), riportante il tempo ( $t$ ) sull'asse delle ascisse, e gli spostamenti delle particelle ( $s$ ) su quello delle ordinate.



**Figura n° 20** – (a) rappresentazione dell'onda sonora sul piano cartesiano, (b) particelle di materia a riposo, (c) le onde sonore causano compressione (addensamento) e rarefazione (diradazione) delle particelle della materia<sup>5</sup>.

La lunghezza d'onda è la distanza tra due picchi (inizio della compressione) ed è definita come:

$$\lambda = c/f$$

Dove ( $c$ ) è la velocità di propagazione dell'onda nel mezzo ed ( $f$ ) la frequenza, ovvero il numero di onde al secondo, che si misura in Herz (Hz)<sup>5</sup>. Le bande di frequenza usate in ecografia hanno un *range* di 2.5-15 MHz. Maggiore è la frequenza di emissione, minore sarà la lunghezza d'onda e maggiore la capacità di risoluzione, quindi una miglior capacità di distinguere elementi molto piccoli disposti sullo stesso piano.

Gli ultrasuoni necessitano di un mezzo in cui propagarsi e la velocità di propagazione nel corpo dipende dalla densità ( $d$ ) del mezzo in cui si diffonde l'onda. Il prodotto tra la velocità ( $c$ ) e la densità è definito come **impedenza acustica** ( $Z$ ), una proprietà caratteristica di ogni mezzo che fornisce una misura dell'entità delle forze che si oppongono alla trasmissione dell'onda acustica al suo interno. Pertanto:

$$Z = c \cdot d$$



Dal punto di vista pratico, l'impedenza acustica determina l'entità della riflessione degli ultrasuoni e così l'ecogenicità del tessuto. Le immagini ecografiche, infatti, sono la rappresentazione grafica della differenza di impedenza acustica all'interno del mezzo esaminato.

In corrispondenza della separazione tra due tessuti ad impedenza acustica diversa (**interfacce acustiche**) hanno luogo i fenomeni di riflessione e di diffusione necessari alla formazione dell'immagine ecografica. Quando il fascio di onde ultrasonore incontra un'interfaccia tra due tessuti diversi e con differente impedenza acustica, questo ubbidisce alle leggi dell'ottica sulla riflessione e sulla rifrazione. Pertanto, in parte continua a propagarsi nei tessuti distanti, in parte viene disperso (rifratto) e in parte riflesso verso la fonte di emissione producendo un eco. La porzione riflessa del fascio di onde ultrasonore che colpisce il cristallo piezoelettrico nella sonda genera una deformazione meccanica che produce un potenziale d'azione<sup>5,32,38</sup>.

## **STRUMENTAZIONE E ACQUISIZIONE DELL'IMMAGINE**

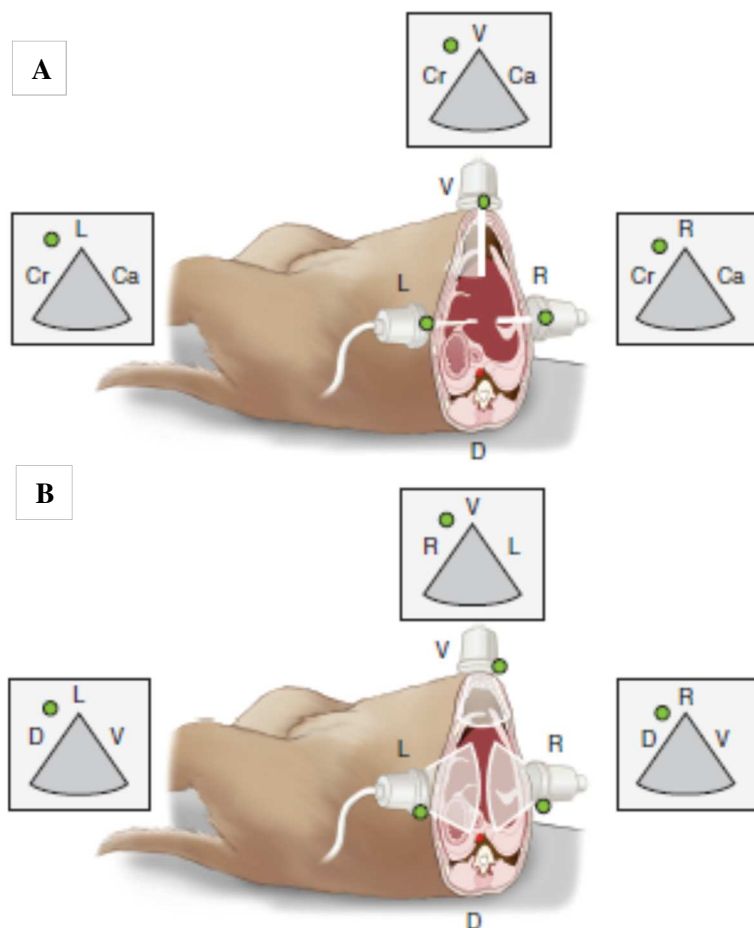
Le apparecchiature ecografiche sono costituite essenzialmente da due elementi: le sonde e il sistema di trasformazione degli echi prodotti in immagini.

Le **sonde** contengono i cristalli dotati di attività piezoelettrica (capacità di trasformare gli impulsi elettrici in onde sonore e viceversa) e costituiscono l'elemento che viene posto a diretto contatto con la cute del paziente. Le sonde vengono caratterizzate in base alla forma e alla loro frequenza. Le sonde lineari producono un fascio di ultrasuoni a geometria rettangolare (e quindi un'immagine rettangolare sul *monitor*), mentre le sonde convex (incluse le microconvex) producono un fascio divergente che determina un'immagine trapezoidale sul *monitor* con un campo visivo maggiore in profondità, nel cosiddetto *far field*, distalmente alla sonda. Tutti i tipi di sonda sono dotate di un piccolo rilievo/segnale luminoso, il cosiddetto *marker* (figura n° 21/*pallino verde*), che consente all'operatore di orientarsi con più facilità nello spazio e quindi nell'interpretazione delle immagini sul *monitor* visto che, per convenzione, sul *monitor* il *marker* si trova sempre in alto a sinistra (quando si esegue un'ecografia addominale).

I **sistemi di trasformazione** degli echi più usati sono l'M-mode e il B-mode. L'M-mode (*motion mode*) viene usato in cardiologia e rappresenta i movimenti delle strutture situate

lungo una singola linea. In pratica, viene prodotto un singolo fascio e gli echi di ritorno vengono riportati come una serie di punti luminosi lungo la linea verticale, posti ad appropriata distanza rispetto al trasduttore; l'immagine scorre orizzontalmente sullo schermo permettendo di valutare il movimento delle strutture riflettenti nell'unità di tempo. Con il **B-mode** (*brightness mode*) l'immagine viene costruita convertendo le onde riflesse in segnali di luminosità differenti a seconda dell'ampiezza dell'eco. Gli echi di maggiore intensità sono rappresentati con dei punti bianchi, le strutture che non producono echi vengono segnalati con dei punti neri e le strutture intermedie sono convertite in punti con differenti tonalità di grigio. Il *software* del sistema è in grado di costruire un'immagine bidimensionale rappresentante una sezione delle strutture esaminate. L'elaborazione del segnale viene poi presentata come immagine in movimento (*real time B-mode*) che fornisce un'immagine dinamica continua in tempo reale delle strutture esaminate<sup>5,32</sup>.

I principali piani di scansione del corpo sono il longitudinale, in cui il *marker* viene orientato verso la testa dell'animale (figura n° 21/A) e il trasversale (figura n° 21/B), in cui il marker viene orientato verso l'operatore<sup>32</sup>.



**Figura n° 21** – Orientamento della sonda e anatomia relativa<sup>32</sup>. Si rappresentano i piani di scansione longitudinale (A) e trasversale (B) con il paziente posto in decubito dorsale. I disegni nei riquadri rappresentano come varia l'immagine ecografica e i punti di riferimento per orientarsi, a seconda del posizionamento della sonda sulla superficie dell'addome. V: ventrale, D: dorsale, L: sinistra (*left*), R: destra (*right*), Cr: craniale. Cd: caudale. Il pallino in verde rappresenta il marker sulla sonda e sull'immagine.

## **INTERPRETAZIONE DELLE IMMAGINI ECOGRAFICHE**

Come già anticipato, l'ecografia è una tecnica di *imaging* che fornisce immagini bidimensionali dell'anatomia tridimensionale secondo il piano di scansione desiderato. È pertanto necessario che l'operatore abbia familiarità con l'anatomia tridimensionale in modo da essere in grado di riconoscere eventuali artefatti e riconoscere cambiamenti patologici<sup>25</sup>. L'immagine ecografica si compone di punti (*dots*) e di ogni struttura scansionata vanno valutati l'ecogenicità e la *texture*.

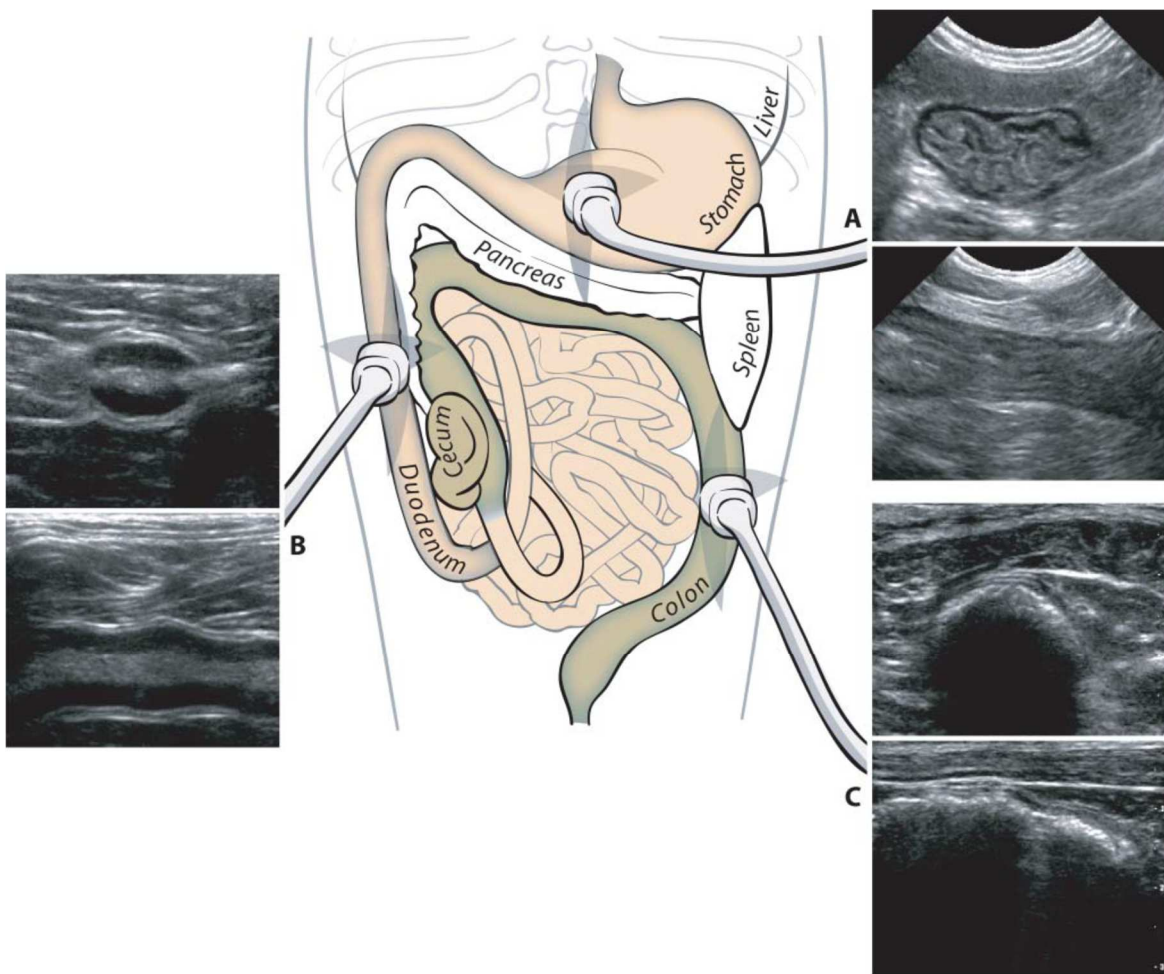
L'**ecogenicità** rappresenta la brillantezza dell'immagine sul *monitor* e dipende dalla quantità e dall'intensità degli echi di ritorno. Si possono distinguere strutture iperecogene, ipoecogene o anecogene. Vengono definite anecogene quelle aree che permettono la completa trasmissione del fascio di ultrasuoni senza la produzione di echi; appaiono di colore nero e generalmente rappresentano strutture di natura fluida. Sono invece definite iperecogene quelle aree altamente riflettive, per esempio l'osso, in cui si producono echi molto intensi che convenzionalmente sono rappresentati con dei punti bianchi sul monitor. Le strutture che producono echi di intensità bassa o intermedia, per esempio i tessuti molli, sono definite ipoecogene e vengono convenzionalmente rappresentati sul monitor con punti di diverse tonalità del grigio. L'ecogenicità di un organo o un tessuto va sempre messa in relazione a quella di organi o tessuti limitrofi.

La **texture** di un tessuto/organo, o grana, fa riferimento alle dimensioni dei punti che compongono l'immagine e può essere fina, media o grossolana e omogenea/uniforme o eterogenea/non uniforme<sup>5,32</sup>.

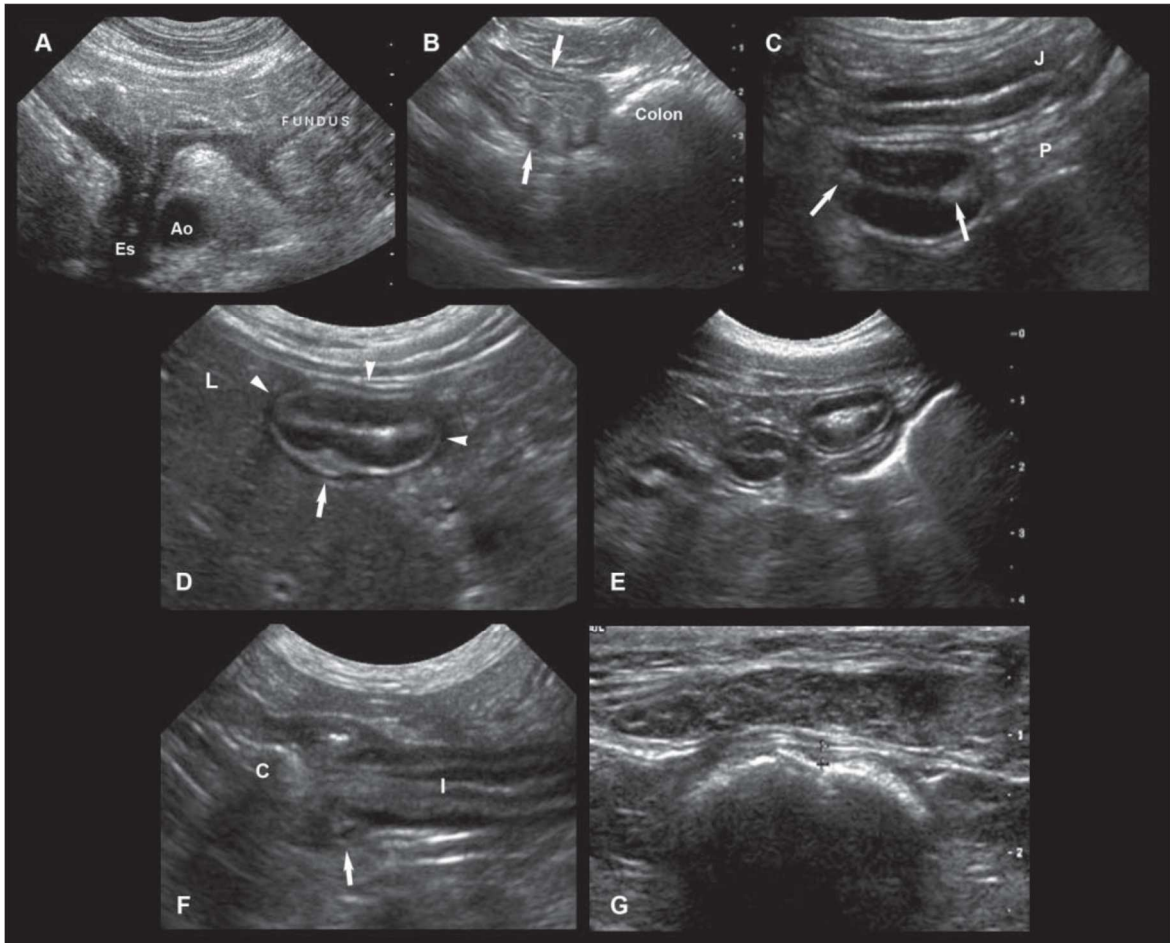
## **2.5 ANATOMIA ECOGRAFICA DELL'APPARATO GASTRO-ENTERICO**

L'esame ecografico dell'apparato gastroenterico viene eseguito solitamente con il paziente in decubito dorsale, sebbene la posizione possa dipendere dall'agitazione e dal disagio provati dal paziente, dalle sue condizioni conformazionali (soprattutto del torace) e fisiopatologiche, oppure dalle preferenze dell'operatore stesso; ad esempio, i decubiti laterali destro e sinistro possono essere necessari per ridistribuire il gas e i fluidi all'interno di singole porzioni gastroenteriche<sup>28</sup>. Il paziente dovrebbe possibilmente essere a digiuno da 6-12 ore.

L'aspetto ecografico fisiologico del tratto gastroenterico (figure n° 22 e 23) è correlato alla conformazione anatomica e allo stato funzionale dei singoli organi. Perché l'esame sia completo è necessario scansionare tutto il tratto gastrointestinale, sia in piano longitudinale che in trasversale, nelle sue varie componenti clinicamente più significative, ovvero stomaco, duodeno e digiuno, oltre che osservare l'aspetto ecografico dei principali linfonodi addominali. Di ciascun tratto, occorre valutare la stratigrafia, il *pattern* del contenuto luminale e il numero di contrazioni peristaltiche che si verificano al minuto.



**Figura n° 22** – Anatomia ecografica del tratto gastroenterico normale del cane in decubito dorsale<sup>38</sup>. Sono rappresentate le illustrazioni e la localizzazione dei principali tratti gastrointestinali con i relativi rapporti con gli organi limitrofi e i posizionamenti della sonda ecografica per la loro miglior visualizzazione. **A:** immagini ottenute posizionando la sonda sullo stomaco vuoto sia in trasversale (immagine in alto a sinistra), che in longitudinale (immagine in basso) rispetto all'asse lungo dello stomaco. **B:** immagini ottenute posizionando la sonda sul duodeno discendente sia in trasversale (immagine in alto) che in longitudinale (immagine in basso). **C:** immagini ottenute posizionando la sonda sul colon discendente in trasversale (immagine in alto) e in longitudinale (immagine in basso). Liver: fegato, stomach: stomaco, pancreas, spleen: milza, duodenum: duodeno, cecum: cieco, colon.



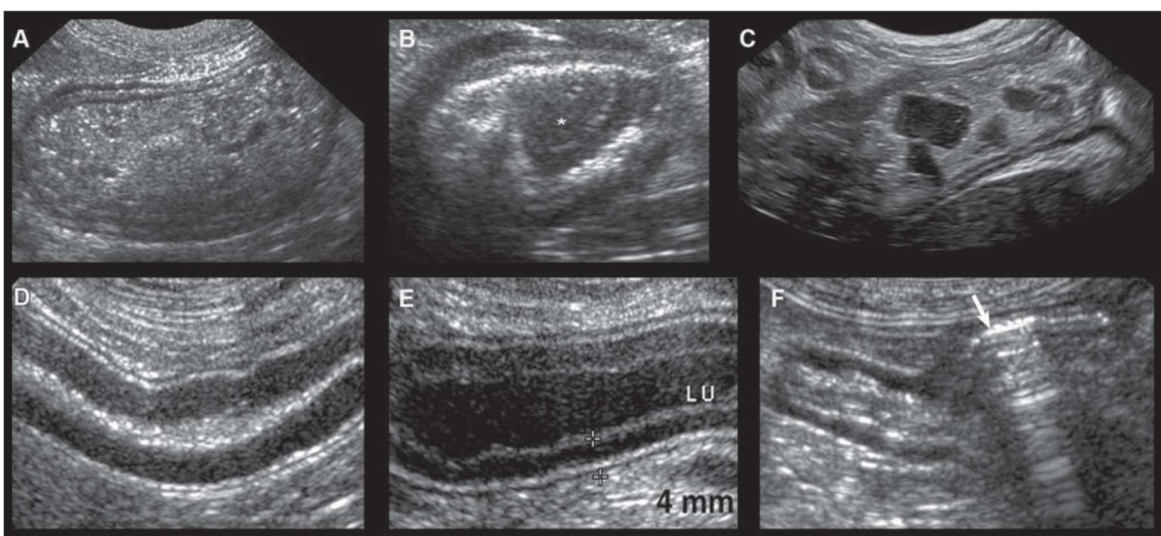
**Figura n° 23** – Immagini ecografiche dei vari tratti dell'apparato gastroenterico nel cane ottenute con una sonda microconvex<sup>38</sup>. **A:** l'esofago è raramente visibile ecografando l'addome, ma in questo Welsh Corgi si evidenzia la porzione più distale dell'esofago; E: esofago, Ao: aorta, Fundus: fondo dello stomaco. **B:** lo stomaco (freccie bianche) è facilmente riconoscibile per la presenza delle pliche e dell'attività peristaltica. Quando è collassato, come in questo caso, è piuttosto difficile misurare lo spessore della parete in modo accurato. Nell'immagine è anche visibile il colon trasverso caudalmente al corpo dello stomaco. **C:** il duodeno prossimale è un segmento rettilineo approccio dalla parete laterale destra dell'addome. La parete del duodeno ha uno spessore maggiore rispetto agli altri tratti intestinali (J = digiuno). In questa immagine trasversale del duodeno si può evidenziare un normale ispessimento simmetrico nelle estremità dell'interfaccia lume-mucosa (freccie bianche) il quale è considerato un reperto normale. P: pancreas. **D:** nella porzione prossimale del duodeno discendente (punte delle freccie) può essere facilmente identificata la papilla duodenale maggiore (freccia bianca). **E:** le anse digiunali sono libere e facilmente visibili nell'addome. **F:** giunzione ileociecocolica, difficilmente visibile ecograficamente a causa del gas accumulato in questa sede. I: ileo, C: colon, scansionati longitudinalmente. **G:** il colon ha una parete più sottile rispetto al piccolo intestino ed è spesso ripieno di aria o feci.

