



A.D. MDLXII

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SASSARI

DIPARTIMENTO DI MEDICINA VETERINARIA
CORSO DI DOTTORATO TRIENNALE CICLO XXXIV

PhD School Scuola di Dottorato



uniss
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

Sviluppo di tecniche e dispositivi per la chirurgia dei tessuti molli nella sterilizzazione chirurgica del cane e del gatto

TUTOR
Prof. Nicolò Columbano

DOTTORANDO
Dott. Valentino Melosu

Anno accademico 2021-22

INDICE

RIASSUNTO.....	4
ABSTRACT.....	6
INTRODUZIONE.....	8
LA GONADECTOMIA NELLE SPECIE DOMESTICHE.....	9
OVARIECTOMIA ED OVARIOISTERECTOMIA A CONFRONTO.....	9
OVARIECTOMIA IN TECNICA CLASSICA.....	10
FUNZIONAMENTO DEL BISTURI ARMONICO.....	12
Effetto della temperatura sui tessuti.....	12
Elettrochirurgia.....	13
Ultrasonochirurgia.....	17
Bisturi armonico - Thunderbeat™ (Olympus).....	18
Applicazioni.....	21

STUDIO NUMERO 1

RIASSUNTO.....	
ANATOMIA DELL'APPARATO RIPRODUTTORE NELLA CAGNA.....	24
Ovaie	25
Salpingi o tube uterine.....	27
Utero.....	29
Vagina.....	31
Vulva.....	33
	34
FISIOLOGIA RIPRODUTTIVA DELLA CAGNA	
OBBIETTIVO ED IPOTESI DELLO STUDIO SPERIMENTALE.....	39
MATERIALI E METODI.....	39
Soggetti utilizzati e criteri di inclusione.....	39
Protocollo anestesilogico.....	40
Protocollo chirurgico.....	41

Preparazione del paziente.....	41
Strumentario chirurgico.....	42
Tecniche chirurgiche.....	44
Misurazioni effettuate.....	47
Analisi statistica.....	49
Soggetti utilizzati e criteri di inclusione.....	49
RISULTATI.....	50
DISCUSSIONE.....	54
 STUDIO NUMERO 2	
RIASSUNTO.....	59
ANATOMIA DELL'APPARATO RIPRODUTTORE NELLA GATTA	59
Ovaie	60
Salpingi o tube uterine.....	61
Utero.....	63
Vagina.....	65
Vulva.....	67
	68
FISIOLOGIA RIPRODUTTIVA DELLA GATTA.....	
OBBIETTIVO ED IPOTESI DELLO STUDIO SPERIMENTALE.....	70
MATERIALI E METODI.....	71
Soggetti utilizzati e criteri di inclusione.....	71
Protocollo anestesilogico.....	71
Strumentario chirurgico.....	72
Tecniche chirurgiche.....	74
Misurazioni effettuate.....	75
Analisi statistica.....	76
RISULTATI.....	77
DISCUSSIONE.....	84
CONCLUSIONI.....	89
BIBLIOGRAFIA.....	

RIASSUNTO

Obiettivi

Il presente progetto di ricerca nasce con l'obiettivo di valutare l'efficacia e la sicurezza del bisturi armonico nella sterilizzazione chirurgica del cane e del gatto; nel corso di questa ricerca si è inoltre lavorato al fine di ottenere una riduzione dei tempi di chirurgia, una adeguata emostasi e si è cercato di valutare la ripetibilità della procedura, anche in considerazione delle notevoli differenze intraspecifiche degli animali.

Tale procedura è stata, infine, comparata con quella classica

Materiali e metodi

Sono state incluse nello studio 200 cagne e 200 gatte. Il 50% di queste sono state ovariectomizzate con l'utilizzo della metodica classica mediante doppia legatura con filo di sutura (Gruppo A), mentre le altre state ovariectomizzate con l'utilizzo del bisturi armonico Thunderbeat™ Open Extended Jaw (Gruppo B).

In tutti gli interventi è stato misurato il tempo totale d'esecuzione¹, il tempo di ricerca e quello di taglio dell'ovaio destro e sinistro. È stato, infine, assegnato uno score all'adiposità presente sul peduncolo ovarico correlandolo al grado di emostasi ottenuto.

Risultati

Nei cani, i tempi necessari all'esecuzione dell'intervento sono stati più rapidi nel gruppo B (tempo di chirurgia totale 08' 01" $\pm$ 00' 57") che nel gruppo A (10' 57" $\pm$ 02' 34"); il tempo medio di ricerca delle ovaie è risultato pressoché sovrapponibile tra i due gruppi; i tempi parziali di taglio delle ovaie presentano, invece, differenze statisticamente rilevanti tra i due insiemi (differenza di 1' 00" $\pm$ 00' 16" per l'ovaio destro e di 00' 55" $\pm$ 00' per quello sinistro). Per i gatti i valori ottenuti hanno dimostrato una maggiore rapidità di intervento nel gruppo B (media sul tempo della chirurgia totale di 6' 33" $\pm$ 1' 29"; media sui tempi parziali di taglio dell'ovaio destro di 6" $\pm$ 2"; media del taglio dell'ovaio sinistro di 7" $\pm$ 2") piuttosto che nel gruppo A dove il tempo di chirurgia totale è stato di 8' 24" $\pm$ 1' 35"; la media sui tempi parziali di taglio dell'ovaio destro è di 35" $\pm$ 10" e di 38" $\pm$ 12" per l'ovaio sinistro.

¹ Nel presente lavoro i tempi relativi agli interventi sono riportati in minuti e frazioni di questi

Conclusioni

I risultati ottenuti attraverso le esperienze condotte hanno messo in evidenza come l'utilizzo del bisturi armonico Thunderbeat™ garantisca una maggiore rapidità d'intervento rispetto alla metodica classica nell'ovariectomia della cagna. Inoltre, a differenza di quanto avviene con la tecnica della doppia legatura, il grado di emostasi non risulta essere influenzato dalla quantità di tessuto adiposo presente sul peduncolo, confermando quindi l'ottima efficacia del dispositivo. La mancanza di correlazione tra i tempi d'intervento e l'emostasi con età, BCS o peso delle cagne sottolinea infine la ripetibilità della sua performance in tutti i soggetti, prepuberi o anziani, obesi o cachettici.

ABSTRACT

Objective

The aim of this research is to evaluate the efficacy and safety of Thunderbeat™ harmonic scalpel in the ovariectomy of dogs and cats, with a particular reference to surgical time and hemostasis, also evaluating the repeatability of the procedure, especially considering the intraspecific differences of the animals. This procedure was finally compared with the classic one.

Materials and methods

A number of 200 bitches and 200 cats were included in the study. 50% of these were ovariectomized using the classic method of double ligation with suture thread (Group A), while the others were ovariectomized by Thunderbeat™ Open Extended Jaw scalpel (Group B).

During surgery were measured the total operation time and the search and cutting time of the right and left ovary.

In addition, a score was assigned to the amount of adipose tissue present on the ovarian pedicle and the degree of hemostasis obtained.

Results

In dogs, the time required to perform the surgery was faster in group B (total surgery time 08 '01' $\pm$ 00' 57 ") than in group A (10 '57' $\pm$ 02' 34 "); the average time for the ovarian search was almost comparable between groups. On the other hand the partial cutting times of the ovaries show significant differences between these groups (difference of 1 '00' $\pm$ 00' 16 " for the right ovary and of 00 '55' $\pm$ 00' for the left one).

In cats the values obtained show a greater rapidity in the ovariectomy of group B (average of total surgery time was 6 '33' $\pm$ 1' 29 "; average over partial cutting times of the right ovary of 6 " $\pm$ 2 " end of the left ovary of 7 " $\pm$ 2 ") rather than in group A, where the total surgery time was 8 '24' $\pm$ 1' 35 "; the average on the partial cutting times of the right ovary was 35 " $\pm$ 10 " and 38 " $\pm$ 12 " for the left ovary.

Finally, no correlation was noted in any group with regard to age, BCS or weight of the subjects.

Conclusions

Thunderbeat™ provides a time of intervention faster than the classical method during ovariectomy of bitches and cats. In addition, the degree of hemostasis is not influenced by the amount of adipose tissue on the pedicle, confirming the excellent effectiveness of this device. Furthermore, the lack of correlation between intervention time and hemostasis with age, BCS or weight, underlines the repeatability of this performance in prepubescent or elderly, obese or cachectic subjects.

INTRODUZIONE

Il controllo della riproduzione negli animali domestici è uno degli aspetti di maggior attualità nella clinica dei piccoli animali: la sovrappopolazione e l'aumento delle nascite negli animali da compagnia sono divenute ormai delle questioni di rilievo, con crescente interesse nel campo della sanità pubblica.

Uno degli interventi chirurgici ai quali viene fatto ricorso più di frequente nella medicina degli animali da compagnia è infatti la gonadectomia che ha lo scopo di interrompere definitivamente l'attività riproduttiva dei soggetti.

Uno degli obiettivi principali del chirurgo è quello di ottenere una quanto più adeguata emostasi (Tenets of Halsted, 1891) e proprio per questa ragione, già dai primi decenni del '900, sono stati ideati dispositivi elettrici che ne favorissero il raggiungimento.

In tempi recenti in particolare, sono comparsi sul mercato degli apparecchi che combinano la tecnologia a ultrasuoni con quella elettrica a radiofrequenze; questi permettono di coagulare e tagliare i tessuti nel modo più rapido, sicuro, preciso ed esangue possibile (Milsom et al. 2012). Questi strumenti sono stati dapprima utilizzati con successo sull'uomo (Sartori et al. 2008; Delong Li et al., 2019; Tirelli et al., 2013; Beauvais et al., 2012) per poi diffondersi e trovare impiego anche in campo veterinario (Hancock et al., 2005; Sakals et al., 2018; Austin et al., 2003).

L'introduzione di tali metodiche e strumenti ha permesso di migliorare l'analgesia postoperatoria dei pazienti ed ha consentito tempi di recupero più rapidi (ibid.).

L'obiettivo di questo studio è stato quello di confrontare, su un gruppo congruo di animali, l'utilizzo del bisturi armonico Thunderbeat™ (Olympus) ed il metodo chirurgico classico nell'ovariectomia della cagna e della gatta. Tale confronto si prefigge di valutare l'effettiva efficacia del Thunderbeat™ nel ridurre significativamente le tempistiche dell'intervento, garantendo comunque standard di sicurezza elevati.

1. LA GONADECTOMIA NELLE SPECIE DOMESTICHE

1.1 OVARECTOMIA ED OVARIOISTERECTOMIA A CONFRONTO

La gonadectomia è uno degli interventi chirurgici più eseguiti nella pratica veterinaria, in quanto permette di interrompere definitivamente l'attività riproduttiva dei soggetti.

Ciò consente non solo di avere un adeguato controllo sulla numerosità della popolazione e sul comportamento sessuale dell'animale, ma anche di abbassare l'incidenza delle neoplasie mammarie, quando eseguita nelle cagne di giovane età (<2,5 anni) (Beauvais, et al., 2012).

Questa procedura chirurgica viene effettuata principalmente in due modi: mediante l'asportazione delle sole ovaie (*ovariectomy* – OVE), oppure rimuovendo sia ovaie che utero (*ovarioisterectomy* - OVH). Quest'ultima tecnica è maggiormente eseguita negli Stati Uniti d'America e in Gran Bretagna, mentre in Europa la scuola di pensiero dominante è orientata sull'OVE.

In questo caso, la rimozione anche dell'organo uterino viene praticata solo in presenza di patologie per le quali l'OVH rappresenta il trattamento d'elezione: ad esempio la piometra, l'iperplasia endometriale cistica, la torsione, il prolasso, la rottura uterina, l'asportazione di neoplasie o il controllo di patologie endocrine quale il diabete, e di alcune dermatosi (Fossum, 2021).

In effetti, diversi studi hanno mostrato come la tecnica di OVE, in assenza di patologie, presenti minori complicazioni a parità di benefici: infatti, dal punto di vista prettamente chirurgico l'OVE rappresenta un intervento meno difficoltoso da eseguire, col vantaggio di un risparmio in termini di tempo, anestesia ed invasività (Goethem, et al., 2006).

Durante l'intervento di OVH, infatti, vi è una maggior possibilità di emorragia intraddominale derivata non solo dal peduncolo ovarico, ma anche dai vasi uterini e dal legamento largo.

L'emorragia intraddominale è stata riscontrata tra il 6,4 % e il 20% dei cani sottoposti ad OVH, soprattutto in caso di peso > 22,7 kg (DeTora & McCarthy, 2011).

Per di più, nel caso di rimozione anche dell'organo uterino vi è una maggior incidenza di sanguinamento vaginale (15% nella cagna) e di sindrome del residuo ovarico.

Quest'ultima complicazione è maggiormente frequente in caso di OVH (17% - 43% delle complicazioni di intervento) probabilmente perché, in questo tipo di procedura chirurgica, la celiotomia viene praticata più caudalmente, rendendo la visualizzazione dell'ovaio più difficoltosa (Goethem, et al., 2006) (DeTora & McCarthy, 2011).

Un'ulteriore possibile complicanza intraoperatoria riportata in entrambi gli interventi è l'accidentale legatura dell'uretere, che avviene nella sua porzione prossimale quando il peduncolo ovarico viene legato troppo vicino alla base, in prossimità del polo caudale del rene. Questa eventualità, in caso di OVH, può anche verificarsi nella porzione più distale dell'organo dal momento che il corpo uterino si trova nelle immediate vicinanze (Goethem, et al., 2006).

Da ultimo, il granuloma infiammatorio da reazione ai fili di sutura non riassorbibili.

In questo caso, l'incidenza non è influenzata dalla tecnica chirurgica, ma risulta chiaro come nell'OVH vi sia una possibilità maggiore dovuta alla presenza di un numero maggiore di legature, presenti anche a livello del collo uterino. Tuttavia, è possibile ovviare a questa problematica semplicemente utilizzando materiali di sutura sintetici riassorbibili (Goethem, et al., 2006).

Invece, per quanto riguarda le complicanze a lungo termine l'incontinenza urinaria, riscontrata tra il 4.9 % e il 20% delle cagne sterilizzate, non sembra essere influenzata tanto dalla tipologia di intervento, quanto più dall'età, dal peso e dalla razza del soggetto. Infatti, essa è stata maggiormente riscontrata nei cani di grossa mole sottoposti a sterilizzazione chirurgica prima dei tre mesi d'età (Spain, et al., 2004).

Anche per quanto riguarda l'obesità, riportata sia nelle cagne che nelle gatte in seguito a gonadectomia, non sembra esserci una prevalenza dettata dal tipo di chirurgia eseguita, ma più dall'alimentazione e dall'esercizio fisico praticato nel periodo postoperatorio (Goethem, et al., 2006).

Infine, la possibilità di sviluppare una neoplasia uterina, che in passato ha spesso spinto i chirurghi a preferire l'OVH tra le due tecniche, si è visto in realtà essere solo dello 0.03% e per altro nell'85- 90% dei casi trattasi di leiomiomi, tumori benigni facilmente curabili con l'asportazione dell'organo (Brodey & F Roszel, 1967).

In conclusione, alla luce dei diversi studi esaminati, in corso di sterilizzazione di routine, l'OVE dovrebbe essere preferita in quanto maggiormente sicura, veloce e meno invasiva (Goethem, et al., 2006) (DeTora & McCarthy, 2011).

1.2 OVARIECTOMIA IN TECNICA CLASSICA

Prima di eseguire l'intervento la somministrazione di cibo deve essere sospesa per 12-18 ore; inoltre, se il paziente non ha urinato, sarebbe raccomandabile vuotare manualmente la vescica subito prima dell'induzione dell'anestesia.

Procedere eseguendo un'ampia tricotomia della superficie ventrale dell'addome, a partire dall'apofisi xifoidea fino al pube. Una volta disposto il paziente in decubito dorsale sul tavolo operatorio, eseguire la preparazione asettica della cute.

È necessario quindi identificare la cicatrice ombelicale e suddividere idealmente l'addome caudale ad essa in tre parti.

Nella cagna l'incisione, di 4 – 8 cm di lunghezza, viene praticata nel terzo craniale dell'addome, subito caudalmente all'ombelico; nei soggetti prepuberi, essendo il corpo dell'utero situato più caudalmente, il taglio è eseguito nel terzo medio della metà caudale dell'addome.

Dopo aver inciso cute e sottocute ed aver esposto la linea alba, afferrare quest'ultima, tendendola verso l'esterno, per praticare una breve incisione penetrante la cavità addominale. Con le forbici di Mayo, estendere tale incisione in senso craniale e caudale.

Elevare quindi la parete addominale di sinistra, afferrandola con le pinze di Allis, e far scorrere un uncino da ovariectomia, o anche il semplice dito, contro la parete addominale, 2-3 cm caudalmente al rene. Ruotare l'uncino medialmente per agganciare il corno uterino e il legamento largo ed elevarli delicatamente.

Esercitando una trazione in senso caudale e mediale sul corno uterino, sollevare delicatamente l'ovaio, identificarne il legamento proprio e pinzarlo con una Mosquito, al fine di poterlo più facilmente manipolare.

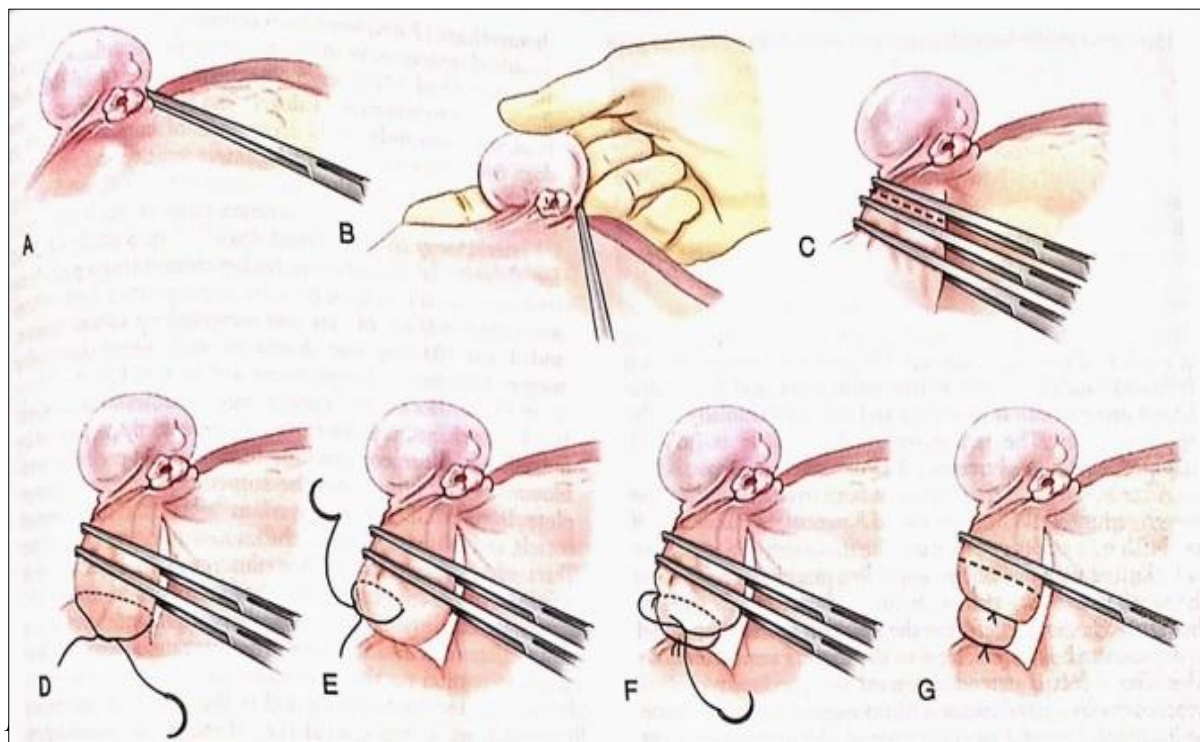
A questo punto, rompere mediante digitoclasia il legamento sospensore dell'ovaio, situato tra l'estremità prossimale del peduncolo ovarico ed il rene, al fine di esteriorizzare l'organo.

È importante non eseguire questa operazione trazionando il legamento proprio, perché il peduncolo ovarico potrebbe lacerarsi.

Praticare un foro mediante pinza emostatica nel legamento largo, caudalmente al peduncolo ovarico e apporre due o tre pinze emostatiche sul peduncolo, in posizione prossimale rispetto all'ovaio, e una sul legamento proprio dell'ovaio (*Figura 1*).

Applicare quindi una legatura tra le due pinze collocate sul peduncolo, eseguendo un nodo chirurgico semplice o una legatura ad otto. Rimuovere o allentare una sola pinza, per favorire la compressione del peduncolo mentre si stringe il nodo. Sezionare quindi il peduncolo e osservare se è presente sanguinamento. In caso positivo, riapplicare la pinza e ripetere la legatura del peduncolo.

Eseguire una seconda legatura in corrispondenza della punta del corno uterino, caudalmente al legamento proprio. Recidere quindi il tessuto interposto ed asportare interamente l'ovaio.



Per identificare l'ovaio controlaterale seguire il corno in direzione caudale fino al corpo dell'utero, afferrare il corno di destra e risalire fino al rispettivo ovaio. Eseguire quindi la medesima tecnica sopra riportata. Per le legature utilizzare materiale da sutura riassorbibile come Polidossanone, Poligliconato, Poliglecaprone 25, Glicomero 631 o Poliglactina 910.

Riposti i monconi uterini nell'addome e accertata l'assenza di sanguinamento, chiudere la parete addominale in tre strati: linea alba/fascia, sottocute e cute.

Al termine dell'intervento, sarebbe bene aprire le borse ovariche al fine di assicurarsi che l'organo sia stato interamente rimosso (Fossum, 2021) (Tobias & Johnston, 2017).

2. FUNZIONAMENTO DEL BISTURI ARMONICO

2.1 Effetto della temperatura sui tessuti

Per comprendere al meglio l'applicazione in campo chirurgico della corrente elettrica alternata ad alta frequenza e degli ultrasuoni, è necessario essere a conoscenza di quali siano gli effetti del calore sui tessuti biologici.

Normalmente, la temperatura corporea dei nostri animali domestici si aggira intorno ai 38° – 39°C.

Il limite soglia per non procurare effetti dannosi sulle cellule è di circa 50°C: quando la temperatura raggiunge questo valore si avrà morte cellulare in circa 6 minuti.

Se invece si arriva a 60° C la morte cellulare sarà istantanea.

I processi che si verificano a temperature elevate (60°C - 95°C) sono principalmente di due tipi:

Denaturazione delle proteine: in seguito alla rottura dei legami idrogeno. Non appena la temperatura scende, questi legami si riformano velocemente creando un coagulo (coagulazione bianca).

Disidratazione: processo attraverso il quale le cellule perdono il loro contenuto d'acqua intracellulare, mantenendo però l'integrità strutturale.

Vaporizzazione: quando invece, la temperatura viene portata a 100°C o più, l'acqua intracellulare va incontro a vaporizzazione e la cellula esplode.

I primi due fenomeni sono sfruttati dal chirurgo per ottenere la coagulazione, l'ultimo invece per il taglio dei tessuti, in quanto le cellule non mantengono la loro integrità.

Infine, quando la temperatura raggiunge i 200°C e oltre, avviene la ripartizione delle molecole organiche nei loro componenti atomici, compreso il carbonio, che dona al tessuto una colorazione scura, indicata come *carbonizzazione* (coagulazione nera).

2.2 Elettrochirurgia

Con il termine *Elettrochirurgia* s'intende l'applicazione su un tessuto biologico della corrente elettrica alternata con frequenza superiore ai 100 kHz, al fine di produrre termicamente un'incisione o una coagulazione dei vasi, senza che vi sia una stimolazione neuromuscolare. Quest'ultima si verifica solo con frequenze inferiori ai 100 kHz.

Infatti, se pensiamo ad esempio alle normali prese elettriche (50/60 Hz), esse ci permettono di alimentare i nostri elettrodomestici, ma hanno anche la capacità di depolarizzare le cellule nervose e indurre contrazioni tetaniche dei muscoli (*Figura 2*).

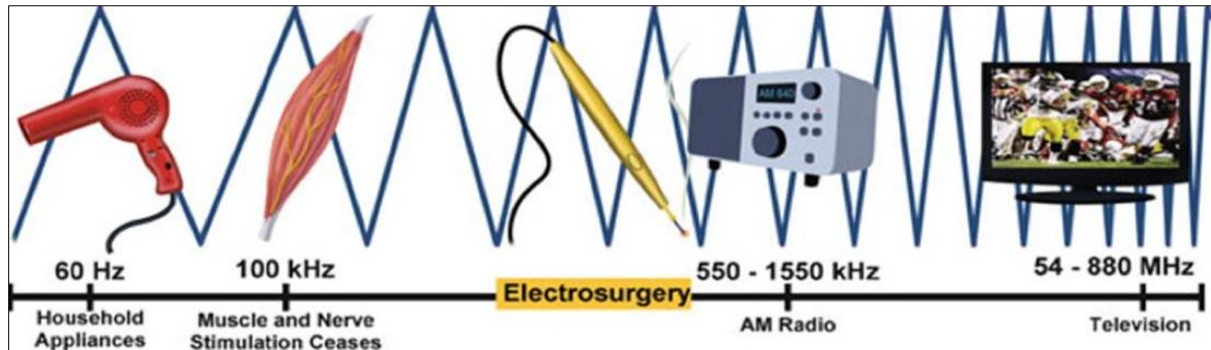


Figura 2. Spettro elettromagnetico. La lunghezza d'onda si riduce all'aumentare della frequenza. Le prese a muro forniscono corrente con frequenza a 50 Hz, 60 Hz. Le cellule nervose e muscolari vengono depolarizzate solo fino ai 100 kHz. (Liane S. Feldman et al, 2012)

Normalmente, gli elettrobisturi utilizzano frequenze attorno ai 300 - 500 kHz e dal momento che queste sono le frequenze usate nelle trasmissioni radio, essi vengono anche chiamati dispositivi a radiofrequenza.

L'elettrochirurgia, si differenzia principalmente dall'elettrocauterizzazione in quanto, in quest'ultima tecnologia, l'effetto termico della corrente elettrica sul tessuto è esogeno e viene ottenuto mediante l'applicazione diretta sul sito d'interesse di dispositivi a temperatura elevata. Nell'altro caso invece la corrente passa all'interno del tessuto, generando un effetto termico che è endogeno e variabile.

