

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA IN

**Scienze Veterinarie**

Ciclo XXVII

**Settore Concorsuale di afferenza:** 07/H5

**Settore Scientifico disciplinare:** VET/09

**Studio sull'applicazione della piattaforma  
ForceTriad™ con sistema Ligasure™ nella chirurgia  
oncologica e dei tessuti molli nel cane.**

**Presentata da**

Dott. Federico Fiorelli

**Coordinatore Dottorato**

Prof. Carlo Tamanini

**Relatore**

Prof.ssa Ombretta Capitani

**Esame finale anno 2015**



# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>1</b>
<b>1. EMOSTASI CHIRURGICA</b> .....	<b>3</b>
<b>2. ELETTROCHIRURGIA E CENNI STORICI</b> .....	<b>6</b>
2.1 <i>ELETTROBISTURI</i> .....	7
2.1.1 <i>EFFETTO DELLA RADIOFREQUENZA SUI TESSUTI</i> .....	10
3.1 <i>RADIOFREQUENZA – LIGASURE™</i> .....	13
3.1.1 <i>VANTAGGI E SVANTAGGI DEL SISTEMA DI SINTESI A RADIOFREQUENZA</i> .....	19
3.1.2 <i>CAMPI DI APPLICAZIONE IN MEDICINA UMANA E IN MEDICINA VETERINARIA</i> .....	22
3.2 <i>LASER</i> .....	24
3.2.1 <i>FISICA DEL LASER</i> .....	25
3.2.2 <i>VANTAGGI E SVANTAGGI DEL LASER</i> .....	28
3.3 <i>ULTRACISION™-BISTURI ARMONICO</i> .....	29
3.3.1 <i>VANTAGGI DELL'ULTRACISION™</i> .....	32
<b>4. PARTE SPERIMENTALE</b> .....	<b>34</b>
4.1 <i>MATERIALI E METODI</i> .....	34
4.1.1 <i>OBIETTIVO DELLO STUDIO</i> .....	34
4.1.2 <i>ANIMALI E DISEGNO SPERIMENTALE</i> .....	34
4.1.3 <i>RACCOLTA DEI DATI E CRITERI DI INCLUSIONE</i> .....	36
4.1.4 <i>EQUIPAGGIAMENTO CHIRURGICO</i> .....	38
4.1.5 <i>PROTOCOLLO ANESTESIOLOGICO</i> .....	39
4.1.6 <i>PREPARAZIONE DEL PAZIENTE</i> .....	40
4.1.7 <i>TECNICA CHIRURGICA</i> .....	40
3.1.7.1 <i>Splenectomia “aperta” mediante tecnica tradizionale</i> .....	40
4.1.7.2 <i>Splenectomia “aperta” mediante Ligasure™</i> .....	43
4.1.7.3 <i>Ovariectomia “aperta” mediante tecnica tradizionale</i> .....	45
4.1.7.4 <i>Ovariectomia “aperta” mediante Ligasure™</i> .....	46
4.1.7.5 <i>Linfoadenectomia mediante tecnica tradizionale</i> .....	47
4.1.7.6 <i>Linfoadenectomia mediante Ligasure™</i> .....	48
4.1.8 <i>CURE POSTOPERATORIE</i> .....	49
4.1.9 <i>COMPLICAZIONI</i> .....	50
4.1.10 <i>FOLLOW-UP</i> .....	50

4.1.11 ANALISI STATISTICA .....	51
<b>5. RISULTATI.....</b>	<b>53</b>
5.1 GRUPPO 1.....	53
5.1.1 SEGNALAMENTO .....	53
5.1.2 CHIRURGIA E OUTCOME .....	54
5.1.3 ANATOMOISTOPATOLOGIA .....	60
5.2 GRUPPO 2.....	62
5.2.1 SEGNALAMENTO .....	62
5.2.2 CHIRURGIA E OUTCOME .....	63
5.2.3 ANATOMOISTOPATOLOGIA .....	69
5.3 GRUPPO 3.....	71
5.3.1 SEGNALAMENTO .....	71
5.3.2 CHIRURGIA E OUTCOME .....	72
5.4 GRUPPO 4.....	76
5.4.1 SEGNALAMENTO .....	76
5.4.2 CHIRURGIA E OUTCOME .....	77
5.4.3 ANATOMOISTOPATOLOGIA .....	81
<b>6. DISCUSSIONI.....</b>	<b>83</b>
<b>7. CONCLUSIONI .....</b>	<b>94</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>95</b>
<b>SITOGRAFIA .....</b>	<b>114</b>



# INTRODUZIONE

L'emostasi è un momento fondamentale della procedura chirurgica e rappresenta pertanto una fase critica in ogni intervento.

Gli esiti di un'emorragia intra o postoperatoria, comportano oltre all'impossibilità di visualizzare adeguatamente il campo operatorio durante la procedura chirurgica, rischi per la sopravvivenza del paziente e l'aumento delle complicanze postoperatorie, sia precoci (necessità di re intervenire), che tardive (sviluppo di ematomi, suppurazioni endoaddominali, infezioni della ferita e ritardo nella canalizzazione). La prima tecnica di emostasi, e ancora oggi utilizzata, consiste nella legatura dei vasi con fili di sutura o, più recentemente, con clips metalliche o riassorbibili. Lo sviluppo della chirurgia moderna ha coinciso con il diffondersi di tecniche e di dispositivi sempre più innovativi per il controllo del sanguinamento. Accanto ai sistemi di emostasi meccanica, negli ultimi anni, si sono affiancati altri dispositivi elettromedicali che sfruttano diversi principi fisici, come la radiofrequenza, gli ultrasuoni ed il laser, per ottenere sia la dissezione di organi parenchimatosi che l'emostasi, in chirurgia tradizionale o mininvasiva.

È ormai ampiamente riconosciuto, infatti, che l'esecuzione di legature per l'emostasi o l'applicazione di clips vascolari, oltre a provocare inevitabilmente la permanenza di materiale da sutura o impianti non assorbibili (che possono fungere da "pabulum" per la crescita batterica e favorire le aderenze soprattutto in cavità addominale), richiede tempi chirurgici prolungati, aumenta il rischio di emorragie e può determinare un aumento dei tempi anestesiológicos, aspetto particolarmente importante in pazienti compromessi (Waldron & Robertson, 1995; Harold et al., 2003; Toombs & Clarke, 2003).

In questo studio, pertanto, vengono trattate alcune delle più moderne tecniche di emostasi e dieresi, attualmente impiegati in Medicina Veterinaria e Umana,

con particolare riferimento al sistema Ligasure™ a radiofrequenza, valutandone l'applicabilità, i vantaggi e le caratteristiche tecniche.

Questo dispositivo è in grado di misurare l'impedenza dei tessuti ed erogare solo la pressione e l'energia elettrica necessaria per ottenere una sintesi permanente, grazie alla fusione del collagene e dell'elastina (Heniford et al., 1998; Goldstein et al., 2002). Per questo strumento, vengono inoltre trattate le esperienze riportate in bibliografia in merito al suo utilizzo in differenti procedure chirurgiche.

Il sistema Ligasure™ a radiofrequenza per la sintesi tissutale e la coagulazione vasale viene, quindi, messo alla prova in quattro differenti procedure chirurgiche a cielo aperto impiegate, di frequente, in Medicina Veterinaria (sia in chirurgia oncologica che dei tessuti molli): splenectomia semplice, splenectomia complessa, ovariectomia e linfadenectomia. Ne vengono valutati, inoltre, l'efficacia ed i vantaggi, rispetto alle stesse chirurgie eseguite con tecnica tradizionale, in termini di complicanze intra e postoperatorie, di outcome, di durata dell'ospedalizzazione, di fili chirurgici impiegati, di entità del sanguinamento intraoperatorio e di velocità di esecuzione della procedura chirurgica.

# 1. EMOSTASI CHIRURGICA

Con il termine emostasi si intende l'arresto di un sanguinamento sia arterioso che venoso, e comprende una serie di azioni che vengono messe in atto per prevenire o arrestare una emorragia, sia essa secondaria ad un evento traumatico o ad un intervento chirurgico. L'emostasi naturale è un meccanismo di difesa, fisiologico e spontaneo, per arrestare un sanguinamento (Colangelo, 2007).

Questa prevede l'attivazione delle diverse fasi della cascata coagulativa e dipende da fattori, extra ed intravascolari, che agiscono in sinergia, per innescare la formazione iniziale di un trombo, nel sito di sanguinamento, in grado di arrestare l'emorragia (Fishbach & Fogdall, 1981). In chirurgia l'emostasi può essere indotta meccanicamente e tanto più la procedura diventa complessa ed invasiva, tanto più l'utilizzo di strategie adeguate per il controllo dell'emostasi diventa importante: sia per la corretta riuscita dell'intervento, che per ridurre i tempi operatori, la morbilità e morbidità postoperatoria e la necessità di re intervenire (Anderson, 2012).

L'assenza di sangue nel campo operatorio presenta degli indubbi vantaggi, questo infatti si infiltra nei tessuti rendendoli irriconoscibili, altera i rapporti tra gli organi, costituisce un mezzo di adesione per i microrganismi e si comporta da corpo estraneo rallentando i processi di guarigione (Toombs & Clarke, 2003; Anderson., 2012; Fossum, 2013).