Ecograficamente la **parete** del canale alimentare appare costituita da cinque strati (figure n° 25, 27 e 29) con alternanza di linee iper- e ipo/anecogene e tale aspetto rappresenta una costante nella parete dell'apparato gastroenterico, seppure siano presenti aspetti peculiari e spessori diversi in ciascun tratto. A partire dal lume possono quindi essere evidenziate una linea iperecogena rappresentante l'interfaccia tra il lume gastrico e la mucosa, una linea ipoecogena costituita dalla mucosa, una linea iperecogena corrispondente alla sottomucosa, una linea ipoecogena costituita dalla muscolare e infine una linea iperecogena che coincide

con la sierosa. L'interfaccia lume-mucosa, o superficie mucosa, è costituita da muco e piccole bolle d'aria, non è uno strato vero e proprio poiché non esiste uno strato corrispondente all'istologia, ed ha un aspetto molto variabile a seconda dello stato di replezione dell'organo. La maggior ecogenicità della sottomucosa e della sierosa è determinata da una maggior quantità di tessuto connettivo fibroso presente in tali strati<sup>6,32</sup>. Per poter visualizzare chiaramente tutti gli strati che compongono la parete gastrointestinale è bene utilizzare sonde ad alta risoluzione con frequenza di almeno 7.5-10 MHz<sup>32</sup> mentre i trasduttori con ingombro ridotto (e frequenza inferiore) sono utili per valutare il duodeno prossimale, quando la sonda deve essere posizionata sotto la gabbia toracica o negli spazi intercostali<sup>2</sup>. La correlazione tra tale aspetto ecografico e quello istologico sembra essere confermata da alcuni lavori<sup>26,30</sup>.

In funzione della diversa tipologia di contenuto presente a livello gastroenterico è possibile distinguere quattro principali **pattern ecografici** (o schemi luminali<sup>2</sup> – figura n° 24).

Il **pattern mucoso** (figura n° 24/D) è tipico di un'ansa vuota (collabita) ed è caratterizzato da una linea iperecogena determinata dalla presenza di gas disciolto nel film di muco che riveste la superficie mucosa, il **pattern fluido** (figura n° 24/E) si presenta come un accumulo di materiale anecogeno uniforme nel lume dell'ansa, il **pattern gassoso** (figura n° 24/F) è dato dal gas intraluminali che si accumula in quantità variabile e determina artefatti quali il riverbero e la coda di cometa, il **pattern alimentare** (figura n° 24/A-C) si presenta generalmente come un accumulo di materiale con ecogenicità mista e disomogenea<sup>9,38</sup>.



**Figura n° 24** – Immagini ecografiche raffiguranti i possibili contenuti luminali normali presenti a livello di stomaco o piccolo intestino<sup>38</sup>. A-C: *pattern alimentare*, con dimensioni, ecogenicità e forma variabili del contenuto. D: *pattern mucoso*. E: *pattern fluido*. F: *pattern gassoso*. Lu: lume. La freccia bianca indica il gas presente nel colon ascendente, responsabile della formazione dell'artefatto da riverbero.

Per quanto concerne la valutazione della **peristalsi**, è sufficiente posizionare la sonda in corrispondenza del tratto di interesse e mantenere la posizione per qualche minuto, contando quante volte esso si contrae.

## **STOMACO**

Lo stomaco del cane è ecograficamente accessibile immediatamente caudalmente al fegato a livello del processo xifoideo<sup>28</sup>. Lo stomaco viene inizialmente scansionato in trasversale (asse trasverso dello stomaco e longitudinale del corpo) a partire dal fondo (figura n° 26/A) nella porzione craniale sinistra dell'addome. Procedendo verso la destra dell'animale, sempre puntando il *marker* verso la testa del paziente, si scansiona il corpo (figura n° 26/B) dello stomaco. Per poter scansionare trasversalmente l'antro (figura n° 26/D) e il canale pilorico si ruota la sonda in senso orario e si segue l'organo lungo il suo percorso fino allo sfintere pilorico, riconoscibile per la spessa parete muscolare e lume ristretto<sup>32</sup>.

Lo stomaco (figura n° 23/B) può essere facilmente riconosciuto grazie alla presenza delle spesse pliche (o *rugae*) che lo caratterizzano e della regolare attività peristaltica. Come già anticipato, le dimensioni gastriche variano significativamente in base al suo contenuto.

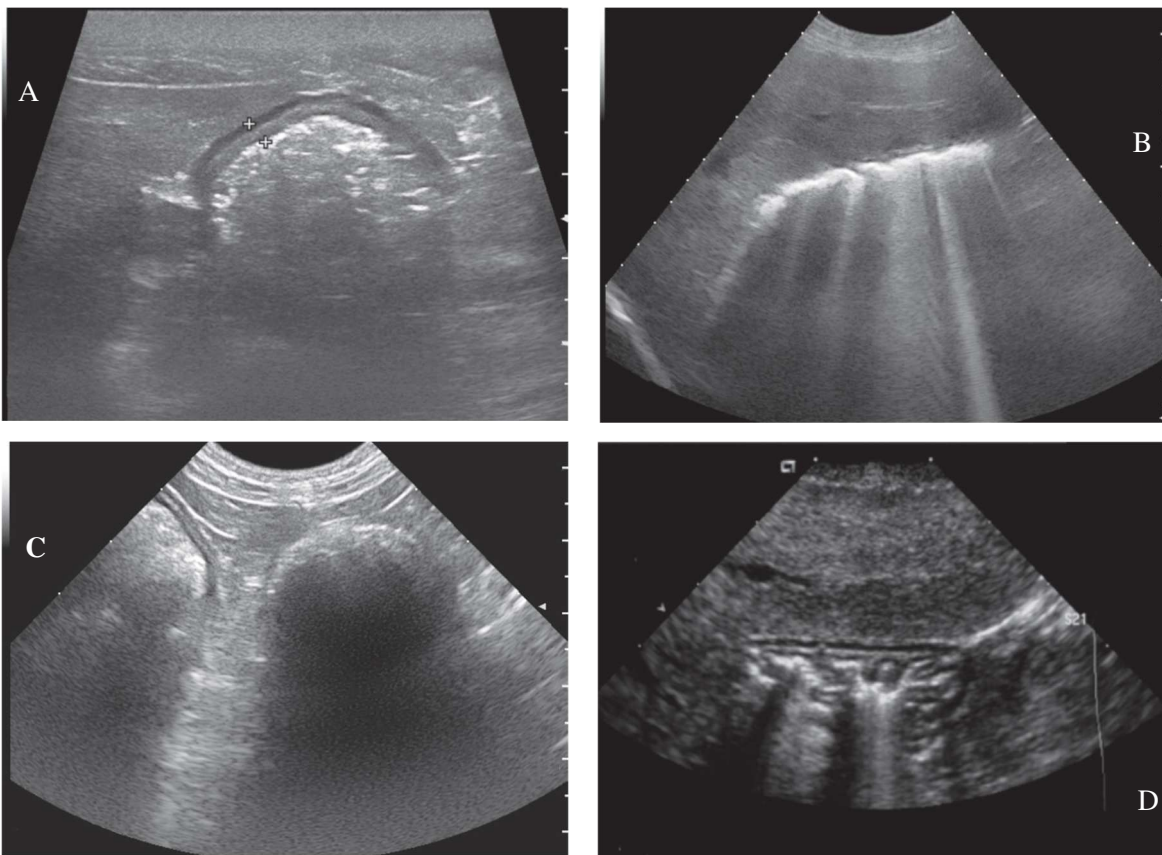
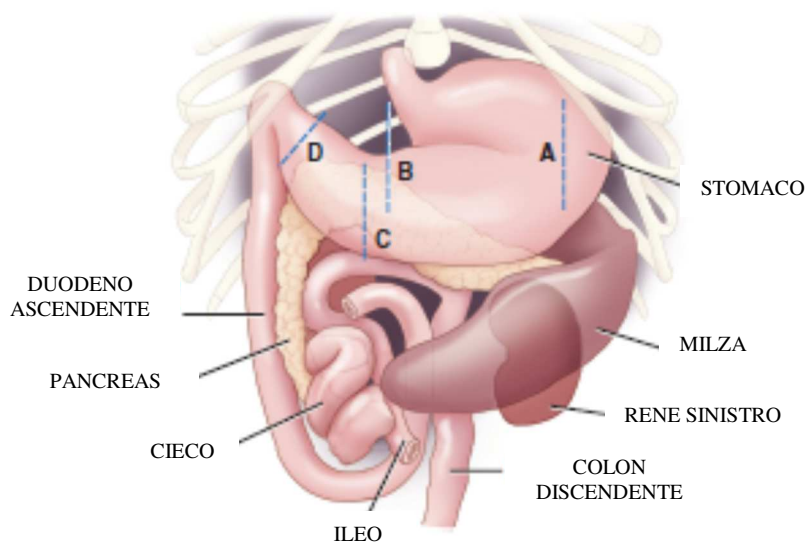
Lo spessore della **parete** di uno stomaco normale nel cane adulto è circa di 3-5 mm<sup>32</sup>, a seconda dello stato di distensione e replezione. Stando a uno studio condotto su cuccioli di razza Beagle di 7-12 settimane di vita, lo spessore gastrico nel cucciolo è inferiore rispetto all'adulto e il *range* varia tra 2.2 e 3.7 mm<sup>42</sup>. Lo spessore della parete gastrica viene misurato a livello degli spazi inter-rugali dal margine più interno della mucosa a quello più esterno della sierosa. La stratigrafia della parete gastrica è costituita da interfaccia lume-mucosa, mucosa, sottomucosa, muscolare e sierosa ed è ben schematizzata nella figura n° 25.



**Figura n° 25** – A sinistra, rappresentazione schematica della stratificazione di parete dello stomaco in sezione trasversale; a destra, immagine bidimensionale, ottenuta tramite una sonda microconvex, di una sezione trasversale del fondo dello stomaco con il cosiddetto aspetto “a fiore”<sup>9</sup>.

Le pliche gastriche sono costituite da ripiegamenti della mucosa e della sottomucosa e, quando lo stomaco è vuoto, gli conferiscono un aspetto cosiddetto “a fiore” (figura n° 25 e 26/D), tendenzialmente più evidente nel gatto<sup>9</sup>.

Il normale **contenuto** gastrico del cane è rappresentato da gas, liquidi e muco.



**Figura n° 26** – Illustrazione di immagini ecografiche dello stomaco del cane e dei suoi rapporti con gli organi limitrofi<sup>32</sup>. Le lettere A, B, C e D corrispondono alle sedi da cui sono ricavate le immagini ecografiche, tutte ottenute con una sonda microconvex, eccetto la lettera A, ottenuta con una sonda lineare. A: immagine



trasversale del fondo dello stomaco di cui è evidenziato lo spessore totale della parete nel *near field*, presente all'interno dei due *calipers* (calibri, i + bianchi) elettronici; alla sinistra dell'immagine (quindi cranialmente all'animale) si vede una porzione del fegato. Si notino gli abbondanti artefatti da riverbero dovuti alla presenza di gas nel lume gastrico. **B**: immagine trasversale del corpo dello stomaco; il lume non è ben valutabile a causa della presenza degli artefatti da riverbero e delle code di cometa dovuti alla presenza di aria; in quest'immagine il fegato si trova cranio-ventralmente allo stomaco. In quest'immagine la parete gastrica non è ben valutabile. **C**: immagine trasversale del corpo dello stomaco (sinistra) e del colon (destra). Questa posizione è un ottimo punto di partenza per cercare di visualizzare il lobo sinistro del pancreas, localizzato dorsalmente alla grande curvatura gastrica e al colon trasverso. **D**: immagine trasversale dell'antro pilorico, la cui parete è evidentemente ripiegata; il fegato si trova nel *near field*.

In condizioni fisiologiche le **contrazioni peristaltiche** sono generalmente 4-5 per minuto e si osservano ponendosi con la sonda trasversalmente sul corpo gastrico. Qualora lo stomaco sia repleto, è possibile osservare un incremento di circa una contrazione per minuto. È opportuno porre particolare attenzione nel non interpretare gli atti respiratori come movimenti peristaltici per non sovrastimare la frequenza della peristalsi<sup>6</sup>.

## **DUODENO**

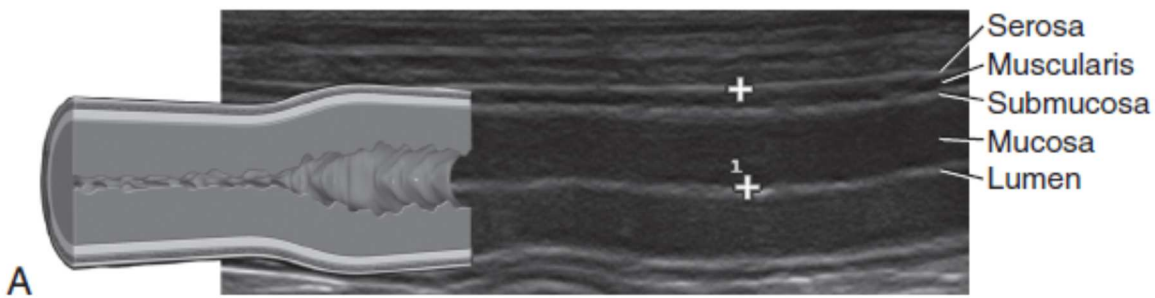
Il duodeno decorre dal piloro e si porta medio-lateralmente e caudalmente nella regione dell'ipocondrio destro, per poi formare un'ansa ad U e continuare cranialmente e verso sinistra terminando nel digiuno.

Ecograficamente il duodeno può essere identificato cranio-ventralmente al rene destro e, nei casi in cui sia possibile individuare e seguire il canale pilorico, come continuazione di quest'ultimo<sup>6</sup>. L'identificazione ecografica del duodeno rappresenta, inoltre, un importante punto di reperi per la localizzazione dell'area del lobo destro pancreatico, come si può vedere nella figura n° 23/C.

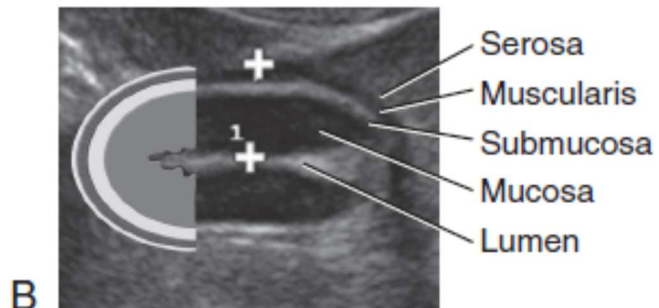
Il normale aspetto del duodeno è quello di una struttura tubulare (figura n° 28) con una parete costituita da cinque strati, gli stessi già precedentemente illustrati e schematicamente rappresentati nella figura n° 27. Anche qui gli strati sono, nell'ordine, interfaccia lume-mucosa, mucosa, sottomucosa, muscolare e sierosa. È stato dimostrato che lo strato più spesso della parete duodenale è la mucosa<sup>28</sup>, probabilmente per la presenza delle ghiandole duodenali e del tessuto linfoide nella lamina propria<sup>12</sup>. La **parete** del duodeno presenta uno spessore di 2-6 mm nei cani adulti<sup>6,28</sup> e 3.2-4.8 mm nei cuccioli<sup>42</sup> di 7-12 settimane d'età. Alcuni autori riportano che tendenzialmente lo spessore è maggiore nei soggetti di grossa taglia rispetto a quelli più piccoli sostenendo che lo spessore del duodeno sia proporzionale al peso corporeo<sup>2,28</sup>. Uno studio ha dimostrato inoltre che gli spessori della mucosa e della

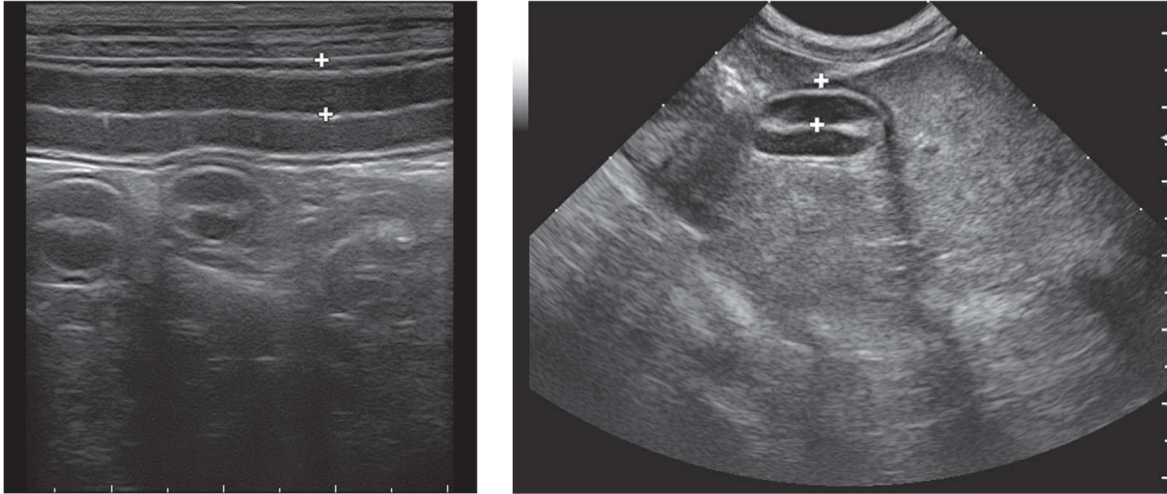
parete totale del duodeno aumentino in modo significativo all'aumentare della taglia del cane, cosa che invece non si verifica per gli altri tre strati della parete<sup>21</sup>.

Utilizzando sonde ad alta risoluzione può essere identificata la **papilla duodenale maggiore** che appare come un'area iperecogena (con uno spessore pari a 3 mm circa) nella mucosa del duodeno prossimale in trasversale (figura n° 23/D) situata a 2-3 cm di distanza dal piloro<sup>9</sup>; talvolta è possibile vedere il coledoco all'interno della papilla stessa. La papilla duodenale **minore**, che accoglie il dotto pancreatico, è piuttosto piccola e non sempre ecograficamente visibile.



**Figura n° 27** – Stratigrafia del piccolo intestino<sup>32</sup>. **A:** l'illustrazione mostra gli strati della parete del piccolo intestinale in sagittale. **B:** sono evidenti gli strati del piccolo intestino in scansione trasversale. Lumen: interfaccia lume-mucosa, Mucosa, Submucosa: sottomucosa, Muscularis: muscolare, Serosa: sierosa.





**Figura n° 28** – Duodeno normale nel cane<sup>32</sup>. Nell’immagine a sinistra, ottenuta con una sonda lineare, il duodeno è in scansione longitudinale. Nell’immagine a destra, ottenuta con una sonda microconvex, il duodeno è in trasversale, circondato dal parenchima epatico. I *calipers* (+ bianchi) elettronici indicano le estremità dello spessore parietale, dal margine interno della mucosa a quello esterno della sierosa.

Per quanto concerne le tipologie di contenuto luminale, possono essere individuati tre distinti quadri o *pattern* ecografici comuni a tutto il piccolo intestino, ovvero gassoso, mucoso e liquido, visibili nella figura n° 24. Il quadro liquido è associato alla presenza di anse intestinali con contenuto prevalentemente anecogeno, il quadro gassoso è rappresentato dalla presenza di un’interfaccia fortemente iperecogena, associata a un’ombra acustica posteriore, infine il quadro mucoso è rappresentato dalla presenza di materiale ecogeno endoluminale non associato alla presenza di ombre acustiche e rappresenta per lo più l’intestino nel suo stato di collasso. I *pattern* mucoso e liquido permettono una miglior evidenza delle pareti intestinali<sup>6</sup>, della stratigrafia in particolare.

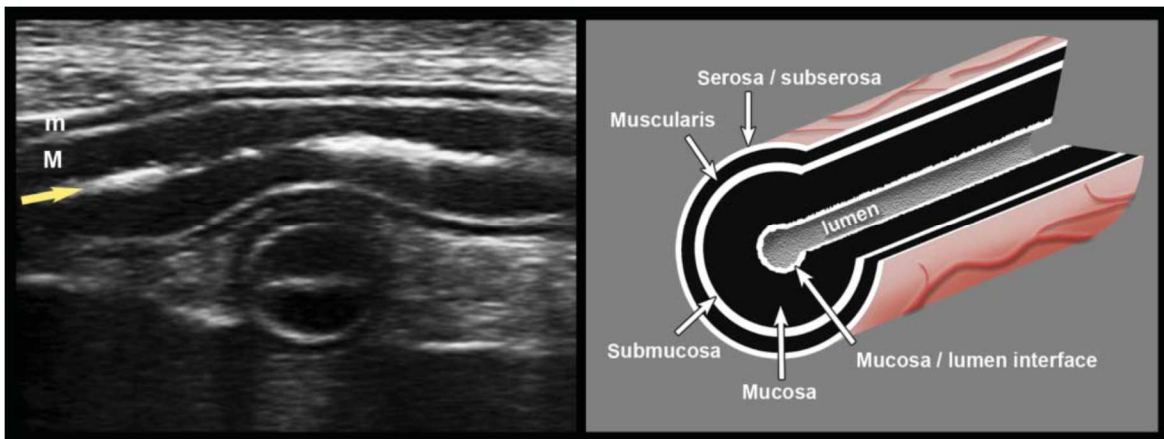
Anche a livello duodenale è possibile identificare i **movimenti peristaltici** che appaiono di 4-5 contrazioni per minuto<sup>2</sup>.