Gli effetti dell'elettrochirurgia, infatti, dipendono da numerosi fattori che includono la forma d'onda usata, la potenza settata, la grandezza dell'interfaccia elettrodo/tessuto e la vicinanza tra elettrodo e tessuto (contatto o non contatto).

La vaporizzazione, e quindi il taglio, viene ottenuto usando un'onda continua a bassa tensione e un elettrodo a forma di lama o a punta, che viene tenuto molto vicino al tessuto, ma non a contatto con esso. Questo consente di ottenere un'alta densità di corrente. La temperatura all'interno delle cellule viene quindi rapidamente elevata oltre i 100° C, causandone l'esplosione.

La coagulazione invece, avviene mediante l'utilizzo di un elettrodo piatto o a sfera che, tenuto a contatto con il tessuto, utilizza una forma d'onda interrotta ad alta tensione. Questa porta a disidratazione ed essiccazione la cellula senza causarne l'esplosione, perché le interruzioni di corrente le permettono di "raffreddarsi" e non raggiungere mai la temperatura critica di 100°C.

Il processo di disidratazione con tale onda è tuttavia così veloce che causa rapidamente un incremento nell'impedenza nel tessuto, evitando che l'energia, e quindi la coagulazione, venga trasmessa anche agli strati più profondi. Ciò comporta la formazione di un coagulo non uniforme che limita la capacità di sigillare efficacemente un vaso.

Al contrario, quando si usa la bassa tensione dell'onda continua di taglio, il contatto dell'elettrodo riscalda il tessuto più gradualmente, portando ad una penetrazione più profonda e una chiusura ottimale e più efficace dei vasi. Questo spiega perché, nei dispositivi bipolari di chiusura tissutale, venga utilizzata la forma d'onda continua a bassa tensione (*Figura 3*).

Ad oggi, i moderni generatori elettrochirurgici sono in grado di convertire la corrente elettrica a bassa frequenza della presa a muro, in corrente elettrica ad alta frequenza creando delle forme d'onda miste, inserendo delle "interruzioni" di erogazione di corrente nell'onda di taglio puro. Questo si traduce nella possibilità di effettuare contemporaneamente i due tipi di applicazione precedentemente descritti (*Blend*).

La durata della percentuale del tempo nella quale viene erogata la corrente viene indicata dal termine "duty cycle" o ciclo di lavoro; per esempio, se viene impostato un ciclo di lavoro all'80 %, vuol dire che la corrente viene erogata per l'80% del tempo.

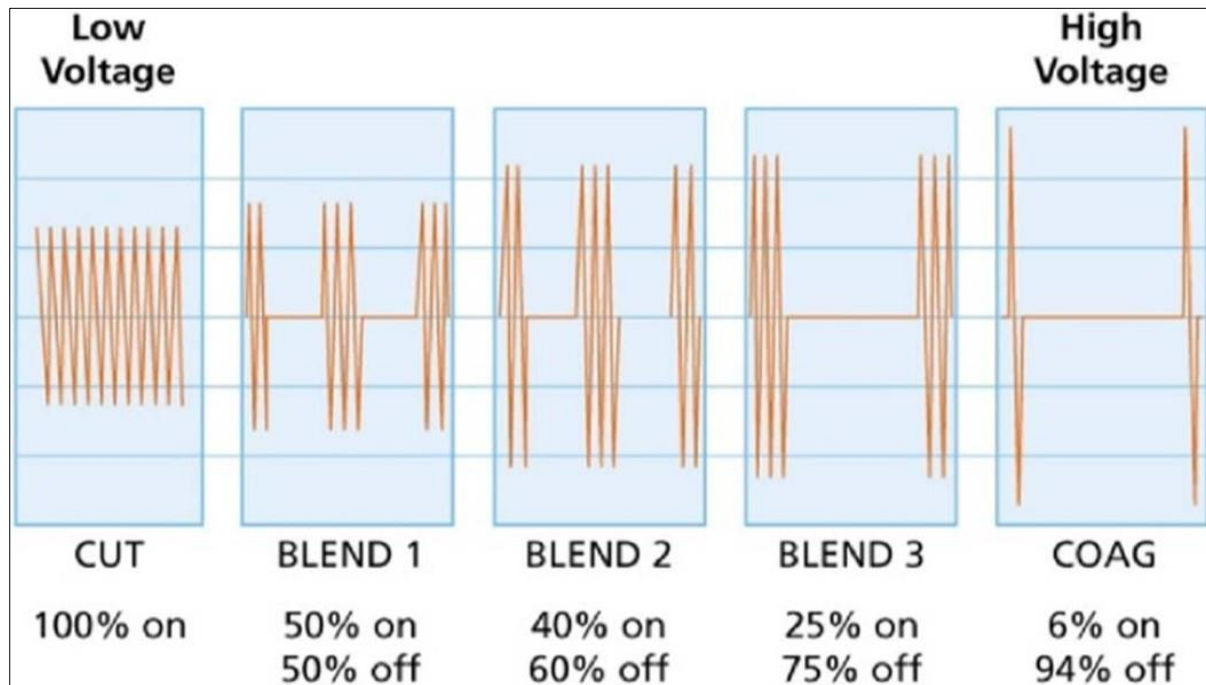


Figura 3. Rappresentazione grafica delle correnti elettrochirurgiche comunemente utilizzate. A sinistra: l'onda continua a bassa tensione, con 100% di duty cycle, chiamata onda di taglio puro. A destra: l'onda interrotta ad alta tensione, con 6% di duty cycle, chiamata onda di coagulo puro. Al centro: correnti miscelate con duty cycle al 50%, 40% e 25% (I.Brill, 2001)

Nel campo dei dispositivi elettrici è presente una distinzione basata sul tipo circuito utilizzato:

Monopolare: uno dei due elettrodi concentra la corrente sul sito chirurgico, mentre l'altro è rappresentato da una placca metallica di superficie pari a 150-200 cm² che, applicata al corpo del paziente, scarica a terra la carica elettrica erogata.

Questa placca è solitamente dotata di un adesivo che impedisce la presenza di zone non a contatto con la pelle del paziente, le quali porterebbero ad un aumento di densità di corrente e quindi alla formazione di ustioni.

Ulteriori complicazioni possibili nell'utilizzo di questa metodologia riguardano la dispersione del calore intorno al punto di applicazione, che si verifica inevitabilmente a causa del contatto tra le cellule, e il possibile danneggiamento delle strutture contigue più sensibili. Per le motivazioni illustrate in precedenza, è di fondamentale importanza contenere l'aumento di temperatura sotto la soglia limite nelle zone in cui non si vogliono provocare cambiamenti (*Figura 4*).

Bipolare: al fine di limitare queste problematiche, è stata successivamente introdotta la tecnologia bipolare, in cui entrambi gli elettrodi sono presenti nel sito chirurgico, sotto forma di branche di una pinza.

In questo modo, la corrente prodotta attraversa solamente il tessuto interposto fra l'estremità delle due branche, rendendo superfluo l'utilizzo della placca metallica e riducendo la dispersione di calore intorno al punto di applicazione. Pertanto, la tecnica bipolare è sicuramente più sicura e precisa (Ko, et al., 2009).

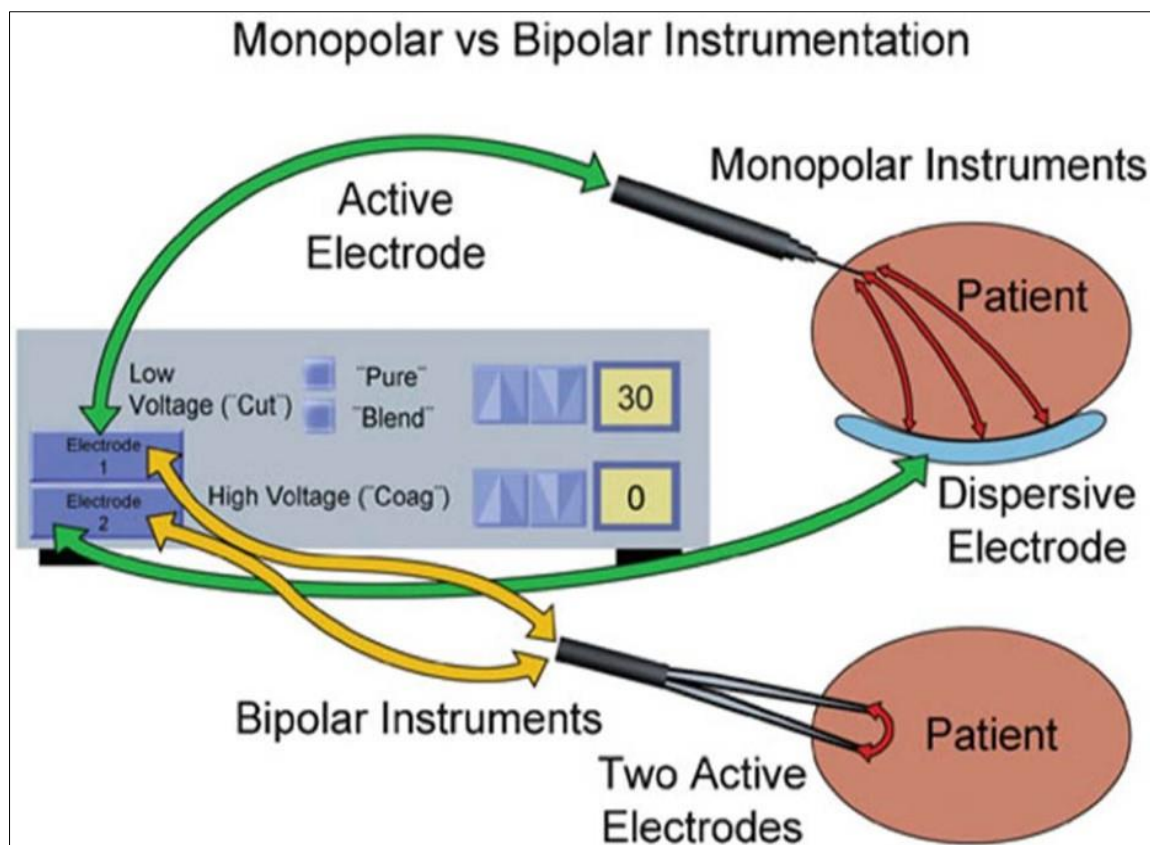


Figura 4. In alto: configurazione monopolare. In basso: configurazione bipolare (Liane S. Feldman et al, 2012)

2.3 Ultrasonochirurgia

Gli ultrasuoni sono onde acustiche con una frequenza superiore ai 20 kHz.

I dispositivi chirurgici che ne sfruttano la tecnologia sono costituiti da un generatore ad alta frequenza, controllato da un microprocessore, un interruttore a pedale, un manipolo, contenente un trasduttore piezoelettrico, e un sistema di lame in titanio.

Il meccanismo di funzionamento si basa sul trasduttore contenuto nel manipolo, in grado di convertire la corrente elettrica proveniente dal generatore in energia meccanica e, in particolare, in vibrazioni ad alta frequenza che vengono trasmesse alla lama.

Quest'ultima vibra in senso longitudinale con una frequenza di 55.500 Hz.

La sua oscillazione varia di 50-100 μm ad ogni ciclo dipendentemente dal settaggio del generatore, dal tipo di tessuto, dal tipo di lama, dall'estensione dell'area di contatto tra lama e tessuto, dalla pressione esercitata e dal tempo di attivazione.

I meccanismi di coagulazione e taglio di questi dispositivi sono diversi da quelli elettrochirurgici: infatti, il calore massimo generato dagli ultrasuoni è di circa 80°C.

Questo garantisce la denaturazione proteica e la disidratazione cellulare necessarie alla formazione del coagulo (che avviene a 60° C), ma allo stesso tempo minimizza il danno generato dal raggiungimento di temperature $\geq 100^\circ\text{C}$ e dalla dispersione di calore che consegue l'utilizzo dei bisturi elettrici.

Alcuni studi hanno infatti dimostrato come il danno termico prodotto dai dispositivi elettrici sia maggiore rispetto agli strumenti che sfruttano gli ultrasuoni (Pogorelic, et al., 2017) (V., et al., 2018).

Il taglio è invece provocato dall'energia meccanica generata dalle vibrazioni della lama, la quale determina, da una parte l'esplosione delle cellule per la vaporizzazione delle molecole di acqua in esse contenuta (effetto di cavitazione), e dall'altra un effetto meccanico che provoca la distruzione anche dei tessuti fibrosi più resistenti.

2.4 Bisturi armonico - THUNDERBEAT™ (Olympus)

Il dispositivo Thunderbeat™ (Olympus) è in commercio da marzo del 2012, quando è stato approvato da parte della *United States Food and Drug Administration* (FDA) per essere utilizzato nella chirurgia open, laparoscopica ed endoscopica.

Si tratta di un bisturi armonico, cioè in grado di utilizzare in maniera combinata l'energia degli ultrasuoni e la corrente bipolare a radiofrequenza per ottenere la coagulazione e il taglio di vasi (modalità *Seal & Cut*) fino a 7 mm di diametro, andando a minimizzare la dispersione termica. Esso è dotato infatti di un sistema intelligente di monitoraggio (ITM), in grado di interrompere la trasmissione di energia nel momento in cui la resezione del tessuto è completa, andando a ridurre il rischio di danno termico del 26,9% (TB Reference Guide, Olympus).

Inoltre, è anche possibile utilizzare la sola energia a radiofrequenze, attraverso l'utilizzo della modalità *Seal*, per ottenere unicamente la coagulazione dei vasi, senza il taglio provocato dagli ultrasuoni.

Nella sua interezza, la tecnologia di questo sistema è composta da:

Generatore elettrochirurgico ESG 400 + Generatore di ultrasuoni USG 400, collegati da un cavo di comunicazione (Figura 5).

Sul generatore USG 400 è possibile regolare la modalità di *Seal* da livello uno a tre: maggiore è il settaggio, maggiore sarà la durata dell'applicazione dell'energia elettrica al tessuto. Anche la modalità *Seal & Cut* è regolabile da uno a tre: con uno si avrà la velocità di taglio più veloce, con tre quella più lenta.



Figura 5. A sinistra: il generatore USG 400. A destra il generatore ESG 400 (TB reference guide, Olympus).

Trasduttore piezoelettrico: necessario per convertire l'energia elettrica in energia meccanica ad ultrasuoni (Figura 6).



Figura 6. Trasduttore piezoelettrico: la parte di colore viola si aggancia al manipolo, l'altra al generatore USG 400 (TB reference guide, Olympus).

Manipolo: esso comprende un'impugnatura, uno stelo che termina con la lama-ganascia oscillante (non-articolata) formando con essa un tutt'uno, ed una ganascia articolata che viene comandata dal chirurgo mediante l'impugnatura. Su quest'ultima sono presenti i tasti che devono essere azionati per utilizzare la sola modalità *Seal* (colore blu) o la modalità *Seal & Cut*

(colore viola) (Figura 7). Le differenti tecnologie sono contraddistinte oltre che dal colore, anche da un segnale acustico diverso, che cessa automaticamente quando il tessuto è stato sezionato.

Sono inoltre presenti varie tipologie di manipolo, con impugnatura differente a seconda dell'utilizzo richiesto.

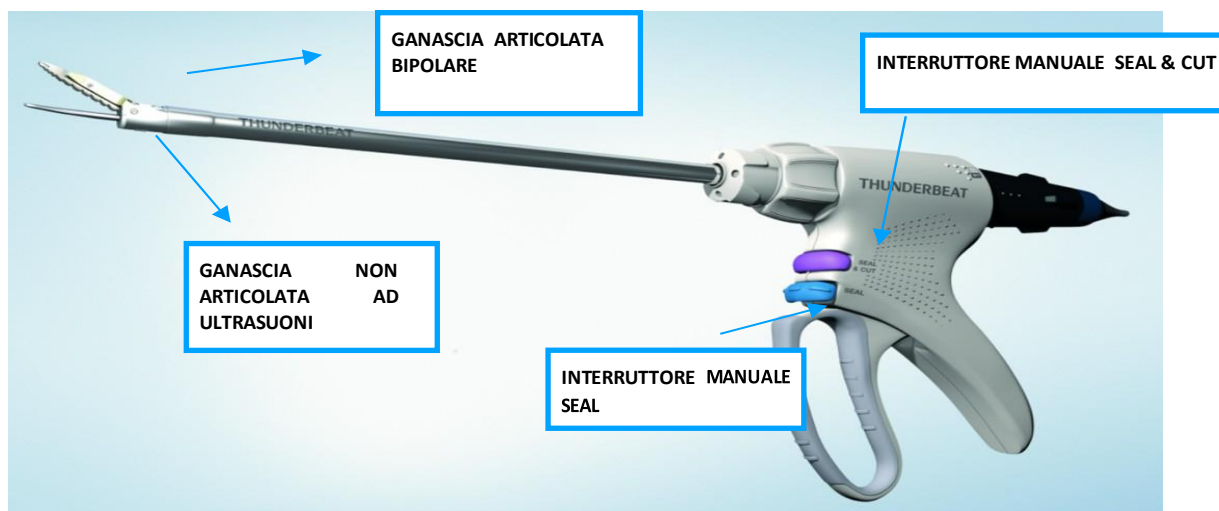


Figura 7. Illustrazione dei vari componenti della pinza Thunderbeat™ Open Extended Jaw (TB reference guide, Olympus).

Chiave dinamometrica, manopola di rotazione e stabilizzatore per agganciare e assicurare il trasduttore al manipolo (Figura 8).

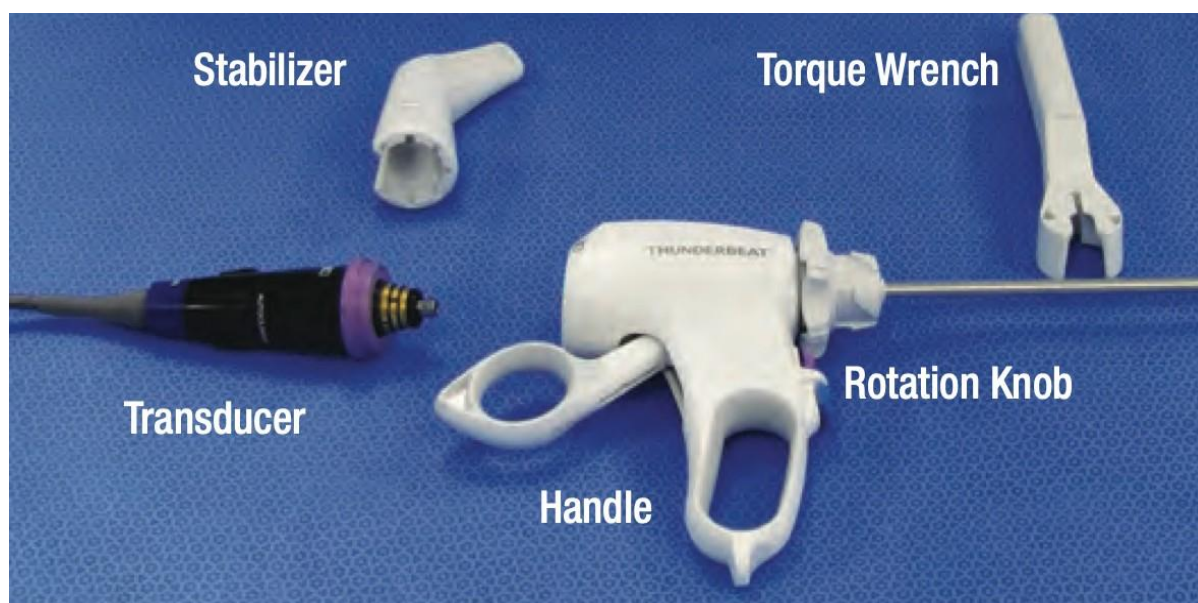


Figura 8. Componenti per agganciare il trasduttore al manipolo (TB reference guide, Olympus).

2.5 Applicazioni

Questo nuovo dispositivo è stato utilizzato con successo in diverse procedure di umana, quali soprattutto tiroidectomie (Slycke, et al., 2016) lobectomie epatiche (Aryal, et al., 2018), linfadenectomie (Claudio Gambardella, et al., 2019) ed isterectomie (Fagotti, et al., 2013).

Diversi studi ne hanno dimostrato l'efficacia e la sicurezza in comparazione con gli altri strumenti elettrici presenti sul mercato (Slycke, et al., 2016) (Aryal, et al., 2018) e, in uno studio del 2012, il Thunderbeat TM è stato valutato addirittura come maggiormente versatile e veloce rispetto all'armonico Harmonic® ACE e alle pinze bipolari Ligasure® V ed Enseal® (Milsom, et al., 2012).

Ancora, è stato evidenziato un vantaggio non solo dal punto di vista dei tempi di intervento, ma anche del dolore post-operatorio (Aryal, et al., 2018) (Fagotti, et al., 2013) (Suzukia, et al., 2018).

STUDIO NUMERO 1

RIASSUNTO

Obbiettivo: comparazione tra l'utilizzo del bisturi armonico Thunderbeat™ (Olympus) e la metodica classica nell'ovariectomia della cagna, con particolare riferimento ai tempi di chirurgia e all'emostasi ottenuta.

Materiali e metodi: sono state incluse nello studio un totale di 200 cagne.

Di queste, 100 sono state ovariectomizzate con la metodica classica modificata mediante doppia legatura con filo di sutura (Gruppo A), 100 con l'utilizzo della pinza Thunderbeat™ Open Extended Jaw (Gruppo B).

Durante la chirurgia è stato misurato il tempo totale d'intervento, il tempo di ricerca e quello di taglio dell'ovaio destro e sinistro.

Inoltre, è stato assegnato uno score all'adiposità presente sul peduncolo ovarico e al grado di emostasi ottenuto.

Risultati: la media del peso, dell'età e del BCS dei soggetti è risultata normalmente distribuita in entrambi i gruppi.

I valori ottenuti hanno dimostrato una maggior rapidità di intervento nel gruppo B con una differenza statisticamente rilevante ($p = 0,0000017$) sia sul tempo di chirurgia totale (divergenza media tra i due gruppi di $2' 56'' \pm 1' 37''$), che sui tempi parziali di taglio delle ovaie (differenza di $1' 00'' \pm 00' 16''$ per l'ovaio destro e di $00' 55'' \pm 00'$ per quello sinistro, $p = 0,00000$).

L'adiposità del peduncolo ovarico è risultata sovrapponibile in entrambi i casi e negativamente correlata all'emostasi nel gruppo A (correlazione pari a $-0,75$). Non c'è stata invece alcuna correlazione tra questi due score nel gruppo B (valore di $0,05$). Da ultimo, in nessun gruppo è stata notata una correlazione del tempo di chirurgia e dell'emostasi relativa all'età, al BCS o al peso dei soggetti.

Conclusioni: il Thunderbeat™ garantisce una maggior rapidità d'intervento rispetto alla metodica classica nell'ovariectomia della cagna. Inoltre, a differenza di quanto avviene con la tecnica della doppia legatura, il grado di emostasi non risulta essere influenzato dalla quantità di tessuto adiposo presente sul peduncolo, confermando quindi l'ottima efficacia del dispositivo. La mancanza di correlazione tra i tempi d'intervento e l'emostasi con età, BCS o peso delle cagne sottolinea infine la ripetibilità della sua performance in tutti i soggetti, prepuberi o anziani, obesi o cachettici.

3 ANATOMIA DELL'APPARATO RIPRODUTTORE FEMMINILE NELLA CAGNA

L'apparato riproduttore della cagna è situato nella cavità pelvica e comprende le ovaie, le tube, l'utero, la vagina, la vulva e le ghiandole mammarie (Figura 9).

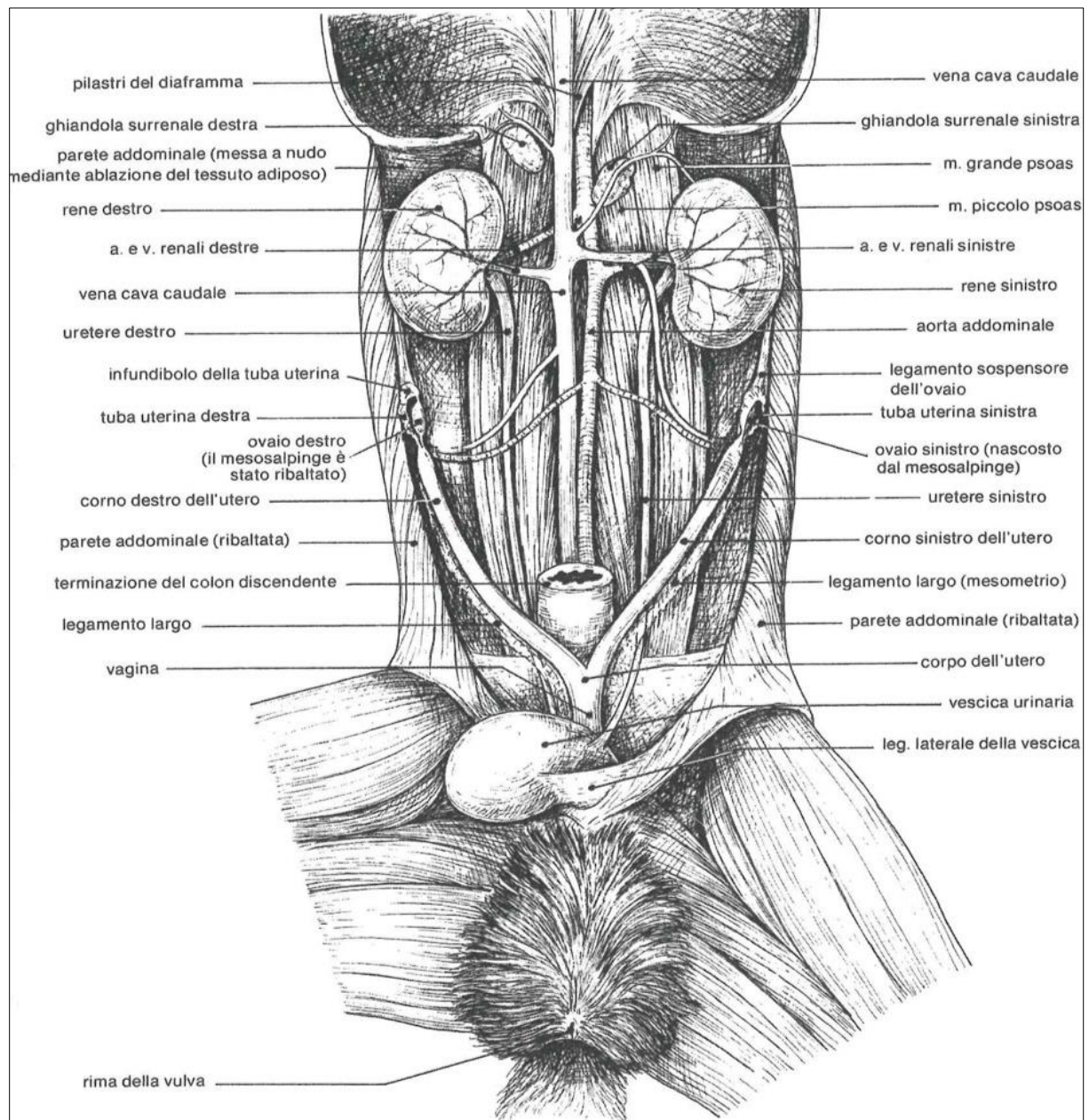


Figura 9. Anatomia dell'apparato genitale della cagna (Barone, 2003)

3.1 OVAIE

L'ovaio è un organo pari situato aboralmente al polo caudale del rene in regione retroperitoneale, sottostante L3-L4, alloggiato all'interno di una sacca peritoneale che prende il nome di borsa ovarica.