L'emostasi può essere a sua volta classificata in:

Emostasi preventiva preoperatoria: è volta a rendere esangue il campo chirurgico mediante l'apposizione di lacci o bende (fascia di Esmarch), in grado di eseguire una pressione sul distretto vascolare interessato, sufficientemente elevata, partendo dall'estremità distale sino a quella prossimale (Bourquelot, 1993).

Emostasi preventiva intraoperatoria temporanea: si esegue per arrestare il flusso ematico a livello di un vaso mediante compressione a monte e a valle del sito in cui ha origine l'emorragia, grazie a lacci o pinze atraumatiche.

Emostasi preventiva intraoperatoria definitiva: ha lo scopo di interrompere in maniera permanente l'apporto ematico in un determinato distretto grazie alla legatura o clampaggio dei vasi afferenti, seguita dalla dissezione degli stessi.

Emostasi temporanea: è una procedura fondamentale in chirurgia, in quanto viene impiegata per bloccare una emorragia improvvisa durante un intervento chirurgico e, si ottiene eseguendo una compressione locale con un dito o mediata da delle garze, prolungando la compressione per alcuni minuti, al fine di provocare un vasospasmo e la formazione del coagulo.

Esistono diverse tecniche e diversi strumenti in grado di creare una adeguata emostasi ma ognuno di questi deve essere valutato a seconda del tipo di intervento e del tessuto o vaso su cui si vuole effettuare (Colangelo, 2007).

Vengono di seguito riportati i più comuni sistemi di emostasi impiegati in chirurgia:

- garze o pezze: possono essere zaffate con forza nel sito emorragico o applicate (dopo essere state imbevute con soluzione fisiologica calda), su vaste aree cruentate.
- spugne di fibrina o collanti biologici (collagene, gelatine o cellulosa): impiegate prevalentemente in siti difficilmente raggiungibili, in organi parenchimatosi e comunque in aree in cui gli strumenti tradizionali falliscono (Anderson., 2003).
- pinze emostatiche: vengono applicate direttamente sul vaso sanguinante, quando questo deve essere sacrificato piuttosto che riparato; arrestano temporaneamente l'emorragia e danneggiano sufficientemente la parete vascolare in modo da attivare il meccanismo fisiologico della coagulazione;

- Legature manuali e/o suture: prevedono l'uso di materiale da sutura e di nodi chirurgici applicati direttamente sul vaso o su più vasi contemporaneamente, per ottenere una emostasi permanente;
- clips metalliche: vengono applicate direttamente sul vaso in cui eseguire l'emostasi e sono permanenti, prevalentemente impiegate in chirurgia laparo/toracoscopica e neurochirurgia.
- cauterio: strumento caratterizzato da una punta incandescente applicata direttamente sul sito dell'emorragico (Thoombs & Clarke, 2003);
- elettrocoagulazione mono e bipolare: si ottiene mediante il passaggio della corrente elettrica in una pinza o nel bisturi elettrico, costituisce il trattamento classico in corso di interventi chirurgici, soprattutto per vasi di piccolo calibro ridotto;
- coagulazione ultrasonica: è la risultanza della trasformazione di energia elettrica in vibrazioni meccaniche, in grado di fornire l'emostasi con una minima produzione di fumo;
- Coagulazione a radiofrequenza: permette l'emostasi non grazie alla formazione del trombo, ma grazie alla sintesi della fibrina e del collagene.
- Coagulazione Laser: in Medicina Veterinaria prevalentemente costituita tra Laser a CO<sub>2</sub> o ad Argon e permette la formazione del coagulo grazie all'interazione Laser-Tessuto (Sackman, 2012).

## 2. ELETTROCHIRURGIA E CENNI STORICI

Negli ultimi anni gli strumenti elettromedicali utilizzati per il raggiungimento dell'emostasi nelle procedure chirurgiche, ha visto un incremento considerevole; tuttavia fin dall'antichità il calore è stato impiegato per arrestare le emorragie.

I primi esperimenti sull'utilizzo di correnti a radiofrequenza su soggetti umani, risalgono alla fine del XIX secolo.

Arsene d'Arsonval fu il primo a compiere studi nel 1892, sull'effetto di correnti ad alta frequenza sui suoi pazienti; mentre Oudin nel 1899, descrisse la distruzione dei tessuti molli provocata dalla corrente rilasciata da un'apparecchiatura risonante (Ripetti, 2006).

Soltanto nel 1926 si assiste all'applicazione della corrente ad alta frequenza in una procedura di neurochirurgia ed alla sua conseguente diffusione ad opera di Harvey Cushing.

Grazie agli eccellenti risultati ottenuti con lo strumento ideato dal fisico Bovie (caro amico di Cushing), quei pazienti fino ad allora considerati inoperabili a causa dell'elevato rischio di emorragie cerebrali, divennero candidati alla chirurgia e con la pubblicazione del loro lavoro, i due studiosi contribuirono a diffondere l'applicazione dell'elettrochirurgia a livello mondiale (Hochberg et al., 1997; Wall & Gertners 2008).

Sino alla tecnologia odierna che deriva da un progetto ideato dalla Valleylab nel 1976, che mise a punto il primo sistema portatile caratterizzato dalle uscite isolate e indipendenti che assicuravano un maggior livello di sicurezza per l'operatore, dai comandi manuali (Fig. 1) dotati di una maggior maneggevolezza e dalle onde elettriche complex.

## 2.1 ELETTROBISTURI

Il termine elettrocauterizzazione viene spesso impiegato in maniera erronea per definire l'elettrocoagulazione. Con l'elettrocauterizzazione si indica l'uso della corrente diretta (elettroni che fluiscono in una direzione), mentre l'elettrochirurgia utilizza la corrente alternata.

Durante l'elettrocauterizzazione infatti, la corrente non entra nel corpo del paziente ed è il solo filo riscaldato che entra a contatto con il tessuto. Al contrario, nell'elettrochirurgia, il paziente viene incluso nel circuito e la corrente penetra nel suo organismo (Fossum, 2013).

L'energia viene trasmessa al tessuto proporzionalmente al suo contenuto in acqua ed i tessuti vitali sono degli ottimi conduttori di energia elettrica, grazie all'elevato contenuto in elettroliti. Il risultato dell'applicazione di energia sui tessuti è la conseguenza della vaporizzazione delle cellule lungo la linea di incisione, che provoca un grado variabile di necrosi termica dei lembi della ferita chirurgica.

I vantaggi correlati all'utilizzo dell'elettrobisturi sono:

- Una riduzione delle perdite ematiche;
- Una minor quantità di punti di sutura e dunque di materiale estraneo residuo;
- La riduzione dei tempi operatori.

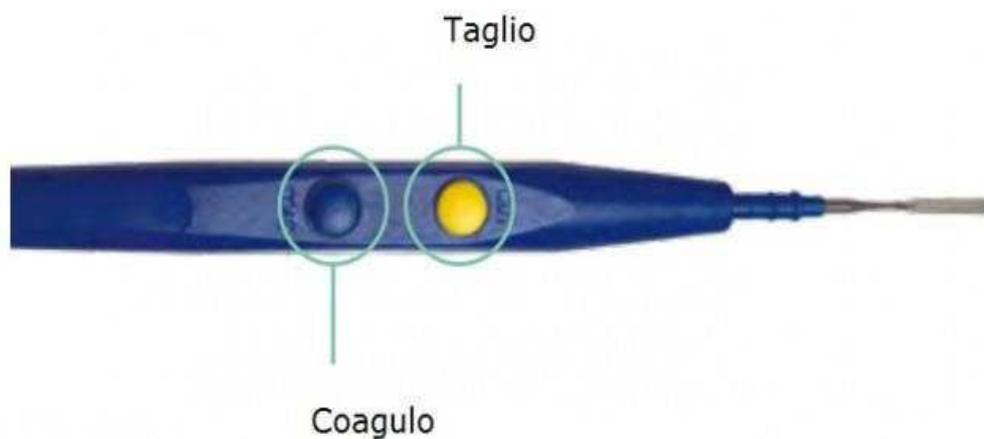
Tali vantaggi, sono però correlati ad una minor resistenza delle ferite alle infezioni batteriche, nonché ad una maggior predisposizione alla deiscenza delle stesse (Thoombs & Clarche, 2003).

L'elettrobisturi impiega corrente alternata (radio frequenza), responsabile dell'effetto termico che si osserva quando la corrente elettrica attraversa il tessuto e ne causa il surriscaldamento per effetto Joule.

I generatori elettrochirurgici lavorano ad alte frequenze (tra 240 e 3.3 megahertz) e, a seconda della quantità di calore che producono, si osservano

sul tessuto differenti effetti chirurgici. L'entità del riscaldamento è strettamente correlata al tempo di applicazione ed alla densità della corrente, alla resistenza elettrica del tessuto e dalle dimensioni dell'area attraversata dal flusso di corrente (Sackman, 2012).

I generatori elettrochirurgici presentano due diverse modalità di applicazione dell'energia elettrica: monopolare e bipolare.