## **DIGIUNO**

Il digiuno inizia a livello della flessura duodeno-digiunale e si continua nell’ileo, il quale termina nel colon ascendente. Le anse digiunali non sono ecograficamente distinguibili le une dalle altre, poiché risultano estremamente variabili per posizione e distribuzione all’interno della cavità addominale<sup>9</sup>. Possono essere osservate durante la valutazione di altri organi addominali, tuttavia sarebbe più opportuno scansionare sistematicamente l’addome per poter esaminare in modo più completo l’intestino. Pertanto, per individuare le anse

digiunali è sufficiente scansionare trasversalmente tutto l'addome dalle porzioni più craniali a quelle caudali applicando una pressione variabile con la sonda.

Anche a questo livello la **parete** si presenta con il tipico aspetto a cinque strati, schematicamente rappresentato nella figura n° 29. Gli strati costitutivi della parete digiunale sono quindi, nell'ordine, interfaccia lume-mucosa, mucosa, sottomucosa, muscolare e sierosa; anche in questo tratto la mucosa è lo strato più spesso. Lo spessore normale della parete del digiuno è di 2-3 mm nell'adulto<sup>6,32</sup> e 1.2-3.4 mm nel cucciolo di 7-12 settimane d'età<sup>42</sup>. Analogamente al duodeno, anche gli spessori della parete totale e della mucosa del digiuno sembrano essere proporzionali al peso corporeo<sup>28</sup>, quindi alla taglia del cane<sup>21</sup>. Tale proporzione, però, non riguarda la sottomucosa, la muscolare né la sierosa.



**Figura n° 29** – Normale stratigrafia intestinale<sup>38</sup>. Immagine ecografica di due anse digiunali, una in sezione longitudinale nel *near field* (prossimalmente alla sonda) e l'altra in sezione trasversale nel *far field* (distalmente alla sonda). La freccia gialla indica il lume. M: mucosa, m: muscolare. Nell'immagine schematica a destra sono illustrati i 5 strati intestinali. Lumen: lume, mucosa/lumen interface: interfaccia lume-mucosa, mucosa: mucosa, submucosa: sottomucosa, muscularis: muscolare, serosa: sierosa.

Il **pattern** ecografico normale che più comunemente si riscontra in questo tratto intestinale è quello mucoso (figura n° 24/D).

Normalmente sono evidenziabili da 1 a 3 **contrazioni peristaltiche** per minuto<sup>6</sup>, in media due<sup>2</sup>.

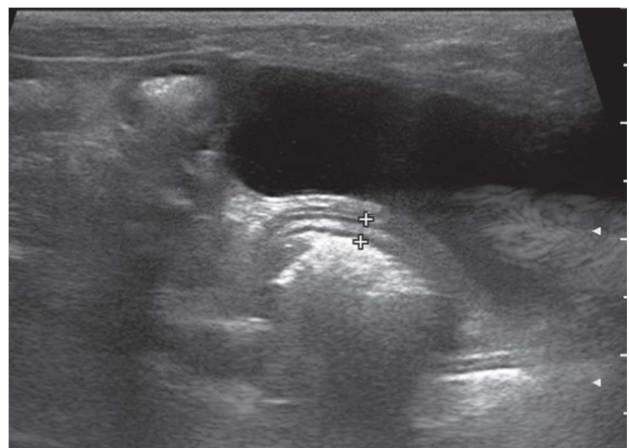
## COLON

Il colon può essere osservato ecograficamente, tuttavia, considerando la sua conformazione e i pressoché inevitabili artefatti, il contributo dell'ecografia nell'indagine di quest'organo è poco significativo. Il colon è facilmente riconoscibile per la sua localizzazione costante e per la presenza di coni d'ombra (*acoustic shadow* – ombra acustica priva di echi) e artefatti da riverbero (bande iperecogene con intensità decrescente distanziate tra di loro ad un intervallo costante) causati dalla presenza endoluminale di gas e feci che ne complicano la visualizzazione (figura n° 30). Il modo più semplice per localizzare il colon è posizionare la sonda in trasversale nelle porzioni più caudali dell'emiaddome di sinistra, dorsalmente alla vescica, che è facilmente individuabile (figura n° 30). Dopodiché si sposta la sonda cranialmente seguendo il colon discendente lungo il suo percorso, che si porta ventromedialmente alla milza e ventralmente al rene sinistro. La sonda viene poi ruotata di 90° per scansionare trasversalmente il colon trasverso, caudale allo stomaco e al lobo sinistro del pancreas, procedendo verso la destra dell'animale. Infine, viene ruotata nuovamente la sonda di 90° e si procede caudalmente per scansionare il colon ascendente<sup>32</sup>.

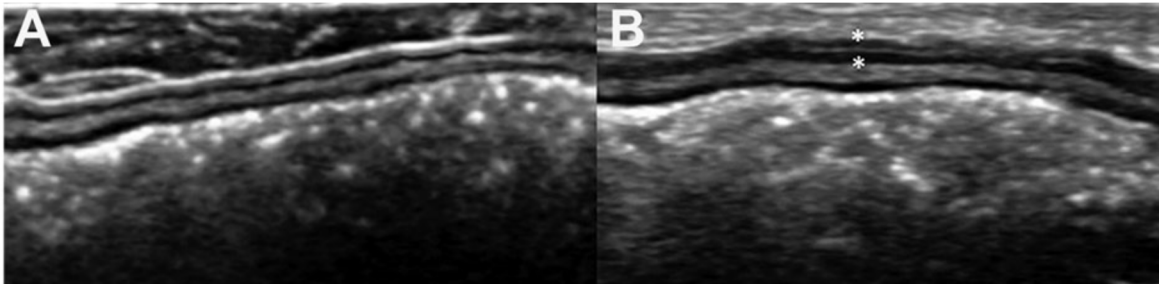
La **parete** del colon non è spessa come nel piccolo intestino, fattore che ne consente chiaramente la differenziazione e il riconoscimento. Lo spessore della parete, infatti, misura 1-2.6 mm nell'adulto<sup>21,32</sup> e 0.7-2 mm nel cucciolo di 7-12 settimane d'età<sup>42</sup>. Le misurazioni vengono condotte nella parete prossimale, l'unica visibile e ben apprezzabile.

Rispetto allo stomaco e al piccolo intestino, la mucosa e la muscolare del colon sono notevolmente più sottili; gli spessori di tutti gli strati sono più o meno uguali tra loro e sembra che la taglia del cane non influenzi lo spessore dei singoli strati della parete del colon. Tuttavia, sembra esserci una differenza significativa nello spessore totale del colon tra cani di media e grande taglia<sup>21</sup>.

**Figura n° 30** – Colon discendente del cane<sup>32</sup>. Immagine trasversale del colon discendente a livello della vescica. I due *calipers* elettronici (+ bianchi) indicano lo spessore della parete colica. Il contenuto colico causa artefatti da riverbero iperecogeni che oscurano la porzione distale della parete del colon. È presente anche un cono d'ombra.



Recentemente, grazie al progresso in campo di tecnologia ecografica, alcuni ecografisti hanno iniziato a notare una banda iperecogena nella muscolare (figura n° 31/B), parallela alla sierosa del colon, in soggetti che non presentavano diarrea. Hanno così condotto uno studio, pubblicato nel 2015<sup>24</sup>, per indagarne la natura ed hanno evidenziato che tale banda iperecogena non è indicativa di qualche patologia, bensì un segno di variabilità individuale.



**Figura n° 31** – Immagini ecografiche longitudinali del colon discendenti di due diversi cani<sup>24</sup>. A: la muscolare appare uniformemente ipoecogena. B: muscolare con la banda iperecogena compresa tra i due asterischi e parallela alla sierosa.

Il *pattern* ecografico del colon è prevalentemente gassoso per la presenza di gas (figura n° 24/F) e feci provocanti artefatti che oscurano la parete distale.

Considerando la scarsa motilità dell'organo, le **contrazioni peristaltiche** non sono ecograficamente rilevabili a livello del colon, in condizioni fisiologiche<sup>38</sup>.

# MATERIALI E METODI

## 3.1 ANIMALI

Nello studio descrittivo abbiamo incluso 84 cuccioli, di cui 47 maschi e 37 femmine (tabella n° 1), di età compresa tra le quattro e le sedici settimane. I cuccioli appartenevano a razze diverse (figura n° 32): hanno preso parte allo studio 27 Flat-coated Retriever, 16 Jack Russell Terrier, 8 Golden Retriever, 7 Samoiedo, 7 Pumi, 4 Boxer italiani, 4 Norfolk Terrier, 4 Bovari delle Fiandre, 3 Pastori maremmani, 3 Bassotti tedeschi e 1 Pastore australiano.

Le razze sono state selezionate in modo mirato per poter avere nel campione dello studio soggetti di futura taglia diversa. Per la creazione dei gruppi di taglia è stato considerato come criterio di classificazione il peso da adulto per lo standard di razza: i cani adulti di taglia piccola hanno peso inferiore ai 10 kg, quelli di taglia media tra gli 11 e i 25 kg, in cani di taglia grande il peso supera i 26 kg.

La numerosità del campione dello studio è stata stimata a priori basandosi sui dati riportati nello studio riguardante i cani adulti<sup>21</sup> e calcolata col *software* G\*Power.

Considerando una deviazione standard di 0.7 mm e una dimensione media dell'effetto pari a 0.4, la dimensione stimata del campione è risultata di 44 individui.



*Flat-coated Retriever (G)*



*Jack Russell Terrier (P)*



*Golden Retriever (G)*



*Samoiedo (M)*



*Pumi (P)*



*Boxer (G)*



*Norfolk Terrier (P)*



*Bovaro delle Fiandre (G)*



*Pastore Maremmano (G)*



*Bassotto Tedesco (P)*



*Pastore Australiano (M)*

**Figura n° 32** – Foto tratte dal web di cuccioli delle razze incluse nello studio. (G) = taglia grande, (M) = taglia media, (P) = taglia piccola.

<b>RAZZA</b>	<b>N° MASCHI</b>	<b>N° FEMMINE</b>
Flat-coated Retriever	13	14
Jack Russell Terrier	8	8
Golden Retriever	6	2
Samoiedo	5	2
Pumi	3	4
Boxer	2	2
Norfolk Terrier	3	1
Bovari delle Fiandre	2	2
Pastori Maremmani	2	1
Bassotti Tedeschi	2	1
Pastori Australiani	1	0

**Tabella n° 1** – Segnalamento (razza e sesso) dei cuccioli che sono stati sottoposti ad almeno un esame ultrasonografico su tre.



### 3.2 APPARECCHIATURA ECOGRAFICA

Per la conduzione di tutti gli esami ultrasonografici dello studio è stata utilizzata una **sonda** lineare Zonare (*L14-5sp Linear Array* dove *sp* sta per *special procedures* – figura n° 33) con frequenza di 8-12 MHz e della forma ideale per effettuare ecografie pediatriche.

La sonda era connessa a un ecografo carrellato di marca **Zonare** (*z.one ultra* Ultrasound System – Zonare Medical Systems Inc, Mountain View, California, USA – figura n° 34), di proprietà dell’Ospedale Veterinario Universitario Didattico (OVUD) di Legnaro (PD).

Come sistema di trasformazione degli echi è sempre stato utilizzato il **B-Mode**.



**Figura n° 33** – Immagine, tratta dalla *brochure* delle sonde Zonare, della sonda lineare utilizzata per lo studio (L14-sp Linear Array).

**Figura n° 34** – Immagine dell’ecografo usato per lo studio tratta dal sito web Zonare<sup>c</sup>.



### 3.3 PROCEDURA OPERATIVA

Il nostro studio è stato approvato dall'**Organismo Preposto al Benessere degli Animali** (OPBA) dell'Università di Padova in data 11 luglio 2016 e contrassegnato come Protocollo 229710. La raccolta dati del suddetto studio può essere suddivisa in due fasi ben distinte: una prima fase in cui sono state effettuate le ecografie sui cuccioli e una seconda fase nella quale sono state condotte le misurazioni sulle immagini precedentemente ottenute. Tutti gli esami ecografici sono stati eseguiti nei mesi tra agosto e novembre 2016 nella sala ecografica dell'Ospedale Veterinario Universitario Didattico (OVUD) a Legnaro (PD), nel Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute (MAPS) della Facoltà di Medicina Veterinaria dell'Università degli Studi di Padova.

I **cuccioli** provenivano da allevamenti professionali o da cucciolate amatoriali, erano regolarmente vaccinati e periodicamente controllati tramite esami copromicroscopici per escludere la presenza di endoparassitosi. Ad ogni seduta, prima di eseguire l'ecografia di ciascun cucciolo, il protocollo prevedeva la raccolta dell'anamnesi, comprensiva anche del tipo di alimentazione prevalente, in seguito la registrazione del peso corporeo con una bilancia elettronica ad uso veterinario e, infine, una visita clinica generale comprendente anche l'annotazione del *Body Condition Score* (BCS). Qualora il proprietario/allevatore avesse riportato l'evenienza di patologie gastroenteriche oppure durante la visita clinica si fossero rilevati segni clinici compatibili, l'esame ecografico veniva rimandato fino alla completa scomparsa dei sintomi.

Gli **esami ecografici** sono stati pianificati a quattro, otto e sedici settimane di età dei cuccioli previa raccolta del consenso informato. Poiché era già presente in letteratura uno studio<sup>42</sup> di ecografia gastroenterica pediatrica che ne includesse la valutazione fino alle dodici settimane di età, abbiamo deciso di inserire una terza seduta a sedici settimane per valutare più approfonditamente il ruolo dell'età nella determinazione dello spessore della parete gastroenterica.

A ciascuna delle tre sedute, è stato condotto un esame ecografico completo dell'apparato gastrointestinale che comprendesse lo stomaco, il duodeno (possibilmente includendo la papilla duodenale maggiore), il digiuno e il colon. È stato richiesto ad allevatori e proprietari di tenere i cuccioli a digiuno nelle due ore che precedevano l'esame ecografico.

I cuccioli sono stati posti in decubito dorsale su culle posizionate di gommapiuma e mantenuti in posizione dagli studenti o dai proprietari/allevatori, i quali sono sempre stati presenti nella sala. Non è stato possibile eseguire la classica tricotomia preparatoria (per non rischiare di compromettere la vendita dei cuccioli), pertanto è stata usata una maggior

quantità di gel da ecografia e, nei cuccioli a pelo lungo e fitto, abbondante acqua prima dell'applicazione del gel. Abbiamo deciso di non utilizzare l'alcool prima del gel per evitare che odori fortemente sgradevoli potessero inficiare sull'interazione materna con i cuccioli, stressandoli ulteriormente.

L'esame ultrasonografico, della durata di circa cinque-dieci minuti, si è svolto in maniera standardizzata per tutti i cuccioli, impostando il *preset* "small parts" e ottimizzando le immagini. Durante l'indagine ecografica non si è mai reso necessario l'uso di tranquillanti e/o sedativi, e questo ha permesso di non sottoporre gli animali a procedure anestesologiche e di non stressare inutilmente i cuccioli. Le ecografie sono state sempre eseguite da due operatori, il Dr. Tommaso Banzato e la laureanda Elena Zambello.

Le varie componenti del tratto gastrointestinale sono state scansionate sia in piano longitudinale che in piano trasversale. Le scansioni più nitide e significative sono state "frezate" durante l'esame, dopodiché le immagini ottenute sono state salvate sull'*hard disk* dell'ecografo e poi esportate in formato DICOM perché potessero essere effettuate tutte le misurazioni con calma e precisione in *post-processing* da *personal computer* anziché immediatamente sull'ecografo stesso.

Nella seconda fase dello studio sono stati **misurati** gli spessori della parete totale di stomaco, duodeno, digiuno e colon e dei singoli strati che costituiscono la parete di duodeno, digiuno e colon, ovvero mucosa, sottomucosa, muscolare e sierosa di tutti i cuccioli sottoposti a indagine.

Tutte le misurazioni sono state effettuate dalla laureanda Elena Zambello utilizzando un *software* gratuito di visualizzazione *post-processing* delle immagini DICOM, ossia RadiAnt DICOM Viewer versione 3.4.1.13367 (64-bit), Medixant, Poznan, Poland.

Gli autori sono ben consapevoli dei fattori (dimensioni dei pixel, frequenza della sonda, direzione della misurazione, sfocatura delle immagini) che potrebbero alterare l'accuratezza nella misurazione di piccole strutture, pertanto, è stato utilizzato uno zoom digitale per migliorare la visibilità di ogni strato della parete e ridurre l'errore al minimo possibile e i vari spessori sono stati misurati posizionando i *callipers* elettronici (puntatori) nelle estremità di ciascuno strato, lungo un asse perpendicolare alla parete.

Per lo spessore totale di stomaco e intestino, i *callipers* sono stati quindi posizionati dalla porzione più esterna della sierosa a quella più interna della mucosa. Le misurazioni dello stomaco sono state effettuate negli spazi inter-rugali.

Anche se secondo uno studio pubblicato nel 2014<sup>12</sup> non sembrano esserci differenze nel misurare lo spessore della parete del duodeno e del digiuno su scansioni longitudinali o

trasversali (confermato anche dalla nostra esperienza), abbiamo scelto di prendere le misure su immagini in trasversale, per uniformare il più possibile la procedura operativa ed evitare misurazioni oblique che avrebbero potuto determinare una sotto/sovrastima degli spessori stessi. Sono state quindi eseguite tre misurazioni su due diverse porzioni di ciascun tratto dell'apparato gastroenterico (di ogni cucciolo e per tutti gli esami ecografici) per aumentare la sensibilità, dopodiché è stata fatta la media aritmetica dei valori ottenuti.

### 3.4 PROCEDURA STATISTICA

I valori degli spessori (a uno, due e quattro mesi) ottenuti con le misurazioni su RadiANT DICOM sono stati raccolti in un foglio di Microsoft Excel insieme ai dati del proprietario, ai dati anamnestici e di segnalamento del cucciolo e le date di esecuzione degli esami.

Tutte le analisi statistiche sono state effettuate tramite programmi commerciali di statistica compatibili con il sistema operativo Windows, ovvero **MedCalc** for Windows (version 12.5, MedCalc Software, Ostend, Belgium), **IBM SPSS Statistics** for Windows (version 20.0, IBM Corp, Armonk, NY, USA) e **SAS** for Windows (version 9.1, SAS Institute, Cary, North Carolina, USA).

Sulle misurazioni ottenute è stata valutata la normalità, effettuate le ANCOVA (*Analysis of Covariance*) su misurazioni ripetute, calcolati gli intervalli di confidenza, testata la correlazione tra gli spessori (della parete totale e dei singoli strati) nei vari tratti gastroenterici e altre variabili (sesso, età, peso corporeo), e misurati i coefficienti di determinazione degli spessori della parete totale di stomaco, duodeno, digiuno e colon.

Prima di procedere con le analisi statistiche dei dati misurati, è stata valutata e confermata la normalità delle variabili utilizzando il test D'Agostino-Pearson.

Sono state effettuate analisi della covarianza su misure ripetute (ANCOVA) per testare le differenze tra le misure degli spessori della parete gastrica e intestinale a età diverse. Il sesso e gli spessori parietali di stomaco, duodeno, digiuno e colon sono stati impostati come *fixed factors* mentre il peso come covariata. È stata applicata la correzione di Bonferroni per confronti multipli.

È stato poi calcolato l'intervallo di confidenza (CI) al 95% per la parete totale e i vari strati della parete di tutti i tratti dell'apparato gastroenterico attraverso un approccio parametrico per i dati distribuiti normalmente e con un metodo percentile non parametrico per quei dati non distribuiti con andamento normale con l'obiettivo di fornire dei *range* di normalità dello spessore di tutti gli strati considerati.

Dopodiché è stata testata la correlazione tra il peso corporeo e lo spessore della parete totale e dei singoli strati parietali di stomaco, duodeno, digiuno e colon attraverso un'analisi di regressione lineare sul *pool* dei dati ottenuti dagli animali inclusi nello studio. Un  $p < 0.05$  è stato considerato statisticamente significativo per tutte le analisi. Per descrivere la correlazione tra il peso corporeo e gli spessori di stomaco, duodeno, digiuno e colon, sono stati utilizzati diagrammi a dispersione (o *scatter plot*) nel piano cartesiano in cui abbiamo considerato il peso corporeo come variabile indipendente (in asse x) e lo spessore come variabile dipendente (in asse y). Nel presentare un diagramma di dispersione, è utile tracciare una linea retta all'interno dell'agglomerato di punti per illustrarne la relazione media ed è possibile utilizzare la relativa equazione matematica per definire la relazione tra x e y, stimare o predire il valore di una variabile a partire dall'altra. I coefficienti di correlazione  $r$  possono essere calcolati attraverso metodi parametrici per le osservazioni in scala continua oppure metodi non parametrici per quelle osservazioni su scala ordinale. Più il coefficiente è vicino a -1 o a +1, maggiore è la correlazione (negativa o positiva), mentre più è vicino a 0, più debole è la correlazione<sup>20</sup>.

Poiché la presenza della correlazione non comporta necessariamente che una di esse determini l'altra, abbiamo deciso di calcolare anche i coefficienti di determinazione per valutare questo aspetto. Il coefficiente di determinazione ( $r^2$ ) si ottiene elevando al quadrato il coefficiente di correlazione  $r$  e costituisce una misura della percentuale della variabilità di una variabile spiegata dalla variabilità di un'altra<sup>20</sup>. Nel nostro studio sono stati calcolati i coefficienti di determinazione dello spessore della parete totale di stomaco, duodeno, digiuno e colon con l'obiettivo di comprendere quanto il peso corporeo incida sulla variabilità di questi e quanto, invece, sia dovuta ad altri fattori.



## RISULTATI

Come già anticipato, sono stati inclusi nello studio 84 cuccioli, ma non tutti i soggetti sono stati sottoposti a tutti e tre i controlli ecografici. In particolare, l'esame ecografico a quattro settimane è stato effettuato a 77 cuccioli, l'esame a otto settimane a 78 cuccioli e l'esame a sedici settimane a 31 cuccioli. Sono pertanto stati condotti in tutto 186 esami ecografici, ma solamente 26 soggetti, purtroppo, sono stati sottoposti a tutti e tre i controlli.