L'ovaio sinistro si trova dorsale rispetto al colon discendente e laterale alla milza, l'ovaio destro invece è collocato dorsalmente al tratto discendente del duodeno e al pancreas.

Inoltre, fisiologicamente, mentre la gonade di sinistra si trova a circa 1 cm dal rene, quella di destra è più craniale, a circa 2-3 cm.

Le dimensioni, la forma e il peso delle ovaie variano a seconda della razza, età e momento del ciclo sessuale del soggetto. In una cagna di media taglia l'ovaio misura 15-20 mm di lunghezza x 10-15 mm di altezza x 8-10 mm di spessore, con un peso tra 1 e 3 g.

In linea generale si tratta di organi tipicamente più lunghi che larghi, di colore grigio-rosato, con superficie quasi liscia nei periodi di riposo sessuale, irregolare e bozzellata, per la presenza di numerosi follicoli, nella stagione di attività.

In ciascun ovaio si distinguono due facce, una mediale e l'altra laterale, due margini, denominati rispettivamente margine mesovarico e margine libero e due estremità, una tubarica e una uterina. Il margine mesovarico è dorsale e dà attacco al mesovario; esso presenta una depressione, l'*ilo*, a livello del quale penetrano i vasi e i nervi.

Il mesovario rappresenta la parte più craniale del legamento largo dell'utero e si estende dal margine mesovarico dell'ovaio alla parte adiacente uterina. Sono in esso riconoscibili due porzioni: il mesovario distale, che forma una delle pareti della borsa ovarica, e il mesovario prossimale, che va dalla borsa ovarica alla regione sotto lombare.

Il margine libero dell'ovaio è invece ventrale ed è mantenuto in situ dal legamento sospensore dell'ovaio che si porta alla regione sotto lombare, in vicinanza del rene.

Nella sua estremità uterina, cranio-ventrale, l'ovaio si presenta in connessione con l'utero mediante il legamento proprio, mentre sull'estremità tubarica vi prende inserzione la fimbria ovarica, una frangia dell'infundibulo della tuba uterina.

La *borsa ovarica*, all'interno della quale si trovano alloggiate le ovaie, è una struttura composta da mesovario distale e mesosalpinge; si tratta di una tasca di pertinenza peritoneale che avvolge completamente l'organo ad eccezione di un orificio di circa 8-9 mm, nel quale si apre l'infundibolo salpingeo.

La borsa ovarica, in particolar modo nella cagna, è abbondantemente infarcita di tessuto adiposo, condizione che rende impossibile la visualizzazione diretta della gonade.

Per quanto riguarda la sua struttura, l'ovaio si compone di una porzione *corticale*, esterna, ed una *midollare*, interna. Sulla superficie esterna si osserva un epitelio cubico monostratificato, al di sotto del quale si trova uno strato di connettivo denso, di colore biancastro, detto *albuginea*. La midollare rappresenta principalmente la porzione vascolare/nervosa, la corticale invece è composta di connettivo e follicoli: primario, secondario, terziario, e maturo.

Nella cagna, il numero di follicoli che entrano in maturazione varia a seconda della razza: sono 5-8 nella femmina di piccola taglia e 10-15 in quella di grande taglia. I follicoli maturi raggiungono i mm di diametro e vanno incontro a deiscenza anche a parecchie decine d'ore di distanza.

A seguito dell'ovulazione, che in questa specie avviene con l'oocita ancora in metafase II, ciò che rimane del follicolo è una specie di cratere che viene rapidamente invaso dal sangue uscito dai capillari; il colore rosso scuro che ne deriva gli conferisce il nome di *corpo emorragico*.

Successivamente, nel giro di circa una settimana, l'intera cavità viene occupata dalle cellule derivate dalla granulosa e dalla teca interna; in tal modo si forma il *corpo luteo* che presenta circa 5-6 mm di diametro e un colore giallo arancione (Barone, 2003) (Bortolami, et al., 2009)

Vascularizzazione ovarica

La vascularizzazione dell'ovaio dipende principalmente dall'arteria ovarica. Essa nasce dalla parte caudale dell'aorta addominale, è poco flessuosa e termina triforcandosi dorsalmente alla borsa ovarica: un ramo, il craniale, accompagna il legamento sospensore dell'ovaio e si estende fino all'estremità corrispondente del mesovario; il ramo intermedio è continuazione diretta dell'arteria ovarica e giunge all'ilo, dove genera numerose ed esili divisioni che si estendono poi nella zona vascolare; il ramo uterino, il più grosso, si porta caudalmente nel legamento largo.

Le numerose vene dell'ovaio si riuniscono a formare la vena ovarica, che riceve le vene tubariche e un grosso ramo uterino. La vena ovarica di sinistra confluisce nella vena renale omolaterale, mentre quella di destra sbocca nella vena cava caudale, in vicinanza del rene (Barone, 2003) (Bortolami, et al., 2009).

Vascularizzazione linfatica

I vasi linfatici prendono origine da ampie reti situate alla periferia dei follicoli e dei corpi lutei; essi si raccolgono a livello della zona spongiosa e si mescolano a livello del plesso venoso. Una volta fuori dall'ilo fanno capo ai linfonodi lombo-aortici e, accessoriamente, ai linfonodi iliaci mediani (Bortolami, et al., 2009).

Innervazione ovarica

I nervi sono esili ma costituiti da numerosi fasci anastomizzati. Tali nervi accompagnano i vasi e costituiscono il *plesso ovarico* (Figura 10). Per quanto riguarda le fibre parasimpatiche, esse si originano dal *plesso mesenterico craniale*; quelle simpatiche dai *plessi renale ed aortico* (Bortolami, et al., 2009).

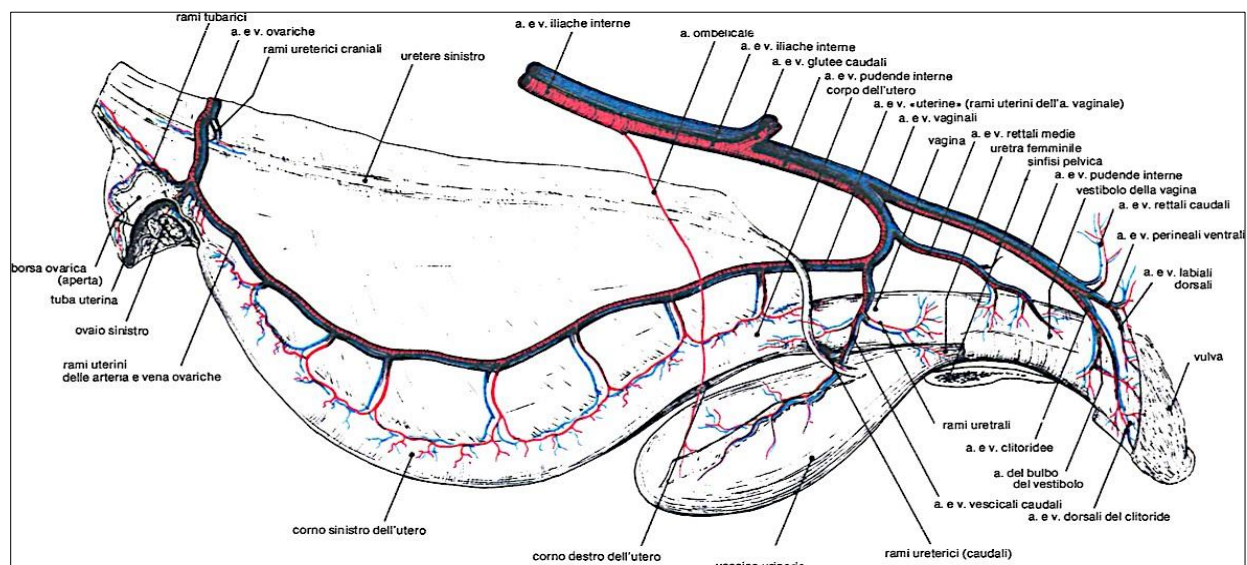


Figura 10. Vascolarizzazione dell'apparato genitale della cagna, veduta laterale sinistra (Barone, 2003)

3.2 SALPINGI O TUBE UTERINE

Le tube, o salpingi, sono organi poco tortuosi in questa specie, lunghi dai 6 ai 10 cm e con un diametro di circa 1-1,5 mm.

Esse sono composte da quattro diverse porzioni: l'infundibolo, l'ampolla, l'istmo e una breve parte uterina.

L'infundibolo, che prende origine dalla fimbria ovarica, si apre ad imbuto medialmente alla borsa ovarica, in corrispondenza del margine ventrale.

Si continua nell'ampolla, che si dirige in direzione craniale rispetto all'ovaio, per poi scendere ventralmente e risalire successivamente lungo la parete laterale della cavità pelvica, per ritornare a livello dell'ovaio, dove le fa seguito l'istmo.

Infine, ciascuna salpinge si inserisce nel corno uterino attraverso l'ostio uterino e decorre per una piccola porzione intramurale alla parete dell'utero.

L'ostio uterino della tuba è stretto, aperto su un piccolo tubercolo, basso e incompletamente diviso in minuscole caruncole.

La tuba uterina è sostenuta dal mesosalpinge, una differenziazione del legamento largo. La sua fissità, tuttavia, è assicurata soprattutto dalla sua continuità con il corno uterino corrispondente, a sua volta sostenuto dal legamento largo.

Strutturalmente le salpingi sono composte da: una sierosa, una tonaca muscolare liscia ed una mucosa. La sierosa è rappresentata dal peritoneo del mesosalpinge, la muscolare è costituita da uno strato esterno con fasci a decorso longitudinale, ed uno interno, con fasci circolari. La mucosa infine presenta delle pieghe tubariche longitudinali molto rilevate ed è rivestita da un epitelio prismatico semplice pluriseriato.

Le cellule ciliate di questo epitelio hanno il compito principalmente di far progredire l'oocita o lo zigote verso l'utero, quelle non ciliate invece, durante la fase estrale, secernono sostanze che promuovono la ricapacitazione dello spermatozoo (Barone, 2003) (Bortolami, et al., 2009).

Vascolarizzazione tubarica

La vascolarizzazione della salpinge è garantita dal ramo tubarico dell'arteria ovarica, dalla quale si stacca poco prima di penetrare nel mesovario distale. Ci sono poi altri due rami, derivanti dall'arcata formata dal ramo uterino dell'arteria ovarica e dalla corrispondente divisione dell'arteria uterina, i quali irrorano la parte media e la parte uterina della tuba.

Le vene tubariche sono dei semplici satelliti delle arterie, alle quali si accompagnano nel loro decorso; queste vene si formano a partire dalle reti vascolari suddette (Bortolami, et al., 2009).

Vascolarizzazione linfatica

I vasi linfatici presenti in questa porzione sono numerosi, soprattutto nella lamina propria della mucosa e nella sottosierosa. Tali vasi, come quelli ovarici, sono drenati dai *linfonodi lombo-aortici* (Bortolami, et al., 2009).

Innervazione tubarica

I nervi di questo tratto genitale si comportano diversamente a seconda del tratto descritto: inizialmente sono mescolati a quelli del *plesso ovarico*, successivamente raggiungono il mesosalpinge, seguendo i rami tubarici (Bortolami, et al., 2009).

3.3 UTERO

L'utero è un organo cavo situato tra le tube uterine, poste cranialmente, e la vagina, situata caudalmente. Nei carnivori, si presenta bipartito e suddiviso in due corna, un corpo e una cervice.

Le corna in un soggetto di media taglia misurano circa 12-16 cm di lunghezza, contro i soli 3-4 cm del corpo e i 1,5-2 cm della cervice. Inoltre, fisiologicamente, il corno destro è leggermente più lungo di quello sinistro.

Le corna hanno un calibro uniforme e si estendono, descrivendo una lieve curva a concavità dorsale, dalle vicinanze dei reni alla faccia dorsale della vescica, cranialmente all'entrata del bacino; la loro curvatura è un po' più marcata nelle femmine che hanno avuto gravidanze.

Esse presentano un margine mesometriale, concavo, sul quale prende inserzione il legamento largo, un margine libero, convesso, un apice, situato in vicinanza dell'ovaio e che riceve lo sbocco della tuba, e una base che si unisce al corpo dell'utero.

Il loro apice si trova a livello di L4 - L5, è arrotondato all'estremità e la tuba uterina vi si impianta in maniera netta, un po' obliquamente. La base delle due corna si unisce ad angolo acuto, fino a formare un cilindro che prende il nome di corpo uterino.

Infine, il corpo uterino si continua, mediante l'ostio uterino del collo nel canale cervicale, o cervice, o collo, una stretta cavità in corrispondenza della cui parte terminale si trova l'ostio vaginale del collo, presente sulla sommità di voluminoso rilievo, denominato porzione vaginale del collo.

L'utero prende attacco sulla parete dorsale della cavità addominale e pelvica mediante due ampi mesi peritoneali, inspessiti, denominati legamenti larghi. Essi nel loro insieme formano una V con il vertice ventro-mediale in corrispondenza dell'utero.

I legamenti larghi a sostegno dell'utero sono, nella cagna, infarciti di grasso e presentano un'inserzione lombosacrale assai lunga.

Nel loro margine ventrale si attaccano dorsalmente alle corna uterine, per poi unirsi in corrispondenza del collo.

Il margine dorsale ne segna l'inizio e si estende dalle vicinanze dell'estremità caudale del rene corrispondente fino al lato sacrale del bacino.

Dalla faccia laterale di ogni legamento largo si stacca un ampio meso secondario, il cui margine libero sostiene il robusto legamento rotondo dell'utero. Quest'ultimo si inizia vicino all'apice del corno uterino e si impegna con l'altra estremità nello spazio inguinale, accompagnato da un processo vaginale del peritoneo. Frequentemente, nella cagna, il legamento rotondo dell'utero è circondato da tessuto connettivo adiposo fin nel labbro vulvare.

Dalla faccia laterale dei legamenti larghi si staccano anche i legamenti laterali della vescica, che circoscrivono un profondo fondo cieco vescico-uterino.

Strutturalmente, la parete uterina presenta una stratigrafia così conformata dall'esterno verso l'interno: perimetrio, miometrio ed endometrio.

Il perimetrio si compone di un tessuto connettivo piuttosto denso, rivestito dall'epitelio peritoneale, contenente anche fibre elastiche, che aderisce intimamente alla tonaca muscolare. Nella sua parte profonda accoglie vasi e nervi dell'utero.

Il miometrio si compone di uno strato superficiale costituito da fasci di cellule muscolari lisce a decorso longitudinale, uno medio, molto vascolarizzato, con fasci a decorso spiralato e infine, uno profondo, assai sviluppato, con fasci a decorso prevalentemente circolare.

L'endometrio si presenta inspessito, compatto, grigio-rossastro o bruno e, nella cagna, talora pigmentato. La sua mucosa, ricca di ghiandole, si solleva in pieghe poco elevate, longitudinali, ondulate e irregolari. L'epitelio è prismatico monoseriato (Barone, 2003) (Bortolami, et al., 2009).

Vascolarizzazione uterina

L'utero è irrorato dall'arteria uterina, dal ramo uterino dell'arteria ovarica e dal ramo uterino dell'arteria vaginale.

Più precisamente l'arteria uterina è suddivisa in craniale e caudale.

La prima è un ramo dell'arteria ovarica e vascolarizza sia la salpinge che, soprattutto, la parte craniale delle corna uterine. La seconda invece è un ramo dell'arteria vaginale, che a sua volta deriva dall'arteria iliaca interna.

Le vene sono sprovviste di valvole e formano delle reti molto anastomizzate; si riuniscono tutte in un robusto plesso, dal quale si origina poi la vena uterina e gli affluenti uterini della vena ovarica e di quella vaginale. Esse seguono il percorso inverso delle arterie omonime all'interno

del legamento largo, ma non rispettano le stesse dimensioni (Barone, 2003) (Bortolami, et al., 2009).

Vascolarizzazione linfatica

I vasi linfatici, così come i vasi venosi ed arteriosi, sono numerosissimi e si riuniscono in prossimità del miometrio dove vengono drenati da numerosi collettori, che risalgono il legamento largo.

L'utero non possiede alcun linfonodo, ed i suoi vasi linfatici efferenti si collegano direttamente ai linfonodi lombo-aortici, iliaci mediali, sacrali e ileo-femorali (Bortolami, et al., 2009).

Innervazione uterina

L'innervazione ortosimpatica è predominante a livello uterino; le fibre derivano principalmente da pirenofori che si trovano nei gangli mesenterici caudali ed in quelli pelvici; le fibre derivanti dai primi seguono il plesso ovarico, quelle che derivano dai secondi, invece, si mescolano alle fibre parasimpatiche, provenienti dai nervi pudendo e rettale caudale, nel plesso pelvico.

La maggior parte delle fibre simpatiche va a formare, a livello della matrice, il plesso uterino. La funzione dei nervi uterini varia a seconda delle condizioni ed è fortemente influenzata dallo stato ormonale (Bortolami, et al., 2009).

3.4 VAGINA

La vagina è un condotto cilindroide muscolo-membranoso appiattito dorso-ventralmente, impari e dalla forma tubulare particolarmente allungata, che in un soggetto di media taglia misura 12-15 cm, di cui 5-6 cm di pertinenza vestibolare.

La sua estremità craniale si inserisce attorno al collo dell'utero e internamente lo sopravanza formando un fondo cieco, il fornice della vagina, che nella cagna presenta una forma semilunare orientata ventralmente.

L'estremità caudale invece, comunica mediante l'ostio vaginale con il vestibolo, il cui contorno è segnato da un sottile setto vestibolo-vaginale, l'imene. Quest'ultimo si presenta meglio abbozzato nelle razze di piccola mole, nelle altre invece è abbastanza rudimentale.

La parete dorsale della vagina è in rapporto con il retto, quella ventrale con vescica ed uretra. L'uretra femminile, assai lunga, determina in un rilievo longitudinale sul pavimento vaginale.

La vagina è tenuta in situ dal peritoneo, che ne ricopre principalmente la parte craniale. Esso si insinua profondamente tra la vagina e il retto delimitando il fondo cieco retto uterino, e tra la vagina e la vescica costituendo il fondo cieco vescico uterino; l'inserzione del legamento largo sui lati della vagina separa completamente i due fondi ciechi.

Il vestibolo della vagina è un condotto impari e largo, di pertinenza sia dell'apparato genitale che di quello urinario. Infatti, sulla sua parete ventrale sbocca l'uretra attraverso l'ostio uretrale esterno, a forma di fessura longitudinale, percepibile al tatto grazie alla presenza di un grosso tubercolo uretrale, il quale si prolunga in un ispessito rilievo medio-ventrale, che si attenua rapidamente in direzione caudale.

Da una parte all'altra di questo rilievo sono situati, in una larga depressione longitudinale, gli orifici di numerose ghiandole vestibolari minori, le quali si insinuano fino al muscolo costrittore del vestibolo, i cui fasci striati presentano una disposizione sfinteriale.

La mucosa vaginale, composta da epitelio (pavimentoso stratificato), tonaca propria, sottomucosa, muscolare, sierosa e avventizia, si presenta pallida, con pieghe che non scompaiono e che risultano essere sempre numerose, sinuose e disposte longitudinalmente. Quest'ultime tendono ad ingrossarsi ed arrossarsi durante la fase estrale.

Il vestibolo della vagina presenta una mucosa di colorazione rosso-bluastro, più scura rispetto a quella della vagina, ed è ricoperto da noduli linfatici che ne sollevano la superficie (Barone, 2003) (Bortolami, et al., 2009).

Vascolarizzazione vaginale

L'apporto ematico vaginale è sostenuto dall'arteria vaginale, una ramificazione dell'arteria iliaca interna, alla quale è collegata tramite l'arteria pudenda interna. I rami più caudali dell'arteria vaginale irrorano il vestibolo. Per raggiungere la vagina, l'arteria decorre nel connettivo retroperitoneale e dà vita ad un ramo uterino che vascolarizza il collo dell'utero e la vescica; dopodiché, raggiunta la vagina, si distribuisce alle sue porzioni ventrale e dorsale.

A questo livello i vasi si anastomizzano, formando un plesso molto ricco all'interno dell'avventizia, la quale entra in comunicazione con un plesso mucoso sviluppato nella profondità della tonaca propria.

Le vene vaginali sono numerose e di grandi dimensioni; formano un plesso, nello spessore muscolare, visibile attraverso la mucosa, drenato dalla vena vaginale (Bortolami, et al., 2009).

Vascolarizzazione linfatica

I vasi linfatici sono organizzati in tre reti: una che si estende nella lamina propria, una alloggiata nella tonaca muscolare e l'ultima, a maglie più larghe, situata a livello perivaginale. Le tre reti sono drenate da vasi che vanno ai linfonodi iliaci interni, sacrali e lombo-aortici (Bortolami, et al., 2009).

Innervazione vaginale

Le fibre nervose che innervano la vagina derivano dal nervo ipogastrico per quanto riguarda il sistema simpatico, e dai nervi sacrali per quanto riguarda il parasimpatico. Questi due tipi di fibre si affiancano, andando a formare il plesso pelvico (Bortolami, et al., 2009)

3.5 VULVA

La vulva è l'apertura esterna delle vie genitali. Essa è formata da due pieghe muscolo-cutanee parallele, dette labbra, che delimitano la rima vulvare. Le labbra vulvari sono spesse e delimitate da una commessura dorsale e da una ventrale. Queste ultime vengono circondate da uno strato di muscolatura striata: i muscoli costrittori dorsale e ventrale della vulva.

Nella cagna la commessura dorsale è un po' arrotondata e sormontata da una piega cutanea trasversale, situata nel prolungamento della sinfisi pelvica; quella ventrale è invece appuntita e portata da un'appendice conica, diretta ventro-caudalmente. La pelle della faccia laterale è ricoperta da fitti peli.

A livello della porzione ventrale della vulva si trova il clitoride, una struttura molto sviluppata in questa specie, costituita da due corpi cavernosi detti pilastri, che si fondono in un corpo, e da un rudimento di ghiande. I pilastri sono esili e lunghi circa 2-3 cm, il corpo 4 cm. Il glande è ben sviluppato e sporge, solo durante l'erezione, dalla fossa del clitoride, profonda circa 2 cm. Sul pavimento della fossa clitoridea si trovano numerose pieghe, delimitate da areole (Barone, 2003) (Bortolami, et al., 2009).

Vascularizzazione vulvare

Entrambe le labbra vulvari sono irrorate dai rami labiali ventrali e dorsali; i primi nascono dall'arteria mammaria caudale, ramo dell'arteria pudenda esterna, quelli dorsali derivano invece dall'arteria perineale ventrale.

Le vene sono omonime e satelliti delle arterie (Bortolami, et al., 2009).

Vascularizzazione linfatica

I vasi linfatici della regione vulvare sono molto fitti sia nella mucosa che nella cute. La rete linfatica mucosale è drenata dai linfonodi ano-rettali; la rete a livello cutaneo è invece drenata dai linfonodi mammari (Bortolami, et al., 2009).

Innervazione vulvare

I nervi che arrivano alla vulva sono principalmente rappresentati dai nervi pudendi, le cui fibre originano dal plesso pelvico. Quest'innervazione serve a regolare la contrazione delle fibre muscolari ed a fornire sensibilità a tutta la regione (Bortolami, et al., 2009).

4. FISIOLOGIA RIPRODUTTIVA DELLA CAGNA

Nella cagna l'età del raggiungimento del primo estro è fortemente influenzata da fattori quali l'ambiente, la nutrizione, il peso e la razza.

Infatti, i cani di piccola taglia manifestano il primo calore indicativamente tra i 6 e i 10 mesi d'età, mentre quelli di razza medio-grande ritardano la presentazione dei primi sintomi estrali tra i 18 e 24 mesi (Feldman & Richard W. Nelson, 2003).

La cagna è una specie monoestrale non stagionale (Sokolowski, 1977).

Sono quindi presenti diversi cicli ovarici durante l'anno, la cui stagionalità è dettata da preferenze manageriali e da una componente genetica. Solitamente l'incidenza maggiore dei calori si rileva nei tardi mesi invernali e all'inizio della primavera. Inoltre, in genere, le cagne di piccola taglia tendono a presentare più calori all'anno rispetto a quelle di taglia grande (Feldman & Richard W. Nelson, 2003).

Il periodo di interestro, cioè il tempo che intercorre tra il termine di una fase estrale e l'inizio del proestro successivo, è in media di 7 mesi, con estremi che variano tra i 3.5 e 13 mesi, a seconda della taglia, dell'età e dello stato fisiologico del soggetto.

In generale, le taglie grandi presentano un interestro di maggior durata (Feldman & Richard W. Nelson, 2003).