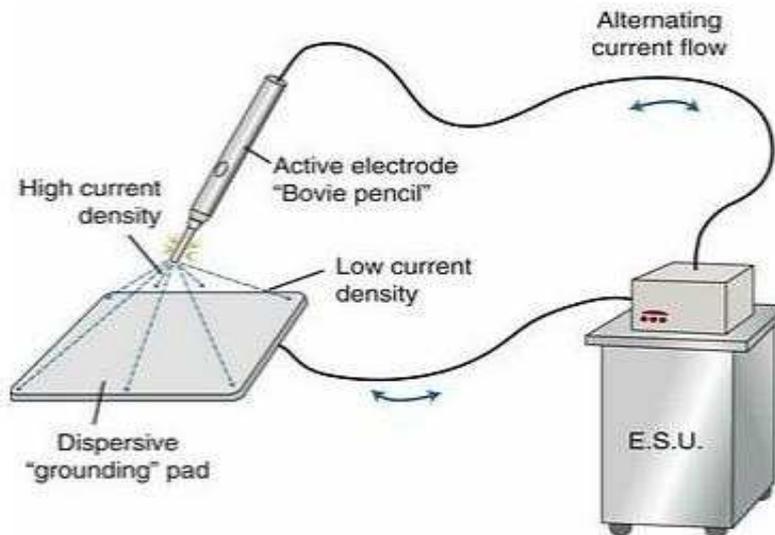


**Figura 1:** tasti di comando per la coagulazione ed il taglio installati in un manipo-  
lo dell'elettrobisturi monopolare.

Il sistema di radiofrequenza **monopolare**, impiega corrente elettrica applicata tramite un elettrodo attivo all'apice di un manipo-  
lo (Fig. 1) (Wall et al., 2008). Questa concentrandosi a livello del punto di contatto con il tessuto, produce l'effetto termico desiderato; successivamente attraversa il paziente e viene raccolta da un elettrodo neutro. A livello di elettrodo neutro, l'ampia superficie di contatto con il paziente fa sì che l'energia venga notevolmente ridotta, azzerando così l'effetto termico sui tessuti del paziente.

Il circuito si chiude attraverso un cavo che dall'elettrodo neutro riporta l'energia al generatore (Fig. 2).

La tecnica monopolare è la più frequentemente impiegata, perché in grado di fornire la più ampia gamma di effetti chirurgici, sia per la coagulazione che per la diresi tissutale (Parker & Bartls, 1998; Toombs & Clarke, 2003).

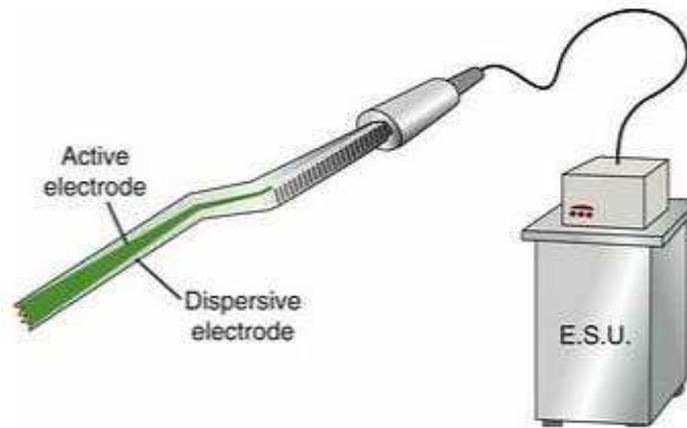


**Figura 2:** elettrobisturi monopolare, la corrente elettrica proveniente dal generatore passa attraverso l'elettrodo attivo al tessuto e quindi al paziente per poi tornare al generatore attraverso l'elettrodo di ritorno (Smith & Smith, 2001).

L'elettrobisturi **bipolare**, al contrario, consiste in un elettrodo attivo ed uno di ritorno, incorporati all'interno di un unico manipolo, dotato solitamente di una pinza o una forbice isolate, i cui apici fungono da polo positivo e negativo.

I due elettrodi attivi essendo molto ravvicinati, limitano il flusso della corrente attraverso la piccola quantità di tessuto compresa tra i due poli (Fig. 3), favorendo un'erogazione dell'energia più precisa, una minor stimolazione dei tessuti circostanti e, quindi, un minor rischio di danni da diffusione termica (Smith & Smith, 2001).

Siccome la corrente non attraversa il paziente, un elettrodo di ritorno non è necessario, pertanto l'elettrochirurgia bipolare è considerata ragionevolmente sicura (Toombs & Clarke, 2003).



**Figura 2:** elettrobisturi bipolare, la corrente elettrica proveniente dal generatore passa attraverso i due poli delle pinze per poi tornare al generatore (Smith & Smith, 2001).

### **2.1.1 EFFETTO DELLA RADIOFREQUENZA SUI TESSUTI**

L'effetto termico della radiofrequenza sui tessuti dipende dal livello di energia impiegato, dalla durata dell'applicazione, dalla forma dell'elettrodo attivo, dal tipo di elettrodo utilizzato (monopolare vs bipolare), ma soprattutto dalla forma d'onda della corrente.

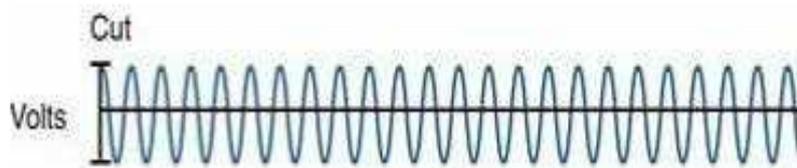
I generatori elettrochirurgici sono in grado di provocare a livello tissutale temperature superiori ai 65-75 °C. Queste temperature, causano la denaturazione del collagene e la conseguente contrazione tissutale, mentre, per la morte cellulare, sono sufficienti temperature inferiori (circa 45 °C).

A seconda della temperatura raggiunta e delle forme di impulso utilizzate, si riconoscono due diversi tipi di effetti prodotti dalla radiofrequenza:

- Coagulazione: si ottiene a temperature di 60-70 °C; quando i tessuti attorno all'elettrodo attivo raggiungono queste temperature, si assiste ad un lento riscaldamento del liquido intracellulare attraverso la membrana della cellula. Tale innalzamento graduale della temperatura si ottiene con

l'impiego di una corrente intermittente ad intensità limitata, che impedisce l'esplosione cellulare ma che ne provoca la sola disidratazione. Il risultato di questo fenomeno è la disidratazione cellulare, che porta alla fusione delle stesse ed alla formazione di una catena che permette l'arresto del sanguinamento.

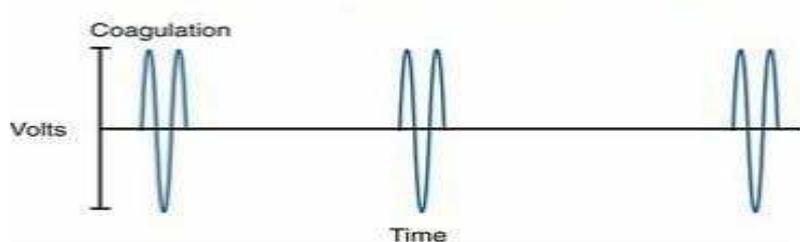
Quindi, la corrente che alimenta l'elettrodo è intermittente (Fig. 4), e gli archi elettrici che vengono generati si formano in sedi sempre differenti, aumentando così la superficie e riducendo di conseguenza la temperatura (Colangelo, 2007).



**Figura4:** onda elettrica sinusoidale (Robinson et al., 2010, modificata).

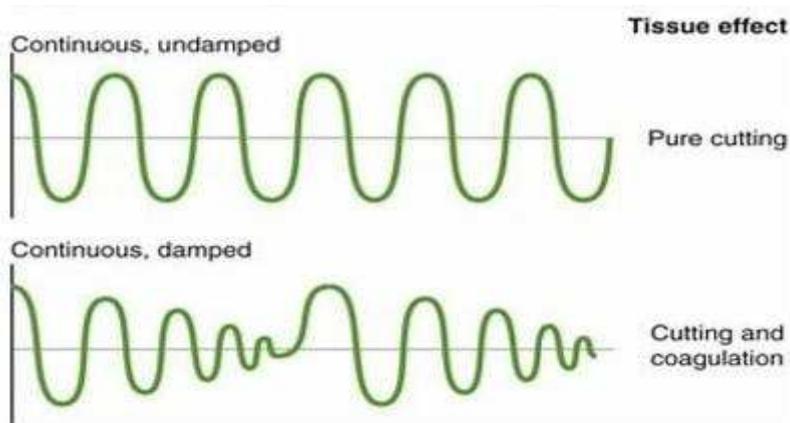
- Elettrotomia: si verifica quando la temperatura del tessuto raggiunge i 100 °C, in questo caso il liquido intracellulare si vaporizza, provocando la rapida distruzione cellulare. In seguito alla rottura delle cellule si sprigiona vapore attorno all'elettrodo, che innesca una reazione intercellulare a catena che segue la direzione in cui viene mosso l'elettrodo attivo. Pertanto la divisione dei tessuti, avviene grazie all'esplosione cellulare e non attraverso una resezione meccanica.

L'onda elettrica, necessaria per la realizzazione dell'effetto taglio, è di tipo sinusoidale e di ampiezza costante (Fig. 5).