I tratti superiore e inferiore dell'apparato gastroenterico sono stati valutati in tutti i soggetti inclusi nello studio, eccetto due cuccioli, nei quali non è stato possibile condurre le misurazioni del colon alla prima seduta.

Tutti i dati ottenuti sono risultati normalmente distribuiti, pertanto, gli intervalli di riferimento sono sempre stati calcolati utilizzando il metodo parametrico.

Tutti i soggetti erano in ottimo stato di nutrizione, con il BCS che variava tra 5 e 6/9. I **pesi** corporei medi dei cuccioli (ed i relativi *range*) ad ogni controllo è riportato nella seguente tabella:

4 settimane (n=77)		8 settimane (n=78)		16 settimane (n=31)	
Media ± SD	Range	Media ± SD	Range	Media ± SD	Range
2.2 ± 0.7	1 - 3.6	4.3 ± 1.8	1.5 - 8.5	9.8 ± 5.4	3.5 - 19.9

**Tabella n° 2** – Sono riportati i pesi medi e i *range* dei cuccioli ad ogni controllo. L'unità di misura è il kilogrammo, n è la numerosità del campione, SD la deviazione standard.

Si riportano in seguito una breve descrizione di quanto visualizzato durante gli esami ecografici e gli esiti dell'analisi statistica, comprensivi dei relativi grafici rappresentativi e delle tabelle.

### 4.1 ASPETTI ECOGRAFICI

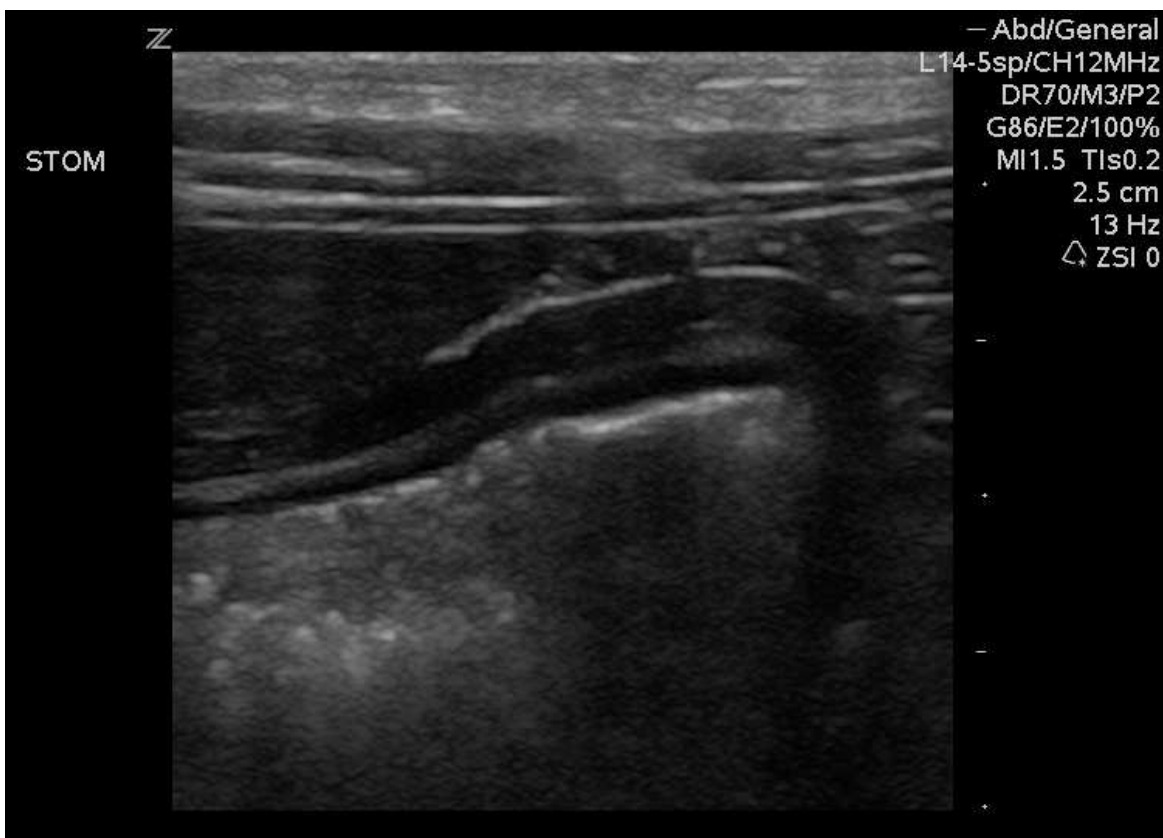
Di seguito, verranno descritti gli aspetti ecografici dei tratti dell'apparato gastroenterico evidenziati nel corso degli esami ultrasonografici effettuati sui cuccioli ed allegate alcune immagini ben rappresentative degli stessi. Durante l'esecuzione dell'esame ecografico è stata rilevata la presenza di fluido anecogeno libero nella cavità addominale di qualche cucciolo, considerato normale in età pediatrica<sup>42</sup>.

## STOMACO

L'aspetto ecografico dello stomaco del cucciolo era analogo a quello dell'adulto. Tuttavia, non sempre tutti gli strati parietali erano perfettamente distinguibili, pertanto si è optato per la valutazione e la misurazione della sola parete totale gastrica e del *pattern*.

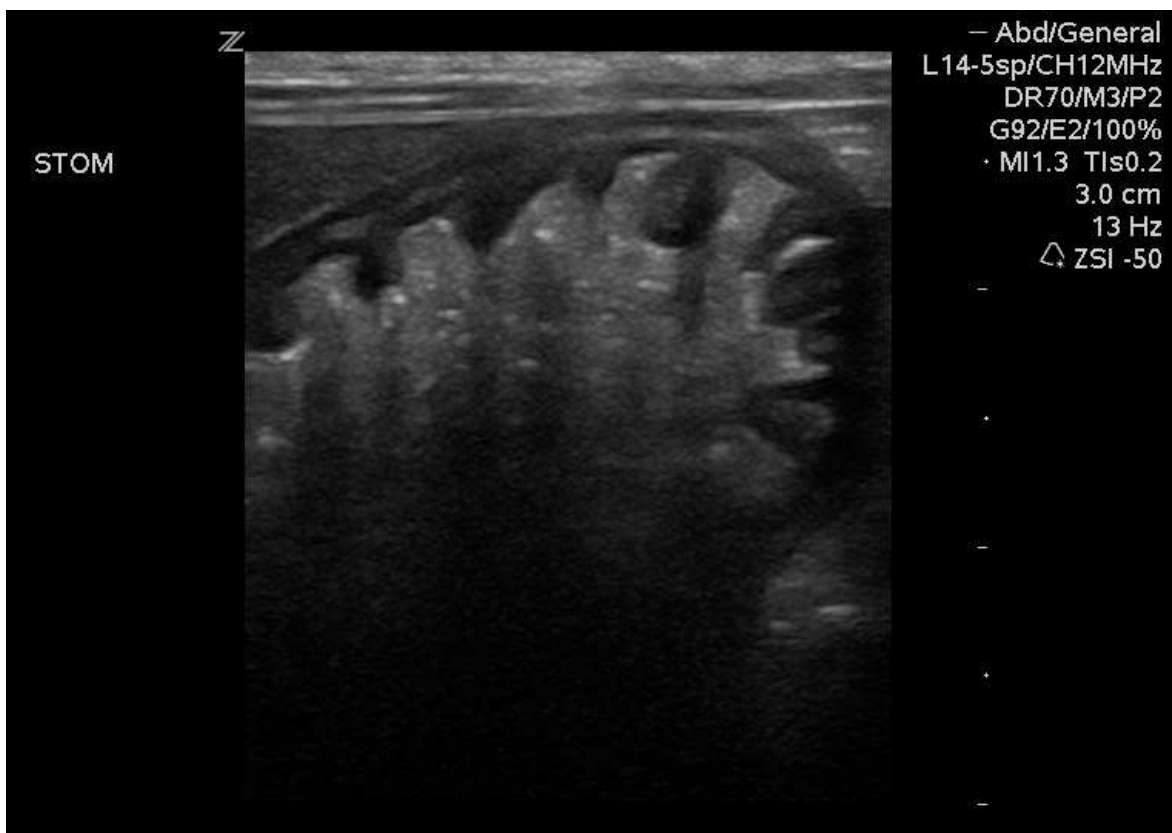
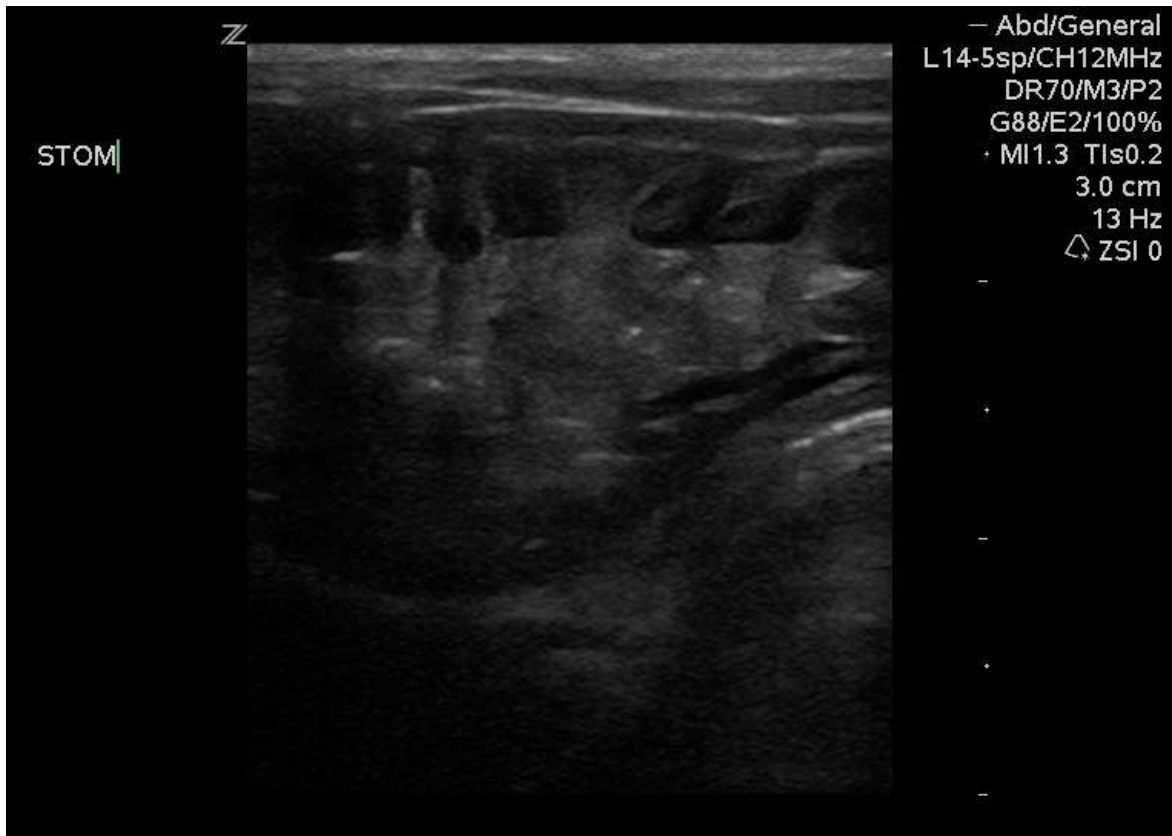
Quando gli strati erano ben distinguibili, la stratigrafia era comunque del tutto identica a quella dell'adulto, quindi caratterizzata dalla presenza di cinque strati: interfaccia lume-mucosa, mucosa, sottomucosa, muscolare e sierosa.

La posizione, i rapporti e il *pattern* dello stomaco cambiavano a seconda dello stato di replezione e non abbiamo evidenziato nessuna differenza tra cuccioli alimentati col latte materno, in fase di svezzamento o già svezzati. Quando ripieno di contenuto (figure n° 36 e 37), il *pattern* prevalentemente presente era quello alimentare con aspetto molto variabile, occasionalmente fluido qualora i proprietari avessero fornito l'acqua ai cuccioli in sala d'attesa prima dell'esame ecografico. Quando vuoto, il *pattern* era prettamente mucoso (figure n° 38 e 39). Quando abbondantemente repleto, la parete dello stomaco appariva molto distesa e le pliche gastriche generalmente non visibili (figura n° 35).

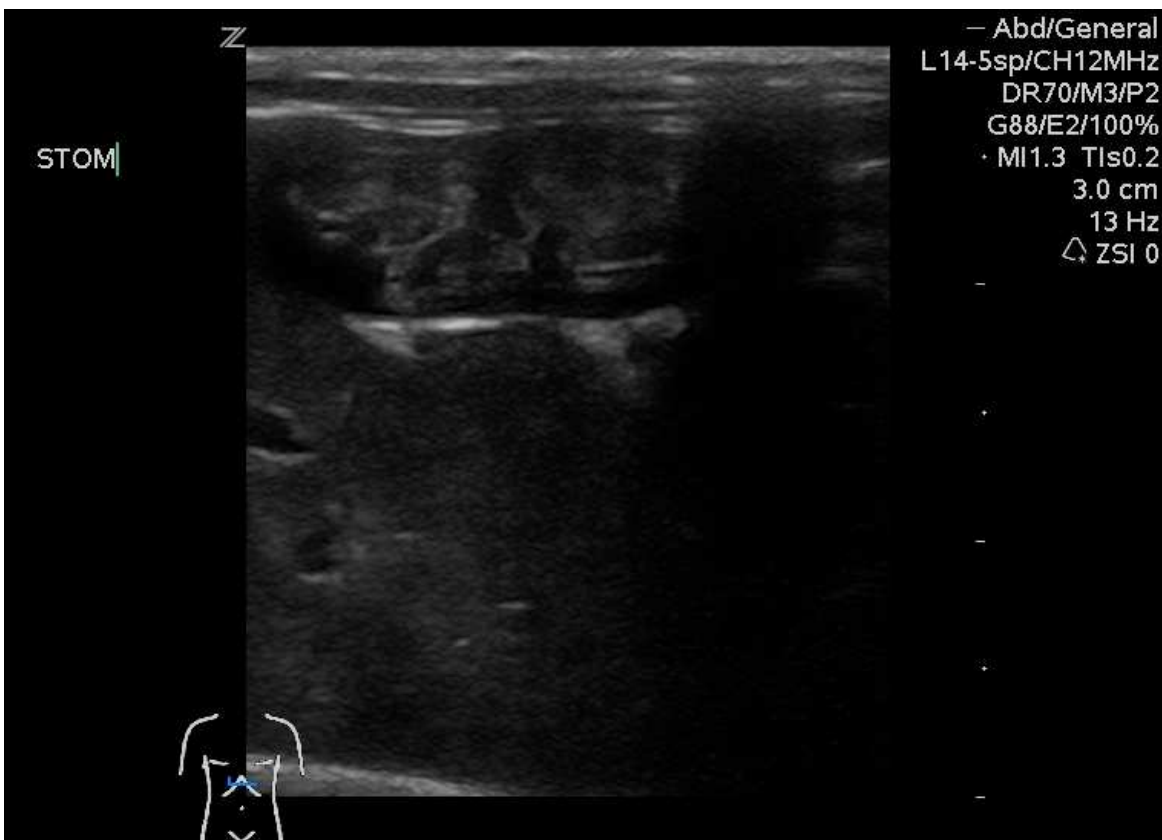
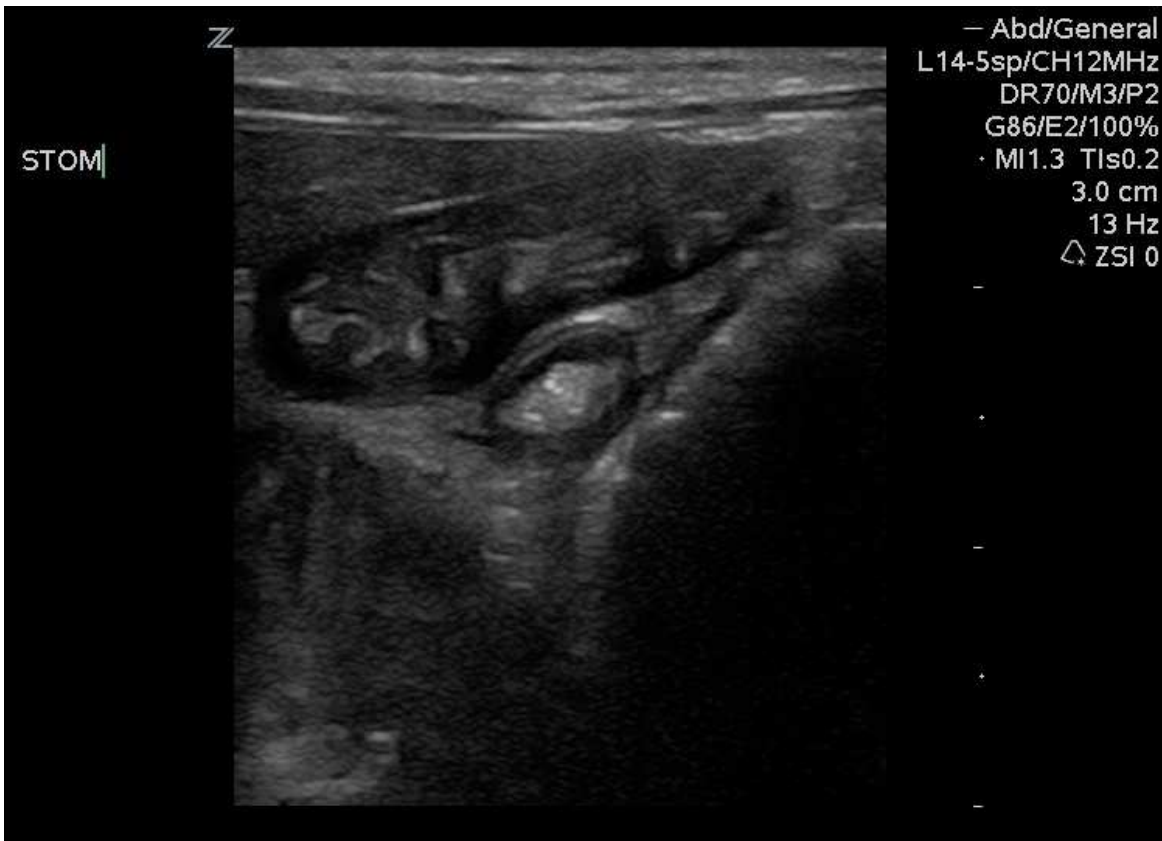


**Figura n° 35** – Immagine ecografica dello stomaco abbondantemente repleto: le pliche gastriche non sono visibili, il *pattern* è prettamente alimentare e il contenuto appare di un'ecogenicità marcatamente disomogenea e occasionalmente causa coni d'ombra. A sinistra, si individua il margine epatico. (Archivio Ecografico – Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute. Università degli Studi di Padova).





**Figure n° 36 e 37** – Immagini ecografiche dello stomaco moderatamente repleto: le pliche gastriche sono visibili e il *pattern* alimentare, con ecogenicità variabile del contenuto. Si notino i coni d'ombra particolarmente evidenti nell'immagine sotto. (Archivio Ecografico – Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute. Università degli Studi di Padova).



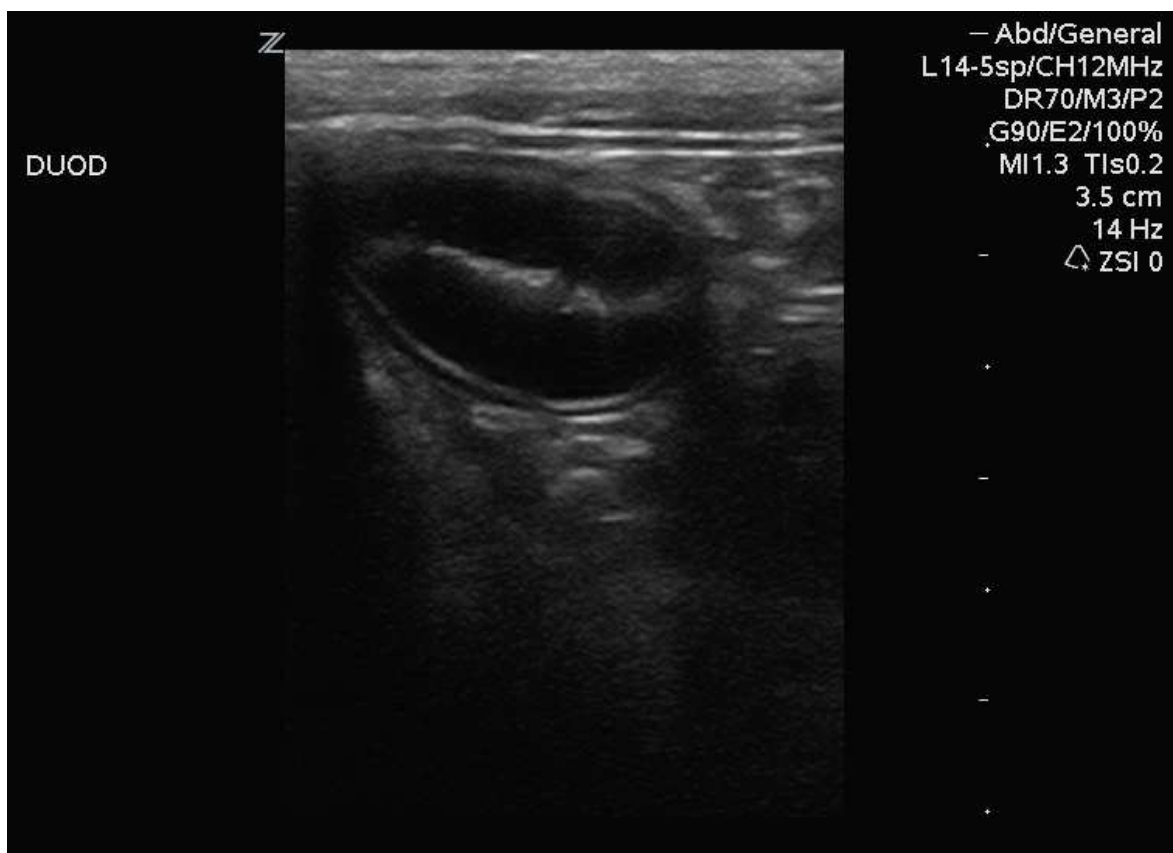
**Figure n° 38 e 39** – Immagini ecografiche dello stomaco vuoto: il *pattern* è mucoso e le pliche gastriche sono decisamente prominenti. Nell’immagine in alto si notino il fegato e il colon trasverso, in quella in basso il fegato. (Archivio Ecografico – Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute. Università degli Studi di Padova).