Il ciclo estrale è caratterizzato in questa specie da quattro diverse fasi (*Figura 11*):

- *Proestro*: la sua durata può variare tra i 3 e i 12 giorni, con una media di 9. Clinicamente, esso

è definito come il periodo che va dalla comparsa delle perdite ematiche vaginali e il rigonfiamento della vulva, fino al primo momento in cui l'animale sembra disposto ad accoppiarsi. La comparsa di sanguinamento è dettata dalla diapedesi degli eritrociti, provenienti dalla rottura dei capillari endometriali, all'interno del lume cervicale e vaginale. Tali perdite, con l'avanzare del proestro tendono a diminuire e diventare più di tipo sieroematico (Feldman & Richard W. Nelson, 2003). In questo periodo, la cagna può mostrarsi più agitata e nervosa del solito, con la tendenza a vagabondare ed a marcare il territorio sempre più di frequente. La secrezione di feromoni fa sì che il maschio sia fortemente attratto; tuttavia viene inizialmente respinto, o semplicemente con l'allontanamento o con delle vere e proprie minacce. Inoltre, spesso la cagna tende a portare la coda adesa al perineo, a copertura della vulva. Questi comportamenti si modificano nel corso del periodo proestrale fino ad arrivare ad un atteggiamento quasi passivo della cagna, che tende a sedersi o mostrare atteggiamento di lordosi quando il maschio tenta la monta (JeffCoate, 2004). Dal punto di vista ormonale, l'aumento della produzione di 17- β -estradiolo da parte dei follicoli in accrescimento è l'aspetto più rilevante del proestro e spiega le modificazioni comportamentali ed organiche osservate nella cagna durante questa fase del ciclo. Questo ormone viene prodotto grazie all'incremento della secrezione di FSH e di LH, che porta al raggiungimento, negli ultimi giorni di proestro, di concentrazioni ematiche di 17- β -estradiolo fino a 60-70 pg/ml. Il picco plasmatico di questo ormone viene raggiunto circa 24-48 h prima dell'aumento preovulatorio dell'LH. In seguito, dopo circa 80 h dall'ovulazione, si ha una diminuzione dei valori circolanti di 17- β -estradiolo, fino al raggiungimento della concentrazione basale pari a circa 35 pmol/L (Rijnberk, 2010). I mutamenti ormonali dettati dal 17- β -estradiolo stimolano l'allungamento e l'iperemia delle corna uterine, la proliferazione e la corneificazione dell'epitelio cervicale e vaginale, con conseguente ispessimento e ritenzione di liquidi, alla base dell'aumento del volume e del turgore della vulva (JeffCoate, 2004). Durante il proestro è stato osservato anche un incremento del testosterone che arriva a raggiungere valori ematici di 0.3-10 ng/ml. Il progesterone invece, rimane basso per tutta la durata del proestro (<0.5 ng/ml), fatta eccezione per le ultime 24-72 h, durante le quali la sua concentrazione plasmatica comincia ad aumentare (> 1.0 ng/ml) a causa della luteinizzazione follicolare, che in questa specie avviene prima dell'ovulazione.

La citologia vaginale è caratterizzata nel primo proestro da una predominanza di cellule parabasali ed intermedie, intervallate ad eritrociti e leucociti; successivamente invece, esse vengono sostituite dalle cellule superficiali, derivate dall'esfoliazione vaginale, che nel tardo proestro rappresentano circa l'80% della popolazione cellulare. Per tutto il periodo lo sfondo

dello striscio si presenta “sporco”, opaco e ricco di granuli, per la presenza di muco. Inoltre, sono sempre distinguibili eritrociti, mentre i leucociti tendono a diminuire (Feldman & Richard W. Nelson, 2003).

-Estro: la fase di accettazione del maschio da parte della femmina dura in media 9 giorni, con un range di variabilità tra i 3 e i 17 giorni. Lo scolo vulvare è durante l'estro di colore più chiaro e paglierino e la vulva si presenta meno turgida ed edematosa.

In questo periodo di tempo, si verifica un incremento delle concentrazioni sieriche di progesterone, accompagnato ad una diminuita presenza di estrogeni. Questo provoca, nell'immediato inizio dell'estro, due principali cambiamenti: il primo riguarda il comportamento della cagna, che diventa attivamente partecipe nella ricerca e nell'atto dell'accoppiamento, il secondo invece è legato all'aumentata produzione di FSH e, soprattutto LH, che si verifica grazie al feedback positivo ipotalamico ed ipofisario. Questa stimolazione porta alla comparsa del picco preovulatorio di LH, a seguito del quale, dopo circa 24 - 48 h, si verifica la deiscenza dei follicoli maturi e la formazione dei corpi lutei. La concentrazione ematica del progesterone al momento dell'ovulazione è intorno ai 4 – 10 ng/ml, per poi continuare ad aumentare nell'estro e nel diestro. Quando la concentrazione di 17- β -estradiolo scende sotto i 15 pg/ml si ha la terminazione del periodo estrale. Dal momento che il follicolo va incontro all'ovulazione quando ancora l'oocita è immaturo, la fecondazione potrà avvenire solo al termine della seconda divisione meiotica, ovvero 48-60 h dopo l'ovulazione. La citologia vaginale in questa fase è caratterizzata dalla presenza di cellule superficiali e squamose anucleate, con presenza di batteri e di un minor numero di eritrociti rispetto al proestro. Lo sfondo dello striscio è chiaro e limpido (Feldman & Richard W. Nelson, 2003).

-Diestro o Metaestro: questa fase è dominata dal progesterone che raggiunge il suo picco plasmatico circa 15-30 giorni dopo il picco di LH, con valori tra 15 e 90 ng/mL. La durata di questa fase nella cagna gravida è di 63-65 giorni, mentre il diestro non gravidico, denominato pseudogavidanza, dura un minimo di 70 giorni, al termine dei quali la concentrazione ematica di progesterone torna ai valori basali < 1.0 ng/ml.

Questa condizione, nella cagna gravida, determina l'innescarsi del parto.

Alla decrescita del progesterone nelle fasi finali del diestro, si accompagna un aumento della prolattina, che ha la funzione di promuovere lo sviluppo della ghiandola mammaria e la secrezione di latte (Feldman & Richard W. Nelson, 2003) (Rijnberk, 2010).

In questo periodo, la recettività alla monta da parte della femmina è assente e scompaiono tutte le variazioni comportamentali caratteristiche del calore. Anche le modificazioni organiche riferibili all'estro si attenuano, con diminuzione delle dimensioni della vulva ed assenza di scolo vaginale.

Dal punto di vista citologico, in questa fase si ha una riduzione delle cellule superficiali, con incremento di quelle intermedie, presenza di neutrofili e assenza di eritrociti. Sullo sfondo possono essere presenti detriti e frammenti (Feldman & Richard W. Nelson, 2003).

-Anestro: si tratta di un periodo di inattività riproduttiva, in cui l'utero si presenta involuto e il progesterone ha concentrazioni ematiche < 1.5 ng/ml.

L'inizio di questa fase, che nell'individuo gravido coincide con il parto, non è invece facilmente distinguibile nella cagna non gravida, in quanto non ci sono differenze cliniche rilevanti rispetto al periodo precedente del ciclo.

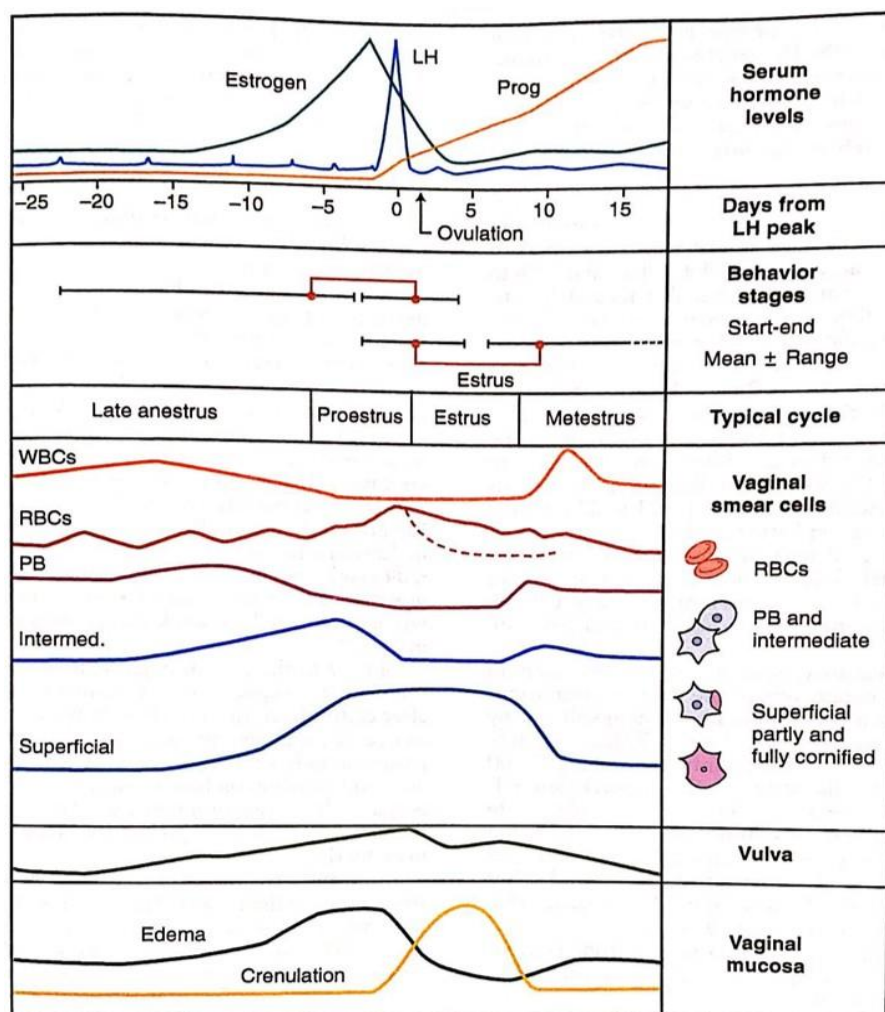


Figura 11. Riassunto dei cambiamenti endocrini, comportamentali e vulvari che si verificano

durante il ciclo estrale della cagna (Concannon, 1989)

La durata dell'anestro è molto variabile a seconda di razza, età, stato di salute, momento dell'anno e stimoli ambientali presenti.

Dal punto di vista ormonale, l'FSH è l'ormone con valori di concentrazione ematica maggiore e sono presenti secrezioni pulsatili dell'LH che diventano sempre più frequenti con l'avvicinarsi del proestro. Al termine di questo periodo di tempo anche la concentrazione di estrogeni tende ad aumentare. Tuttavia, ancora non è del tutto chiaro quale sia fattore scatenante l'inizio di un nuovo ciclo ovarico, anche se è probabile che si tratti di un insieme di complesse interazioni tra ambiente, stato fisiologico generale ed età (Feldman & Richard W. Nelson, 2003) (Rijnberk, 2010). Citologicamente, durante l'anestro sono presenti poche cellule, parabasali e intermedie (Feldman & Richard W. Nelson, 2003).

5. OBIETTIVO ED IPOTESI DELLO STUDIO SPERIMENTALE

L'obiettivo di questo studio è stato quello di valutare l'utilizzo del bisturi armonico Thunderbeat™ (Olympus) nell'ovariectomia della cagna su un gruppo congruo di animali, confrontandolo con la metodica classica, per quanto riguarda i tempi di intervento e l'emostasi ottenuta. Ancora, infatti, non è stato riportato alcun risultato sull'efficacia di questo dispositivo in chirurgia veterinaria e, in particolare, nel cane. Gli studi veterinari pubblicati riguardanti altre tipologie di bisturi armonico (ad esempio Harmonic ACE®), hanno dimostrato dei vantaggi significativi nella rapidità di intervento, nell'emostasi e nell'analgesia postoperatoria ottenuta. Tali articoli prendono in considerazione l'utilizzo dei dispositivi armonici per l'ovarioisterectomia della cagna in laparoscopia (Hancock, et al., 2005) (Austin, et al., 2003), l'ovariectomia della cavalla in laparoscopia (Düsterdieck, 2003), la lobectomia epatica (Risselada, et al., 2009), la stafiloplastica (Michelsen, 2011) e la splenectomia laparoscopica (Khalaj, et al., 2012) nel cane.

Per tanto, è stato ipotizzato che l'utilizzo del Thunderbeat™ potesse ridurre le tempistiche di esecuzione dell'ovariectomia nella cagna rispetto alla tecnica tradizionale, contestualmente mantenendo gli stessi standard di sicurezza, o addirittura migliorandoli.

6. MATERIALI E METODI

Questo studio prospettico randomizzato è stato condotto tra settembre 2019 e settembre 2021 presso l'Ospedale Didattico Veterinario dell'Università degli studi di Sassari.

6.1 Soggetti utilizzati e criteri di inclusione

Un totale di 200 cagne di proprietà è stato presentato presso l'Ospedale Didattico Veterinario con lo scopo di essere sottoposto ad ovariectomia.

Gli animali inclusi nello studio erano cagne femmine intere sopra i 6 mesi d'età, di peso compreso tra i 5 e i 25 kg, di razza e taglia differenti. Prima dell'intervento veniva firmato il Consenso Informato da parte dei proprietari e gli animali venivano sottoposti ad una visita clinica.

Per poter prendere parte allo studio dovevano risultare sani ed essere classificati come rischio anestesilogico ASA I, secondo la valutazione dell'*American Society of Anesthesiologists*.

Successivamente, venivano pesati in una bilancia veterinaria pre-calibrata e veniva assegnato un *Body Condition Score* tra 1 (cachettico) e 5 (obeso) (Impellizzeri J., et al., 2000). Le cagne con affezioni sistemiche, in gravidanza, o che al momento della laparotomia presentavano evidenti patologie, venivano escluse dallo studio. Con un software di randomizzazione statistica (*Random Number Generator, Stat Trek®*) ogni individuo era quindi assegnato in maniera casuale ad uno dei seguenti due gruppi:

- Gruppo A sottoposto ad ovariectomia con tecnica classica modificata
- Gruppo B sottoposto ad ovariectomia con utilizzo del dispositivo Thunderbeat™

6.2 Protocollo anestesilogico

I soggetti di entrambi i gruppi di studio, tenuti a digiuno di cibo da almeno 12 ore ma con accesso libero all'acqua fino a 2 ore prima dell'intervento, sono stati sottoposti ad un protocollo anestesilogico standardizzato.

Dopo aver eseguito la tricotomia della regione dell'avambraccio, veniva inserita e fissata un'ago cannula, di dimensioni adeguate alla taglia dell'animale, in corrispondenza della vena cefalica per la somministrazione dei farmaci e dei fluidi necessari ai fini della procedura.

La premedicazione è stata effettuata con *Acepromazina ev* al dosaggio di $0,25-0,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Prequillan®, A.T.I.), in combinazione con *Medetomidina Cloridrato ev* $0,5-2 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$

(Medetor®, Virbac) e *Metadone Cloridrato* ev 0,15 mg · kg⁻¹ (Semfortan®, Dechra Animal Health B.V.)

Dopo circa 5 minuti veniva somministrato per l'induzione *Propofol* ev 4 mg · kg⁻¹ (Propocure®, Boehringer Ingelheim Animal Health).

Il soggetto era quindi intubato e mantenuto in anestesia generale a ventilazione meccanica con l'utilizzo di *Desflurano* (Suprane®, Baxter) al 10% circa, con un flusso di gas freschi (FGF) in aria medica arricchita in O₂ di circa 0,5 L · min⁻¹ (FiO₂ 0,5), somministrato attraverso un vaporizzatore di precisione (Dräger Vapor View®, Dräger), calibrato e connesso ad un apparecchio d'anestesia (Fabius GS Premium®, Dräger).

Prima dell'incisione cutanea, gli animali ricevevano una terapia antibiotica con *Amoxicillina* + *Acido Clavulanico* im 15 mg · kg⁻¹ (Synulox®, Zoetis) e una terapia antinfiammatoria: *Meloxicam* ev 0,2 mg kg⁻¹ (Inflacam®, Virbac). Il monitoraggio clinico dei principali parametri fisiologici durante l'intervento era eseguito attraverso un monitor multiparametrico (Infinity Delta®, Dräger).

Per tutta la durata della procedura il volume ematico circolante era garantito attraverso la somministrazione di *soluzione fisiologica* ev 5-10 mL · kg⁻¹ · h⁻¹.

Al termine della procedura, si procedeva alla chiusura della ghiera del vaporizzatore (0%) e all'interruzione della ventilazione meccanica. Nel momento della ripresa della ventilazione spontanea, avveniva il distacco dalla macchina di anestesia e riprendeva la respirazione dell'aria ambientale.

Il soggetto era quindi estubato alla ricomparsa del riflesso di deglutizione.

Successivamente veniva rimossa l'ago cannula e si monitorava visivamente il post-operatorio sino alla dimissione del paziente.

6.3 Protocollo chirurgico

Le procedure chirurgiche sono state standardizzate ed eseguite da due chirurghi differenti, uno per il gruppo A e uno per il B, mentre il resto dei componenti dell'equipe operatoria era sempre il medesimo.

6.4 Preparazione del paziente

Una volta raggiunto un adeguato livello di sedazione del paziente, veniva effettuata la tricotomia a partire dall'appendice xifoidea dello sterno fino alla regione del pube, allargandosi



Figura 12. Disposizione del paziente sul tavolo operatorio

ateralmente fino al limite inferiore della regione dorsale. Il soggetto era quindi posizionato in decubito dorsale sul tavolo operatorio con i soli arti anteriori fissati mediante lacci (*Figura 12*). Il campo veniva dunque preparato in maniera asettica effettuando lo scrub chirurgico *lege artis*, mediante l'utilizzo alternato di Alcool e Iodopovidone al 10% (Betadine®, Meda Pharma S.p.A).

6.5 Strumentario Chirurgico

Per gli interventi è stato utilizzato un kit standard di chirurgia generale per tessuti molli (*Figura 13*), comprendente:

- ✓ Teli chirurgici sterili monouso
 - ✓ Pinze Backhaus fissateli
 - ✓ Lama di bisturi n°23, montate su manico n°4
 - ✓ Forbici di Metzembaum curve
 - ✓ Forbici di Mayo
 - ✓ Forbici standard
 - ✓ 2 Pinze peritoneali di Allis
 - ✓ 2 Pinze Adson-Brown vascolari
 - ✓ 4 Pinze emostatiche mini-Klemmer curve e rette
 - ✓ 1 pinza emostatica Klemmer
 - ✓ Porta-aghi di Mayo-Hegar
 - ✓ 2 Garze sterili
 - ✓ Filo di sutura riassorbibile monofilamento in Polidiossane con ago triangolare
- 3/8 USP 3.0/2.0/0 a seconda della taglia del soggetto.



Figura 13. Strumentario Chirurgico utilizzato.

Nel gruppo B dello studio era utilizzata la pinza Thunderbeat TM Open Extended Jaw. Quest'ultima veniva agganciata al trasduttore come mostrato in Figura 14 A e 14 B.



Figura 14 A. Modalità di inserimento del trasduttore nel manipolo (TB reference guide, Olympus).

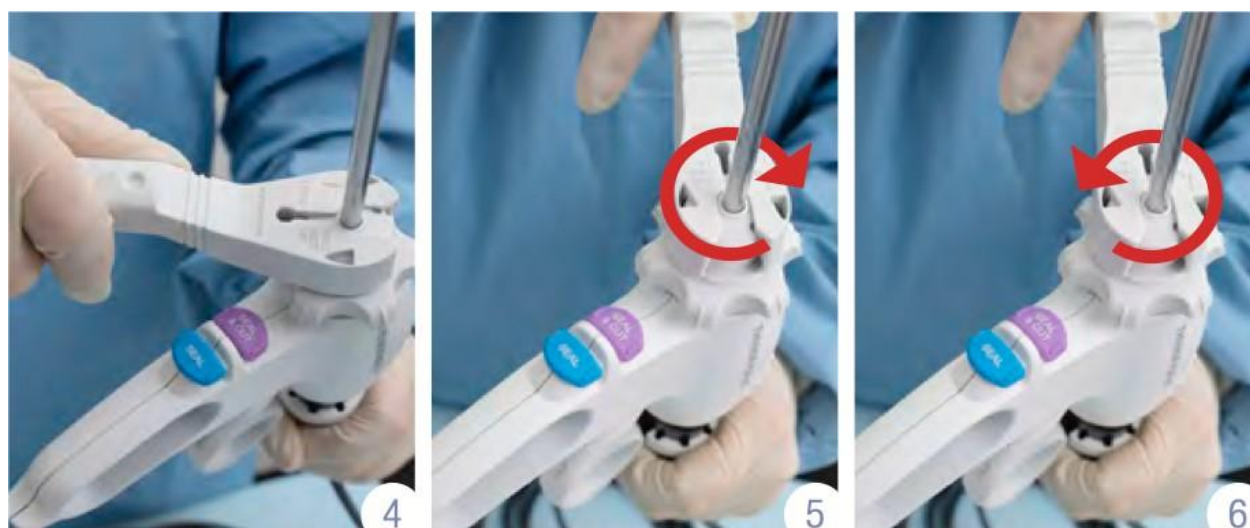


Figura 14 B. Modalità di inserimento del trasduttore nel manipolo (TB reference guide, Olympus).

Successivamente si collegava il trasduttore al generatore USG 400 ed entrambi i generatori venivano accesi, impostando una potenza di tre per la modalità Seal e di uno per il Seal & Cut.

6.6 Tecniche Chirurgiche

Una volta delimitato il campo operatorio mediante le pinze Backhaus, si identificava la cicatrice ombelicale e si eseguiva circa 1 cm al di sotto di essa, mediante lama di bisturi, un'incisione di

cm attraverso la cute e i tessuti sottocutanei, per esporre la linea alba.

Eseguita quindi la celiotomia mediante l'utilizzo delle forbici di Metzembaum curve, si visualizzava la cavità addominale.

Una volta elevata la parete addominale di destra mediante pinza peritoneale di Allis, il corno uterino destro era identificato con l'utilizzo del dito indice. Seguendo il suo decorso si arrivava quindi a ritrovare l'ovaio destro, situato di qualche cm caudale al rene.

A questo punto, si apponeva una pinza emostatica Klemmer curva in corrispondenza del legamento proprio dell'ovaio che veniva delicatamente sollevato.

Il legamento sospensore era rotto per digitoclasia nel punto più craniale possibile (vicino al rene) e l'organo era dunque esteriorizzato.

La procedura continuava poi in maniera differente nei due gruppi di studio:

- Gruppo A: Ovariectomia in tecnica classica modificata con utilizzo di sutura

In questi soggetti dopo aver praticato con la portagli di Mayo, un foro nel legamento largo, era applicata una prima legatura in corrispondenza del peduncolo ovarico, accerchiante l'arteria ovarica, e una seconda di poco distale alla pinza Klemmer.

A questo punto, si recideva mediante forbici di Metzembaum il tessuto compreso tra le due legature, completando l'asportazione dell'ovaio.

- Gruppo B: Ovariectomia con l'utilizzo del Thunderbeat TM

In questo caso veniva utilizzata la sola pinza Thunderbeat TM Open Extended Jaw, localizzata a partire dal peduncolo ovarico, risalendo verso la tuba omolaterale, senza praticare alcun foro nel legamento largo uterino (Figura 15).

Si azionava quindi la modalità Seal & Cut per ottenere contemporaneamente la coagulazione dei vasi e il taglio del tessuto, completando l'asportazione totale dell'organo.

Qualora fosse presente sanguinamento, con la sola modalità Seal, si procedeva nell'interromperlo.

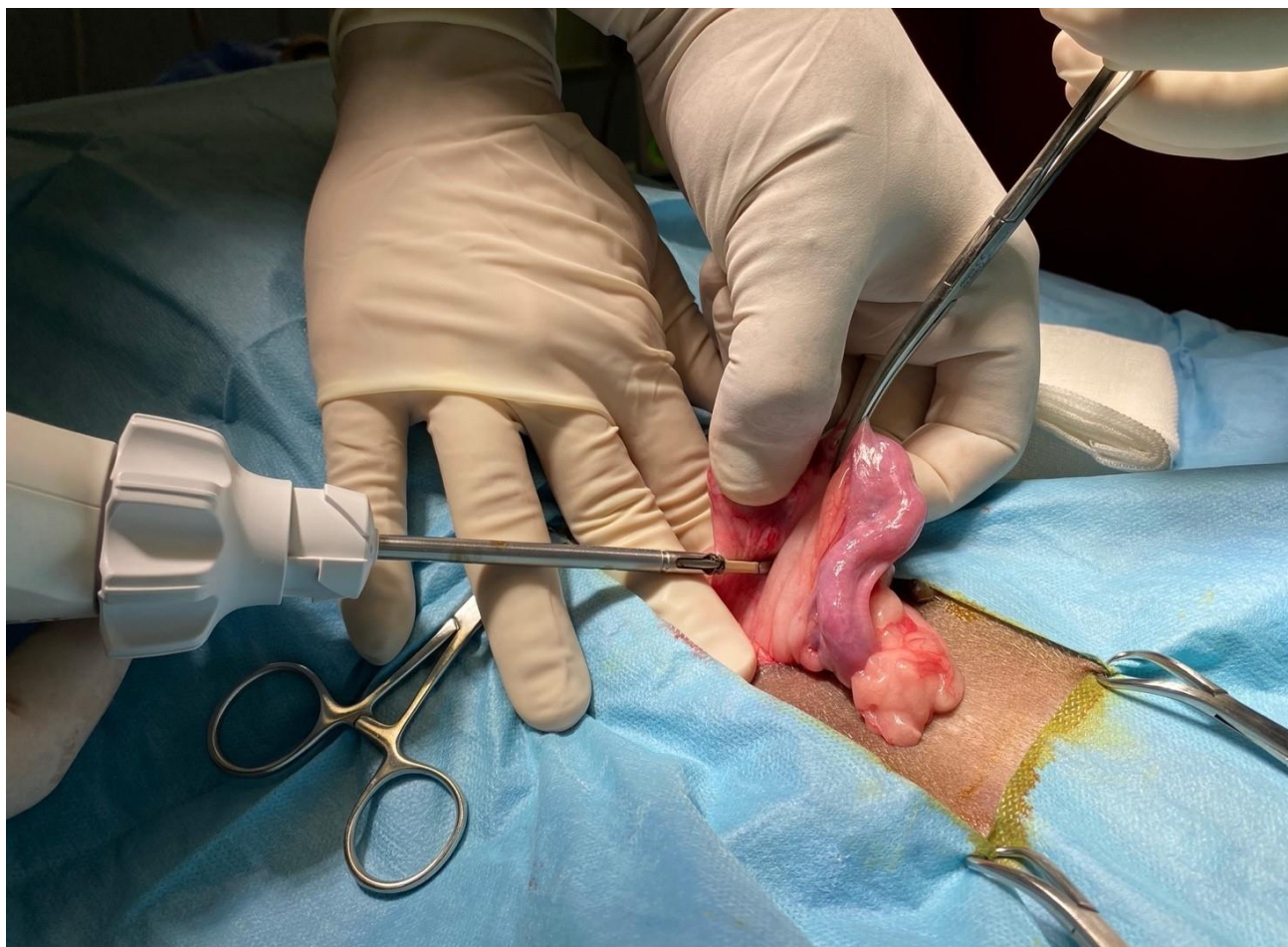


Figura 15. Posizionamento della pinza Thunderbeat™ Open Extended Jaw a livello del peduncolo ovarico

Successivamente, in entrambi i gruppi, una volta seguito il decorso del corno uterino destro fino alla biforcazione, venivano individuati il corno uterino e l'ovaio di sinistra per procedere con la medesima tecnica utilizzata nell'organo controlaterale.