**Figura 5:** onda elettrica intermittente (Robinson et al., 2010, modificata).

- Correnti miste: sia l'effetto taglio che quello della coagulazione, posso essere combinati per ottenere, ad esempio, una riduzione del sanguinamento durante una procedura di taglio. Per ottenere questo effetto, si adotta una forma d'onda (Fig. 6) che presenta entrambe le caratteristiche, precedentemente descritte, per il taglio e la coagulazione (Robinson et al., 2010).



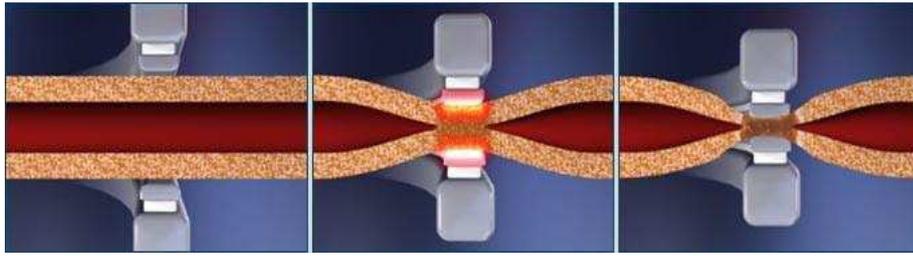
**Figura 6:** differenza tra le onde elettriche per il taglio e per il taglio e la coagulazione (Robinson et al., 2010, modificata).

### 3.1 RADIOFREQUENZA – LIGASURE™

Il sistema Ligasure™ (Covidien, Inc., Mansfield, MA), è un sistema generatore ad alta frequenza, per la coagulazione vasale bipolare e l'elettrochirurgia, basato sulla tecnologia "Instant Response Technology" (Riegler & Cosentini, 2014). È disponibile come un sistema unico, oppure combinato con un generatore per l'elettrochirurgia, la piattaforma ForceTriad™.

Per ottenere la sintesi e la coagulazione dei vasi, questo sistema si avvale di una combinazione di pressione, fornita dal manipolo (pinza) e radiofrequenza (RF) applicata sui tessuti target (Heniford et al., 2001). L'emostasi, a differenza dell'elettrobisturi, non è affidata alla formazione del trombo all'interno del vaso, ma, grazie al calore generato dall'energia bipolare determina la fusione del collagene e dell'elastina della parte intima del vaso, creando una sintesi permanente (Kennedy et al., 1998; Mathonette, 2003). Inoltre, la pressione esercitata dallo strumento stesso provoca, sui vasi in apposizione, prima la denaturazione proteica e, in seguito, una sua modificazione (Ohlund M. et al., 2011). La dissezione dei tessuti avviene successivamente tramite delle forbici o un tagliente integrato nella porzione terminale della pinza (Riegler & Cosentini, 2014).

Il generatore Ligasure™ è in grado di riconoscere lo spessore del tessuto su cui si sta intervenendo ed, automaticamente, di definire la quantità di energia e del tempo di permanenza richiesto per una corretta sintesi del vaso. Inoltre, questo sistema, è in grado di confinare il suo effetto sul tessuto target o vaso senza carbonizzarlo ma, soprattutto, determinando un minimo effetto termico sui tessuti circostanti al sito di sintesi. La tecnologia "Instant Response" identifica dunque l'impedenza elettrica del tessuto all'interno delle branche dello strumento (fino a 200 volte per secondo) erogando, di conseguenza, l'appropriato quantitativo di RF necessario per la sintesi (Fig. 7) (Santini M. et al., 2008, Riegler & Cosentini, 2014).



**Figura 7:** processo di fusione dei vasi.

La successiva dissezione del tessuto avviene tramite forbici da dissezione (per le pinze Ligasure Precise) o grazie alla lama integrata delle branche, in alcuni strumenti (Landman et al., 2003).

Questo dispositivo è inoltre dotato di un sistema di sicurezza che interrompe lo strumento quando la sintesi è avvenuta con successo, avvisando l'operatore con un segnale acustico e luminoso. Al contrario, in caso di sintesi/coagulazione incompleta o comunque inadeguata, il dispositivo allerta il chirurgo con un allarme sonoro e luminoso e, anche in questo caso, interrompe l'erogazione della radiofrequenza. Ovviamente di fronte a tale condizione, è necessaria una nuova "saldatura" del tessuto, al fine di ottenere la sintesi corretta (Fleshman, 2002; Mathonette, 2003)

In base al tipo di energia che viene applicata dallo strumento esistono diverse modalità di sintesi:

- **Bipolare:** è considerato a bassa energia in quanto emette un voltaggio di uscita di circa 40-150 Volts;
- **Macrobipolare:** viene definito ad alta energia in quanto utilizza un voltaggio di uscita di 100-300 Volts, combinando in un unico strumento chirurgico (pinze) le funzioni degli elettrodi attivo e di ritorno (Riegler & Cosentini, 2014).

Il generatore a RF utilizza delle pinze, monouso o riutilizzabili, di varie forme e dimensioni (diametro e lunghezza dello stelo e dell'elettrodo), nonché,

presenta caratteristiche tecniche differenti a seconda del tipo di intervento a cui sono destinate ed all'approccio laporoscopico o laparotomico (Sackman, 2012).

Le pinze sterili e monouso **Ligasure Precise** (Fig. 8), vengono utilizzate in procedure di chirurgia generale aperta e consentono l'accesso a spazi chirurgici ridotti ed una sintesi tissutale precisa, per chirurgie in prossimità di strutture vascolo-nervose, grazie alla ridotta dispersione termica laterale. A seguito della sintesi la dissezione avviene tramite un tagliente (bisturi o forbici).



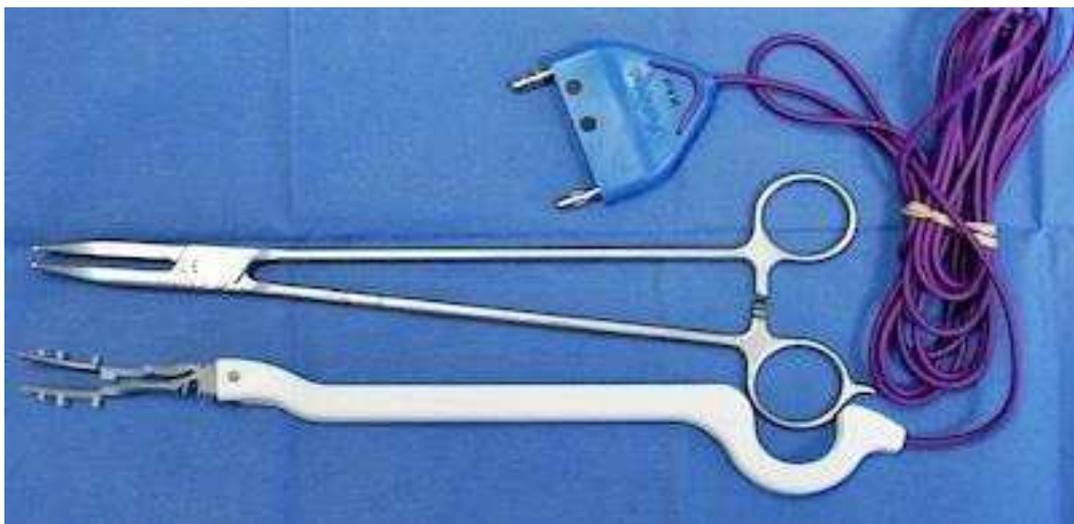
**Figura 8:** Pinze Ligasure Precise

Le pinze laparoscopiche monouso **Ligasure Lap, Atlas e Ligasure V** (Fig 9), sono invece concepite per la sintesi, la coagulazione e la diresi di vasi e tessuti, esclusivamente nelle procedure chirurgiche laparoscopiche. Sono caratterizzate dalla presenza di una lama fredda tagliente all'interno dell'elettrodo, che taglia il tessuto solo dopo aver creato la sintesi. (uvef<sub>verona</sub>, 2008)



**Figura 9:** Pinze Ligasure Atlas & pinze Liugasure V.

Esistono, inoltre, una serie di pinze riutilizzabili (Fig. 10) in acciaio chirurgico, ma che richiedono l'utilizzo di elettrodi monouso, destinate alla chirurgia generale. Queste sono pinze **Standard** e pinze **Max**, progettate per le procedure chirurgiche aperte ginecologiche, vaginali, proctologiche e delle cavità profonde, che ne permettono l'accesso a strutture localizzate in sedi anguste e difficilmente raggiungibili (uvef<sub>verona</sub>, 2008).



**Figura 10:** Pinze riutilizzabili Max.

Le Pinze LigaSure™, **Small Jaw**, Open Sealer/Divider, 18,8cm (fig. 11), utilizzate in questo studio, sono invece uno strumento monouso per la chirurgia laparotomica ad attivazione manuale, dotato di un sistema di taglio a lama fredda e morse curve di 18mm.