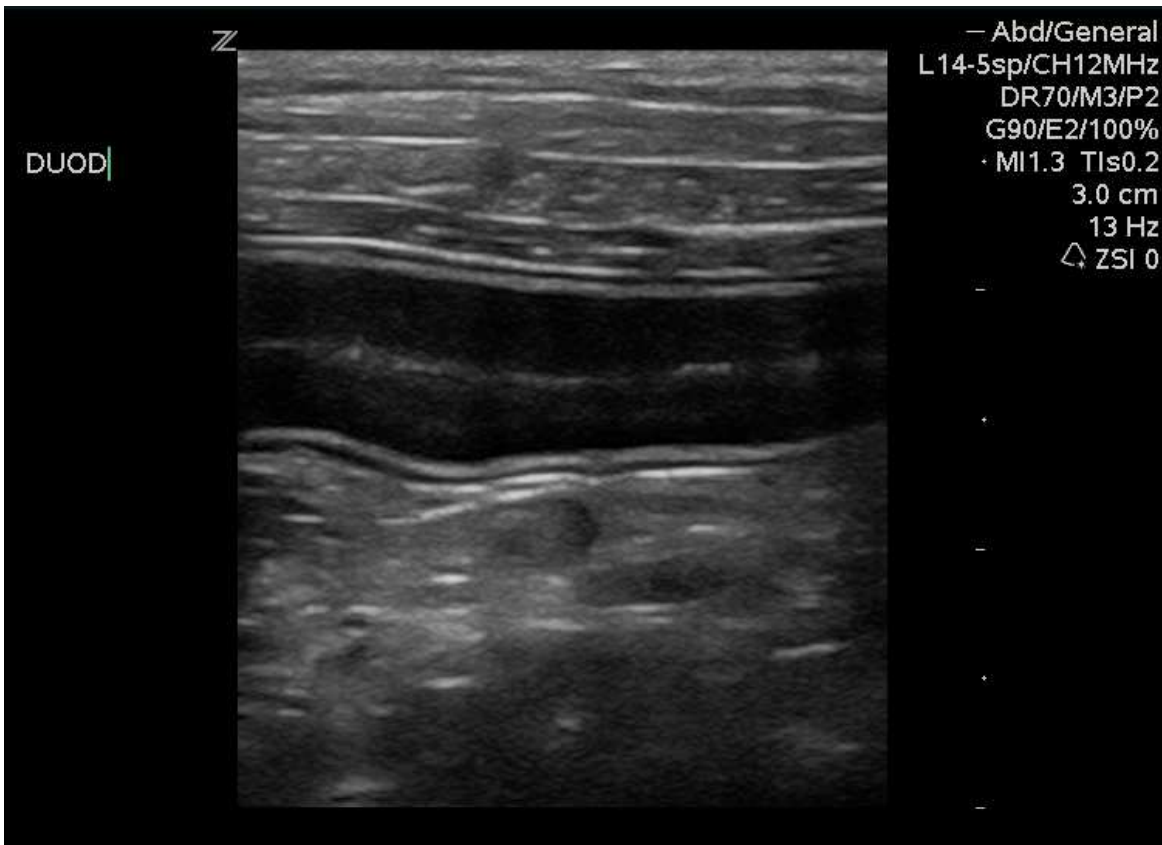
## DUODENO

L'aspetto ecografico del duodeno del cucciolo era analogo a quello dell'adulto. Poiché non è stato possibile eseguire la tricotomia preparatoria e considerando la conformazione più "compatta" dei cuccioli, il duodeno è risultato tendenzialmente più difficilmente accessibile dal punto di vista ecografico. La papilla duodenale maggiore, infatti, non è sempre risultata perfettamente visibile e misurabile (figure n° 42, 43 e 44).

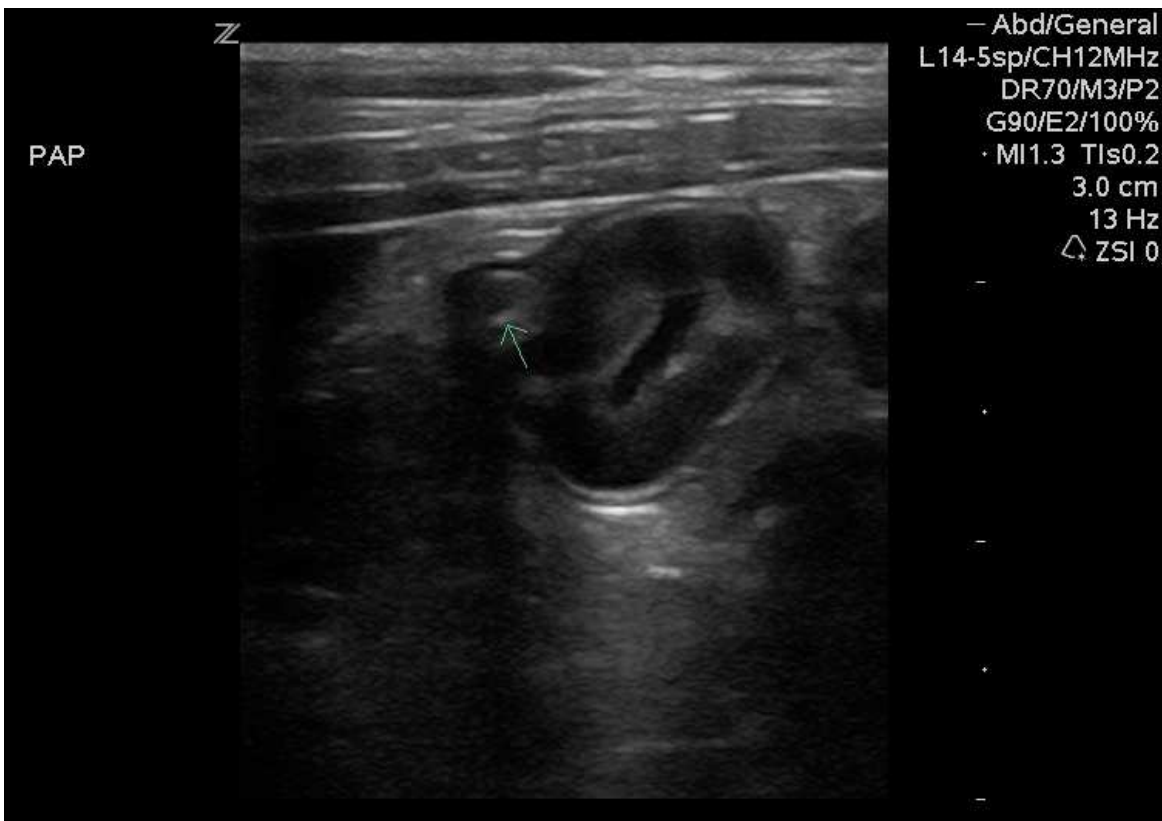
La stratigrafia è sempre stata perfettamente visibile e valutabile sia in longitudinale che in trasversale e caratterizzata dai soliti strati interfaccia lume-mucosa, mucosa, sottomucosa, muscolare e sierosa (figure n° 40 e 41). In presenza di contenuto alimentare l'interfaccia lume-mucosa non risultava ben distinguibile, tuttavia, poiché non questo strato non viene misurato nel nostro studio e gli altri erano inalterati, tali immagini sono state comunque considerate.

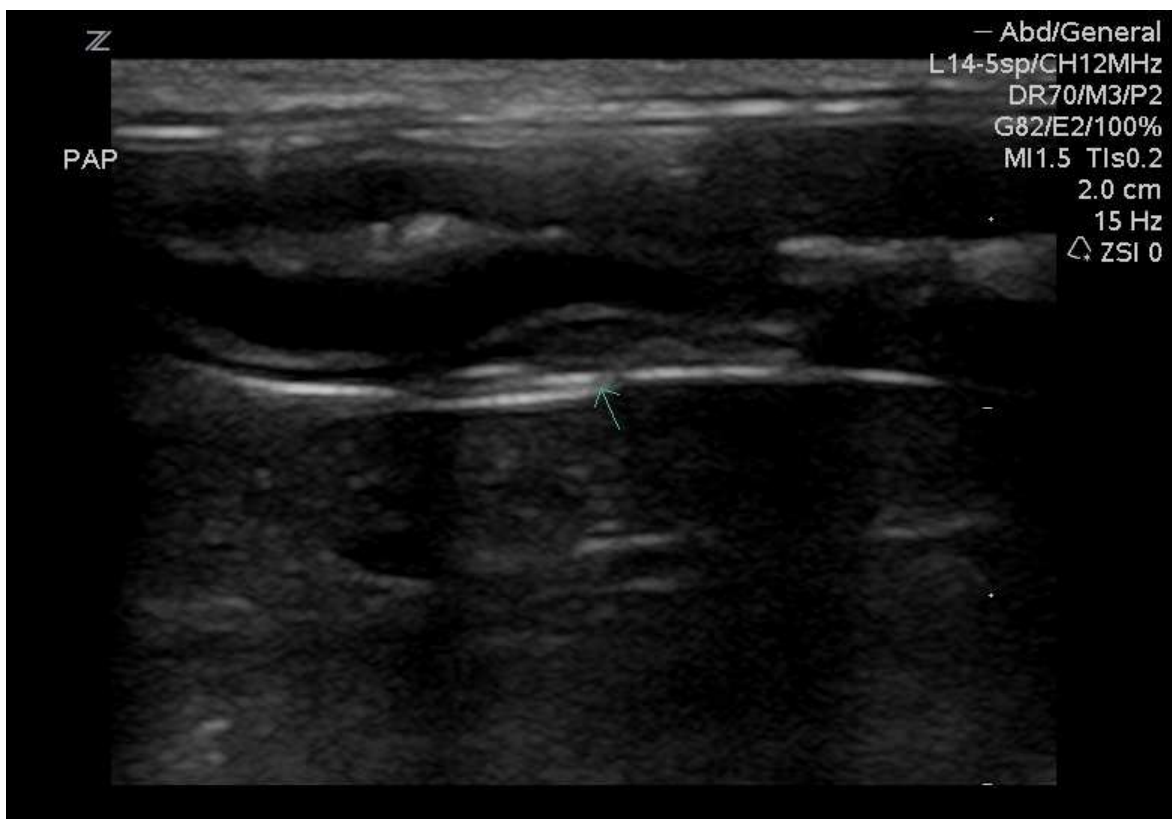
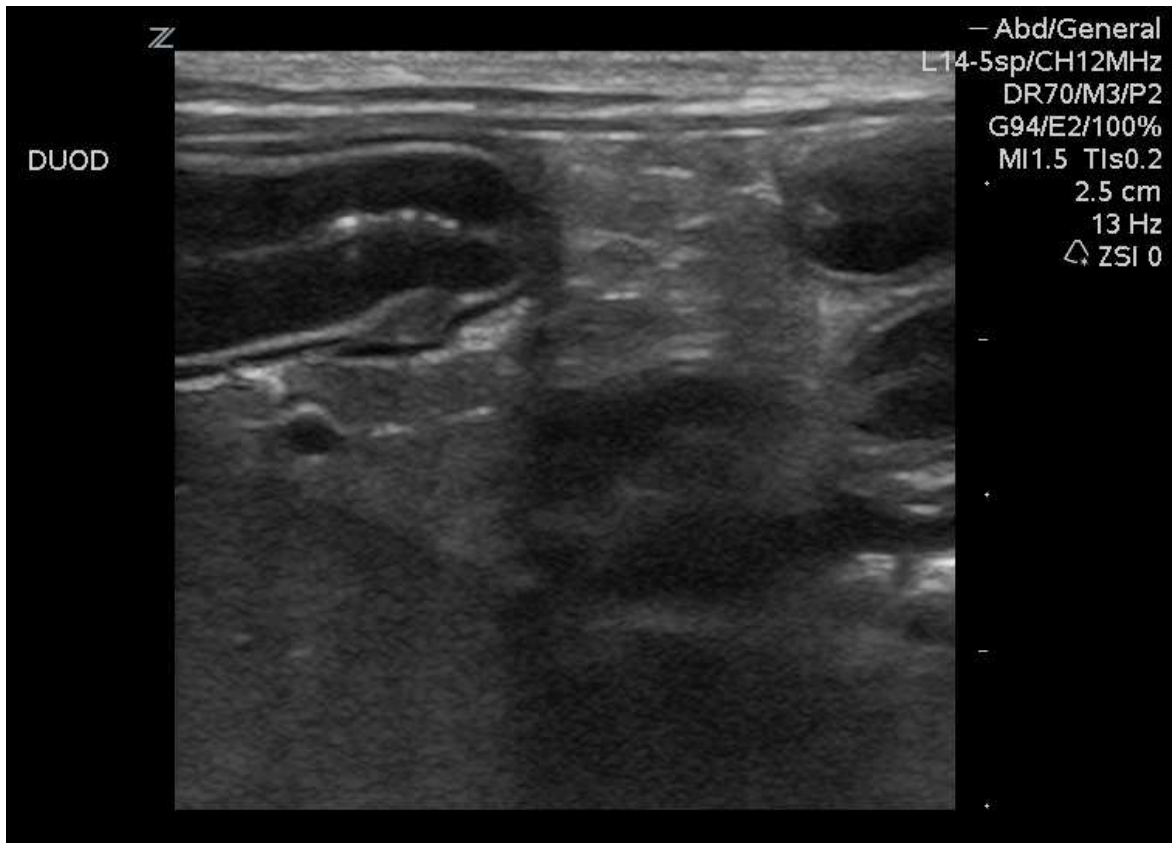
Il *pattern* luminale prevalente era in primo luogo quello mucoso, solo secondariamente quello alimentare.





**Figure n° 40** (pag. precedente) e **41** – Immagini ecografiche del duodeno vuoto in trasversale nella pagina precedente e in longitudinale qui sopra. La stratigrafia è perfettamente visibile in entrambi i piani di scansione e il *pattern* mucoso. (Archivio Ecografico – Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute. Università degli Studi di Padova).

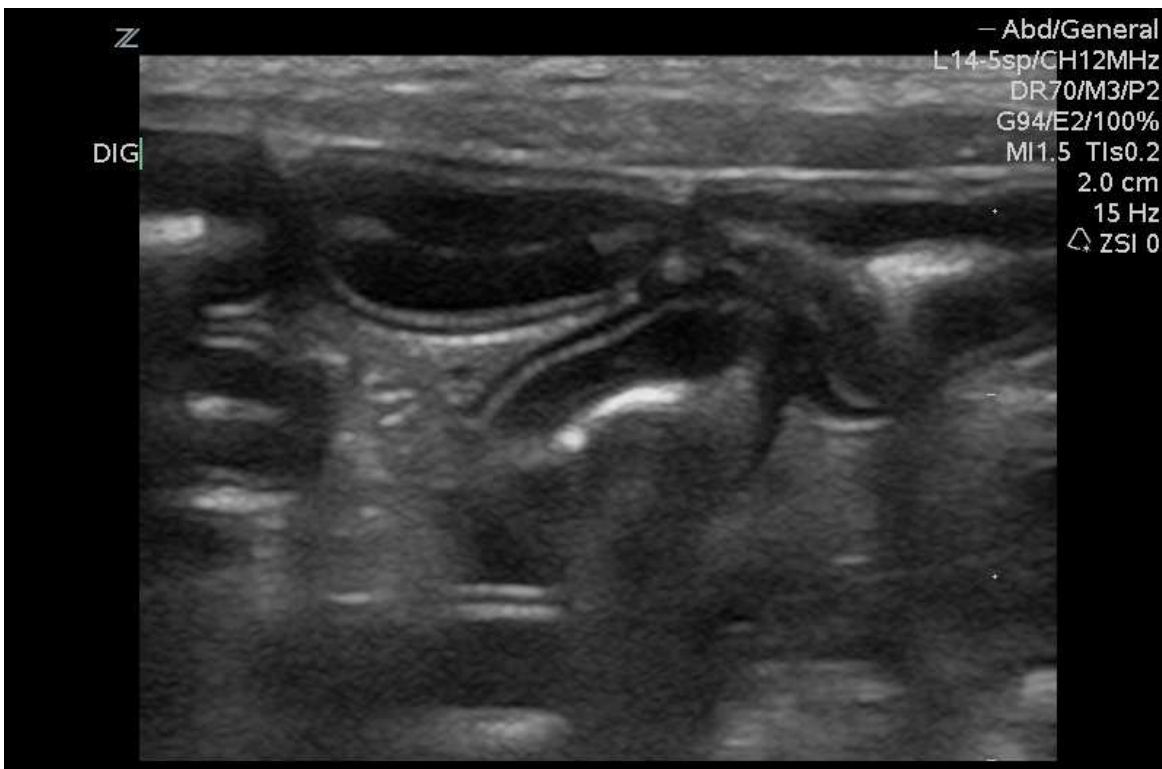
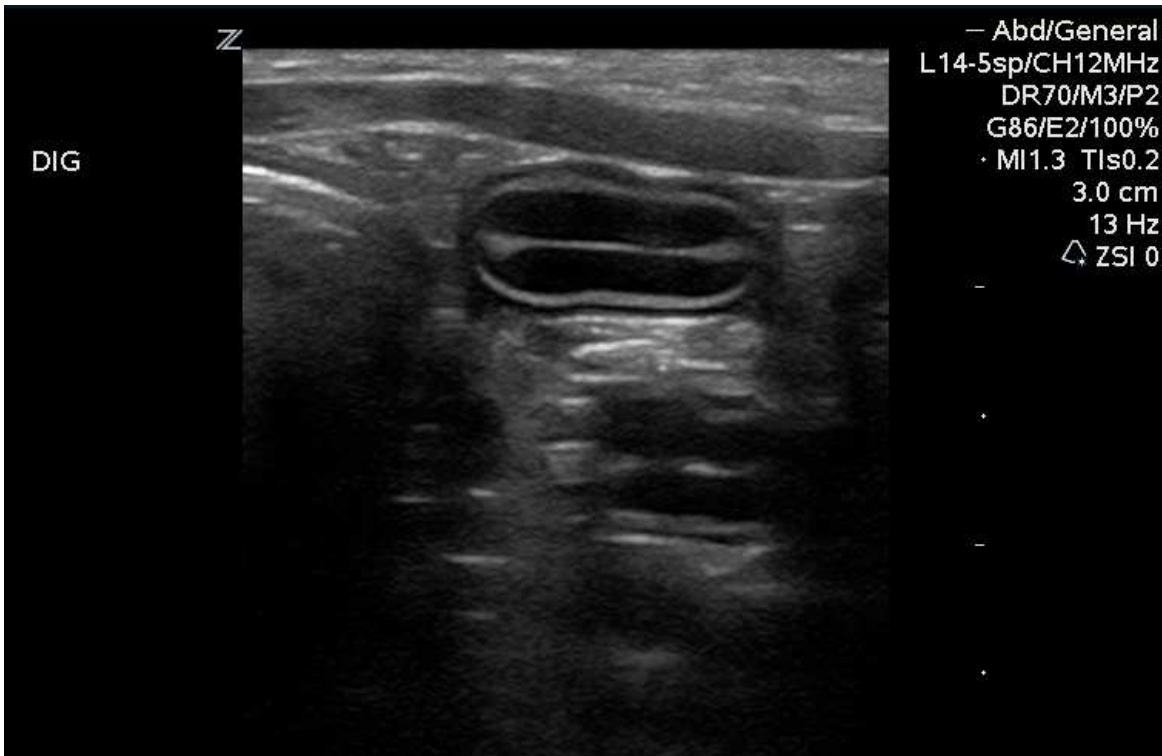


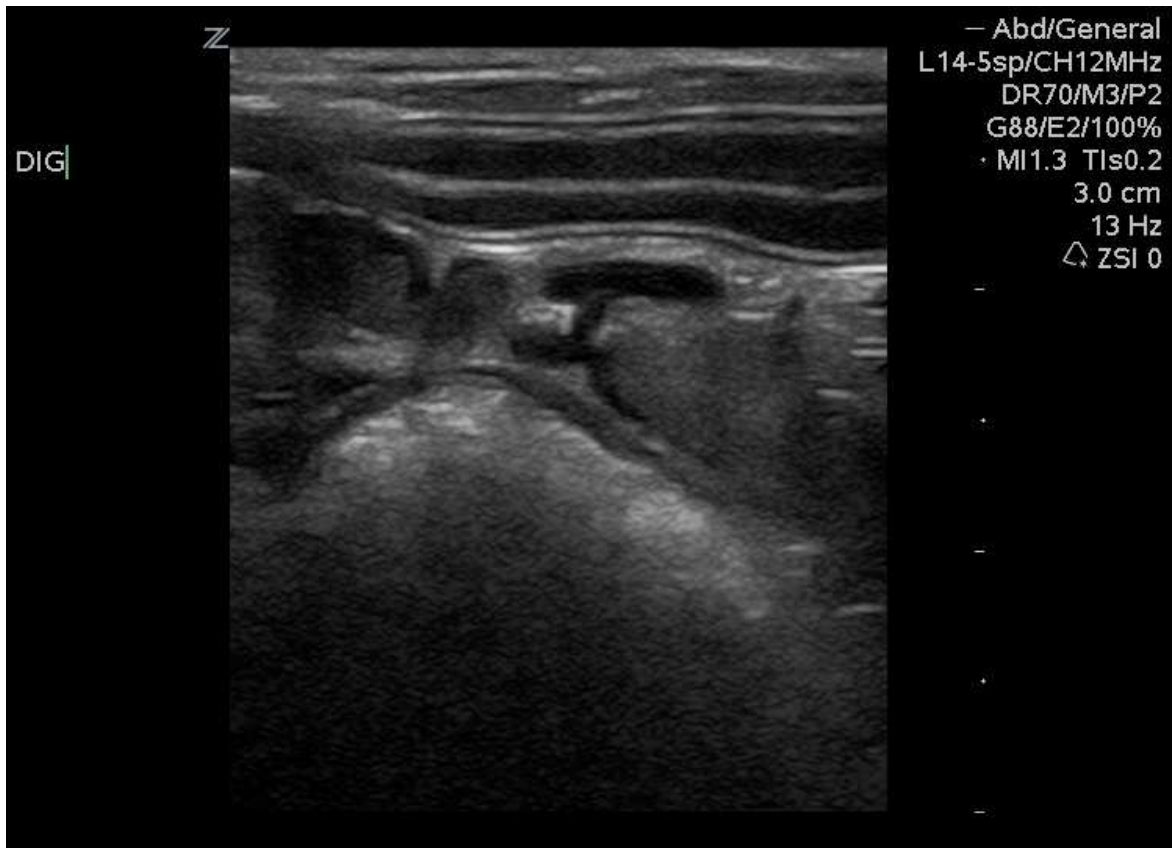


**Figure n° 42** (pag. precedente), **43 e 44** – Immagini ecografiche della papilla duodenale maggiore in sezione perfettamente trasversale nella pagina precedente, in trasversale/obliqua (sopra) e in longitudinale (sotto), sempre indicata con la freccia verde. (*Archivio Ecografico – Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute. Università degli Studi di Padova*).