Dopo aver nuovamente controllato l'eventuale presenza di sanguinamento, si chiudeva la cavità addominale, praticando nella fascia muscolare una sutura continua semplice, una a sopraggitto nel sottocute e infine, nella cute, una sutura continua intradermica.

Il filo chirurgico utilizzato era un monofilamento riassorbibile in Polidossanone (PDO) con ago triangolare 3/8 USP 3.0/2.0/0 a seconda della taglia del cane.

6.7 Misurazioni effettuate

Il tempo totale di chirurgia è stato misurato a partire dalla prima incisione fino all'apposizione dell'ultimo punto di sutura.

Inoltre, con il fine di standardizzare il più possibile la procedura, è stato registrato il tempo impiegato da ognuno dei due chirurghi per il ritrovamento di ciascun ovaio: a partire da quando si iniziava la ricerca con il dito indice fino alla presa, mediante pinza emostatica Klemmer, del legamento proprio ovarico.

La quantità di tessuto adiposo presente sul peduncolo è stata valutata sempre dallo stesso operatore, esterno alla chirurgia, attribuendovi un punteggio da 1 a 3 (Tabella 1) (M. Öhlund, et al., 2011).

Il fine della misurazione di questo parametro era di correlarlo all'emostasi ottenuta, dal momento che una quantità maggiore di tessuto adiposo presenta anche una maggior vascolarizzazione.

Quindi, è stato registrato il tempo di taglio di ciascun ovaio:

- Nel gruppo A dal momento in cui si praticava il foro nel legamento largo fino alla completa rimozione dell'ovaio, successiva alla doppia legatura.
- Nel gruppo B il cronometro veniva azionato al momento di apposizione del bisturi armonico in corrispondenza del peduncolo ed interrotto al distacco completo dell'organo.

Veniva inoltre attribuito, dallo stesso operatore citato in precedenza, un punteggio da 1 a 5 per il grado emostasi ottenuto (Tabella 2) (Milsom, et al., 2012).

SCORE	ADIPOSITÀ PEDUNCOLO OVARICO
1	Bassa adiposità del peduncolo
2	Moderata adiposità del peduncolo
3	Elevata adiposità del peduncolo

Tabella 1. Score utilizzato per misurare l'adiposità del peduncolo ovarico (M. Öhlund, et al., 2011)

SCORE	EMOSTASI OTTENUTA
1	Nessuna emostasi ottenuta, necessità di ripetere le legature
2	Abbondante sanguinamento, necessità di utilizzare pinze emostatiche
3	Moderato sanguinamento, necessità di utilizzare modalità Seal o tamponare con garza
4	Lieve sanguinamento, nessuna necessità di intervento
5	Nessun sanguinamento, massimo grado di emostasi

Tabella 2. Score utilizzato per valutare l'emostasi ottenuta (Milsom, et al., 2012)

6.8 Analisi statistica

Tutti i dati rilevati in corso di studio nelle specifiche fasi, sono stati registrati e trascritti su due distinti fogli elettronici precedentemente preparati (Excel, Microsoft Office). Dai dati sono state estratte due corti omogenee di 10 soggetti per ognuno dei due gruppi. Per stimare ex ante la numerosità del campione necessaria per riscontrare una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi è stata effettuata la “*Power Analysis*” utilizzando il software G*Power 3.1.9.4.

Sono stati calcolati anche i seguenti dati:

- L’effect size, cioè la differenza (standardizzata) tra le medie dei due gruppi;
- La deviazione standard con lo stesso valore di σ per ciascun gruppo;
- α , cioè il livello di significatività. Quest’ultimo è stato settato inizialmente ad un valore di 0,05 e, successivamente, per stimare il numero di casi necessari per ottenere una maggiore significatività, α è stata posta ad un valore di 0,01 ;
- β (cioè la potenza), la probabilità di accettare l’ipotesi nulla quando è falsa (anche in questo caso, con due diversi settaggi: 0.95 e 0,99);
- il rapporto tra le dimensioni dei due gruppi. È stata accettata la massima potenza (statistica) mantenendo i due gruppi di medesima numerosità ($N1/N2 = 1$).

In seguito, verificata la normale distribuzione dei valori registrati mediante il test Shapiro-Wilk, i dati parametrici sono stati presentati come media (mean) $\pm$ deviazione standard (SD) e confrontati statisticamente mediante ANOVA ad una via (Student-t-test, 2 matrici, a 2 code, tipo 2) con $p < 0,05$ considerato statisticamente significativo. Considerate due variabili indipendenti, è stato effettuato per ogni quesito il test t a campioni indipendenti per l’eguaglianza delle medie; un valore di pvalue 0,05 è stato considerato statisticamente significativo. Per i dati non parametrici i valori sono stati presentati come mediana con intervallo interquartile (median; IQR) e analizzati con test di Mann-Whitney per campioni indipendenti, e di Wilcoxon per campioni non indipendenti, sempre considerando $p < 0,05$ statisticamente significativo. I dati sono stati analizzati con 2 software statistici: Stata16® (StataCorp LLC) e R 4.1.2. Infine, La

correlazione tra le variabili è stata effettuata mediante il “*Coefficiente di correlazione lineare R di Pearson*”. Questa correlazione è stata ulteriormente utilizzata per determinare la relazione lineare tra le due variabili continue

Statistiche descrittive

	N	Minimo	Massimo	Media	Deviazione std.
THUNDERBEAT	183	298	780	493,94	77,648
CLASSICA	157	397,00	969,00	681,7516	152,75901
Numero di casi validi (listwise)	157				

Statistiche campione singolo

	N	Media	Deviazione std.	Errore standard della media
THUNDERBEAT	183	493,94	77,648	6,139
CLASSICA	157	681,7516	152,75901	12,19150

Test a campione singolo

Valore di test = 0

	t	gl	Significatività P		Differenza della media	Intervallo di confidenza della differenza di 95%
			unilaterale	P bilaterale		Inferiore
THUNDERBEAT	80,464	159	<,001	<,001	493,938	481,81
CLASSICA	55,920	156	<,001	<,001	681,75159	657,6699

Test a campione singolo

Valore di test = 0

Intervallo di confidenza della
differenza di 95%

Superiore

THUNDERBEAT	506,06
CLASSICA	705,8333

Statistiche descrittive

	N	Minimo	Massimo	Media	Deviazione std.
OVARIODXT	183	4,00	53,00	19,0750	8,57930
OVARIODXC	157	10,00	205,00	87,5287	28,56674
OVARIOSNT	183	,00	87,00	18,7625	11,86109
OVARIOSNC	157	20,00	218,00	81,3121	28,98029
Numero di casi validi (listwise)	157				

Statistiche campione singolo

	N	Media	Deviazione std.	Errore standard della media
OVARIODXT	183	19,0750	8,57930	0,67825
OVARIODXC	157	87,5287	28,56674	2,27987

Test a campione singolo

Valore di test = 0

t	gl	Significatività	Differenza della media	Intervallo di confidenza della differenza di 95%
---	----	-----------------	---------------------------	--

			P unilaterale	P bilaterale		Inferiore
OVARIODX T	28,124	182	<,001	<,001	19,07500	17,7355
OVARIODX C	38,392	156	<,001	<,001	87,52866	83,0253

Test a campione singolo

Valore di test = 0

Intervallo di confidenza
della differenza di 95%

	Superiore
OVARIODXT	20,4145
OVARIODXC	92,0321

Statistiche campione singolo

	N	Media	Deviazione std.	Errore standard della media
OVARIOSNT	160	18,7625	11,86109	,93770
OVARIOSNC	157	81,3121	28,98029	2,31288

Test a campione singolo

Valore di test = 0

				Intervallo di confidenza della differenza di 95%
t	gl	Significatività	Differenza della media	

			P unilaterale	P bilaterale		Inferiore
OVARIOSNT	20,009	182	<,001	<,001	18,76250	16,9105
OVARIOSNC	35,156	156	<,001	<,001	81,31210	76,7435

Test a campione singolo

Valore di test = 0

Intervallo di confidenza della
differenza di 95%

Superiore

OVARIOSNT	20,6145
-----------	---------

	Chirurgia		Ovaio dx		Ovaio sn		Peso		Età	Score adiposità		Emostasi		
	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C
media	493,9375	681,7516	19,075	87,28205	18,7625	81,3121	16,20875	14,03567	15,05096	34,63694	2,4125	2,242038	4,90625	3,452229
dev.st	77,64787	152,759	8,579301	28,49059	11,86109	28,98029	11,6667	7,652811	11,68924	26,62998	0,565101	0,581789	0,368524	1,03432
mediana	492	695	18	84	16	80	15	15	12	24	2	2	5	4

Correlazioni di Pearson	
Correlazione P tra chirurgia C e peso C	0,158872
Correlazione P tra chirurgia T e peso T	0,103892
Correlazione P tra chirurgia C e età C	-0,17802
Correlazione P tra chirurgia T e età T	-0,04332
Correlazione P tra chirurgia C e adiposità C	-0,13362
Correlazione P tra chirurgia T e adiposità T	0,089028
Correlazione P tra chirurgia C e emostasi C	-0,04109
Correlazione P tra chirurgia T e emostasi T	0,154547

Correlazione P tra adiposità T ed emostasi T	0,035863
Correlazione P tra adiposità C ed emostasi C	-0,7247

7 Risultati

Al termine di questo studio, su un totale di 200 animali, 100 soggetti sono stati ovariectomizzati con la tecnica classica (gruppo A), 100 invece con l'utilizzo della pinza Thunderbeat™ Open Extended Jaw (gruppo B).

I dati analizzati sono risultati significativamente rilevanti, con una Potenza Statistica del 99% e $p\text{ value} = 0,0000017$ per quanto riguarda i tempi totali di chirurgia, $p\text{ value} = 0,00000$ per quelli parziali di taglio delle ovaie.

Innanzitutto, è presente una distribuzione uniforme tra i due gruppi, sia per il peso che per l'età degli animali: infatti, la media del peso si aggira intorno ai 13.75 ± 6.60 kg nel gruppo A e 14.43 ± 6.28 kg nel gruppo B (Grafico 1).

L'età media è rispettivamente di 14.81 ± 6.31 mesi e di 15.12 ± 4.75 mesi (Grafico 2).

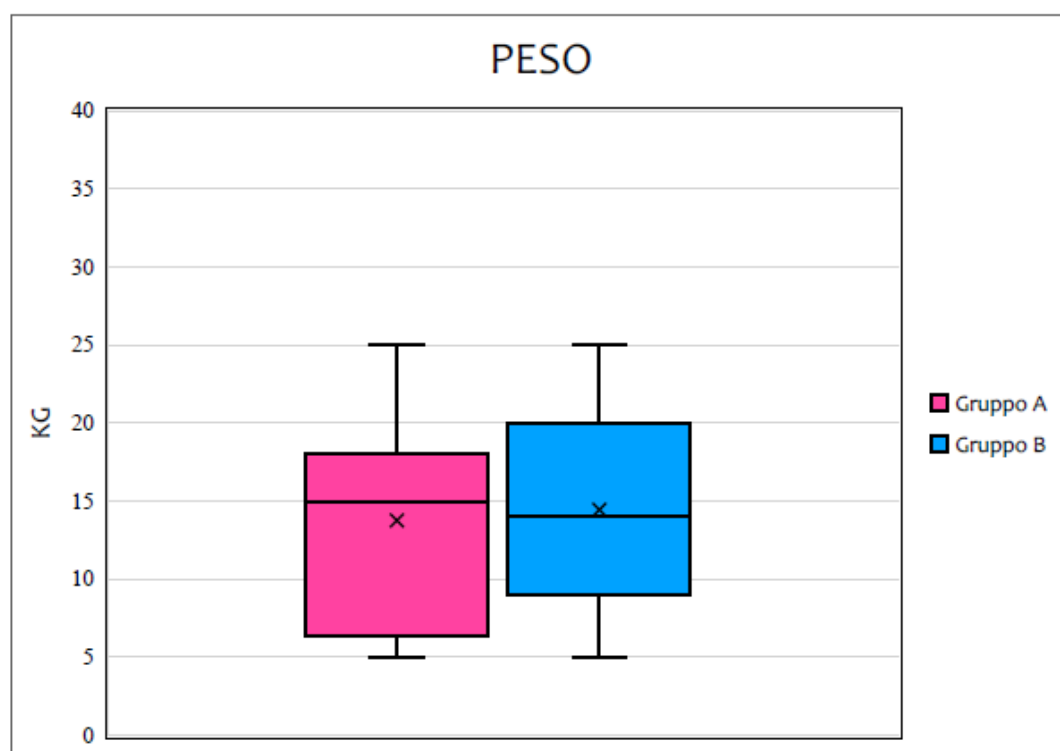


Grafico 1. Peso dei soggetti appartenenti ai due gruppi. La croce indica il valore di media.

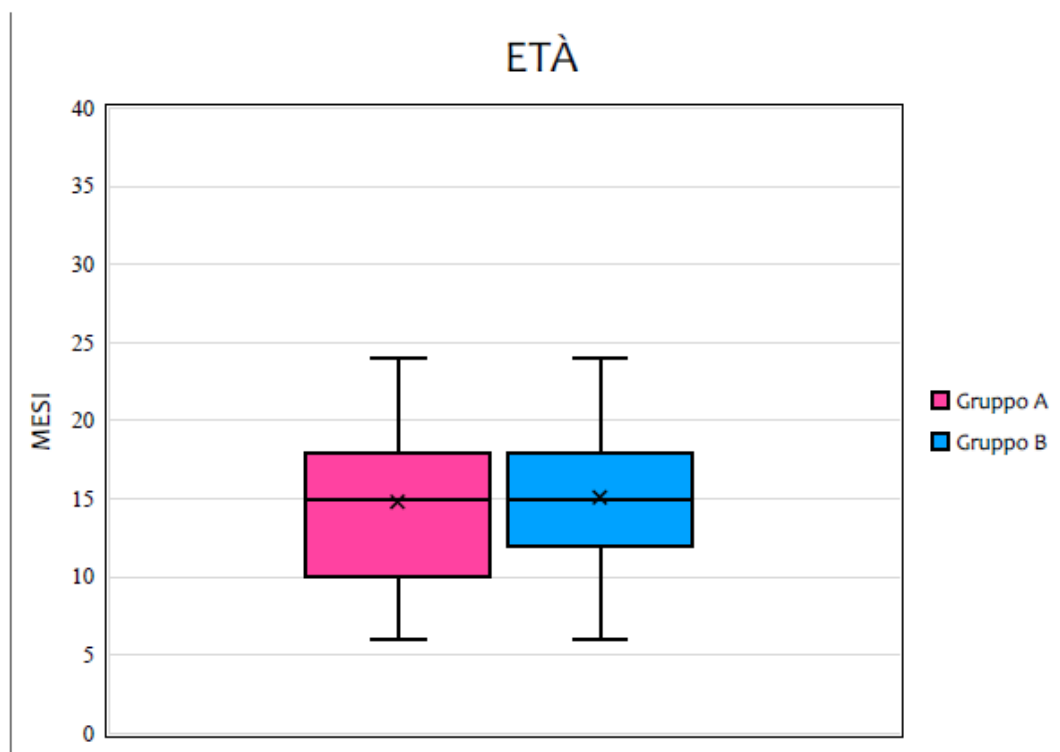


Grafico 2. Età dei soggetti appartenenti ai due gruppi. La croce indica il valore di media.

Anche il Body Condition Score è risultato quasi identico, aggirandosi intorno al valore mediano di **3** (IQR 3-3) in entrambi i gruppi.

Per quanto riguarda i risultati ottenuti sui tempi di chirurgia, al fine di minimizzare l'errore dato dalla diversità dei primi operatori, sono stati esclusi tutti i casi in cui la ricerca dell'ovaio discostava dall'intervallo di tempo 00'20" - 00'30".

Così facendo, le medie dei tempi di ricerca delle ovaie sono risultate pressoché sovrapponibili tra i due diversi gruppi: a destra nel gruppo A **00' 23" ± 00' 16"**, nel gruppo B **00' 29" ± 00' 22"**, a sinistra rispettivamente **00' 27" ± 00' 31"** e **00' 24" ± 00' 22"**.

Nella sua totalità l'intervento chirurgico del gruppo A ha avuto una durata media di **10' 57" ± 02' 34"**, mentre nel gruppo B di **08' 01" ± 00' 57"** (*Grafico 3*).

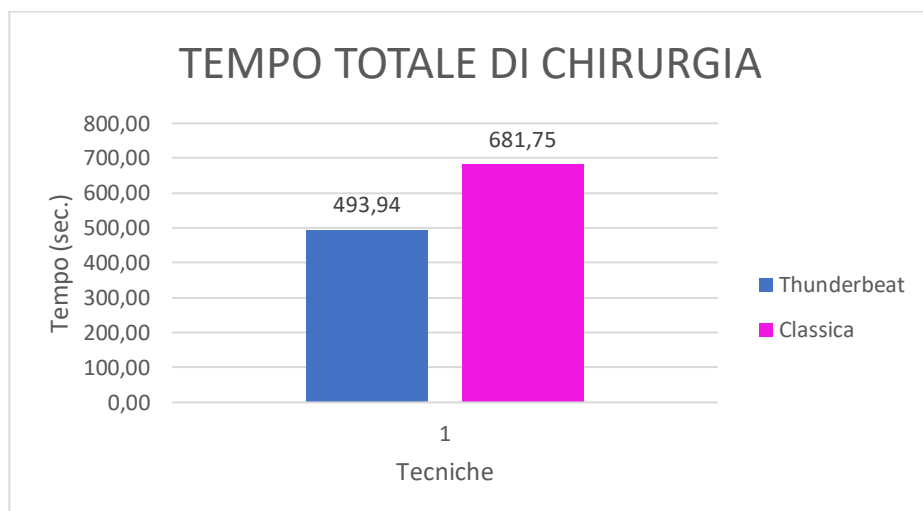


Grafico 3. Media e deviazione standard del tempo totale di chirurgia nei due gruppi

Per quanto riguarda i tempi di taglio dell'ovaio, nel gruppo A quello di destra è stato rimosso in un tempo medio di **1' 17" ± 00' 23"** (*Grafico 4*), quello di sinistra in **1' 12" ± 00' 21"** (*Grafico 5*). Nel gruppo B invece per l'asportazione dell'ovaio di destra sono stati impiegati mediamente **00' 17" ± 00' 07"** (*Grafico 4*) e per quello di sinistra **00' 17" ± 00' 08"** (*Grafico 5*).

L'adiposità del peduncolo ovarico è risultata normalmente distribuita in entrambi i gruppi, con un valore mediano di **2** (IQR 3-2).

L'emostasi ottenuta con la metodica classica di ovariectomia ha riportato uno score mediano di **3,5** (IQR 4-2) mentre con l'utilizzo del Thunderbeat™ di **5** (IQR 5-5).

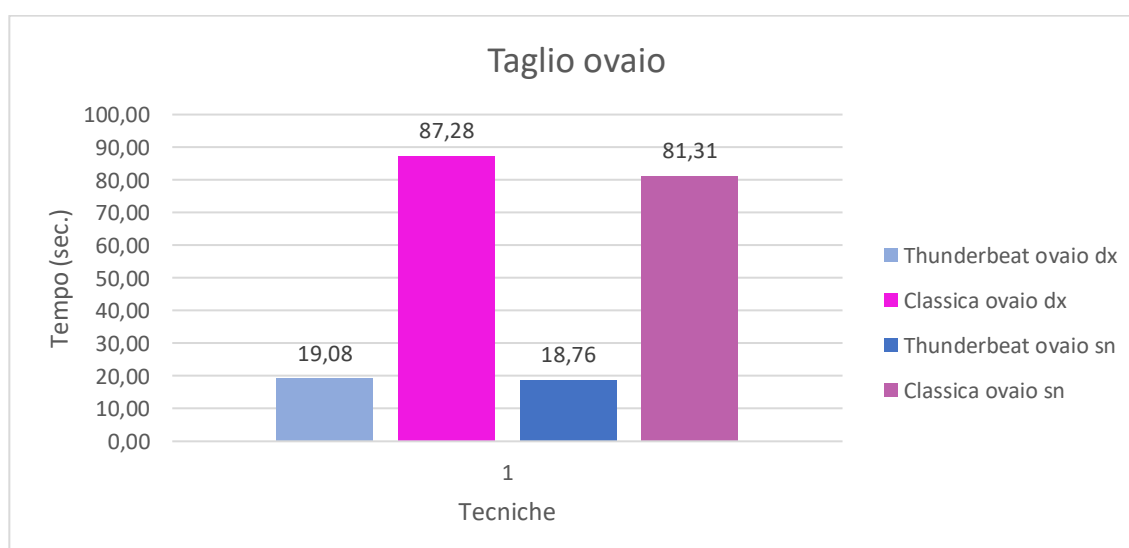


Grafico 4. Media e deviazione standard del tempo parziale di taglio dell'ovaio destro e sinistro nei due gruppi

La correlazione tra il grado di adiposità del peduncolo ovarico e lo score di emostasi è risultata pari a $-0,75$ nel primo gruppo, $0,05$ nel secondo (*Grafico 6*).

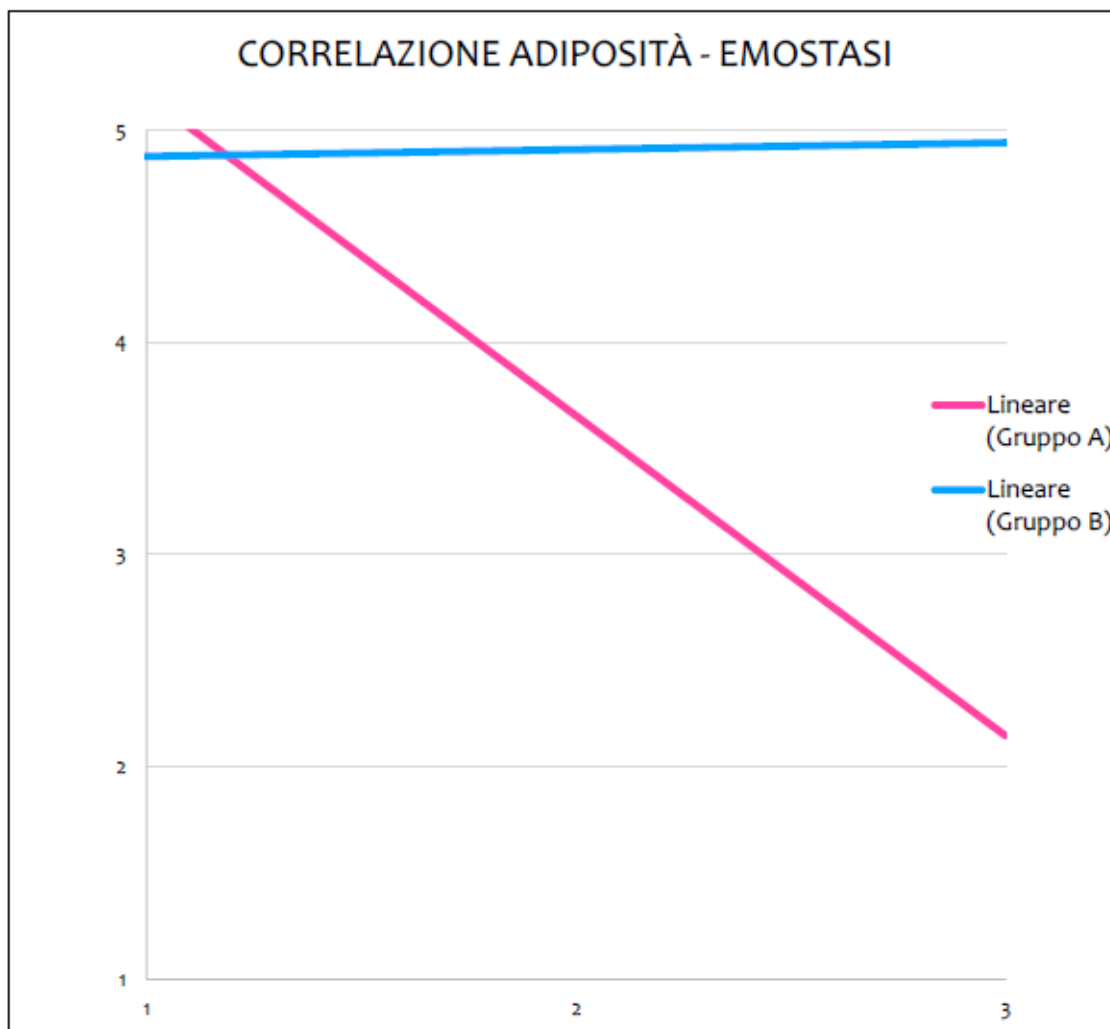


Grafico 5. Sull'asse x il grado di adiposità del peduncolo ovarico, sull'asse y lo score di emostasi ottenuta nei due gruppi. La linea di tendenza lineare indica la correlazione tra i due score.

Gli interventi chirurgici si sono svolti regolarmente in entrambi i gruppi di animali, senza alcun inconveniente correlabile all'anestesia. Inoltre, in nessun caso sono state riscontrate complicanze post-operatorie riferite da parte dei proprietari.