**Figura 11:** Pinze Ligasure™ Small Jaw.

Sono uno strumento ideale per quelle procedure chirurgiche che richiedono la legatura di vasi ematici e linfatici nonché di tessuti. Grazie alla sua maneggevolezza e semplicità di utilizzo, questa tecnologia consente all'operatore di disseccare in modo smusso, coagulare vasi fino a 7 mm di diametro (Harold et al., 2003), e tagliare in modo efficace, tutto in un solo strumento, limitando, pertanto, in maniera considerevole il ricorso a materiale da sutura e ad altri strumenti alternativi, diminuendo così i tempi della procedura. (Riegler & Cosentini, 2004)

Studi sull'efficacia del Ligasure™ hanno dimostrato che oltre alla capacità di sintesi dei vasi arteriosi e venosi fino a 7 mm (Fig. 12), la sintesi vasale ottenuta con questa tecnologia resiste a pressioni tre volte superiori alla normale pressione sistolica e più precisamente ad una pressione media di 900 mmHg e

200 mmHg rispettivamente per i vasi arteriosi e venosi (Landman et al., 2003; Mathonnet, 2003). La tecnologia a radiofrequenza Ligasure™, permette di lavorare con sicurezza anche in prossimità di strutture anatomiche delicate, dove, il calore disperso a strutture circostanti che potrebbero venire danneggiate risulta limitato (il danno termico laterale con small jaw é inferiore 2 mm) (Wouters et al.,2011).



**Figura 12:** Aspetto istologico della sintesi vascolare e relativo dettaglio.

La piattaforma **ForceTriad™** (Fig. 13), anch'essa impiegata per le procedure chirurgiche in questa ricerca, combina le modalità di elettrochirurgia monopolari, bipolari di un elettrobisturi tradizionale alla sintesi tissutale in un unico generatore. Rispetto al Ligasure™, ForceTriad™ presenta numerose innovazioni tecniche che lo rendono più rapido della versione precedente: presenta un'interfaccia utente semplice ed intuitiva, con tre touch-screen in grado di rilevare automaticamente i manipoli e di configurarsi di conseguenza, riducendo, pertanto, il numero di personale necessario per la gestione dell'apparecchiatura. Il nuovo sistema è in grado di eseguire applicazioni più rapide, con una maggior capacità di erogare energia e, quindi, in grado di ridurre potenzialmente i tempi di sala operatoria (Newcomb, 2008). Inoltre, per migliorare la visualizzazione durante gli interventi laparoscopici, il dispositivo è stato ottimizzato per produrre un livello minimo di adesività, escara e dispersione termica nei tessuti adiacenti (uvef<sub>verona</sub>, 2008).



**Figura 13:** Piattaforma ForceTriad™ e relativo dettaglio del pannello di controllo.

### **3.1.1 VANTAGGI E SVANTAGGI DEL SISTEMA DI SINTESI A RADIOFREQUENZA**

I dati disponibili in letteratura dimostrano che, in generale, Ligasure™ è associato a riduzioni significative della durata dell'intervento, del sanguinamento intra e postoperatorio e del dolore post-operatorio (Romano et al., 2002; Misawa et al., 2009). Ha inoltre la capacità di eseguire la sintesi e coagulazione di vasi fino a 7 mm di diametro, con una resistenza fino a tre volte la normale pressione arteriosa e di ridurre la produzione di fumo rispetto agli altri sistemi a radiofrequenza (Harold et al., 2003; Rivier & Monnet, 2011). Non sono ancora stati dimostrati vantaggi e benefici significativi relativamente a durata della degenza e indice di complicanze peri- e post-operatorie.

Nel 2003 Campbell et al, hanno documentato, grazie a studi termografici, che la temperatura raggiunta all'interno delle branche del Ligasure™ (a seconda dello strumento impiegato) varia dai 35°C ai 100°C. Da un'analisi più accurata, è stato evidenziato che, in realtà, queste temperature vengono raggiunte

esclusivamente nel tessuto al di sotto delle branche ma soprattutto sono mantenute per 1,2 secondi, dopo di che si stabilizzano ad una temperatura inferiore sino al completamento della sintesi. Inoltre, sembra che la dispersione termica nei tessuti circostanti varia da 1,5 mm a 3,2 mm a seconda delle pinze impiegate e che, considerate le basse temperature di esercizio e la scarsa diffusione, i danni ai tessuti adiacenti l'applicazione, sono estremamente limitati, ma non assenti (Heniford et al., 2001; Goldstein et al., 2001;Campell et al., 2003; Carbonell et al., 2003).

I principali rischi correlati all'applicazione del sistema Ligasure™ sono l'energia della radiofrequenza ed il danno tissutale indotto dal calore. L'applicazione della punta dello strumento in prossimità di strumenti e clip metallici, raccolte di liquidi e garze bagnate, dovrebbe essere assolutamente evitato o per lo meno mantenuto ad una distanza superiore ai 2 mm, infatti in queste condizioni, l'energia elettrica ed il calore potrebbero essere condotti ai tessuti circostanti determinando un grave danno organico e tissutale (ad esempio perforazioni intestinali conseguenti a necrosi tissutale). Risulta pertanto di fondamentale importanza, porre molta attenzione nel corretto posizionamento dello strumento, prima della sua attivazione (Riegler et al., 2000; Szincz et al., 2001; Landman et al., 2003; Mathonnet et al., 2003).

Anche l'adeguato posizionamento del tessuto all'interno delle branche della pinza ha un'importanza rilevante, infatti, è cruciale che il software possa interpretare correttamente lo spessore e l'impedenza elettrica del tessuto ed erogare la giusta energia per ottenere una corretta coagulazione dei vasi, evitando così il rischio di un'eventuale emorragia secondaria all'inadeguata sintesi (Mathonnet, 2003).

L'efficacia del Ligasure™ viene garantita dal sistema stesso in quanto, la macchina, è in grado di comunicare all'operatore l'avvenuta sintesi grazie ai sistemi dedicati alla realizzazione della pressione e alla valutazione automatica

dell'impedenza eliminando le incertezze sul risultato finale che potrebbero provenire da:

- una inadeguata compressione dei tessuti all'interno delle branche delle pinze
- eccessiva o limitata impedenza dei tessuti trattati
- errori di valutazione soggettive da parte dell'operatore sull'avvenuta sintesi
- errori di impostazione della potenza del generatore (Riegler & Cosentini, 2004).

Ovviamente questa tecnologia per la sintesi vascolare, ha, tra i vari vantaggi quello di essere indipendente dall'utilizzo di materiale che può fungere da corpo estraneo (clips), combinare la funzione di sintesi e dissezione esangue e rapida dei vasi e tessuti, facilitare ed accelerare significativamente le procedure chirurgiche. Tuttavia, devono necessariamente essere presi in considerazione alcuni aspetti tecnici ed accorgimenti per un uso corretto e sicuro della strumentazione e, pertanto, l'impiego del sistema richiede un'adeguata formazione ed un periodo di addestramento da parte dell'operatore (Riegler & Cosentini, 2004).

Per quanto riguarda i costi di utilizzo di questa nuova strumentazione, i dati sulle considerazioni economiche riportate in letteratura, sono relative ad analisi cost-to-cost, ovvero semplici confronti di costo principalmente tra il sistema Ligasure<sup>TM</sup> verso tecniche di emostasi tradizionale (utilizzo di clip emostatiche) in varie tipologie chirurgiche: nella parotidectomia (Coltella, 2005); nella tiroidectomia (Saint Marc, 2007; Parmeggiani, 2005; Kiriakopoulos, 2004) e nella colectomia (Hasegawa, 2003; Marcello, 2006; Targarona, 2005). Pertanto, ad oggi, le evidenze economiche sull'applicazione del Ligasure<sup>TM</sup> nelle diverse procedure chirurgiche, non ne suggeriscono l'utilizzo su vasta scala. (Parmeggiani et al., 2005; Saint Marc et al., 2007).

### **3.1.2 CAMPI DI APPLICAZIONE IN MEDICINA UMANA E IN MEDICINA VETERINARIA**

Inizialmente, in Medicina Umana, il Ligasure™ era riservato a interventi di chirurgia addominale generale, urologica e ginecologica, oggi il suo impiego si è esteso sia nella cosiddetta chirurgia “aperta” che in quella mininvasiva ed attualmente, trova anche indicazioni nella chirurgia digestiva addominale (esofago, stomaco, pancreas, fegato, milza, colon-retto), nella riparazione di ernie, nella chirurgia toracica ed in quella del sistema endocrino, sia laparoscopica che laparotomica.