## DIGIUNO

L'aspetto ultrasonografico del digiuno (figure n° 45, 46 e 47) dei cuccioli non presentava differenze rispetto a quanto descritto nei cani adulti. La stratigrafia digiunale era analoga a quella del duodeno e il *pattern* luminale sostanzialmente mucoso, seppur occasionalmente alimentare, e talvolta variabile di ansa in ansa.





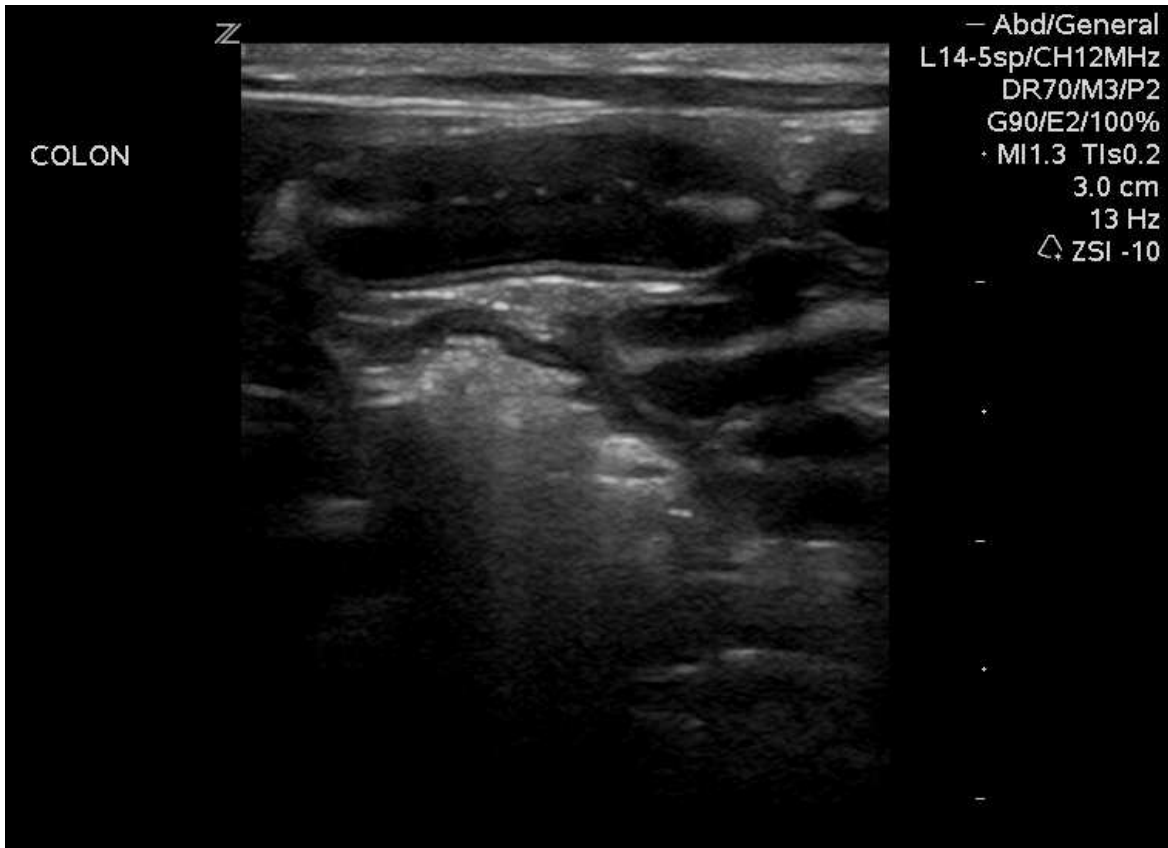
**Figure n° 45, 46** (pag. precedente) e **47** – Immagini ecografiche del digiuno in sezione trasversale nella pagina precedente e in longitudinale qui sopra, nella quale si vede anche il colon nel *far field*. Il pattern è sostanzialmente mucoso e la stratigrafia è sempre ben valutabile, soprattutto selezionando anse isolate. (Archivio Ecografico – Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute. Università degli Studi di Padova).

## COLON

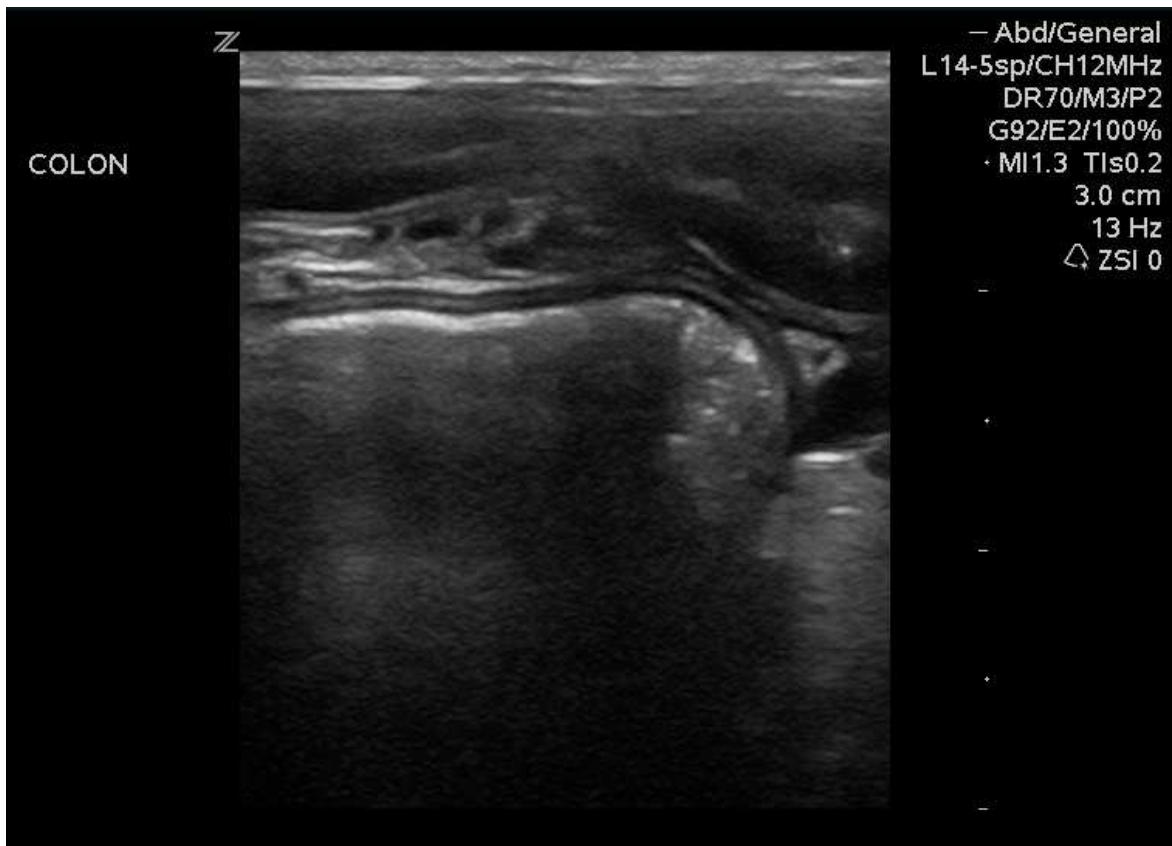
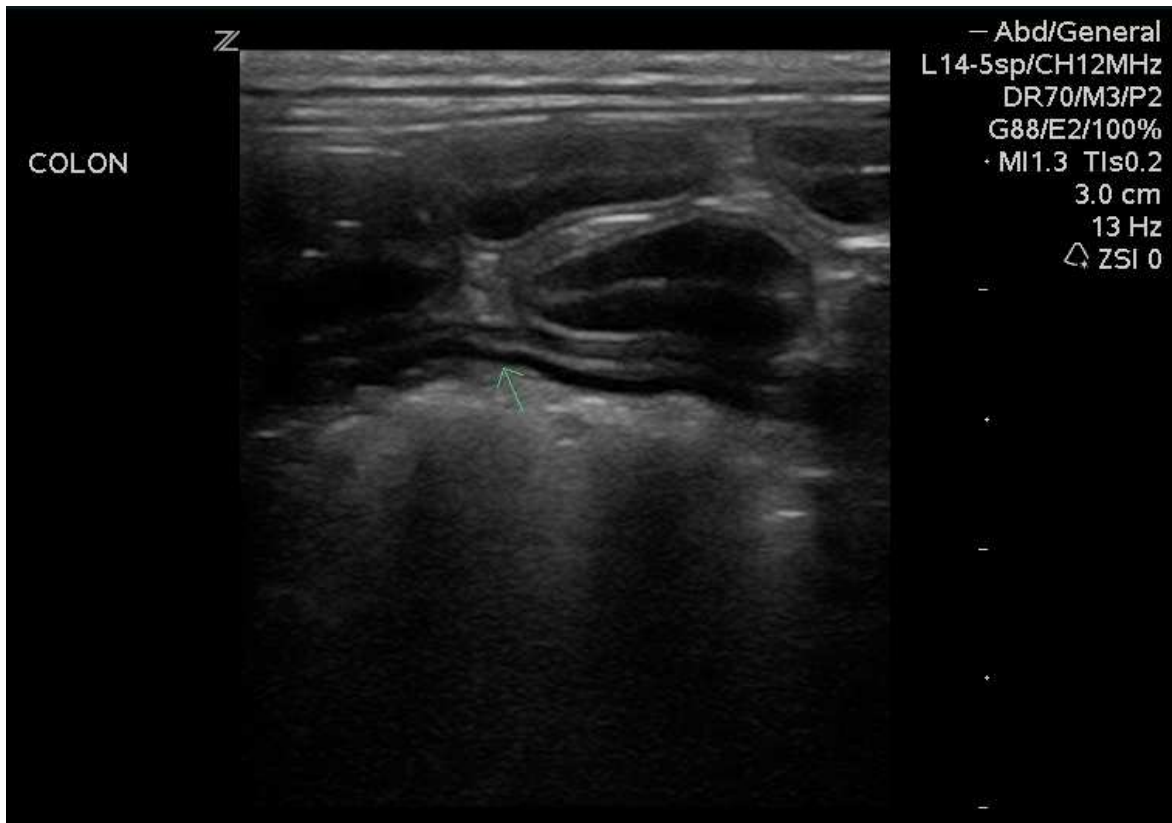
Il colon (figure n° 48, 49, 50 e 51) è sempre stato facilmente individuabile e perfettamente riconoscibile, tuttavia non sempre la parete distale poteva essere valutata per la presenza di abbondante contenuto fecale (come nell'adulto).

La stratigrafia, quando visibile, era analoga a quella dell'adulto e caratterizzata dai classici strati che caratterizzano quest'organo tubulare. Occasionalmente, è stato possibile osservare casi in cui il colon era semivuoto, fattore che ha consentito di intravedere la parete distale. L'aspetto variava da perfettamente liscio a corrugato/ripiegato anche se, generalmente, il colon occupava lo spazio lasciato dai visceri limitrofi assumendo una forma a loro complementare.

Il *pattern* prevalente era quello gassoso, talvolta fecale-mucoso.







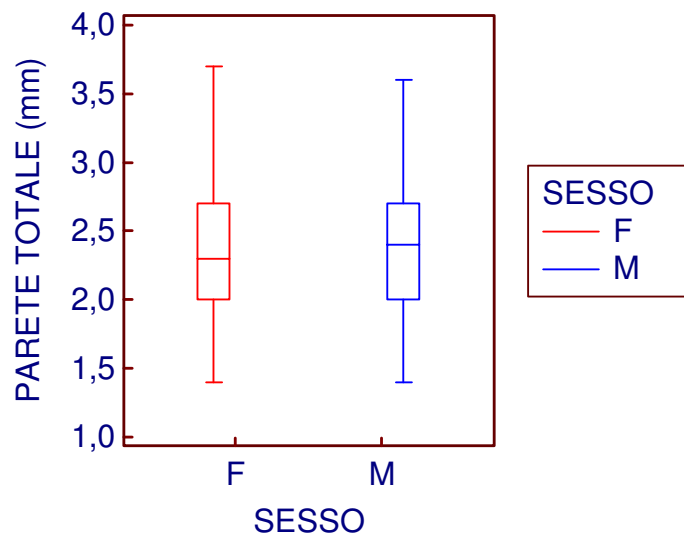
**Figure n° 48, 49** (pag. precedente), **50 e 51** – Immagini ecografiche rappresentanti i possibili aspetti del colon in relazione all'aumento della quantità di contenuto. Il pattern è gassoso-fecale e la stratigrafia è valutabile solamente nella parete prossimale. All'aumentare del contenuto colico, la parete si distende e l'organo appare più liscio. (*Archivio Ecografico – Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute. Università degli Studi di Padova*).

## 4.2 ANALISI STATISTICA

Le misurazioni degli spessori dello stomaco sono state effettuate sulle porzioni più visibili della parete, tendenzialmente quella prossimale (nel *near field*), considerando i possibili artefatti causati dalla presenza di contenuto nel lume. Anche a livello del colon le misurazioni sono state condotte sulla parete prossimale, unica visibile e ben valutabile per la presenza del contenuto fecale. A livello del digiuno sono stati misurati gli spessori su anse isolate in modo da evitare la sovrapposizione della sierosa di anse limitrofe e da evitare alterazioni di forma delle anse per effetto massa di organi adiacenti. Per il duodeno non c'erano problemi di compressione da parte di organi adiacenti, la stratigrafia era ben evidente e perfettamente misurabile e la papilla duodenale maggiore, quando visibile, è stata misurata nel suo diametro trasversale.

### STOMACO

L'interazione tra lo spessore della parete gastrica e il **sex** (figura n° 52) non è risultata significativa, in quanto la distribuzione dei valori misurati è pressoché analoga tra i due sessi.



**Figura n° 52** – Diagramma a scatola e baffi che rappresenta graficamente la distribuzione dello spessore della parete gastrica separando i campioni in base al sesso. Il trattino orizzontale all'interno del rettangolo (la "scatola") rappresenta la mediana mentre i segmenti (i "baffi") sono delimitati dal minimo e dal massimo dei valori misurati.

La media, la deviazione standard e i valori massimo e minimo dello **spessore** della parete gastrica sono riassunti nella tabella n° 3, dove i cuccioli sono suddivisi per età.

	4 settimane (n=77)		8 settimane (n=78)		16 settimane (n=31)	
	Media ± SD	95% CI	Media ± SD	95% CI	Media ± SD	95% CI
Spessore parete*	2 ± 0.39	1.40 - 3.11	2.51 ± 0.41	1.70 - 3.51	2.87 ± 0.41	2.00 - 3.70

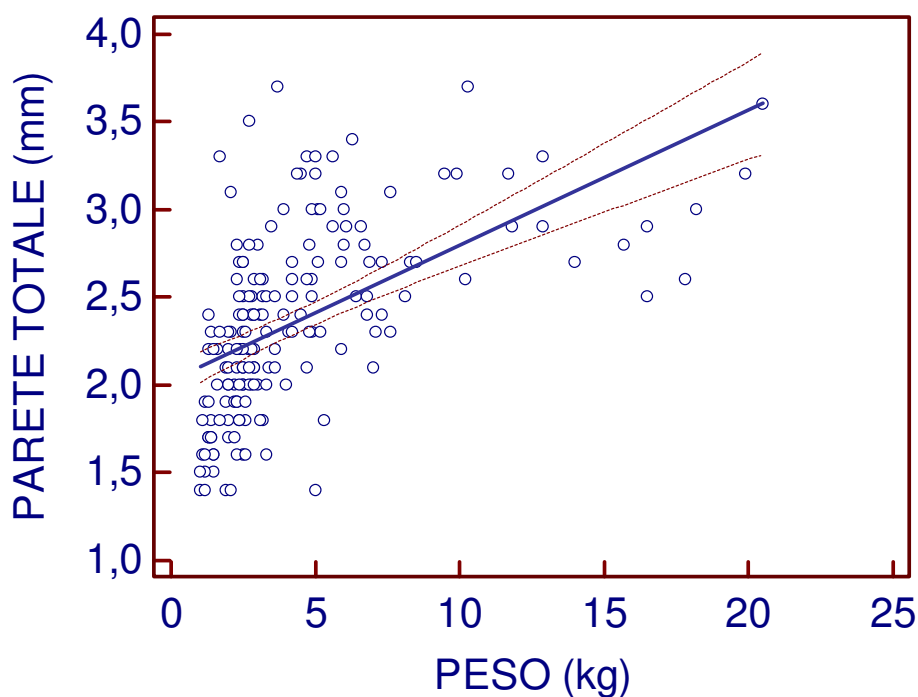
**Tabella n° 3** – Misure ultrasonografiche della parete totale dello stomaco di cuccioli in accrescimento a età differenti. L'unità di misura scelta è il millimetro. SD = deviazione standard, CI = intervallo di confidenza, n = numerosità campionaria. \*: i valori sono risultati significativamente correlati al peso corporeo.

L'ANCOVA su misurazioni ripetute ha evidenziato che lo spessore della parete totale dello stomaco aumenta in modo significativo in relazione all'età ( $F = 23.65, p < 0.001$ ).

È stata evidenziata una correlazione significativamente positiva tra il **peso corporeo** e lo spessore della parete totale gastrica ( $r = 0.549; p < 0.0001$ ) e l'effetto del peso sullo spessore era moderatamente significativo ( $F = 8.95$ ).

In seguito, è stata valutato come varia lo spessore della parete totale dello stomaco in base al peso tramite un'analisi di regressione lineare con un intervallo di confidenza del 95% (figura n° 53). Il coefficiente di determinazione  $r^2$  ricavato è risultato pari a 0.301. L'equazione della retta di regressione lineare tra lo spessore e il peso ottenuta è la seguente:

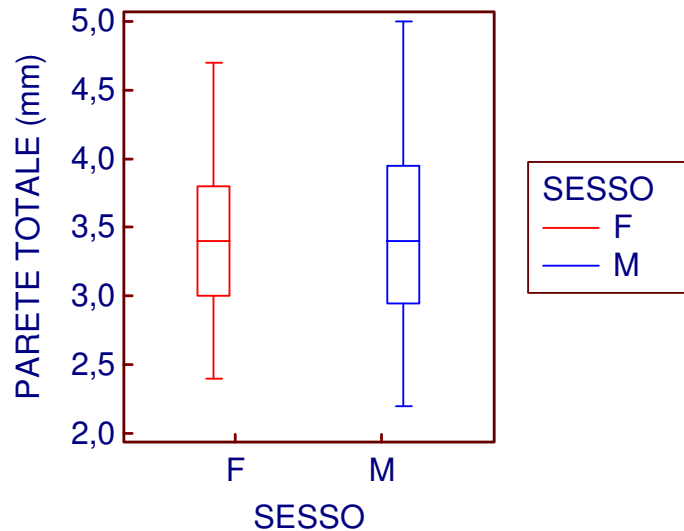
$$y = 2,0274 + 0,07703 x$$



**Figura n° 53** – Scatter plot della regressione lineare tra la parete totale dello stomaco e il peso del cucciolo con la relativa retta. Le rette tratteggiate rappresentano gli estremi dell'intervallo di confidenza al 95% della retta di regressione lineare.

## DUODENO

L'interazione tra lo spessore della parete duodenale e il **sexso** (figura n° 54) non è risultata significativa, poiché la distribuzione dei valori è piuttosto simile tra i due sessi.



**Figura n° 54** – Diagramma a scatola e baffi che rappresenta graficamente la distribuzione dello spessore della parete duodenale separando i campioni in base al sesso. Il trattino orizzontale all'interno del rettangolo (la "scatola") rappresenta la mediana mentre i segmenti (i "baffi") sono delimitati dal minimo e dal massimo dei valori misurati.

La media, la deviazione standard e i valori massimo e minimo dello **spessore** della parete duodenale e dei singoli strati sono riassunti nella tabella n° 4, dove i cuccioli sono suddivisi per età.

Strato	4 settimane (n=77)		8 settimane (n=78)		16 settimane (n=31)	
	Media ± SD	95% CI	Media ± SD	95% CI	Media ± SD	95% CI
Mucosa*	2.1 ± 0.34	1.48 - 2.91	2.49 ± 0.42	1.60 - 3.31	2.95 ± 0.47	1.70 - 3.80
Sottomucosa*	0.39 ± 0.05	0.30 - 0.51	0.47 ± 0.07	0.40 - 0.70	0.52 ± 0.09	0.40 - 0.80
Muscolare*	0.16 ± 0.07	0.10 - 0.31	0.22 ± 0.06	0.10 - 0.40	0.28 ± 0.07	0.10 - 0.31
Sierosa*	0.37 ± 0.05	0.30 - 0.50	0.42 ± 0.07	0.30 - 0.60	0.44 ± 0.07	0.30 - 0.50
Parete totale*	3.02 ± 0.35	2.39 - 3.72	3.59 ± 0.46	2.60 - 4.51	4.17 ± 0.48	2.70 - 4.90

**Tabella n° 4** – Misure ultrasonografiche della parete totale e dei singoli strati del duodeno di cuccioli in accrescimento a età differenti. L'unità di misura scelta è il millimetro. SD = deviazione standard, CI = intervallo di confidenza, n = numerosità campionaria. \*: i valori sono risultati significativamente correlati al peso corporeo.