	GRUPPO A Tecnica Classica	GRUPPO B Tecnica con utilizzo del Thunderbeat TM
Età (Mesi)	14.81 ± 6.31	15.12 ± 4.75
Peso (kg)	13.75 ± 6.60	14.43 ± 6.28
BCS	3 (3-3)	3 (3-3)
T Totale Chirurgia	10' 57" ± 02' 34"	08' 01" ± 00' 57"
T Ricerca Ovaio Dx	00' 23" ± 00' 16"	00' 29" ± 00' 22"
T Taglio Ovaio Dx	1' 17" ± 00' 23"	00' 17" ± 00' 07"
T Ricerca Ovaio Sx	00' 27" ± 00' 31"	00' 24" ± 00' 22"
T Taglio Ovaio Sx	1' 12" ± 00' 21"	00' 17" ± 00' 08"
Score Adiposità Peduncolo Ovarico	2 (3-2)	2 (3-2)
Score Emostasi Ottenuta	3,5 (4-2)	5 (5-5)
Correlazione Adiposità- Emostasi	- 0,75	0,05

Tabella 3. Media ± SD ottenute dalle misurazioni effettuate nei due gruppi. Per gli score viene invece riportata la mediana e l'intervallo interquartile (IQR).

8. DISCUSSIONE

L'obiettivo principale del presente lavoro era quello di testare la sicurezza e l'efficacia del bisturi armonico Thunderbeat TM nell'ovariectomia elettiva della cagna, su un numero sufficientemente congruo di soggetti. Per fare questo, abbiamo comparato l'utilizzo del

dispositivo con la tecnica classica modificata, senza pinze, utilizzata routinariamente nel nostro Ospedale Didattico Veterinario.

Sulla base dei risultati ottenuti, si può confermare con certezza quanto già osservato in medicina umana in merito alla riduzione delle tempistiche di intervento (Milsom, et al., 2012) (Aryal, et al., 2018) (Fagotti, et al., 2013): infatti, anche sulla cagna, abbiamo constatato una differenza importante e statisticamente significativa ($p < 0,001$), pari a $2' 56'' \pm 1' 37''$, nei tempi totali di chirurgia.

Dai parziali che sono stati misurati, risulta chiaro come questa divergenza derivi principalmente dalla tecnica chirurgica utilizzata nei due diversi gruppi: infatti, la differenza tra i tempi di taglio delle ovaie è risultata a destra di $1' 00'' \pm 00' 16''$ e a sinistra di $00' 55'' \pm 00' 13''$, con una significatività molto rilevante ($p < 0,000$).

Grazie alla standardizzazione nei passaggi comuni, la ricerca delle corna uterine ha impegnato gli operatori per un arco di tempo praticamente sovrapponibile (gruppo A a destra $00' 23'' \pm 00' 16''$, a sinistra $00' 27'' \pm 00' 31''$, gruppo B a destra $00' 29'' \pm 00' 22''$, a sinistra $00' 24'' \pm 00' 22''$), così come la tecnica di sutura, dal momento che su tutti gli animali è stata utilizzata la stessa modalità di chiusura della breccia chirurgica. Per tanto, è possibile affermare che tali manualità non hanno influito significativamente sul tempo totale di chirurgia ($p = 0,98$).

La riduzione dei tempi chirurgici, a parità di efficacia e sicurezza, rappresenta un innegabile vantaggio per la clinica, consentendo l'effettuazione di più procedure chirurgiche in una sessione operatoria e assicurando, quindi, una maggiore efficienza della struttura.

Un discorso a parte merita la correlazione tra il grado di adiposità del peduncolo ovarico e lo score di emostasi ottenuto che ha evidenziato, nel caso di esecuzione della metodica classica, un valore negativo vicino al -1, emblematico del fatto che, all'aumentare della quantità di tessuto adiposo presente, il grado di emostasi garantito dalla doppia legatura diminuisce, comportando un maggior rischio di sanguinamento e un più attento monitoraggio ex post della legatura.

Nel gruppo Thunderbeat™ invece, la correlazione è risultata quasi nulla, poiché vicina allo 0; ciò, oltre confermare ulteriormente l'efficacia del dispositivo, che permette di ottenere il medesimo grado di emostasi indipendentemente dall'adiposità del tessuto sul quale viene utilizzato, ne dimostra anche la grande affidabilità e sicurezza (Figura 16).

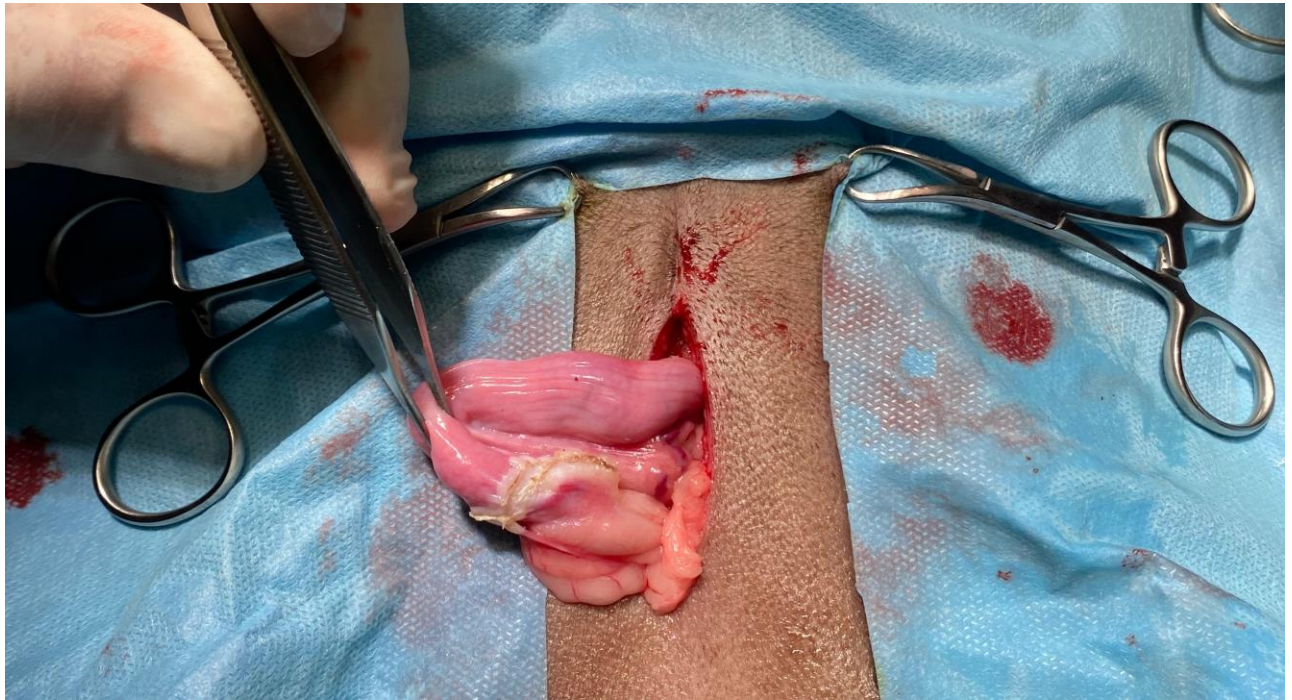


Figura 16. Grado 5 di emostasi ottenuto nel gruppo B dopo la rimozione di un ovaio con score di adiposità 3.

Inoltre, è possibile affermare che, non essendo stata notata in nessun gruppo di animali una correlazione statisticamente significativa ($p > 0,05$) tra i tempi d'intervento e l'emostasi con l'età, il peso o il BCS delle cagne, la performance del bisturi armonico Thunderbeat™ non risente delle variegate differenze intraspecifiche correlate ai fattori appena citati.

In aggiunta, sebbene non misurato specificatamente in questo studio, è importante osservare che, effettuando la tecnica classica, è necessario applicare una maggiore trazione del peduncolo ovarico per permettere l'esteriorizzazione della borsa ovarica e contestualmente ottenere una legatura efficace. Con l'utilizzo del bisturi armonico invece, la resezione, che avviene a partire dal peduncolo per poi risalire verso la tuba omolaterale; richiede una trazione decisamente inferiore e, come dimostrato con le misurazioni, per un tempo significativamente ridotto.

Tale differenza comporta, con la tecnica classica, una maggiore e prolungata stimolazione nocicettiva viscerale durante la legatura, che si traduce in un'amplificazione dello stimolo algico (Firth & Haldane SL, 1999).

Per altro, sarebbe vantaggioso in futuro andare ad indagare quanto l'utilizzo di questa tecnologia influisca sul dolore e sullo stress post-operatorio dell'animale, misurando per esempio il livello

di cortisolo sierico prima e dopo diversi di intervalli di tempo dall'intervento, o attraverso il dosaggio delle proteine da shock termico e altri mediatori dell'inflammazione.

L'apparente limite principale di questo studio è rappresentato dal fatto che un chirurgo ha effettuato la tecnica classica e un altro quella con il Thundebeat™; tale limite in realtà è stato superato ed è diventato un vantaggio, in quanto i due chirurghi non erano consapevoli del fatto che si stesse svolgendo uno studio riguardo la tecnica chirurgica, ma erano convinti che le misurazioni venissero eseguite esclusivamente sul prelievo di materiale germinale, garantendo pertanto uno standard procedurale molto vicino al sistema in "Doppio Cieco".

Approfondimento ulteriore merita la valutazione economica della singola procedura, che sembra scoraggiare l'utilizzo del bisturi armonico routinariamente. È un dato incontrovertibile che l'acquisto del Thunderbeat™ sia decisamente sconveniente, essendo il manipolo venduto come monouso in medicina umana. Nel presente lavoro, tuttavia, i manipoli utilizzati sono stati solamente due (a differenza di quanto avviene in umana), previo accurato lavaggio, decontaminazione e sterilizzazione a freddo. Infatti, sono stati eseguiti 50 interventi col medesimo standard qualitativo e senza complicazioni, prima di dover sostituire il dispositivo.

Ulteriore indagine futura potrebbe essere un attento monitoraggio del follow up nel lungo periodo per indagare la presenza di eventuali complicanze postoperatorie legate al danno termico, seppur limitato. Tale valutazione, a nostro parere, dovrà iniziare da una misura della sicurezza di questo strumento dal punto di vista della dispersione termica su preparati istologici ottenuti dalle parti asportate.

In conclusione, grazie al numero elevato di soggetti arruolati nel presente lavoro, possiamo affermare, con un forte grado di certezza, che l'utilizzo del bisturi armonico per la sterilizzazione chirurgica elettiva delle cagne in buona salute, si sia dimostrato altrettanto efficace e sicuro rispetto alla tecnica classica, e decisamente superiore a questa per quanto riguarda la tempistica, garantendo al contempo una migliore affidabilità emostatica e una ripetibilità della procedura in soggetti con maggiore adiposità a livello periviscerale.

STUDIO 2

RIASSUNTO

Obiettivo: comparazione tra l'utilizzo del bisturi armonico thunderbeat[®] (Olympus) e la metodica classica nell'ovariectomia della gatta, con particolare riferimento ai tempi di chirurgia.

Materiali e Metodi: sono state incluse nello studio 95 gatte.

Di queste, 47 sono state ovariectomizzate con l'utilizzo della metodica classica mediante doppia legatura con filo di sutura (Gruppo A), 48 sono state ovariectomizzate con l'utilizzo del bisturi armonico Thunderbeat (Gruppo B). Durante la chirurgia è stato misurato il tempo totale di intervento, il tempo di ricerca e quello di taglio dell'ovaio destro e sinistro.

Risultati: La media dell'età, del peso e del BCS dei soggetti è risultata normalmente distribuita in entrambi i gruppi.

I valori ottenuti hanno dimostrato una maggiore rapidità di intervento nel gruppo B con una media sul tempo della chirurgia totale di $6' 33'' \pm 1' 29''$, una media sui tempi parziali di taglio dell'ovaio destro di $6'' \pm 2''$ ed una media del taglio dell'ovaio sinistro di $7'' \pm 2''$.

Nel gruppo A, invece, è stata ottenuta una media sul tempo della chirurgia totale di $8' 24'' \pm 1' 35''$, una media sui tempi parziali di taglio dell'ovaio destro di $35'' \pm 10''$ ed una media del taglio dell'ovaio sinistro di $38'' \pm 12''$.

I tempi sono risultati più bassi in maniera statisticamente significativa ($p < 0,001$) sia sul tempo di chirurgia totale, sia sui tempi parziali di taglio delle ovaie. Il tempo di chirurgia non veniva influenzato significativamente dall'età, il BCS e il peso dei soggetti.

Conclusioni: l'utilizzo del bisturi armonico, thunderbeat, garantisce una maggiore rapidità di intervento rispetto alla metodica classica dell'ovariectomia della gatta.

Inoltre, le performance non vengono influenzate da peso, età e BCS.

9. ANATOMIA DELL'APPARATO RIPRODUTTORE NELLA GATTA

L'apparato riproduttore della gatta comprende le ovaie, le tube, l'utero, la vagina e la vulva.

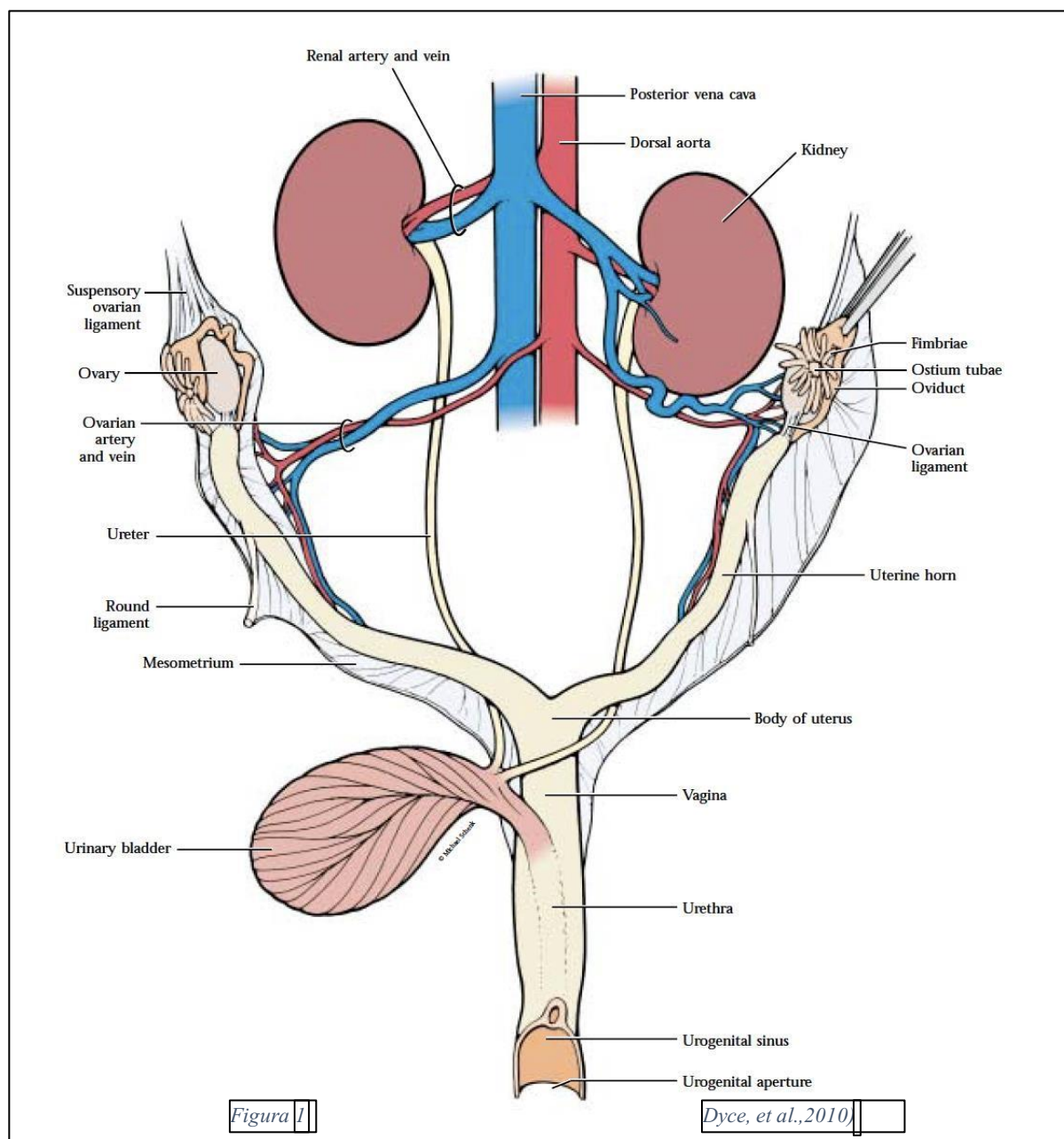


Figura 16. Anatomia dell'apparato genitale della gatta

9.1 Ovaio

L'ovaio rappresenta la gonade femminile, è un organo pari situato nella regione lombare ventralmente a L3-L4 e alloggiato dentro una sacca peritoneale che prende il nome di borsa ovarica; esplica principalmente due funzioni: gametogena ed endocrina.

Ogni ovaio è situato a breve distanza dal polo caudale del rene corrispondente, la gonade sinistra si trova a circa 1 cm e risulta dorsale rispetto al colon discendente e laterale alla milza, quella di destra è più craniale, a circa 2-3 cm e risulta dorsale al tratto discendente del duodeno e al pancreas.

L'aspetto macroscopico e quello istologico dell'ovaio variano in funzione della fase del ciclo estrale e dell'età. In una gatta adulta è lungo circa 8-10 mm e alto 56 mm.

In ciascun ovaio si distinguono due facce (mediale e laterale), due margini (margine mesovarico e margine libero) e due estremità (tubarica e uterina).

Il margine mesovarico è dorsale e dà attacco al mesovario. Esso, corrisponde alla parte craniale del legamento largo; dopo aver preso inserzione sul margine mesovarico dell'ovaio, si porta dall'estremità uterina dell'ovaio all'apice del corno uterino corrispondente dove continua con il mesometrio.

Nel mesovario sono riconoscibili due porzioni: il mesovario distale, che forma una delle pareti della borsa ovarica, e il mesovario prossimale, che va dalla borsa ovarica alla regione sotto lombare.

Il margine libero dell'ovaio è invece ventrale ed è mantenuto in situ dal legamento sospensore dell'ovaio.

Nella estremità uterina, l'ovaio si presenta in connessione con l'utero mediante il legamento proprio, mentre sull'estremità tubarica vi prende inserzione la fimbria ovarica, una frangia dell'infundibulo della tuba uterina.

La borsa ovarica nel gatto, composta delle porzioni distali del mesovario e del mesosalpinge, è largamente aperta e la gonade può essere esteriorizzata molto facilmente.

Per quanto riguarda la sua struttura, l'ovaio si compone di una porzione corticale, esterna, ed una midollare, interna. La midollare rappresenta principalmente la porzione vascolare/nervosa, la corticale invece è composta di connettivo e follicoli: primario, secondario, terziario, e maturo.

Nel gatto, l'organizzazione interna è caratterizzata da una ridottissima estensione della zona vascolare, dall'elevato numero di follicoli primordiali sotto l'albuginea e dal grande sviluppo dell'interstizio. Quest'ultimo è formato da ammassi, numerosi e compatti, di grosse cellule poliedriche e chiare, molti piccoli gruppi delle quali si trovano anche nella teca dei follicoli. Questi ultimi quando sono maturi misurano circa 2mm di diametro, poiché in questa specie

l'ovulazione è provocata, essi degenerano se non c'è stato accoppiamento. Quando quest'ultima ha avuto luogo, l'ovulazione avviene 25-27 ore più tardi. I corpi lutei si sviluppano in 6 giorni circa; il loro periodo di massima attività dura poi una dozzina di giorni.

Vascolarizzazione ovarica:

L'apporto vascolare dell'ovaia è garantito dall'arteria ovarica. Tale vaso nasce dalla parte caudale dell'aorta addominale e percorre il mesovario, procedendo verso l'ilo dell'ovaia. L'arteria ovarica termina dividendosi in tre rami: un ramo, il craniale, accompagna il legamento sospensore dell'ovaio e si estende fino all'estremità corrispondente del mesovario; il ramo intermedio è la vera e propria continuazione dell'arteria ovarica e giunge all'ilo, dove genera numerose ed esili divisioni che si estendono poi nella zona vascolare; il ramo uterino, il più grosso, si porta caudalmente nel legamento largo. (Barone, 2014).

Le vene dell'ovaio drenano la rete vascolare del parenchima in direzione della zona vascolare; a differenza delle arterie, esse presentano molte anastomosi, le quali formano un'ampia rete da dove si originano le radici della vena ovarica.

(Barone, 2014).

Vascolarizzazione linfatica:

I vasi linfatici dell'ovaio sono molteplici; prendono origine da ampie reti situate alla periferia dei follicoli vescicolosi e dei corpi lutei e vanno crescendo di numero intorno ai follicoli più maturi. Essi si raccolgono a livello della zona spongiosa e si mescolano a livello del plesso venoso; una volta fuori dall'ilo si riducono numericamente e seguono le vene che fanno capo ai linfonodi lombo-aortici e, accessoriamente, ai linfonodi iliaci mediani.

Innervazione ovarica:

I nervi sono esili ma numerosi fasci anastomizzati. Tali nervi accompagnano i vasi e costituiscono il plesso ovarico. Per quanto riguarda le fibre parasimpatiche, esse si originano dal plesso mesenterico craniale; quelle simpatiche dagli ultimi gangli lombari, attraverso i plessi renale ed aortico (Barone, 2014).

9.2 Salpingi o tube uterine

Le tube uterine costituiscono la parte iniziale delle vie genitali della femmina, nel gatto sono organi poco tortuosi. Presentano una lunghezza che va dai 4 ai 6 cm e un diametro di circa 1mm a livello dell'istmo e 1,5 mm a livello dell'ampolla. Esse sono composte da quattro diverse porzioni: l'infundibolo, l'ampolla, l'istmo e una breve parte uterina.

L'infundibolo rappresenta il primo settore della tuba, inizia nella borsa ovarica dove vi è la fimbria ovarica, grazie alla quale raccoglie ad "imbuto" gli ovociti provenienti dall'ovaia. Nel gatto si torva in posizione ventro-mediale rispetto la borsa ovarica.

Dopo l'infundibolo troviamo l'ampolla, essa si dirige in direzione craniale rispetto all'ovaio, per poi scendere ventralmente e risalire successivamente lungo la parete laterale della cavità pelvica, per ritornare a livello dell'ovaio, dove le fa seguito l'istmo.

Infine, ciascuna salpinge si inserisce nel corno uterino attraverso l'ostio uterino della tuba e decorre per una piccola porzione intramurale alla parete dell'utero. L'ostio uterino della tuba è stretto, aperto su un piccolo tubercolo, basso e incompletamente diviso in minuscole caruncole.

Vascolarizzazione tubarica

La vascolarizzazione della salpinge è garantita dal ramo tubarico dell'arteria ovarica, dalla quale si stacca poco prima di penetrare nel mesovario distale. Ci sono poi altri due rami, derivanti dall'arcata formata dal ramo uterino dell'arteria ovarica e dalla corrispondente divisione dell'arteria uterina, i quali irrorano la parte media e la parte uterina della tuba.

Le vene tubariche sono dei semplici satelliti delle arterie, alle quali si accompagnano nel loro decorso; queste vene si formano a partire dalle reti vascolari suddette (Barone, 2014).

Vascolarizzazione linfatica

I vasi linfatici presenti in questa porzione sono numerosi, soprattutto nella lamina propria della mucosa e nella sottosierosa. Tali vasi, come quelli ovarici, sono drenati dai linfonodi lombo-aortici (Barone, 2014).

Innervazione tubarica

I nervi di questo tratto genitale si comportano diversamente a seconda del tratto descritto: inizialmente sono mescolati a quelli del plesso ovarico, successivamente raggiungono il mesosalpinge, seguendo i rami tubarici (Barone, 2014).

9.3 Utero

L'utero, è l'organo della gravidanza. È un viscere cavo, muscolo membranoso, contenuto in cavità addominale e pelvica, che si mantiene in posizione rimanendo ancorato con entrambi i suoi lati alla regione lombare attraverso il legamento largo.

La gatta, presenta un utero bipartito, caratterizzato da corpo breve e corna lunghe (anche se queste sono unite nella parte distale e sembrano parte del corpo uterino). Le dimensioni sono in media: 9-11 cm per 3-4mm per le corna; 2 cm per il corpo; 5-8mm per il collo.

Le corna uterine hanno un calibro uniforme e si estendono, descrivendo una lieve curvatura a concavità dorsale, dalle vicinanze dei reni alla faccia dorsale della vescica, cranialmente all'entrata del bacino. Esse presentano un margine mesometriale, chiamate anche “piccole curvature” che presentano una superficie concava, sulla quale prende inserzione il legamento largo, un margine libero, chiamata anche “grandi curvature” che presentano una superficie convessa, un apice, situato in vicinanza dell'ovaio e che riceve lo sbocco della tuba, e una base che si unisce al corpo dell'utero.

Il corpo dell'utero presenta una forma cilindroide un po' depresso dorsoventralmente, in cui possiamo riconoscere due facce, due margini e due estremità. La faccia dorsale e quella ventrale sono lisce e convesse, i margini (destro e sinistro) danno attacco alla parte caudale del legamento largo e prolungano così il margine mesometriale delle corna, l'estremità craniale, nei carnivori, forma un solco dorso-ventrale nel punto di unione delle corna, infine, l'estremità caudale è segnata unicamente da un restringimento appena percettibile, al livello del quale si continua nel collo. Il corpo Si trova in parte in cavità addominale ed in parte in cavità pelvica.

La Cervice si trova in cavità pelvica ed è un restringimento della mucosa uterina, che ne determina il confine con la vagina. La sua parte più esterna continua con la parete del fondo vaginale, formando il fornice; Il canale cervicale è molto stretto, così da non far penetrare ciò che si trova esternamente all'utero, mantenendo l'ambiente protetto; questo canale sfocia nella vagina con l'ostio esterno dell'utero.

Strutturalmente, la parete uterina presenta una stratigrafia così conformata dall'esterno verso l'interno: perimetrio, miometrio ed endometrio.

Il perimetrio si compone di un tessuto connettivo piuttosto denso, rivestito dall'epitelio peritoneale, contenente anche fibre elastiche, che aderisce intimamente alla tonaca muscolare. Nella sua parte profonda accoglie vasi e nervi dell'utero.