Attualmente, sono disponibili dati su larga scala e, spesso, il Ligasure™ in questi studi viene confrontato con altri sistemi di sintesi vascolare ed altre tecniche tradizionali, per le procedure di emorroidectomia (Flashman, 2002; Jayne et al., 2002; Milito et al., 2002; Palazzo et al 2002; Thorbeck & Montes, 2002; Chung & Wu, 2003; Altomare et al., 2006; Nienhuijs & Hingh 2009; Franceschilli 2011; Gentile et al., 2011; Peker et al., 2013; Yang et al., 2013; Chen et al., 2014), tonsillectomia (Prokopakis et al., 2005; Lachanas et al., 2005; Judd, 2006; Lachanas et al., 2007; Karatzanis et al.,2008; Attner et al., 2010), tiroidectomia (Mathonnet, 2003; Zarbeczan et al., 2010; Chang et al 2011; Bove et al., 2012; Dionigi et al 2013; Glover et al., 2013; Lang et al., 2013; Kwak et al ., 2013; Pergel et al., 2014), adrenalectomia (Heniford et al. 2001; Brauckhoff et al., 2003; Mutter et al., 2003), epatectomia (Herbst et al 2001; Horgan et al., 2001; Shulze et al., 2003; Chiappa et al., 2007; Alexiou et al., 2013; Yoshimoto et al., 2014), splenectomia (Heniford et al., 2001; Palazzo et al., 2002; Yao et al., 2011; Shabahang et al.,2012; Ji et al., 2012), colectomia sia benigna che oncologica (Riegler et al., 2000; Szinicz et al., 2001; Marcello et al., 2006; Nakajima et al., 2010; Takiguchi et al., 2010; Martin et al., 2011; Scabini et al., 2011; Hotta et al., 2012; Sanchez-De Pedro et al., 2014), gastrectomia/esofagotomia (Heniford e al., 2001; Le et al., 2003; Takiguchi et

al., 2010; Yao et al., 2011; Fujita et al., 2014; Zhou et al., 2014), linfadenectomia mammaria (Cortadellas et al., 2011; Nespoli et al., 2012) e ovariectomia/isterectomia (Aydin et al., 2012; Jansenn et al., 2012; Lakemann et al., 2012).

Nella maggior parte degli studi sopracitati, si riportano, tra i vantaggi della procedura eseguita con il sistema di sintesi Ligasure<sup>TM</sup>: il mancato utilizzo dei punti di sutura (principali responsabili del dolore post-operatorio), l'assenza di corpi estranei (es. clip metalliche) responsabili di interferenze con eventuali esami diagnostici, il minor tempo per l'esecuzione della procedura chirurgica ed, in fine, una considerevole riduzione del sanguinamento intraoperatorio e dei giorni di degenza postoperatori. Tuttavia, lo scarso numero di pazienti inclusi in questi studi, molto eterogenei tra loro, nonché la valutazione di outcome non sempre adeguati, devono necessariamente portare ad una cauta valutazione di queste considerazioni ed incitare alla realizzazione di nuovi trial che le possano confermare.

Al contrario, come spesso accade in Medicina Veterinaria, le pubblicazioni riguardanti l'impiego di questa tecnologia, sia in chirurgia aperta che mininvasiva, sono limitate, come d'altronde la casistica riportata in ciascuno studio.

Ad oggi l'impiego del Ligasure<sup>TM</sup> in chirurgia degli animali da compagnia, è descritto in un numero limitato di casi e per lo più la bibliografia riporta dei "case report".

Comunque, il sistema a radiofrequenza è stato impiegato con successo nelle procedure di splenectomia (Collar et al., 2010; Rivier & Monnet, 2011; Monarski et al., 2014), in una procedura di cardiocirurgia (Plesman et al., 2011), in chirurgia epatica (Risselada et al., 2008); in chirurgia toracica (Mayhew et al., 2012); per le procedure di ovariectomia e ovarioisterectomia (Ohlund et al., 2011; Barrera et al. 2012; Coisman et al., 2014) ed in chirurgia del sistema endocrino (Wouters et al., 2011; Knell & Venzin, 2012). Anche in

questi casi, tutti gli autori sono concordi nel ritenere il Ligasure™, sicuro ed efficace per le procedure prese in esame, nonché in grado di ridurre i tempi chirurgici della procedura.

### 3.2 LASER

La Parola Laser è l'acronimo inglese di “Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation”, ovvero Amplificazione di Luce tramite Emissione Stimolata di Radiazioni (Hitz, 1991).

Nel 1958, Arthur L. Schawlow e Charles H. Townes hanno applicato il primo laser brevettato e, nello stesso anno, Theodore Maiman costruì il primo laser che utilizzava un cristallo di rubino sintetico.

L'uso clinico del laser risale però agli anni '60, ma non presentò, in un primo momento, una larga diffusione, causa i costi elevati, le difficoltà operative e di manutenzione, nonché l'impossibilità di trasportare l'apparecchiatura necessaria (Fig. 14).



**Figura 14:** manipolo del Laser.

Solamente negli ultimi 20 anni, la maggiore disponibilità di strumenti laser ed il crescente interesse professionale, ne hanno decretato una maggior diffusione ed utilizzo anche in Medicina Veterinaria e, ai giorni nostri, l'utilizzo del laser è divenuto indispensabile per la terapia chirurgica di alcune patologie che in passato venivano considerate non trattabili (Wall et al., 2008).

Gli esempi di laser a gas utilizzati in Medicina Veterinaria comprendono il Laser a CO<sub>2</sub> (10.600 nm, spettro infrarosso) ed il Laser ad Argon (524 nm, spettro visibile). Vengono inoltre utilizzati anche molti laser a cristalli solidi, come il Laser a titanil fosfato di potassio (KTP o Nd-Yag a frequenza doppia; 532 nm), il Laser a neodimio: ittrio alluminio (Nd-Yag; 1.064 nm, spettro infrarosso) ed il Laser a erbio: ittrio-alluminio (Ho-Yag; 2.100 nm, spettro infrarosso).

### **3.2.1 FISICA DEL LASER**

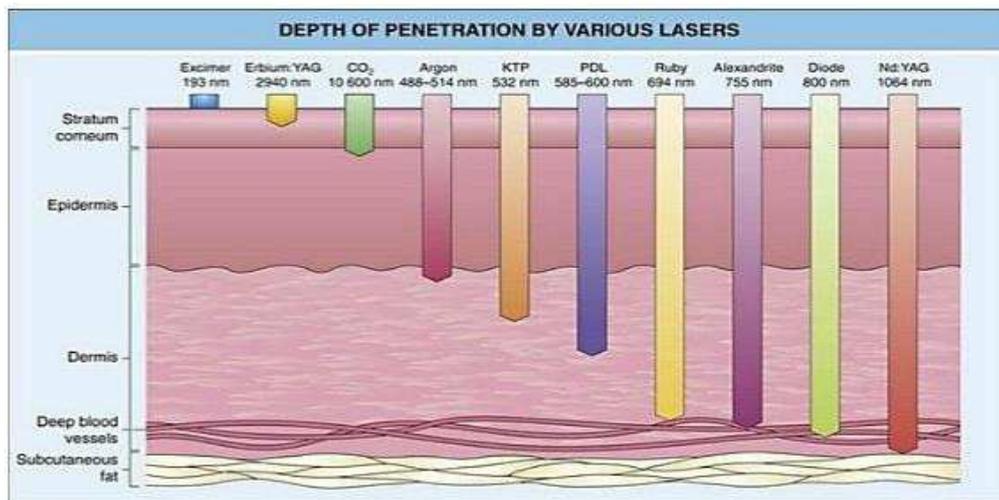
Il laser produce una radiazione elettromagnetica conosciuta come luce, a diverse lunghezze d'onda che vanno dall'ultravioletto all'infrarosso, comprendendo sia gli spettri visibili che non visibili.

Sono disponibili diverse tipologie di laser ma la modalità con cui questi liberano energia è piuttosto simile (Boord, 2006).

Il mezzo Lasing, che può essere un cristallo solido, un liquido o un gas, determina la lunghezza d'onda della luce laser (Hecht, 1992), ed i laser biomedici vengono descritti sulla base delle caratteristiche del materiale Lasing e della lunghezza d'onda.

La lunghezza d'onda della luce laser e la sua frequenza ne determinano il comportamento con i tessuti target. Data la natura delle diverse interazioni laser-tessuto (Fig. 15), ogni laser è, generalmente, acquistato per una

applicazione specifica, vista la diversa capacità di attraversare i vari tessuti (Lucroy & Bartels, 2003).



**Figura 15:** profondità di penetrazione del Laser nei diversi tessuti (Hirsh et al., 2008)

Quando l'energia viene applicata al Lasing, gli atomi presenti vengono elevati ad un livello di energia superiore e, ritornando al loro stato precedente all'eccitazione, liberano energia sotto forma di fotoni. Questi ultimi, risuonano all'interno di una "camera laser" stimolando altre molecole o atomi, provocando un fenomeno di eccitazione a catena, fino a quando uno specchio posizionato all'interno della camera, collima la radiazione in un'unica direzione, producendo, così, un fascio di luce ad elevata concentrazione.

La luce laser presenta dunque tre caratteristiche: monocromaticità (tutte le radiazioni possiedono la stessa lunghezza d'onda), coerenza (tutte le onde sono in fase sia nel tempo che nello spazio), direzionalità (tutti i raggi sono paralleli) (Kaufman et al., 1994).

Per questo motivo, la luce laser puntata su una superficie ha lo stesso diametro, indipendentemente dalla distanza del fuoco (Boord, 2006).

Quando la luce laser entra in contatto con un tessuto, può essere assorbita, trasmessa attraverso il tessuto, diffusa o riflessa dallo stesso. Le interazioni laser-tessuto sono state classificate in: fototermiche, fotochimiche o meccaniche fotodistruttive, a seconda di come l'energia laser viene convertita in energia termica, elettrica o acustica.