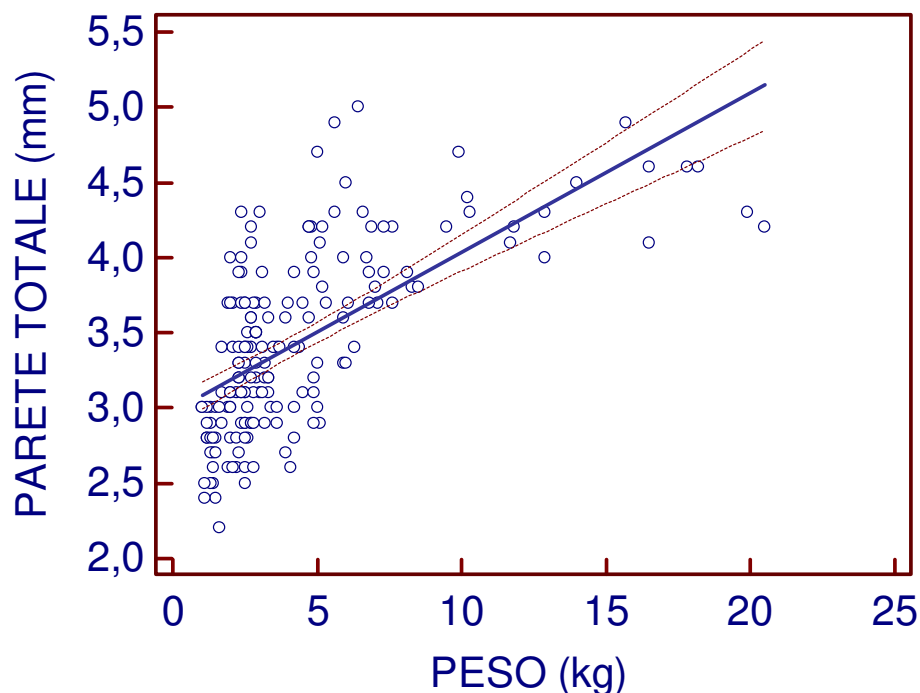
L'ANCOVA su misurazioni ripetute ha evidenziato che lo spessore della parete totale del duodeno aumenta in modo significativo in relazione all'età ( $F = 24.82, p < 0.001$ ).

È stata evidenziata una correlazione significativamente positiva tra il **peso corporeo** e lo spessore della parete totale duodenale ( $r = 0.655; p < 0.0001$ ) e l'effetto del peso sullo spessore era marcatamente significativo ( $F = 23.61$ ). Inoltre, è stata evidenziata una marcata correlazione positiva tra lo spessore della mucosa e il peso corporeo ( $r = 0.592; p < 0.0001$ ), mentre per gli spessori della sottomucosa ( $r = 0.455; p < 0.0001$ ), della muscolare ( $r = 0.424; p < 0.0001$ ) e della sierosa ( $r = 0.246; p < 0.0001$ ) la correlazione con il peso è risultata modesta.

In seguito, è stata valutato come varia lo spessore della parete totale del duodeno in base al peso tramite un'analisi di regressione lineare con un intervallo di confidenza del 95% (figura n° 55). Il coefficiente di determinazione  $r^2$  ricavato è risultato pari a 0.429.

L'equazione della retta di regressione lineare tra lo spessore e il peso ottenuta è la seguente:

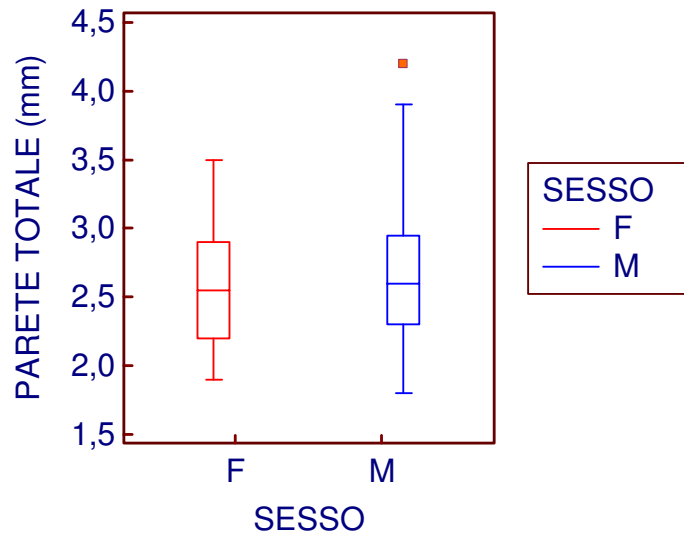
$$y = 2,9770 + 0,1058 x$$



**Figura n° 55** – *Scatter plot* della regressione lineare tra la parete totale del duodeno e il peso del cucciolo con la relativa retta. Le rette tratteggiate rappresentano gli estremi dell'intervallo di confidenza della retta di regressione lineare.

## DIGIUNO

L'interazione tra lo spessore e il **sex** (figura n° 56) non è risultata significativa, in quanto la distribuzione dei valori è pressoché simile tra i due sessi.



**Figura n° 56** – Diagramma a scatola e baffi che rappresenta graficamente la distribuzione dello spessore della parete digiunale separando i campioni in base al sesso. Il trattino orizzontale all'interno del rettangolo (la "scatola") rappresenta la mediana mentre i segmenti (i "baffi") sono delimitati dal minimo e dal massimo dei valori misurati. In rosso, un *outlier*.

La media, la deviazione standard e i valori massimo e minimo dello **spessore** della parete digiunale e dei singoli strati sono riassunti in tabella n° 5, dove i cuccioli sono suddivisi per età.

Strato	4 settimane (n=77)		8 settimane (n=78)		16 settimane (n=31)	
	Media ± SD	95% CI	Media ± SD	95% CI	Media ± SD	95% CI
Mucosa*	1.48 ± 0.29	1.00 - 2.30	1.76 ± 0.32	1.60 - 2.31	1.99 ± 0.38	1.20 - 3.00
Sottomucosa*	0.36 ± 0.06	0.30 - 0.50	0.40 ± 0.05	0.30 - 0.50	0.47 ± 0.10	0.30 - 0.80
Muscolare*	0.13 ± 0.05	0.10 - 0.21	0.17 ± 0.06	0.10 - 0.30	0.26 ± 0.07	0.10 - 0.40
Sierosa*	0.35 ± 0.05	0.30 - 0.40	0.39 ± 0.05	0.30 - 0.50	0.39 ± 0.06	0.30 - 0.50
Parete totale*	2.32 ± 0.29	1.90 - 3.11	2.72 ± 0.37	2.00 - 3.40	3.10 ± 0.41	2.00 - 4.20

**Tabella n° 5** – Misure ultrasonografiche della parete totale e dei singoli strati del digiuno di cuccioli in accrescimento a età differenti. L'unità di misura scelta è il millimetro. SD = deviazione standard, CI = intervallo di confidenza, n = numerosità campionaria. \* in una riga: i valori sono risultati significativamente correlati al peso corporeo.

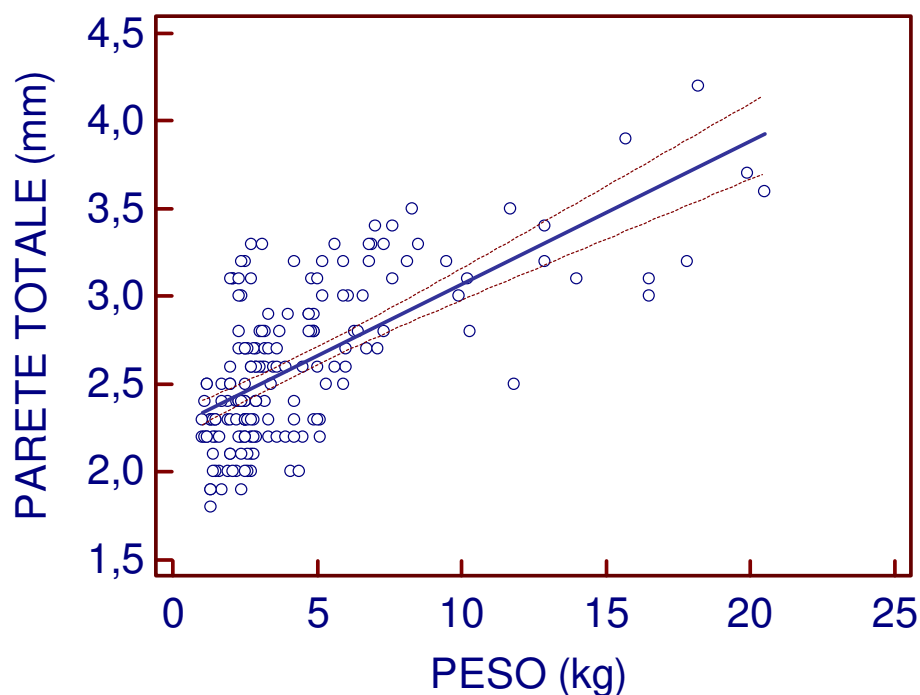
L'ANCOVA su misurazioni ripetute ha evidenziato che lo spessore della parete totale del digiuno aumenta in modo significativo in relazione all'**età** ( $F = 17.36, p < 0.001$ ).

È stata evidenziata una correlazione significativamente positiva tra il **peso corporeo** e lo spessore della parete totale digiunale ( $r = 0.669$ ;  $p < 0.0001$ ) e l'effetto del peso sullo spessore era marcatamente significativo ( $F = 28.53$ ). Inoltre, è stata evidenziata una marcata correlazione positiva degli spessori della sottomucosa ( $r = 0.624$ ;  $p < 0.0001$ ) e della muscolare ( $r = 0.646$ ;  $p < 0.0001$ ) con il peso corporeo, mentre per gli spessori della mucosa ( $r = 0.467$ ;  $p < 0.0001$ ), e della sierosa ( $r = 0.303$ ;  $p < 0.0001$ ) la correlazione con il peso è risultata modesta.

In seguito, è stata valutato come varia lo spessore della parete totale del digiuno in base al peso tramite un'analisi di regressione lineare con un intervallo di confidenza del 95% (figura n° 57). Il coefficiente di determinazione  $r^2$  ricavato è risultato pari a 0.445.

L'equazione della retta di regressione lineare tra lo spessore e il peso ottenuta è la seguente:

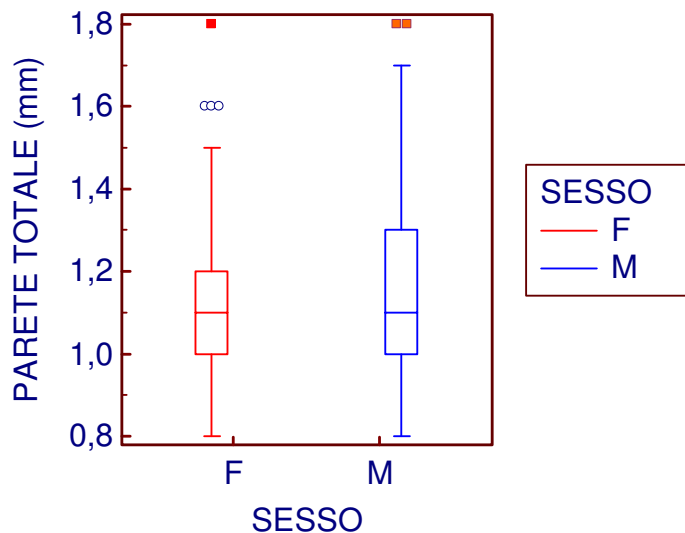
$$y = 2,2572 + 0,08151 x$$



**Figura n° 57** – Scatter plot della regressione lineare tra la parete totale del digiuno e il peso del cucciolo con la relativa retta. Le rette tratteggiate rappresentano gli estremi dell'intervallo di confidenza della retta di regressione lineare.

## COLON

L'interazione tra lo spessore e il **sex** (figura n° 58) non è risultata significativa, in quanto la distribuzione dei valori è pressoché simile tra i due sessi.



**Figura n° 58** – Diagramma a scatola e baffi che rappresenta graficamente la distribuzione dello spessore della parete colica separando i campioni in base al sesso. Il trattino orizzontale all'interno del rettangolo (la "scatola") rappresenta la mediana mentre i segmenti (i "baffi") sono delimitati dal minimo e dal massimo dei valori misurati. In rosso, gli *outliers*.

La media, la deviazione standard e i valori massimo e minimo dello **spessore** della parete totale e dei singoli strati del colon sono riassunti in tabella n° 6 dove i cuccioli sono suddivisi per età.

Strato	4 settimane (n=75)		8 settimane (n=78)		16 settimane (n=31)	
	Media ± SD	95% CI	Media ± SD	95% CI	Media ± SD	95% CI
Mucosa*	0.20 ± 0.06	0.10 - 0.31	0.26 ± 0.10	0.10 - 0.50	0.25 ± 0.08	0.10 - 0.50
Sottomucosa*	0.41 ± 0.11	0.30 - 0.90	0.44 ± 0.09	0.30 - 0.80	0.49 ± 0.12	0.30 - 0.80
Muscolare*	0.11 ± 0.03	0.10 - 0.20	0.16 ± 0.10	0.10 - 0.41	0.17 ± 0.07	0.10 - 0.30
Sierosa*	0.32 ± 0.05	0.20 - 0.40	0.35 ± 0.06	0.30 - 0.50	0.36 ± 0.06	0.30 - 0.50
Parete totale*	1.10 ± 0.16	0.80 - 1.51	1.22 ± 0.20	1.00 - 1.80	1.29 ± 0.23	0.90 - 1.80

**Tabella n° 6** – Misure ultrasonografiche della parete totale e dei singoli strati del colon di cuccioli in accrescimento a età differenti. L'unità di misura scelta è il millimetro. SD = deviazione standard, CI = intervallo di confidenza, n = numerosità campionaria. \* in una riga: i valori sono risultati significativamente correlati al peso corporeo.



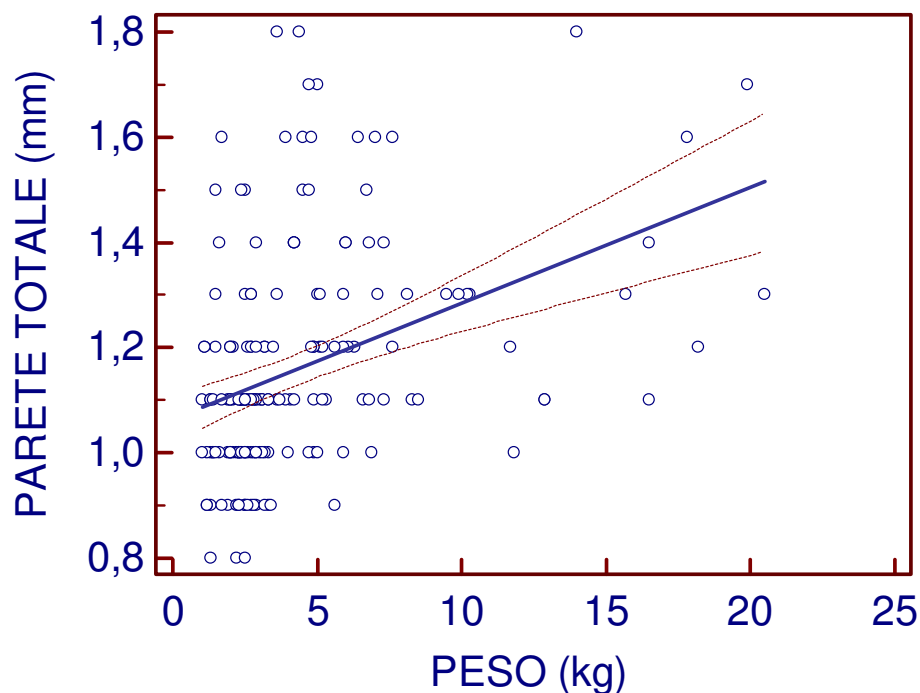
L'ANCOVA su misurazioni ripetute ha evidenziato che lo spessore della parete totale del colon aumenta in modo moderatamente significativo in relazione all'età ( $F = 10.15$ ,  $p < 0.001$ ).

È stata evidenziata una correlazione positiva moderatamente significativa tra il **peso corporeo** e lo spessore della parete totale colica ( $r = 0.382$ ;  $p < 0.0001$ ) e l'effetto del peso sullo spessore era scarsamente significativo ( $F = 4.54$ ). Inoltre, è stata evidenziata una moderata ma significativa correlazione positiva tra gli spessori della mucosa ( $r = 0.213$ ;  $p < 0.0001$ ), della sottomucosa ( $r = 0.249$ ;  $p < 0.0001$ ), della muscolare ( $r = 0.311$ ;  $p < 0.0001$ ) e della sierosa ( $r = 0.192$ ;  $p < 0.0001$ ) e il peso corporeo.

In seguito, è stata valutato come varia lo spessore della parete totale del colon in base al peso tramite un'analisi di regressione lineare con un intervallo di confidenza del 95% (figura n° 59). Il coefficiente di determinazione  $r^2$  ricavato è risultato pari a 0.146.

L'equazione della retta di regressione lineare tra lo spessore e il peso ottenuta è la seguente:

$$y = 1,0646 + 0,02196 x$$



**Figura n° 59** – Scatter plot della regressione lineare tra la parete totale del colon e il peso del cucciolo con la relativa retta. Le rette tratteggiate rappresentano gli estremi dell'intervallo di confidenza della retta di regressione lineare.

Si riportano nella tabella n° 7 gli scarti quadratici medi (*least squared means* – LSM) a età differenti e i coefficienti di regressione relativi al peso corporeo.

	LSM ± SE (mm)			
	4 settimane (n=77)	8 settimane (n=78)	16 settimane (n=31)	BWRC
<b>Stomaco</b>	2.09 ± 0.05 <sup>†</sup>	2.51 ± 0.04 <sup>*</sup>	2.66 ± 0.1 <sup>*†</sup>	0.036
<b>Duodeno</b>	3.15 ± 0.05 <sup>†</sup>	3.59 ± 0.05 <sup>*</sup>	3.81 ± 0.1 <sup>*†</sup>	0.06
<b>Digiuno</b>	2.44 ± 0.04 <sup>†</sup>	2.73 ± 0.04 <sup>*</sup>	2.78 ± 0.08 <sup>*†</sup>	0.053
<b>Colon</b>	1.08 ± 0.03 <sup>†</sup>	1.22 ± 0.02 <sup>*</sup>	1.21 ± 0.05	0.011

**Tabella n° 7** – Scarti quadratici medi (LSM) ± errore standard (SE) delle misurazioni ultrasonografiche dello spessore della parete totale (stomaco, duodeno, digiuno, colon) condotte in cuccioli in accrescimento a diverse età. Si riporta il coefficiente di regressione con il peso corporeo (BWRC).

\*: i valori sono statisticamente diversi ( $p < 0.001$ ) rispetto alle misurazioni a 4 settimane.

†: i valori sono statisticamente diversi ( $p < 0.001$ ) rispetto alle misurazioni a 8 settimane.

# DISCUSSIONE

## 5.1 CONFRONTO TRA I RISULTATI E LA LETTERATURA

Gli intervalli di riferimento riportati nel presente studio (tabelle n° 3, 4, 5 e 6) sono stati calcolati in un elevato numero di soggetti che idealmente rappresentavano le taglie piccola (Jack Russell Terrier, Bassotto Tedesco, Norfolk Terrier, Pumi Terrier), media (Samoiedo, Pastore Australiano) e grande (Flat-coated Retriever, Pastore Maremmano, Boxer Italiano, Golden Retriever). Inoltre, sulla base delle informazioni in nostro possesso, questo è il primo studio che valuti la variazione dello spessore del tratto gastroenterico durante l'accrescimento condotto in una popolazione di cuccioli appartenenti a razze diverse. Uno studio precedente<sup>42</sup> ha fornito gli intervalli di riferimento per le normali misurazioni ecografiche del tratto gastroenterico di cuccioli appartenenti a una sola razza (Beagle), ma ogni soggetto è stato sottoposto a un solo controllo ecografico e sono stati valutati solamente lo spessore della parete totale di tutti i tratti e la mucosa di duodeno e digiuno.

Negli studi che hanno precedentemente fornito gli intervalli di riferimento le misurazioni sono state condotte su immagini di scansioni unicamente in longitudinale<sup>21</sup> o in trasversale<sup>10</sup>. Uno studio condotto sui gatti ha riportato che non ci sono differenze significative nel misurare gli spessori intestinali su immagini di scansioni in longitudinale o in trasversale<sup>12</sup>.

L'analisi ANCOVA su misure ripetute da noi condotta ha mostrato che lo spessore della parete aumenta in modo significativo durante l'accrescimento, in particolare, l'aumento è stato netto tra il primo e il secondo mese, lieve/nulla tra il secondo e il quarto.

Il sex si è dimostrato essere un fattore del tutto ininfluenza sullo spessore della parete del canale alimentare.

L'effetto dell'età è risultato essere significativo sullo spessore della parete totale dello stomaco ( $F = 23.65$ ), del duodeno ( $F = 24.82$ ) e del digiuno ( $F = 17.36$ ), ma moderato sul colon ( $F = 10.15$ ).