Il miometrio si compone di uno strato superficiale costituito da fasci di cellule muscolari lisce a decorso longitudinale, uno medio, molto vascolarizzato, con fasci a decorso spiralato e infine, uno profondo, assai sviluppato, con fasci a decorso prevalentemente circolare.

L'endometrio si presenta inspessito e tappezzato da una mucosa compatta, grigio-rosata che si solleva in pliche presentando, nella gatta, una disposizione spiralata

Vascolarizzazione uterina:

L'utero necessita di un grande apporto ematico soprattutto durante la gravidanza; per questo motivo possiede una ricca vascolarizzazione dotata di grande adattabilità, al fine di soddisfare tutte le richieste dei vari stadi del ciclo estrale.

Esso è irrorato dall'arteria uterina, dal ramo uterino dell'arteria ovarica e dal ramo uterino dell'arteria vaginale (Barone, 2014).

È suddivisa in:

Arteria uterina craniale: è un ramo dell'arteria Ovarica e, come già detto, vascolarizza la salpinge, ma il suo maggior apporto ematico è destinato alla parte craniale delle corna uterine.

Arteria uterina caudale: è un ramo dell'arteria Vaginale (che a sua volta deriva dall'arteria Iliaca interna). Da questa si forma un'arcata anastomotica con l'arteria Ovarica e la Vaginale che decorre nel legamento Largo.

Le vene sono sprovviste di valvole e formano delle reti molto anastomizzate; si riuniscono tutte in un robusto plesso, dal quale si origina poi la vena uterina e gli affluenti uterini della vena ovarica e di quella vaginale (Barone, 1994). Esse seguono il percorso inverso delle arterie omonime all'interno del legamento largo, ma non rispettano le stesse dimensioni.

Vascolarizzazione linfatica uterina:

I vasi linfatici, così come i vasi venosi ed arteriosi, sono numerosissimi ed assumono il massimo sviluppo durante la gravidanza. Si riuniscono in prossimità del miometrio e vengono drenati da numerosi collettori, che risalgono il legamento largo. L'utero non possiede alcun linfonodo, ed i suoi vasi linfatici efferenti si collegano direttamente ai linfonodi lombo-aortici, iliaci mediali, sacrali e ileo-femorali (Barone, 2014).

Innervazione uterina:

L'innervazione ortosimpatica è predominante a livello uterino; le fibre derivano principalmente da pirenofori, che si trovano nei gangli mesenterici caudali ed in quelli pelvici; le fibre derivanti dai primi seguono il plesso ovarico, quelle che derivano dai secondi, invece, si mescolano alle fibre parasimpatiche, provenienti dai nervi pudendo e rettale caudale, nel plesso pelvico. La maggior parte delle fibre simpatiche va a formare, a livello della matrice, il plesso uterino. La funzione dei nervi uterini varia a seconda delle condizioni ed è fortemente influenzata dallo stato ormonale (Barone, 2014).

9.4 Vagina

La vagina deriva dalla parte più caudale dei condotti paramesonefrici. Nella gatta misura 2-3 cm. La sua mucosa si presenta pallida con pieghe che non scompaiono e che risultano essere sempre numerose, sinuose e disposte longitudinalmente (Barone, 2014).

È un organo contenuto in cavità pelvica, muscolo-membranoso, impari, mediano, tubulare che si trova in continuità cranialmente con il collo uterino e caudalmente col vestibolo della vagina. La cavità vaginale risulta molto più stretta nella parte craniale rispetto alla parte più vicina al vestibolo. Dorsalmente troviamo il retto, ventralmente vescica ed uretra.

La vagina è l'organo della copula ed accoglie il pene durante l'accoppiamento; le sue dimensioni possono variare molto, raggiungendo la massima distensione durante il parto, con il passaggio dei feti.

In prossimità del collo uterino si trova un fondo cieco, chiamato fornice della vagina; si presenta profondo ventralmente, interrotto dorsalmente, circolare, ed è formato dalla parete craniale della vagina.

La vagina comunica con la vulva attraverso il vestibolo, condotto impari, che costituisce la parte profonda del seno uro-genitale, situato nella parte più distale del perineo ventrale, caudalmente all'arcata ischiatica, la quale presenta pareti molto estensibili.

Il vestibolo della vagina del gatto presenta un tubercolo uretrale poco distinto e un profondo solco prolunga caudalmente l'ostio esterno dell'uretra. Nella gatta sono presenti anche le ghiandole vestibolari maggiori che misurano circa 5mm e possiede un condotto che sbocca a metà lunghezza del vestibolo, vicino al piano ventrale di questo.

Vascolarizzazione vaginale:

L'apporto ematico vaginale è sostenuto dall'arteria vaginale. Essa rappresenta una ramificazione dell'arteria iliaca interna, alla quale è collegata tramite l'arteria pudenda interna.

I rami più caudali dell'A. vaginale irrorano il vestibolo. Per raggiungere la vagina, l'arteria decorre nel connettivo retroperitoneale e dà vita ad un ramo uterino che vascolarizza il collo dell'utero e la vescica, dopodiché, raggiunta la vagina, si distribuisce alle sue porzioni ventrale e dorsale.

A questo livello i vasi si anastomizzano, formando un plesso molto ricco all'interno dell'avventizia, la quale entra in comunicazione con un plesso mucoso sviluppato nella profondità della tonaca propria (Barone, 2014).

Le vene vaginali sono numerose e di grandi dimensioni; formano un plesso, nello spessore muscolare, visibile attraverso la mucosa, drenato dalla vena vaginale.

Vascolarizzazione linfatica vaginale:

I vasi linfatici sono organizzati in tre reti: una che si estende nella lamina propria, una alloggiata nella tonaca muscolare e l'ultima, a maglie più larghe, situata a livello perivaginale. Le tre reti sono drenate da vasi che vanno ai linfonodi iliaci interni (Barone, 2014).

Innervazione vaginale:

Le fibre nervose che innervano la vagina derivano dal nervo ipogastrico per quanto riguarda il sistema simpatico, e dai nervi sacrali per quanto riguarda il parasimpatico. Questi due tipi di fibre si affiancano, andando a formare il plesso pelvico; quelle simpatiche si distaccano nei gangli pelvici (Barone, 2014).

9.5 Vulva

La vulva rappresenta l'apertura esterna delle vie genitali. Essa, è formata da due pieghe muscolo-cutanee parallele, dette labbra, che delimitano la rima vulvare. Le labbra vulvari sono spesse e delimitate da una commessura dorsale e da una ventrale.

Nel gatto la commessura dorsale non è molto acuta, mentre quella ventrale ha un aspetto arrotondato. La pelle della faccia laterale, di norma pigmentata, è ricoperta normalmente da lunghi e fitti peli.

A livello della porzione ventrale della vulva si trova il clitoride, misura 1 cm di lunghezza e 2 mm di spessore, i pilastri invece sono lunghi da 8 a 10 mm

Vascularizzazione vulvare:

Entrambe le labbra vulvari sono irrorate dai rami labiali; i rami ventrali nascono dall'arteria pudenda esterna, quelli dorsali derivano dall'arteria perineale ventrale.

Le vene sono omonime e satelliti delle arterie ((Barone, 2014).

Vascularizzazione linfatica vulvare:

I vasi linfatici della regione vulvare sono molto fitti sia nella mucosa che nella cute. La rete linfatica mucosale è drenata dai linfonodi ano-rettali; la rete a livello cutaneo è invece drenata dai linfonodi mammari (Barone, 2014).

Innervazione vulvare:

I nervi che arrivano alla vulva sono omologhi a quelli scrotali nel maschio. Abbiamo i rami labiali, che derivano dai nervi pudendi e le fibre, che originano dal plesso pelvico. Quest'innervazione serve a regolare la contrazione delle fibre muscolari ed a fornire sensibilità a tutta la regione (Barone, 2014)

10. FISIOLOGIA RIPRODUTTIVA DELLA GATTA

La gatta domestica è un animale poliestrale stagionale ad ovulazione indotta. Si definisce poliestrale perché presenta cicli estrali che si susseguono durante la stagione riproduttiva; stagionale poiché la riproduzione è caratterizzata da un periodo di anestro dovuto al fotoperiodo. I cicli estrali si susseguono da Gennaio a Settembre e s'interrompono da Ottobre a Dicembre (Tsutsui et al., 2004; Duke 2002). La gatta domestica è definita una specie ad ovulazione indotta poiché necessita dell'accoppiamento (o di una stimolazione meccanica della cervice) per il rilascio del picco preovulatorio di LH e l'ovulazione. Bisogna però precisare che è stato osservato che alcune gatte (anche il 30%) possono ovulare spontaneamente e cioè, senza che avvenga l'accoppiamento. Nella gatta l'intervallo tra nascita e primo estro (detto pubertà) può essere influenzato da numerosi fattori quali: l'ambiente, il periodo della nascita in relazione al fotoperiodo, la razza e fattori psicologici.

Il ciclo estrale può essere suddiviso in quattro fasi: proestro, estro, diestro (presente solo se vi è la formazione di corpi lutei) ed anestro.

Proestro

Il proestro ha una durata media di 1.5-2.0 giorni e durante questo periodo le femmine attraggono i maschi ma non accettano l'accoppiamento. Ci sono atteggiamenti tipici quali: sfregamento della testa e del collo, miagolii e rotolamento. È possibile osservare edema vulvare. Questo periodo è caratterizzato dallo sviluppo dei follicoli ovarici.

Estro

Nelle gatte l'estro dura in media 5-6 giorni (da un minimo di 2-3 ad un massimo di 18-20 giorni) dipende se l'animale si accoppia e dal momento in cui si accoppia. I caratteri distintivi dell'estro sono: anoressia, poliuria, emissione di un miagolio accucciamento con la regione pelvica alzata ed un movimento delle zampe ritmico.

Una piccola quantità di liquido sieroso-ematico viene emesso a livello vaginale. È utile ricordare, però, come l'insieme degli atteggiamenti tipici dell'estro non rifletta sempre l'attività ovarica o la durata del ciclo riproduttivo.

Se avviene l'accoppiamento e l'animale è gravido, i follicoli ovarici maturi ovulano e si formano i corpi lutei che rimangono attivi fino a poco prima del parto, altrimenti, se l'animale si è accoppiato ma non è gravido, i corpi lutei permangono per circa 40 giorni. Se l'accoppiamento

non avviene, i follicoli non ovulano e diventano atresici e dopo circa 7-8 giorni si sviluppano dei nuovi follicoli e può iniziare un nuovo ciclo estrale. Per cui in questo caso l'intervallo tra un ciclo estrale e quello successivo si aggira intorno ai 14-19 giorni).

Diestro

Il diestro compare solo se è avvenuta l'ovulazione ed è caratterizzato dalla presenza di corpi lutei e di elevati livelli ematici di progesterone. Ha una durata di circa 35-40 giorni.

Al diestro può fare seguito un nuovo ciclo estrale oppure un periodo di inattività ovarica.

Anestro

L'anestro stagionale è un periodo durante il quale non si ha attività ovarica e segni di comportamento sessuale. Solitamente dura 3-4 mesi, è determinato dal fotoperiodismo (giornate a luce corta, Ottobre-Dicembre) e termina quando le giornate si allungano (fotoperiodismo positivo). Questo periodo può essere molto ridotto o addirittura assente nelle gatte allevate in ambiente domestico.

I meccanismi endocrini che controllano l'anestro stagionale nella gatta non sono ancora del tutto chiari. In letteratura è riportato che la melatonina riveste un ruolo inibitorio importante. Infatti, la somministrazione di melatonina (5 mg a giorni alterni) nella gatta anche in presenza di un fotoperiodo stimolante l'attività sessuale (12 ore di luce giornaliera per un periodo di 60 giorni) inibisce lo sviluppo dei follicoli ovarici.

Il ciclo estrale nelle gatte può, inoltre, essere suddiviso, come nelle altre specie domestiche, in una fase follicolare e in una luteinica. La prima è caratterizzata dallo sviluppo dei follicoli ovarici, alti livelli di estrogeni e bassi livelli di progesterone; la seconda dalla presenza di corpi lutei, di elevate concentrazioni ematiche di progesterone e bassi livelli di estrogeni.

La fase follicolare ha inizio con il proestro, dura generalmente 7 giorni ed è caratterizzata da elevati livelli ematici di estrogeni e da modificazioni anatomiche quali aumento della lunghezza del fornice uterino, diminuzione dell'altezza della vagina e riduzione dell'ampiezza dell'angolo formato dall'asse cervicale e vaginale (Zambelli et al., 2005).

Affinché l'ovulazione abbia luogo è necessario un picco di ormone luteinizzante (LH) che avviene in risposta all'accoppiamento o a seguito di una stimolazione cervicale. Bisogna precisare che la quantità di LH liberata come risposta alla stimolazione cervicale può essere

limitata se viene effettuata con troppo anticipo (terzo o quarto giorno dell'estro). In caso di mancato accoppiamento i follicoli che sono maturati nei 6-7 giorni della fase follicolare, non ovulano, e regrediscono spontaneamente.

Segue poi un periodo di inattività ovarica che dura circa 8-9 giorni (Duke, 2002). In caso di accoppiamento, l'ovulazione avviene 24-36 ore dopo il picco di LH e i follicoli che ovulano si trasformano in corpi lutei che, nel giro di 24-48 ore, secernono progesterone (Tsutsui et al., 1993). Inizia così la fase luteinica. Se dopo l'accoppiamento si instaura una gravidanza, i livelli di progesterone aumentano nell'arco di 2-3 giorni e raggiungono un picco dopo 10-11 giorni. Si mantengono costanti per alcuni giorni, aumentano nuovamente dal 19°-21° giorno e poi vanno diminuendo fino a poco prima del parto quando subiscono un calo precipitoso. Figura 2 andamento ormonale del ciclo riproduttivo della gatta (Senger, 2003)

11. OBIETTIVO ED IPOTESI DELLO STUDIO SPERIMENTALE

L'utilizzo di un dispositivo che coniuga l'elettrochirurgia a radiofrequenza con gli ultrasuoni in medicina umana si è dimostrato essere efficace e versatile, riducendo lo strumentario e i tempi in sala operatoria per svariate procedure chirurgiche. Inoltre, la migliore emostasi e la diminuzione dei tempi chirurgici permettono una preziosissima riduzione dei tempi di recupero nel periodo di degenza post-operatorio.

Nel gatto specie particolarmente sensibile ai materiali di sutura tale dispositivo potrebbe permettere oltre una ottimizzazione dei tempi di chirurgia una minimizzazione delle complicazioni correlate all'utilizzo di materiale estraneo in cavità addominale. Pertanto, l'obiettivo del presente lavoro è stato quello di valutare e confrontare, su un gruppo congruo di gatte, l'efficacia e la sicurezza dell'utilizzo del bisturi armonico Thunderbeat™ (Olympus) versus il metodo chirurgico classico, nel l'ovariectomia della gatta attraverso il monitoraggio dei tempi totali di chirurgia.

Sulla base delle caratteristiche del bisturi armonico e della letteratura corrente possiamo ipotizzare che questo sistema possa migliorare significativamente i tempi e la qualità del procedimento chirurgico.

12 MATERIALE E METODI

Questo studio è stato condotto tra settembre 2019 e settembre 2021 presso l'Ospedale Didattico Veterinario dell'Università degli studi di Sassari (ODVU).

12.1 Soggetti utilizzati e criteri di inclusione

Sono stati inclusi nello studio un totale di 200 gatte intere e di proprietà, gli animali inclusi nello studio presentavano un peso compreso tra i 2-5 kg ed una età superiore ai 7 mesi.

Per poter prendere parte allo studio dovevano risultare sani ed essere classificati come rischio anestesiológico ASA I, secondo la valutazione dell'American Society of Anesthesiologists.

Successivamente, venivano pesati in una bilancia veterinaria pre-calibrata e veniva assegnato un Body Condition Score tra 1 (cachettico) e 5 (obeso) (Impellizzeri J., et al., 2000).

Le gatte con affezioni sistemiche, in gravidanza, o che al momento della laparotomia presentavano evidenti patologie, venivano escluse dallo studio.

Con un software di randomizzazione statistica (Random Number Generator, StatTrek®) ogni individuo era quindi assegnato in maniera casuale ad uno dei seguenti due gruppi:

- Gruppo A sottoposto ad ovariectomia con tecnica classica modificata
- Gruppo B sottoposto ad ovariectomia con utilizzo del dispositivo Thunderbeat™

12.2 Protocollo anestesiológico

I soggetti venivano tenuti a digiuno di cibo da almeno 12 ore ma con accesso libero all'acqua fino a 2 ore prima dell'intervento, sono stati sottoposti ad un protocollo anestesiológico standardizzato.

La premedicazione è stata effettuata con dexmedetomidina ev 0,01 mg x kg-1 in combinazione con buprenorfina 0,02mg x kg-1

Dopo aver eseguito la tricotomia della regione dell'avambraccio, veniva inserita e fissata un ago cannula, di dimensioni adeguate alla taglia dell'animale, in corrispondenza della vena cefalica per la somministrazione dei farmaci e dei fluidi necessari ai fini della procedura.

L'induzione veniva effettuata con alfaxalone 2 mg x kg-1

Il soggetto era quindi intubato e mantenuto in anestesia generale a ventilazione meccanica con l'utilizzo di Desflurano (Suprane ®, Baxter) al 10% circa, con un flusso di gas freschi (FGF) in aria medica arricchita in O₂, somministrato attraverso un vaporizzatore di precisione (Dräger Vapor View®, Dräger), calibrato e connesso ad un apparecchio d'anestesia (Fabiuss GS Premium®, Dräger).

La terapia post-operatoria prevedeva l'utilizzo di Amoxicillina + acido Clavulanico 12,5 mg x kg-1 più Meloxicam 0,2 mg x kg-1

Il monitoraggio clinico dei principali parametri fisiologici durante l'intervento era eseguito attraverso un monitor multiparametrico (Infinity Delta®, Dräger). Per tutta la durata della procedura il volume ematico circolante era garantito attraverso la somministrazione di soluzione fisiologica (5 ml x kg-1 x h-1).

Al termine della procedura, si procedeva alla chiusura della ghiera del vaporizzatore (0%) e all'interruzione della ventilazione meccanica. Nel momento della ripresa della ventilazione spontanea, avveniva il distacco dalla macchina di anestesia e riprendeva la respirazione dell'aria ambientale.

Il soggetto era quindi estubato alla ricomparsa del riflesso di deglutizione.

12.3 Strumentario Chirurgico

Per gli interventi è stato utilizzato un kit standard di chirurgia generale per tessuti molli, comprendente:

- ✓ Teli chirurgici sterili monouso
- ✓ Pinze Backhaus fissatili
- ✓ Lama di bisturi n°23, montate su manico n°4
- ✓ Forbici di Metzemaum curve
- ✓ Forbici di Mayo
- ✓ Forbici standard
- ✓ Pinze peritoneali di Allis
- ✓ Pinze Adson-Brown vascolari
- ✓ Pinze emostatiche mini-Klemmer curve e rette
- ✓ pinza emostatica Klemmer

- ✓ Porta-aghi di Mayo-Hegar
- ✓ Garze sterili
- ✓ Filo di sutura riassorbibile monofilamento in Polidossanone con ago triangolare 3/8 USP



Figura 17. Strumentario chirurgico utilizzato

Nel gruppo B dello studio era utilizzata la pinza Thunderbeat™ Open Extended Jaw. Quest'ultima veniva agganciata al trasduttore come mostrato in Figura.

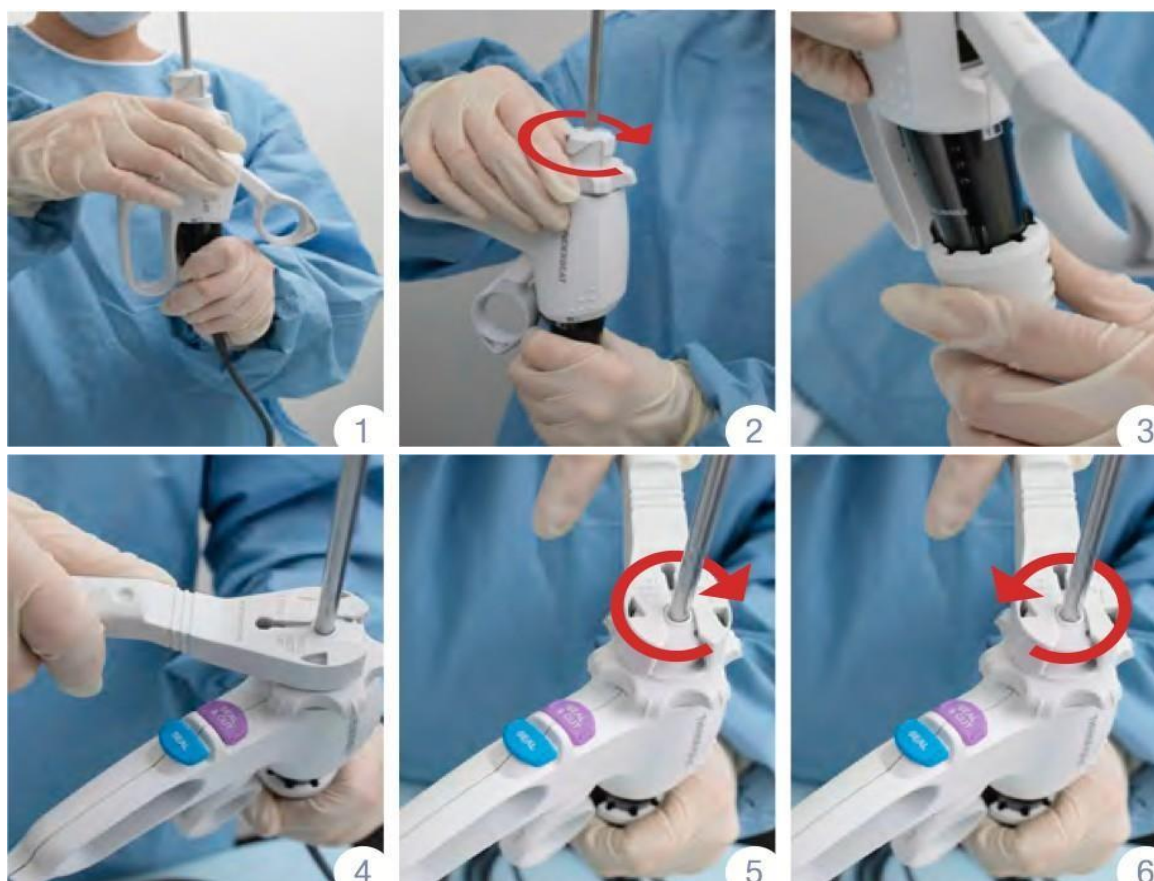


Figura 18 Modalità di inserimento del trasduttore nel manipolo (TB reference guide, Olympus).

Successivamente si collegava il trasduttore al generatore USG 400 ed entrambi i generatori venivano accesi, impostando una potenza di uno per la modalità Seal e di uno per il Seal & Cut.

12.4 Tecniche chirurgiche

Dopo aver delimitato la zona operatoria tramite le pinze Backhaus, si procede con un'incisione attraverso la cute e i tessuti sottocutanei di circa 2 cm al di sotto di circa 1 cm dalla cicatrice ombelicale, usando una lama di bisturi, in modo da esporre la linea alba.

In seguito, si visualizza la cavità addominale grazie alla celiotomia eseguita con forbici di Metzembaum curve. Si ricerca ed esteriorizza un uncino da castrazione il corno uterino destro, dopo aver elevato la parete addominale con le pinze peritoneali di Allis.

Seguendo il suo percorso si arriva all'ovaio destro, situato a qualche cm caudale al rene.

Si appone poi una pinza emostatica Klemmer curva a livello del legamento proprio dell'ovaio, che viene poi sollevato.

La procedura continua in maniera diversa nei due gruppi di studio:

- Gruppo A: Ovariectomia in tecnica classica con utilizzo di sutura.

Dopo aver creato un foro nel legamento largo con l'aiuto della portaghi di Mayo, viene applicata una prima legatura in corrispondenza del peduncolo ovarico, che accerchia l'arteria ovarica, e una seconda di poco distale all'apice del corno uterino. Con l'uso delle forbici di Metzembraum si recide il tessuto compreso tra le due legature, asportando così l'ovaio.

- Gruppo B: ovariectomia con l'utilizzo del Thunderbeat.

Viene usata solo la pinza Thunderbeat Open Extended Jaw, partendo dal peduncolo ovarico, risalendo verso la tuba omolaterale, senza causare alcun foro nel legamento largo uterino. Si procede con la modalità Seal and Cut per ottenere sia la coagulazione dei vasi sia il taglio del tessuto, completando l'asportazione totale dell'organo.