L'energia acustica generata da un laser è un improvviso impulso di energia che crea un'onda d'urto nel tessuto (fenomeno che viene sfruttato ad esempio per la litotripsia per calcoli vescicali), ne determina la distruzione, come conseguenza della disintegrazione della membrana lipidica cellulare, delle proteine e del DNA (Wall & Gertners, 2008).

Le reazioni fotochimiche avvengono, invece, quando la luce laser provoca un cambiamento chimico nel tessuto, come si apprezza quando si utilizzano gli agenti fotodinamici (terapia fotodinamica in oncologia).

Il tipo più comune di interazione laser-tessuto che si usa in sala operatoria, è quella fototermica ovvero, la luce viene assorbita dal tessuto provocandone un aumento della temperatura. Questo surriscaldamento dipende dalla dose di energia applicata e provoca diversi gradi di danno tissutale. Se si prosegue con la somministrazione di energia, si ottiene in un primo momento, la coagulazione dei tessuti, mentre lo stadio successivo è rappresentato dalla vaporizzazione cellulare; fenomeni tipicamente ricercati dal chirurgo durante un intervento per ottenere un effetto di coagulazione, emostasi e ablazione tissutale.

Le cellule che circondano il tessuto vaporizzato, assorbono parte dell'energia proveniente dal punto di impatto del laser (per il fenomeno della diffusione); tali zone in cui si sviluppa il danno termico e la necrosi tissutale variano a seconda della tecnica impiegata dal chirurgo o dall'utilizzo o meno di una luce pulsata.

Infine, un surriscaldamento ulteriore provoca la carbonizzazione del tessuto, che ne muta completamente le proprietà ottiche, provocando un aumento della

capacità riflettente e di assorbimento dell'energia. A questo punto, se il chirurgo continua ad applicare energia, provoca danni tissutali anche alle cellule più periferiche rispetto al sito di applicazione della luce laser, causando, inevitabilmente, un ritardo nella cicatrizzazione, l'aumento dei rischi di infezione della ferita ed una maggior probabilità di deiscenza (Boords, 2006).

### **3.2.2 VANTAGGI E SVANTAGGI DEL LASER**

Le lunghezze d'onda dei laser impiegati in chirurgia sono assorbite, in primis, dall'acqua e, a seguire, dall'emoglobina, dalla melanina e da alcune proteine; questo fa sì che si instauri un'interazione di tipo fototermico tra laser e tessuto (Katzir, 1993).

Uno dei laser maggiormente impiegati in Medicina Veterinaria, è il Laser a  $\text{Co}^2$ , la cui luce presenta un elevato grado di assorbimento nell'acqua, che favorisce la realizzazione di un taglio preciso del tessuto, grazie alla vaporizzazione dei liquidi intra ed extracellulari, conseguente alla distruzione delle membrane cellulari (Wilder-Smith et al., 2002). Il Laser a  $\text{Co}^2$  non si approfondisce nel tessuto in cui viene applicato e questo lo rende più sicuro, limitando i danni da diffusione termica laterale. Inoltre, è in grado di sintetizzare e coagulare vasi di piccolo calibro (inferiori a 0,5 mm di diametro) e facilita una corretta visualizzazione dei vasi linfatici e nervi durante la procedura chirurgica, anche in tessuti particolarmente vascolarizzati (Boords, 2006). Quando viene applicato con la modalità che prevede l'assenza di contatto con il tessuto, può ridurre considerevolmente la contaminazione intraoperatoria della ferita ad opera delle cellule neoplastiche (Bartels, 2006). Con la vaporizzazione del tessuto e di eventuali microrganismi, in esso presenti sterilizza la breccia chirurgica limitando la possibilità di infezioni settiche e riduce l'edema postoperatorio, favorendo una più rapida guarigione.

Alcuni studi dimostrano, infine, che il dolore postoperatorio sembra diminuire ed il ritorno alla normale attività fisica risulta essere più rapido.

Per quanto riguarda gli svantaggi di questa tecnologia, si annoverano ustioni a carico degli operatori e del paziente, il maggior tempo richiesto per la dieresi del tessuto, causa la limitata penetrazione in profondità della luce, con il rischio di applicare lo strumento sullo stesso punto per un tempo prolungato, provocando un surriscaldamento eccessivo del tessuto ed un danno termico elevato ai tessuti circostanti (Boord, 2006).

Ancora l'energia laser può essere dannosa per gli occhi e necessita di protezioni oculari per il suo utilizzo; si associa, inoltre, alla produzione di fumi potenzialmente tossici (conseguenti alla vaporizzazione tissutale) e, pertanto, la sala operatoria dovrebbe essere dotata di un adeguato sistema di ventilazione. Questi svantaggi, secondo molti autori, sono comunque considerati di lieve entità e, soprattutto, facilmente prevedibili se le procedure vengono eseguite nel rispetto delle regole per la sicurezza individuale e con un corretto utilizzo della strumentazione (Sackman, 2012).

### 3.3 ULTRACISION™-BISTURI ARMONICO

Lo sviluppo di nuove tecniche di dissezione basate sulla trasmissione di energia sotto forma di ultrasuoni (onde con frequenza superiore a quelle udibili), ha rappresentato una grande innovazione nell'ambito dell'elettrochirurgia, poiché ha permesso di ottenere, allo stesso tempo, una corretta dieresi ed una efficace coagulazione tissutale e vascolare. L'Ultracision™, è uno strumento estremamente utile in corso di interventi di chirurgia "aperta". Esprime al massimo le sue potenzialità nella chirurgia mininvasiva, soprattutto quando occorre dissezionare strutture fibroadipose, contenenti vasi di un diametro fino

a 5 mm, in modo da evitare i rischi conseguenti alla diffusione termica laterale associati all'utilizzo dei sistemi a radiofrequenza. (Diamantis, 2006; Sackman, 2012)

Il sistema armonico è composto da un generatore di corrente, da un manipolo che ospita un trasduttore ultrasonico (uno strumento con una porzione terminale usata per tagliare il tessuto) e da un pedale per regolare la potenza desiderata (Sackman, 2012).

L'energia elettrica del generatore viene trasformata, nel manipolo, in energia meccanica (Fig. 16) grazie ad un trasduttore piezoelettrico (Ripetti, 2006).



**Figura 16:** manipolo dell'ultracison.

La lama o la punta dello strumento usato, vibra lungo l'asse del manipolo con una frequenza, che, nel caso dell'Ultracision, è di circa 55.000 vibrazioni al secondo (55.500 hertz) (Sang & Ki, 1999).

La base logica del bisturi armonico è praticare dissezioni chirurgiche atraumatiche ed emostatiche, che risultino non cruenti per i tessuti, grazie all'applicazione diretta di ultrasuoni (Sackman, 2012).

Questo si ottiene tramite la propagazione meccanica del suono, sotto forma di onde di pressione meccanica longitudinale (onde sonore), in grado di propagarsi nei solidi, liquidi e gas.

Queste onde, come visto in precedenza, hanno differenti frequenze, quelle a bassi livelli di potenza non hanno effetti sui tessuti e vengono, pertanto, utilizzate per scopi diagnostici (Imaging Ultrasonici). All'aumento dell'intensità, tali onde ultrasoniche possono produrre incisioni chirurgiche, emostasi e dissezione, permettendo, quindi, di effettuare taglio e coagulo con basse temperature, se paragonate a quelle utilizzate in altri tipi di tecnologia come il laser o il bisturi elettrico.

Il bisturi armonico è in grado di provocare diversi effetti sul tessuto, singolarmente o simultaneamente, quali: cavitazione, fusione proteica/coagulazione e taglio.

- La cavitazione prevede la formazione di bolle di vapore che comportano la dissezione dei piani del tessuto connettivo. In questo modo vengono messi in evidenza i vari piani di clivaggio, che devono essere dissecati dal chirurgo, riducendo o azzerando quasi completamente il sanguinamento durante tale procedura (Ripetti, 2006).
- La fusione proteica e coagulazione: la coagulazione avviene a basse temperature comprese tra i 50 °C e 100°C. Questa si verifica quando ultrasuoni e pressione vengono applicati contemporaneamente su un tessuto (Ripetti, 2006). La coagulazione avviene conseguentemente al trasferimento di energia meccanica ai tessuti, in grado di provocare la denaturazione delle proteine. Successivamente, si creano delle aderenze tra le molecole del collagene e, queste, vanno a formare un coagulo che sigilla i piccoli vasi. Quando l'effetto è prolungato, viene sprigionato un calore secondario in grado di effettuare una sintesi dei vasi più grandi (Sackman, 2012). Il meccanismo alla base della coagulazione con Ultracision™, è simile all'elettrochirurgia e al laser, ma si differenziano per il modo in cui la proteina viene denaturata; nell'elettrochirurgia attraverso energia elettrica mentre nel laser tramite energia luminosa.

- Il taglio: si ottiene tramite la vibrazione di una lama affilata che oscilla 55.500 volte al secondo, con un escursione da 50 a 100  $\mu\text{m}$ . Usando la tensione, la pressione, od entrambe, il tessuto viene portato al di là dei suoi limiti elastici dalla vibrazione meccanica ad alta frequenza e viene facilmente tagliato da una lama affilata, o dalla punta di uno strumento (Ripetti, 2006).