L'effetto del peso è risultato marcatamente significativo sullo spessore della parete totale del duodeno ( $F = 23.61$ ) e del digiuno ( $F = 28.53$ ), ma in modo minore sugli spessori gastrico ( $F = 8.95$ ) e colico ( $F = 4.54$ ). Con le analisi di regressione e il calcolo del relativo coefficiente di determinazione è stato valutato con che percentuale il peso corporeo del

cucciolo influisce nella determinazione della varianza totale dello spessore della parete dei tratti che abbiamo ecografato: lo spessore della parete gastrica del cucciolo in accrescimento è influenzato per il 30% dal peso corporeo, lo spessore della parete duodenale per circa il 43%, lo spessore della parete digiunale approssimativamente per il 45% e lo spessore della parete colica solamente per il 15% circa. Infine, è stata evidenziata una correlazione fortemente positiva tra il peso e gli spessori della mucosa di duodeno e digiuno, mentre la correlazione tra il peso e i gli spessori dei rimanenti strati della parete di duodeno, digiuno e colon varia da moderata a debole.

I nostri risultati non sono del tutto concordi con gli studi simili precedentemente pubblicati. I suddetti studi riportano che l'età e il peso non influenzano lo spessore della parete del digiuno e del colon e che non c'è correlazione tra gli spessori della mucosa duodenale e digiunale e l'età o il peso corporeo<sup>42</sup>. Sono state descritte solamente la correlazione tra l'età e gli spessori della parete dello stomaco e del duodeno e la correlazione tra il peso corporeo e lo spessore della parete gastrica<sup>42</sup>. Tuttavia, è opportuno ricordare che i soggetti dello studio sopracitato erano solamente 23 e sono stati sottoposti ad un unico controllo ecografico tra le 7 e le 12 settimane d'età.

Per quanto riguarda la correlazione tra lo spessore e la taglia del cane, uno studio<sup>21</sup> ha riportato che sono presenti differenze significative tra cani adulti di taglia piccola e grande solamente per lo spessore della mucosa di duodeno e digiuno.

Come già anticipato, il nostro studio ha rilevato che il peso corporeo influenza notevolmente lo spessore della parete del duodeno e del digiuno e che, pertanto, può essere utilizzato per determinare lo spessore atteso della parete di questi tratti. Stranamente, uno studio simile<sup>10</sup> condotto su cani adulti ha rivelato che l'influenza del peso corporeo è piuttosto lieve sullo spessore degli stessi tratti ( $r^2 = 0.07$ ). Una possibile spiegazione per queste differenze potrebbe essere la diversa conformazione dei soggetti che hanno preso parte ai due studi: nel presente studio, i cuccioli erano in ottima forma e con un *range* di BCS di 5-6/9, mentre nel campione dello studio sugli adulti, non sono stati esclusi individui obesi o cachettici.

Al contrario, gli spessori attesi della parete dello stomaco e del colon (di quest'ultimo in particolare) partendo dal peso corporeo sono piuttosto imprevedibili. Probabilmente, questa differenza rispetto a duodeno e digiuno è dovuta al fatto che lo stomaco e il colon sono organi altamente distendibili e il loro aspetto ecografico può variare notevolmente in base alla quantità del contenuto luminale. Questa caratteristica può pertanto spiegare l'elevata

variabilità delle misurazioni ecografiche ottenute e, conseguentemente, l'impossibilità di usare il peso corporeo per stimare lo spessore della parete totale dei suddetti organi.

Il rinvenimento di fluido libero nella cavità addominale di qualche cucciolo non ha destato preoccupazioni poiché considerato un reperto fisiologico nel cucciolo, in linea con quanto già descritto nel primo studio di ecografia gastroenterica pediatrica<sup>42</sup>.

## 5.2 LIMITI DELLO STUDIO

Un primo limite nella conduzione dello studio è stato la scarsa *compliance* dei cuccioli, particolarmente evidente a 2 e 4 mesi. Per questa ragione, si è deciso di ridurre al minimo la durata di ciascun esame ultrasonografico.

Degli 84 cuccioli inclusi nello studio purtroppo solamente 26 sono stati sottoposti a tutti e tre gli esami ecografici; i cuccioli che hanno preso parte allo studio appartenevano perlopiù ad allevatori professionisti e molti di loro sono stati venduti intorno ai due-tre mesi d'età ai nuovi proprietari in varie parti d'Italia e addirittura all'estero, rendendo impossibile la loro partecipazione ai controlli ecografici successivi.

Un altro limite dello studio riguarda il fatto che non sono state riportate le misurazioni del tratto del piccolo intestino mancante, ovvero l'ileo. Purtroppo, l'ileo non presenta peculiarità ecografiche che ne consentano la distinzione a colpo d'occhio dal digiuno e necessita sempre del rinvenimento della giunzione ileocolica, la quale costituisce un importante punto di repere per la sua identificazione ma non è sempre rapidamente individuabile. Poiché volevamo concludere la procedura ecografica il più velocemente possibile in modo da ridurre al minimo lo stress per i cuccioli, abbiamo deciso di non includere le misurazioni dell'ileo nello studio.

La stratigrafia dell'apparato gastrointestinale non è stata valutata anche istologicamente, ci siamo avvalsi di studi precedenti che hanno dimostrato l'elevata corrispondenza<sup>26,30</sup>.

I cuccioli sono stati selezionati per uno studio prospettivo e giudicati sani solo su base clinica e laboratoristica, non sono state condotte biopsie endoscopiche o chirurgiche che

confermassero l'assoluta normalità della parete intestinale; essendo cuccioli di pochi mesi di vita, abbiamo ritenuto che queste ulteriori indagini fossero superflue e non necessarie.

### 5.3 USO PRATICO DELLE CONSIDERAZIONI EVIDENZIATE NELLO STUDIO

L'analisi statistica di questo lavoro è stata eseguita per standardizzare il più possibile alcuni parametri ecografici di riferimento al fine di dar loro un'utilità pratica nella clinica veterinaria. Attuando un approccio prospettivo, i dati sperimentali riportati nel presente studio consentono l'utilizzo del peso corporeo per determinare gli spessori attesi della parete del duodeno e del digiuno in cuccioli in accrescimento in età compresa tra le quattro e le sedici settimane di vita.

Conoscendo i normali spessori e il normale aspetto della stratigrafia di tutti i tratti dell'apparato gastroenterico, diventa possibile diagnosticare (o escludere) ecograficamente patologie che causano alterazioni specifiche, di cui riportiamo qualche esempio.

La parvoviroosi, al momento unica patologia di cui si è descritto l'aspetto ecografico nei cuccioli<sup>43</sup> determina un quadro ecografico enterico piuttosto caratteristico: altera la stratigrafia di duodeno e digiuno, e sebbene la mucosa sia tipicamente assottigliata, lo spessore della parete totale risulta comunque costante (se non addirittura aumentato) a causa dell'incremento dello spessore medio degli altri strati, probabilmente secondario all'estensione dell'emorragia sottomucosale (piuttosto frequente) agli strati più esterni; la stratigrafia di stomaco e colon, invece, non presenta alcun tipo di alterazione.

Gli aspetti ecografici peculiari di alcune problematiche che affliggono gli adulti sono stati ampiamente descritti. L'IBD (*Inflammatory Bowel Disease*) causa un ispessimento da moderato a imponente primariamente a livello della mucosa del piccolo intestino e solo secondariamente della sottomucosa con occasionale coinvolgimento della muscolare<sup>38</sup>. In presenza dell'IBD si associano anche l'ipomotilità e la rigidità<sup>a</sup>. Le parassitosi enteriche, in particolare, determinano l'ispessimento della sola sottomucosa. L'aumento dello spessore della sola muscolare è un reperto non specifico che si verifica in corso di enterite eosinofila, ostruzione meccanica secondaria a corpo estraneo, IBD o infiltrazioni tumorali<sup>38</sup>. Le anomalie ecografiche compatibili con un'enteropatia proteino-disperdente (PLE) sono rilevabili soprattutto a livello del digiuno e possono includere striature mucosali

brillanti perpendicolari all'asse longitudinale dell'intestino che possono rappresentare dei vasi chiliferi dilatati, che possono essere tipici, ma non specifici, di linfangectasia; altri possibili riscontri sono l'ispessimento della parete intestinale e della tonaca muscolare, la perdita della normale stratificazione della parete e la dilatazione di segmenti intestinali<sup>40</sup>. Esistono inoltre diverse patologie che destrutturano anche gravemente la normale stratigrafia della parete, quali le enteriti linfoplasmocitaria, eosinofila, granulomatosa (fungina, parassitaria o post-traumatica), un grave edema, un'emorragia associata alla fibrosi, pertanto la destrutturazione della parete gastroenterica non è un reperto patognomico, ma comunque suggestivo<sup>38</sup>. La perdita della stratigrafia parietale rappresenta un fattore predittivo nel differenziare una neoplasia dall'enterite con la sola ecografia<sup>37</sup> mentre la presenza di una modesta linfadenopatia mesenterica deve far propendere verso l'enterite<sup>28</sup>.

Pertanto, il normale aspetto ecografico del tratto gastroenterico e i valori di riferimento dettagliati riportati nel presente studio possono risultare utili nell'interpretazione di indagini ecografiche in cuccioli in cui si sospetta la presenza di patologie enteriche.





## CONCLUSIONI

L'indagine ecografica permette di valutare in modo non invasivo l'aspetto delle pareti intestinali e la peristalsi che spesso risultano alterate in corso di gastroenteropatie.

Il presente studio dimostra che l'ecografia può rappresentare una procedura elettiva, in quanto rapida e poco invasiva, nell'indagine, nella diagnosi e nel *follow up* di patologie gastroenteriche anche nei cuccioli in accrescimento.

Partendo dal peso corporeo, è possibile stimare lo spessore della parete del duodeno e del digiuno e confrontare gli spessori attesi con gli spessori rilevati durante l'esame ecografico del paziente. In particolare, i valori di riferimento da noi forniti possono diventare un valido aiuto nel valutare patologie gastroenteriche che hanno come *target* primario uno specifico strato della parete o uno specifico tratto dell'apparato gastrointestinale.

La conoscenza del normale aspetto ecografico dell'apparato gastroenterico e delle peculiarità in campo pediatrico, sono alla base per il riconoscimento precoce di piccole alterazioni che precedono le fasi più gravi delle malattie. La diagnosi (possibilmente eziologica) precoce è di fondamentale importanza nella prevenzione di condizioni fortemente debilitanti che potrebbero inficiare sull'accrescimento ed eventualmente mettere a rischio la sopravvivenza del cucciolo. Anche per questa ragione, riteniamo che in futuro possa essere interessante descrivere e standardizzare gli aspetti ecografici presenti in corso delle altre gastroenteropatie che possono affliggere i cuccioli, quali verminosi, giardiasi, coccidiosi e cimurro.



## BIBLIOGRAFIA

1. Agthe P., Caine A. R., Posch B. & Herrtage M. E. Ultrasonographic appearance of jejunal lymph nodes in dogs without clinical signs of gastrointestinal disease. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 50(2), 195-200. (2009).
2. Agut A. Ecografia del piccolo intestino nei piccoli animali. *Veterinary Focus*, 19(1), 20-28. (2009).
3. Bacha W. J. jr. & Bacha L. M. *Color Atlas of Veterinary Histology, third edition*. Ames (USA): Wiley-Blackwell. (2012).
4. Banks W. J. *Applied Veterinary Histology, third edition*. St. Louis (USA): Mosby Inc. (1993).
5. Barr F. & Gaschen L. *BSAVA Manual of Canine and Feline Ultrasonography*. Woodrow House (UK): British Small Animal Veterinary Association. (2011).
6. Borgarelli M., Biller D. S., Goggin J. M. & Bussadori C. Esame ecografico dell'apparato gastroenterico (parte I): anatomia ecografica e reperti normali. *Veterinaria* 10(3), 43-51. (1996).
7. Borgarelli M., Biller D. S., Goggin J. M. & Bussadori C. Esame ecografico dell'apparato gastroenterico (parte II): aspetti ecografici delle patologie dell'apparato gastroenterico. *Veterinaria* 10(4), 37-47. (1996).
8. Burk R. L. e Feeney D. A. *Small Animal Radiology and Ultrasonography: a Diagnostic Atlas and Text – second edition*. St. Louis (USA): Saunders Elsevier Science. (2003).
9. Cepparulo A. L'ecografia ad elevata frequenza di emissione nell'esame della parete gastrica ed intestinale dei piccoli animali. Relatore Diana A. Dottorato di ricerca in "Ultrasonologia in Medicina Umana e Veterinaria". Scienze Mediche Generali e

Scienze dei Servizi. Alma Mater Studiorum – Università degli studi di Bologna, Bologna. (2009).

10. Delaney F., O'Brien R. T. & Waller K. Ultrasound evaluation of small bowel thickness compared to weight in normal dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 44(5), 577-580. (2003).
11. Dellmann H. D. & Eurell J. A. *Istologia e Anatomia microscopica veterinaria, seconda edizione*. Milano: Casa editrice Ambrosiana. (2000).
12. Di Donato P., Penninck D., Pietra M., Cipone M. & Diana A. Ultrasonographic measurement of the relative thickness of intestinal wall layers in clinically healthy cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 16(4), 333-339. (2014).
13. Dyce K. M., Sack W. O. & Wensing C. J. G. *Anatomia veterinaria: parte prima anatomia sistematica, terza edizione*. Roma: Antonio Delfino Editore medicina-scienze. (2009).
14. Dyce K. M., Sack W. O. & Wensing C. J. G. *Anatomia veterinaria: parte prima anatomia speciale, terza edizione*. Roma: Antonio Delfino Editore medicina-scienze. (2009).
15. Dyce K. M., Sack W. O. & Wensing C. J. G. *Textbook of Veterinary Anatomy, fourth edition*. St. Louis (USA): Elsevier Saunders. (2010).
16. Elliott D. Considerazioni nutrizionali per l'accrescimento ottimale del cucciolo. *Veterinary Focus*, 22(2), 2-8. (2012).
17. Ettinger S. J., Feldman E. C. & Côté E. *Textbook of veterinary internal medicine, eighth edition*. St. Louis (USA): Elsevier. (2017).
18. Eurell J. A. & Frappier B. L. *Dellmann's Textbook of Veterinary Histology, sixth edition*. Ames (USA): Blackwell Publishing. (2006).
19. Evans H. E. & de Lahunta A. *Miller's Anatomy of the Dog*. St. Louis (USA): Elsevier Saunders. (2013).

20. Fowler J., Jarvis P. & Chevannes M. *Statistica per le Professioni Sanitarie*. Napoli: EdiSES S.r.l. (2011).
21. Gladwin N. E., Penninck D. G. & Webster C. R. L. Ultrasonographic evaluation of the thickness of the wall layers in the intestinal tract of dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 75(4), 349-353. (2014).
22. Grellet A. Diarrea dello svezzamento nei cuccioli. *Veterinary Focus* 26(1), 14-21. (2016).
23. Hall E. J, Simpson J. W. & Williams D. A. *BSAVA Manual of Canine and Feline Gastroenterology, second edition*. Woodrow House (UK): British Small Animal Veterinary Association. (2005).
24. Heng H. G., Lim C. K., Miller M. A. & Broman M. M. Prevalence and significance of an ultrasonographic colonic muscularis hyperechoic band paralleling the serosal layer in dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 56(6), 666-669. (2015).
25. Kealy J. K., McAllister H. & Graham J. P. *Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat, fifth edition*. St. Louis (USA): Saunders Elsevier. (2011).
26. Kimmey M. B., Martin R. W. Haggitt R. C. et al. Histologic correlates of gastrointestinal ultrasound images. *Gastroenterology*, 96, 433-441. (1989).
27. Krol L. & O'Brien R. Ultrasonographic assessment of abdominal lymph nodes in puppies. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 53(4), 455-458. (2012).
28. Larson M. M. & Biller D. S. Ultrasound of the Gastrointestinal Tract. *Veterinary clinics of North America – Small Animal Practice*, 39(4), 747-759. (2009).
29. Larson M. M., Biller D. S. & Armbrust L. J. Ultrasonographic appearance and etiology of corrugated small intestine. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 44(2), 199-203. (2003).

30. Le Roux A. B., Granger L. A., Wakamatsu N., K. M. T. & Gaschen L. Ex vivo correlation of ultrasonographic small intestinal wall layering with histology in dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 57(5), 534-545. (2016).
31. Lisciandro G. R. *Focused ultrasound techniques for the small animal practitioner*. Ames (USA): Wiley Blackwell. (2013).
32. Mattoon T. G. & Nyland J. S. *Small Animal Diagnostic Ultrasound, third edition*. St. Louis (USA): Elsevier Saunders. (2015).
33. Newell S. M., Graham, J. P., Roberts G. D., Ginn P. E. & Harrison J. M. Sonography of the normal feline gastrointestinal tract. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 40(1), 40-43. (1999).
34. Nickel R., Schummer A. & Seiferle E. *Trattato di anatomia degli animali domestici – vol. II splanchnologia*. Milano: Casa editrice Ambrosiana. (1979).
35. Penninck D. G., Nyland T. G., Kerr L. Y. & Fisher P. E. Ultrasonography of the normal canine gastrointestinal tract. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 30(6), 272-276. (1989).
36. Penninck D. G., Nyland T. G., Kerr L. Y. & Fisher P. E. Ultrasonographic evaluation of gastrointestinal diseases in small animals. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 31(3), 134-141. (1990).
37. Penninck D., Smyers B., Webster C. R. L., Rand W. & Moore A. S. Diagnostic value of ultrasonography in differentiating enteritis from intestinal neoplasia in dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 44(5), 570-575. (2003).
38. Penninck D. & d'Anjou M. *Atlas of small animal ultrasonography*. Chichester (UK): Wiley Blackwell. (2015).
39. Peterson M. E. & Kutzler, M. A. *Small Animal Pediatrics: The first 12 months of life*. St. Louis (USA): Elsevier Saunders. (2011).

40. Sellon R. Enteropatie proteino-disperdenti del cane. *Veterinary Focus*, 27(1), 20-24. (2017).
41. Sjaastad Ø. V., Sand O. & Hove K. *Fisiologia degli Animali Domestici*. Rozzano (MI): Casa Editrice Ambrosiana. (2013).
42. Stander N., Wagner W. M., Goddard A. & Kirberger R. M. Normal canine pediatric gastrointestinal ultrasonography. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 51(1), 75-78. (2010).
43. Stander N., Wagner W. M., Goddard A. & Kirberger R. M. Ultrasonographic appearance of canine parvoviral enteritis in puppies. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 51(1), 69-74. (2010).
44. Suchodolski J. & Simpson K. Il microbioma gastrointestinale canino in condizioni di salute e di malattia. *Veterinary Focus*, 23(2), 22-28. (2013).
45. Tyrrell D. & Beck C. Survey of the use of radiography vs. ultrasonography in the investigation of gastrointestinal foreign bodies in small animals. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 47(4), 404-408. (2006).
46. Washabau R. J. & Day M. J. *Canine and Feline Gastroenterology*. St. Louis (USA): Elsevier Saunders. (2013).





## WEBGRAFIA

- a. Anderson K. L. University of Minnesota – Veterinary Radiology Academic Service, College of Veterinary Medicine. *Ultrasonography of the GI tract*. <http://www.academic-server.cvm.umn.edu/radiology/CVM6105/2011/Anderson/pdf/USofGI.pdf>. (sito consultato in data 10 gennaio 2016).
- b. Hill's Pet Nutrition, Inc. *Atlas of Veterinary Clinical Anatomy*. <http://www.hillsvet.com/en/us/practice-management/atlas-of-veterinary-clinical-anatomy>. (sito consultato in data 15 maggio 2017)
- c. Mindray Medical Imaging System. *Ultrasound-Zonare*. [http://www.mindray.com/en/category/Medical\\_Imaging\\_System.html](http://www.mindray.com/en/category/Medical_Imaging_System.html). (sito consultato in data 12 giugno 2017).



## **RINGRAZIAMENTI**

Ringrazio mia mamma, Maria Francesca, per avermi sempre sostenuto per tutta la carriera scolastica, aver gioito con me per i miei successi ed essermi stata vicina durante i miei fallimenti.

Ringrazio mio papà, Alberto, per avermi trasmesso la passione per la medicina veterinaria, avermi aiutata a coltivarla e per condividere con me ogni giorno le sue esperienze, le sue vittorie e i suoi progetti.

Ringrazio Andrea per aver condiviso tutto con me in questi anni universitari, per essermi stato vicino in ogni momento ed essere ancora il mio più grande stimolo.

Ringrazio i miei nonni, Toni e Carla, per essere stati miei grandi tifosi, sempre puntuali ad augurarmi buona fortuna prima di un esame, a chiedermi l'esito subito dopo e a gioire con me. In questo giorno il mio pensiero va anche ai nonni in Cielo, Benito ed Anna, che hanno sempre vegliato su di me e che sarebbero sicuramente fieri dell'importante traguardo della loro principessa.

Ringrazio i miei fratelli, Francesco ed Elisabetta, per essere i miei fratelli, una ricchezza impagabile e insostituibile.

Ringrazio il professor Alessandro Zotti per avermi dato ottimi input per coltivare il mio grande interesse per la diagnostica per immagini e per aver sempre condiviso con me il suo sapere.

Ringrazio il dottor Tommaso Banzato per essere stato di grande aiuto nella conduzione dello studio e nella stesura della tesi, ma soprattutto per avermi istruita ed accompagnata nel mio percorso d'apprendimento dell'ecografia, disciplina che farà per sempre parte della mia vita professionale.

Ringrazio la dottoressa Chiara Milani per il suo prezioso contributo nel procurarmi i contatti degli allevatori.

Ringrazio tutti gli allevatori e i proprietari dei cuccioli che hanno avuto la cortesia e la pazienza di portarli in ospedale per ciascuna seduta.

Ringrazio la dottoressa Barbara Contiero per il suo prezioso aiuto e supporto nell'analisi statistica dei dati di questo studio.

Ringrazio i miei amici e compagni di corso, Matteo, Federica, Sara e Roberta, con i quali ho condiviso la preparazione degli esami, gli spritz di festeggiamento, i progetti, le gioie, i nervosismi e le ansie di quest'ultimo anno di università, così intenso, unico e speciale. Sono felice di raggiungere quest'importante traguardo insieme a voi.

Ringrazio gli amici di sempre, quelli di oggi e quelli di ieri, perché tutti quanti, a modo loro, hanno contribuito a farmi crescere e a rendermi la persona che sono oggi.