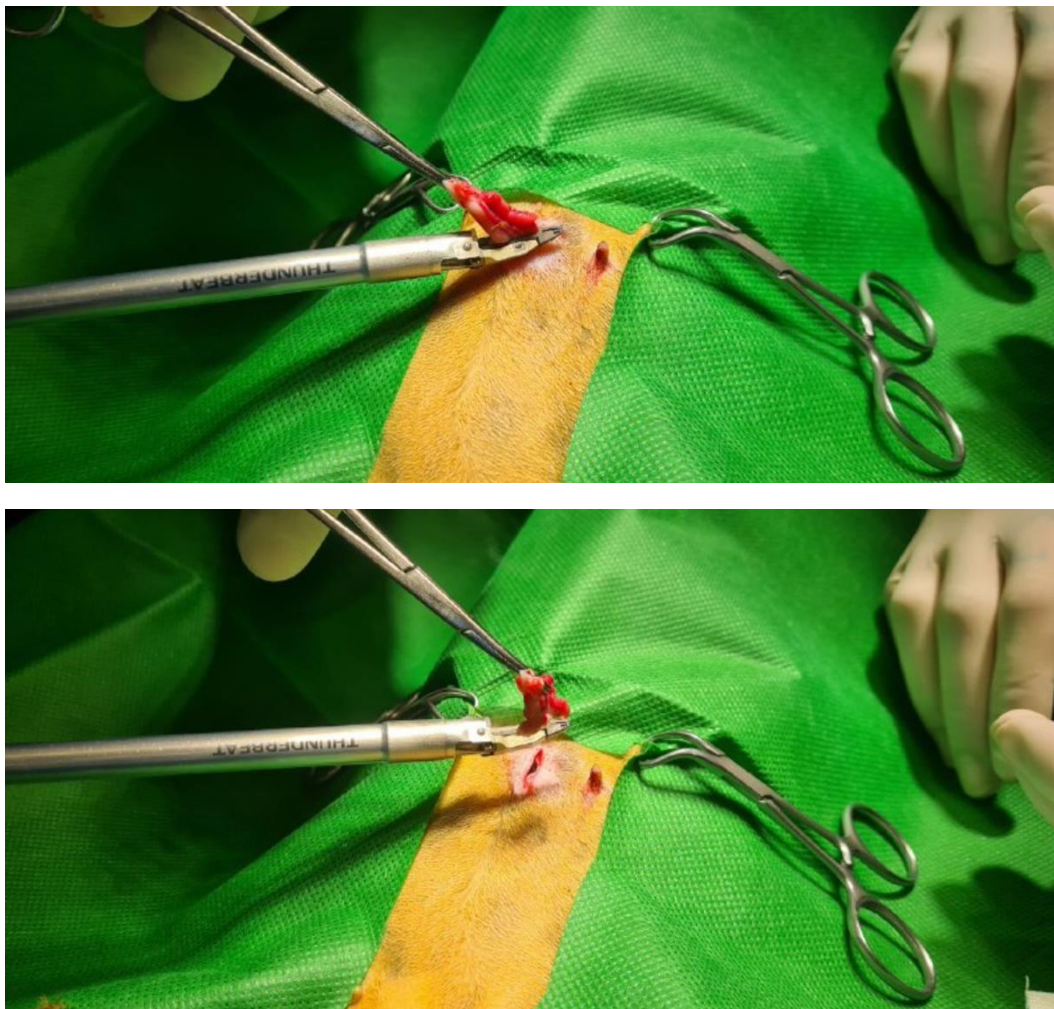


Figura 19. Posizionamento della pinza Thunderbeat TM Open Extended Jaw

In entrambi i gruppi, dopo aver seguito il decorso del corno uterino destro fino alla biforcazione, vengono individuati il corno uterino e l'ovaio sinistro per procedere con la stessa tecnica utilizzata nell'organo controlaterale.

Dopo aver controllato la possibile presenza di sanguinamento, si chiude la cavità addominale usando nella fascia muscolare una sutura continua semplice, una a sopraggitto nel sottocute, e nella cute, una sutura continua intradermica. Il filo chirurgico usato è un monofilamento riassorbibile di Polidossanone (PDO) con ago triangolare.

12.5 Misurazioni effettuate

Il tempo totale di chirurgia viene misurato a partire dalla prima incisione fino all'apposizione dell'ultimo punto di sutura.

Viene poi registrato il tempo impiegato da ognuno dei chirurghi per il ritrovamento di ciascun ovaio: a partire dall'inizio della ricerca fino alla presa, mediante la pinza emostatica Klemmer, del legamento proprio ovarico.

Viene infine registrato il tempo di taglio di ciascun ovaio:

Gruppo A: dal momento in cui si pratica il foro nel legamento largo fino alla completa rimozione dell'ovaio, successiva alla doppia legatura.

Gruppo B: dal momento di apposizione del bisturi armonico in corrispondenza del peduncolo, al momento di distacco completo dell'organo.

12.6 Analisi statistica

Tutti i dati rilevati in corso di studio nelle specifiche fasi, sono stati registrati e trascritti su due distinti fogli elettronici precedentemente preparati (Excel, Microsoft Office). Dai dati sono state estratte due corti omogenee di 10 soggetti per ognuno dei due gruppi. Per stimare ex ante la numerosità del campione necessaria per riscontrare una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi è stata effettuata la "*Power Analysis*" utilizzando il software G*Power 3.1.9.4.

Sono stati calcolati anche i seguenti dati:

- L'effect size, cioè la differenza (standardizzata) tra le medie dei due gruppi;
- La deviazione standard con lo stesso valore di σ per ciascun gruppo;
- α , cioè il livello di significatività. Quest'ultimo è stato settato inizialmente ad un valore di 0,05 e, successivamente, per stimare il numero di casi necessari per ottenere una maggiore significatività, α è stata posta ad un valore di 0,01 ;
- β (cioè la potenza), la probabilità di accettare l'ipotesi nulla quando è falsa (anche in questo caso, con due diversi settaggi: 0.95 e 0,99);
- il rapporto tra le dimensioni dei due gruppi. È stata accettata la massima potenza (statistica) mantenendo i due gruppi di medesima numerosità ($N1/N2 = 1$).

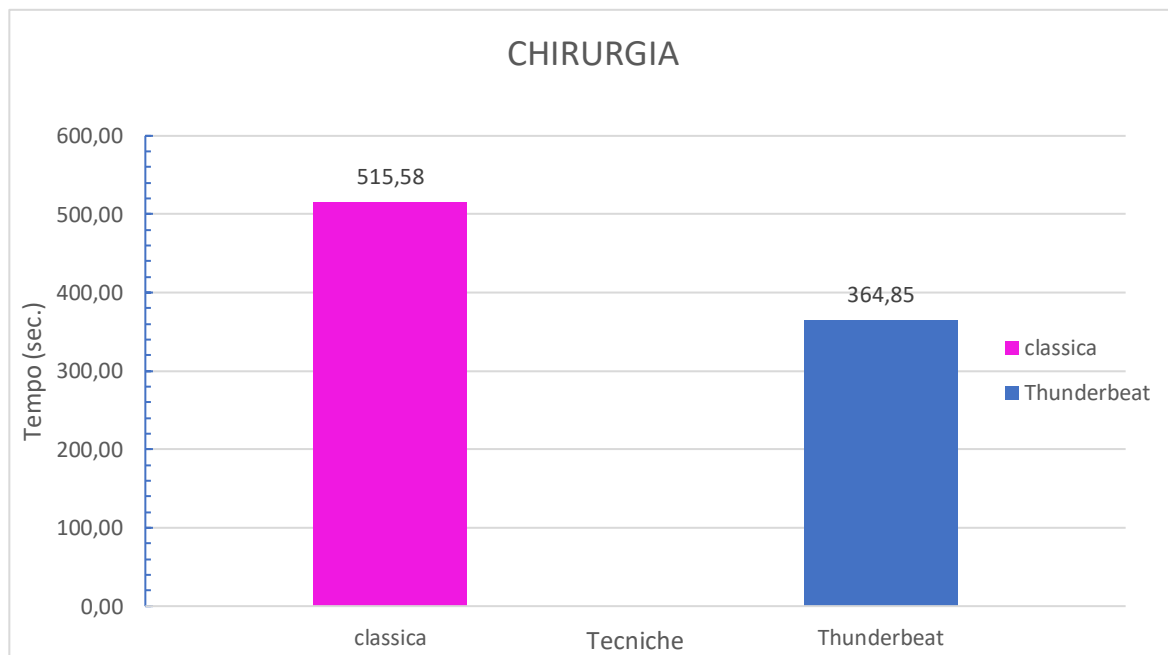
In seguito, verificata la normale distribuzione dei valori registrati mediante il test Shapiro-Wilk, i dati parametrici sono stati presentati come media (mean) $\pm$ deviazione standard (SD) e confrontati statisticamente mediante ANOVA ad una via (Student-t-test, 2 matrici, a 2 code, tipo 2) con $p < 0,05$ considerato statisticamente significativo. Considerate due variabili indipendenti, è stato effettuato per ogni quesito il test t a campioni indipendenti per l'eguaglianza delle medie; un valore di pvalue 0,05 è stato considerato statisticamente significativo. Per i dati non parametrici i valori sono stati presentati come mediana con intervallo interquartile (median; IQR) e analizzati con test di Mann-Whitney per campioni indipendenti, e di Wilcoxon per campioni non indipendenti, sempre considerando $p < 0,05$ statisticamente significativo. I dati sono stati analizzati con 2 software statistici: Stata16® (StataCorp LLC) e R 4.1.2. Infine, La correlazione tra le variabili è stata effettuata mediante il “*Coefficiente di correlazione lineare R di Pearson*”. Questa correlazione è stata ulteriormente utilizzata per determinare la relazione lineare tra le due variabili continue

13. RISULTATI

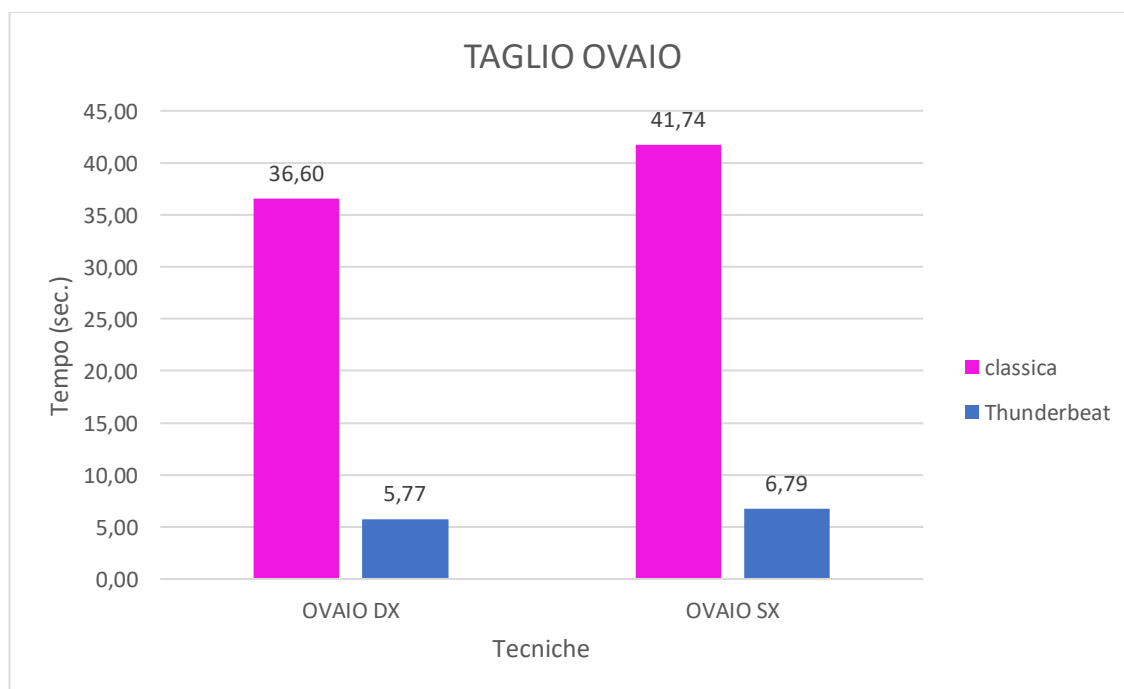
Al termine di questo studio, su un totale di 200 animali, 100 soggetti sono stati ovariectomizzati con la tecnica classica, 100 invece con l'utilizzo della pinza Thunderbeat™.

I dati mostrano una distribuzione uniforme tra i due gruppi, sia per il peso, per l'età degli animali e per il BCS.

	GRUPPO A	GRUPPO B
<i>Età (mesi)</i>	13 $\pm$ 6	12 $\pm$ 5
<i>Peso (Kg)</i>	2,9 $\pm$ 0,6	3 $\pm$ 0,8
<i>BCS</i>	3(3-3)	3 (3-3)
<i>Tempo chirurgia</i>	8'24" $\pm$ 1'35"	6'33" $\pm$ 1'29"
<i>T. Ricerca ovaio Dx</i>	24" $\pm$ 10"	26" $\pm$ 14"
<i>T. Ricerca ovaio Sx</i>	27" $\pm$ 18"	25" $\pm$ 13"
<i>T. taglio ovaio Dx</i>	35" $\pm$ 10"	6" $\pm$ 2"
<i>T. taglio ovaio Sx</i>	38" $\pm$ 12"	7" $\pm$ 2"



- Tempo medio Totale chirurgia Thunderbeat: 6' 33'' □ 1' 29''
- Tempo medio Totale chirurgia tecnica classica. 8'24'' □ 1' 35''.



- Tempo medio taglio ovaio Dx Thunderbeat: 6'' $\pm$ 2''
- Tempo medio taglio ovaio Dx tecnica classica: 35'' $\pm$ 10''
- Tempo medio taglio ovaio Sx Thunderbeat: 7'' $\pm$ 2''
- Tempo medio taglio ovaio Sx tecnica classica : 38'' $\pm$ 12''

Power Analysis

Correlazione tra variabili

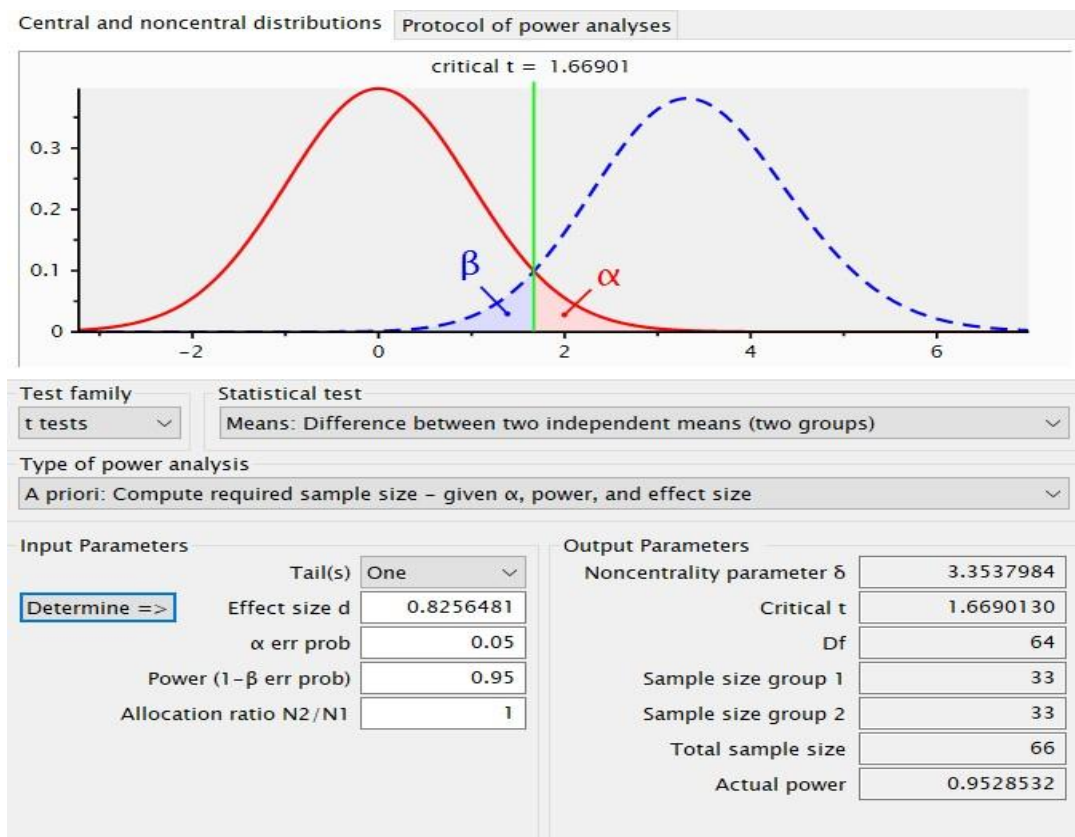
Non è stata notata in nessun gruppo di animali una correlazione significativa tra i tempi d'intervento con l'età, il peso o il BCS delle gatte

Variabili	Thunderbeat	Classico
Età	-0,074	-0,010
Peso	0,158	-0,072
BCS	0,181	-0,103

Tabella 1: Correlazioni di Pearson tra variabili (età, peso e BCS)

Figura 7: Power analysis per l'individuazione del numero di soggetti per gruppo necessari per riscontrare una corretta attendibilità statistica

I dati analizzati sono risultati significativamente rilevanti, con una *Potenza Statistica* del 99% ($p\text{ value} < 0,001$) per quanto riguarda i tempi totali di chirurgia e quelli parziali di taglio delle ovaie.



Test t chirurgia

Statistiche descrittive

	N	Minimo	Massimo	Media	Deviazionestd.
thunderbeat	68	89	601	392,67	98,893

Classica	68	385	750	504,85	94,911
Numero di casi validi (listwise)	68				

Statistiche gruppo

	gruppo	N	Media	Deviazionestd.	Errore standard della media
chirurg	classica	68	516,58	110,02	13,844
	thunderbeat	68	364,85	95,96	14,274

Test campioni indipendenti

Test t per l'eguaglianza delle medie					
		Significatività		Differenza della media	Differenza errore std.
		P unilaterale	P bilaterale		
chirurg	Varianze uguali presunte	<,001	<,001	111,177	19,894
	Varianze uguali non presunte	<,001	<,001	111,177	19,885

Test t ovaio dx

Statistiche gruppo

	gruppo	N	Media	Deviazionestd.	Errore standard della media
ovaia dx	2	68	36,67	12,990	1,894
	1	68	5,77	4,470	,652

Test campioni indipendenti

		Test di Levene per l'eguaglianza delle varianze		Test t per l'eguaglianza delle ..	
		F	Sign.	t	gl
ovaia dx	Varianze uguali presunte	33,177	<,001	14,319	93
	Varianze uguali non presunte			14,400	57,975

Test campioni indipendenti

		Test t per l'eguaglianza delle medie			
		Significatività		Differenza della media	Differenza errore std.
		P unilaterale	P bilaterale		
ovaia dx	Varianze uguali presunte	<,001	<,001	28,917	2,020
	Varianze uguali non presunte	<,001	<,001	28,917	2,003

Test campioni indipendenti

		Test t per l'eguaglianza delle medie	
		Intervallo di confidenza della differenza di 95%	
		Inferiore	Superiore
ovaia dx	Varianze uguali presunte	24,907	32,928

Test t ovaio sn

Statistiche gruppo

gruppo	N	Media	Deviazionestd.	Errore standard della media
--------	---	-------	----------------	-----------------------------

ovaia sx	2	68	41,84	14,931	2,011
	1	68	6,66	4,896	,707

Test campioni indipendenti

		Test di Levene per l'eguaglianza delle varianze		Test t per l'eguaglianza delle ..	
		F	Sign.	t	gl
ovaia sx	Varianze uguali presunte	27,458	<,001	14,827	94
	Varianze uguali non presunte			14,827	58,435

Test campioni indipendenti

		Test t per l'eguaglianza delle medie			
		Significatività		Differenza della media	Differenza errore std.
		P unilaterale	P bilaterale		
ovaia sx	Varianze uguali presunte	<,001	<,001	31,175	2,131
	Varianze uguali non presunte	<,001	<,001	31,175	2,131

CONCLUSIONI

Da un punto di vista sanitario, uno dei principali problemi legati alla convivenza tra animale e uomo è rappresentato dal fenomeno randagismo, che, oltretutto, da un punto di vista etico viene visto come una forma di maltrattamento grave diffusa ampiamente nelle grandi aree urbane, nelle quali ha assunto gradualmente proporzioni tali da esser considerato una vera emergenza. Nasce pertanto la necessità di sottoporre i cani randagi e i gatti liberi ad interventi di controllo delle nascite attraverso la sterilizzazione; ciò deriva, oltre che da un obbligo normativo (Legge 281/91; Legge Regionale 21/94), dall'urgenza di arginare lo stesso fenomeno randagismo e i danni ad esso legati.

Da non tralasciare, tra questi ultimi, il danno economico derivante dai costi di cattura e mantenimento, il rimborso dovuto dai comuni e dal servizio sanitario pubblico per le aggressioni a persone o animali di proprietà, l'inquinamento genetico di specie protette o, ancora, la diffusione di zoonosi che vedono come serbatoio il cane e/o il gatto.

Per lo stesso motivo anche gli animali di proprietà dovrebbero essere sterilizzati, sia per una migliore gestione delle femmine durante la fase estrale, sia per ridurre la nascita di cucciolate indesiderate.

Per questo insieme di ragioni la sterilizzazione dei cani e dei gatti è diventata una pratica dalla quale non è più possibile prescindere ma che, al contrario, necessita di ulteriore divulgazione. Nel nostro lavoro abbiamo cercato di trovare un valido compromesso tra la chirurgia laparoscopica mininvasiva e la tecnica tradizionale, utilizzando l'ovarioisterectomia solo quando strettamente necessaria (piometra, mucometra, idrometra o alterazioni dell'organo) (Marigike *et al.* 2011; Detora 2011). Questo approccio ha consentito di ridurre sia i tempi della chirurgia sia lo stress infiammatorio post operatorio nei soggetti sottoposti ad intervento, nonché di ridurre al minimo i rischi correlati alla procedura chirurgica.

I valori da noi registrati hanno dimostrato, in maniera fortemente significativa ($p < 0,001$), una maggiore rapidità di durata negli interventi che hanno coinvolto i gruppi sottoposti all'ovariectomia con l'utilizzo del Thunderbeat™ (gruppo B). Per quanto concerne i cani, i tempi necessari all'esecuzione degli interventi sono stati più rapidi (tempo di chirurgia totale $08' 01'' \pm 00' 57''$) nel gruppo B piuttosto che nel gruppo A ($10' 57'' \pm 02' 34''$), mentre il tempo medio di ricerca delle ovaie è risultato pressoché sovrapponibile tra i due gruppi. I tempi parziali di taglio delle ovaie presentano, invece, differenze statisticamente rilevanti tra i due insiemi (differenza di $1' 00'' \pm 00' 16''$ per l'ovaio destro e di $00' 55'' \pm 00'$ per quello sinistro). Per

quanto concerne i gatti, i valori ottenuti nell'ambito delle medesime procedure hanno dimostrato una maggiore rapidità di intervento nel gruppo B (media sul tempo della chirurgia totale di $6' 33'' \pm 1' 29''$; media sui tempi parziali di taglio dell'ovaio destro di $6'' \pm 2''$; media del taglio dell'ovaio sinistro di $0,7'' \pm 2''$) rispetto al gruppo A, dove il tempo di chirurgia totale è stato di $8' 24'' \pm 1' 35''$; la media sui tempi parziali di taglio dell'ovaio destro è di $35'' \pm 10''$ e di $38'' \pm 12''$ per l'ovaio sinistro.

I dati raccolti durante lo studio hanno, inoltre, consentito di appurare che, nel caso delle gatte, poiché non è stata registrata in nessuno dei due gruppi una correlazione significativa tra i tempi d'intervento con l'età, il peso o il BCS delle gatte, la performance del bisturi armonico Thunderbeat™ non risente delle differenze intraspecifiche correlate ai fattori appena citati. La mancanza di correlazione tra questi fattori, riscontrata anche nelle cagne, sottolinea la ripetibilità della sua performance in tutti i soggetti, prepuberi o anziani, obesi o cachettici.

Un discorso a parte merita la correlazione tra il grado di adiposità del peduncolo ovarico e lo score di emostasi ottenuto che ha evidenziato, nel caso di esecuzione della metodica classica, un valore negativo vicino al -1, emblematico del fatto che, all'aumentare della quantità di tessuto adiposo presente, il grado di emostasi garantito dalla doppia legatura diminuisce, comportando un maggior rischio di sanguinamento e la necessità di ricorrere ad un più attento monitoraggio di eventuali complicanze a seguito della legatura stessa.

Nel gruppo Thunderbeat™ invece, la correlazione è risultata quasi nulla, poiché vicina allo 0; tale dato, oltre confermare ulteriormente l'efficacia del dispositivo, che permette di ottenere il medesimo grado di emostasi indipendentemente dall'adiposità del tessuto sul quale viene utilizzato, ne dimostra anche la grande affidabilità e sicurezza della metodica.

In aggiunta, nonostante in questo studio non sia stato misurato in maniera specifica, è degno di nota osservare che, utilizzando la tecnica classica, è necessario applicare una maggiore trazione del peduncolo ovarico per permettere di ottenere una legatura efficace, aumentandone l'infiammazione, il dolore post operatorio (Minto *et al.* 2021) ed il rischio di complicazioni (Christensen *et al.* 2013; Pereira *et al.* 2018; Hanckok *et al.* 2005). Con l'utilizzo del bisturi armonico invece, la resezione, che avviene a partire dal peduncolo per poi risalire verso la tuba omolaterale, richiede una trazione decisamente inferiore e, come dimostrato con le misurazioni, per un tempo significativamente ridotto. Tale differenza comporta, con la tecnica classica, una stimolazione nocicettiva viscerale maggiore e prolungata durante la fase della legatura, il che si tradurrebbe in un'amplificazione dello stimolo algico (Firth & Haldane 1999).

Un approfondimento ulteriore merita la valutazione economica della singola procedura, che sembra scoraggiare l'utilizzo del bisturi armonico routinariamente. È infatti un dato

incontrovertibile che l'acquisto del Thunderbeat™ sarebbe decisamente poco conveniente, avvalorato dal fatto che, in medicina umana, il manipolo venga venduto come monouso. Nel presente lavoro, tuttavia, i manipoli da noi utilizzati sono stati solamente due (a differenza di quanto avviene in umana), previo accurato lavaggio, decontaminazione e sterilizzazione a freddo. Infatti sulle gatte sono stati eseguiti 60 interventi ottenendo il medesimo standard qualitativo e senza nessuna complicazione prima di aver sostituito il dispositivo, mentre nel caso delle cagne sono stati eseguiti 40 interventi con lo stesso manipolo.

In futuro si potrebbe portare avanti un'ulteriore azione che preveda un attento monitoraggio del follow up nel lungo periodo, in modo da indagare la presenza di eventuali complicanze postoperatorie legate al danno termico, seppur considerevolmente limitato. Tale valutazione, a nostro parere, dovrà iniziare da una misura della sicurezza di questo strumento dal punto di vista della dispersione termica su preparati istologici ottenuti dalle parti asportate.

Sarebbe altresì interessante valutare la concentrazione di proteine specifiche dell'infiammazione attraverso la comparazione delle due tecniche utilizzate nel nostro lavoro, così da avere un riscontro oggettivo circa il dolore post-operatorio. Si potrebbe, infine, valutare se la percentuale dei soggetti colpiti da incontinenza in seguito a sterilizzazione chirurgica si verifica in uguale percentuale in entrambe le tecniche.

In conclusione, grazie al numero elevato di soggetti arruolati nel presente lavoro (200 cani e 200 gatti), possiamo affermare, con un forte grado di certezza, che l'utilizzo del bisturi armonico per la sterilizzazione chirurgica elettiva degli animali in buona salute, si sia dimostrato altrettanto efficace e sicuro rispetto alla tecnica classica, e decisamente superiore a questa per quanto riguarda la tempistica.