### **3.3.1 VANTAGGI DELL'ULTRACISION™**

L'Ultracision™ presenta numerosi benefici rispetto all'elettrochirurgia tradizionale o al laser. Innanzitutto, durante l'utilizzo di un bisturi armonico, non si trasmette corrente attraverso il paziente, contrariamente a quanto accade con l'elettrobisturi tradizionale, eludendo, così, i rischi associati all'uso diretto della corrente elettrica sul paziente e sugli operatori.

Si ha inoltre un minor danno termico sui tessuti limitrofi, grazie all'utilizzo di temperature sicuramente inferiori (Temperatura < 80°C), rispetto a quelle impiegate nelle procedure eseguite con i dispositivi chirurgici sopracitati (Amaral, 1993; Diamantis et al., 2006).

Per le procedure mininvasive, si sprigiona una quantità di fumo minima (solo conseguente all'evaporazione dell'acqua contenuta dal tessuto), aspetto fondamentale per il mantenimento del campo visivo durante tali procedure (Lee & Park, 1999).

Permette, inoltre, di ottenere una emostasi sicura per vasi fino a 5 mm di calibro, controllando il meccanismo di taglio e di coagulazione, in base a potenza, tensione del tessuto e forza della presa (Sackman., 2012).

La localizzazione dell'energia sull'apice dello strumento, assicura una precisione elevata e la possibilità di eseguire un taglio molto mirato, fattore

fondamentale per la chirurgia di strutture particolarmente delicate ed in spazi ristretti come quelli che si incontrano in chirurgia mininvasiva.

Altri importanti benefici sono rappresentati da un'emostasi perfetta, dalla capacità di separare, tagliare e contemporaneamente coagulare tessuti e vasi (in un unico strumento), accelerando così i tempi della procedura chirurgica (Diamantis et al., 2006).

## **4. PARTE SPERIMENTALE**

### **4.1 MATERIALI E METODI**

#### **4.1.1 OBIETTIVO DELLO STUDIO**

Questo studio ha l'obiettivo di valutare l'efficacia del sistema a radiofrequenza **Ligasure™**, per la sintesi dei tessuti molli e vasi, in quattro differenti procedure chirurgiche quali splenectomia "aperta" semplice, splenectomia "aperta" complessa, ovariectomia "aperta" e linfadenectomia (procedure frequentemente eseguite in chirurgia oncologica e dei tessuti molli). Ha inoltre lo scopo di confrontarne l'efficacia, nonché i vantaggi, con la chirurgia generale "aperta" con tecnica tradizionale, valutandone le eventuali complicanze intra e postoperatorie, l'outcome, la durata dell'ospedalizzazione, il numero di fili chirurgici impiegato, la quantità di garze utilizzate e, quindi, il sanguinamento intraoperatorio, il tempo impiegato per la rimozione dell'organo, il tempo totale della chirurgia e dell'anestesia.

#### **4.1.2 ANIMALI E DISEGNO SPERIMENTALE**

In questo lavoro sono rientrati un totale di 77 cani, riferiti o di spontanea afferenza al Servizio di Chirurgia Anestesia e Rianimazione del Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie di Bologna, tra il 2012 ed il 2014, affetti da patologie spleniche di interesse chirurgico, neoplasie di varia natura con interessamento o meno dei linfonodi regionali e pazienti sani da sottoporre ad ovariectomia.

I cani arruolati nello studio sono stati suddivisi in 4 gruppi, in base alla procedura chirurgica eseguita e quindi alla patologia:

- **Gruppo 1:** pazienti sottoposti ad intervento di splenectomia “aperta” semplice per neoformazioni spleniche, in assenza di aderenze dell’organo con l’omento e pazienti non affetti da torsione splenica;
- **Gruppo 2:** pazienti sottoposti ad intervento di Splenectomia “aperta” Complessa per neoformazioni spleniche associate ad aderenze dell’organo con l’omento o altri organi addominali e pazienti affetti da torsione splenica;
- **Gruppo 3:** pazienti sottoposti ad intervento di Ovariectomia “aperta” in assenza di altre patologie concomitanti o altre procedure chirurgiche eseguite nella stessa sede.
- **Gruppo 4:** pazienti sottoposti ad intervento di Linfadenectomia per metastasi al linfonodo regionale o come protocollo per la stadiazione neoplastica.

Ciascun gruppo è stato a sua volta suddiviso in due sottogruppi: **a (Ligasure™)** e **b (Tradizionale)**, rispettivamente a seconda che l’intervento fosse eseguito con l’ausilio o meno della piattaforma ForceTriad™ ed in particolare con le pinze LigaSure™ Small Jaw Open Sealer/Divider da 18.8 cm.

In tutti i pazienti, prima dell’anestesia e della terapia chirurgica, sono stati eseguiti una visita clinica accurata, esami emato-biochimici completi, profilo coagulativo ed esame chimico-fisico delle urine, al fine di valutarne le condizioni cliniche.

Inoltre, per alcuni pazienti, sono state svolte indagini di diagnostica per immagine sia per formulare e/o confermare la diagnosi (qualora questa fosse stata eseguita presso un’altra struttura), sia per la stadiazione del paziente oncologico e comunque a seconda della natura della patologia in atto.

Sono state quindi eseguite un totale di 80 procedure chirurgiche così riassunte:

- 15 splenectomie “*aperte*” semplici mediante Ligasure™;
- 10 splenectomie “*aperte*” semplici mediante tecnica tradizionale;
- 8 splenectomie “*aperte*” complesse mediante Ligasure™;
- 7 splenectomie “*aperte*” complesse mediante tecnica tradizionale;
- 12 ovariectomie “*aperte*” mediante Ligasure™;
- 10 ovariectomie “*aperte*” mediante tecnica tradizionale;
- 9 linfadenectomie mediante Ligasure™;
- 9 linfadenectomie mediante tecnica tradizionale.

Tutte le procedure sono state eseguite da due chirurghi esperti coadiuvati da un assistente chirurgo (allievo interno o studente).

#### **4.1.3 RACCOLTA DEI DATI E CRITERI DI INCLUSIONE**

Nel biennio 2012-2014 sono stati arruolati cani sottoposti a splenectomia, ad ovariectomia e a linfadenectomia.

L’assegnazione dei cani alla procedura standard piuttosto che a quella mediante Ligasure™ è avvenuta in maniera randomizzata, mentre sono stati esclusi dallo studio i cani sottoposti ad intervento di splenectomia ed ovariectomia con peso inferiore ai 15 Kg o con Body Condition Score (BCS) superiore a 4. Nel primo caso perché pazienti di piccola taglia hanno milze di volume ridotto mentre, nel secondo, l’infarcimento adiposo del legamento sospensore dell’ovaio può influenzare i tempi per la rimozione dell’organo e pertanto, entrambi questi fattori, avrebbero rappresentato una variabile in grado di inficiare i risultati statistici.

Per ciascun paziente sono stati raccolti i dati relativi al segnalamento, alle condizioni cliniche, all’intervento chirurgico ed al follow-up, sino ad un minimo di 30 giorni dalla chirurgia.

I parametri presi in considerazione nello studio sono stati i seguenti:

- Et ;
- Peso;
- Sesso;
- Razza;
- Chirurgo che ha eseguito la procedura;
- Tipo di chirurgia eseguita;
- Eventuali procedure chirurgiche concomitanti;
- Presenza e tipo di complicazioni intra e postoperatorie;
- Ematocrito (HCT) preoperatorio;
- Giorni di ospedalizzazione;
- Diagnosi istopatologica del tessuto/organo rimosso;
- Contestuale utilizzo dell'elettrobisturi per l'accesso chirurgico;
- Ora di inizio dell'anestesia, della chirurgia e della rimozione dell'organo;
- Ora della fine dell'anestesia, della chirurgia e della rimozione dell'organo;
- Numero di garze utilizzate per la sola rimozione dell'organo;
- Numero e tipo di fili impiegati per la sola rimozione dell'organo;
- Tempo totale dell'anestesia, della chirurgia e della rimozione dell'organo.

Nei pazienti operati di splenectomia e linfadenectomia, sottoposti anche ad altre procedure chirurgiche, non sono stati valutati il tempo totale della chirurgia e dell'anestesia, ad eccezione dei pazienti splenectomizzati e, contemporaneamente, sottoposti a biopsia epatica/intestinale/linfonodale o gastropessi incisionale. Queste manualit  necessitano di un tempo chirurgico limitato per l'esecuzione, non in grado di influenzare in maniera significativa la durata totale della procedura chirurgica e quindi dell'anestesia.

Il tempo totale della chirurgia è stato calcolato dall'incisione cutanea al termine della procedura, ovvero alla serratura dell'ultimo punto cutaneo, mentre la durata totale dell'anestesia è stata valutata dall'induzione alla sospensione della somministrazione di isofluorano, successiva alla rimozione delle pinze fermatelo.

Il tempo totale necessario per la rimozione dell'organo (milza, entrambe le ovaie ed il linfonodo), è stato calcolato dalla prima legatura/sintesi-coagulazione del vaso alla completa rimozione dell'organo.

Il numero di garze impiegate ed il tipo e numero di fili da sutura utilizzati si riferiscono, invece, a quelli impiegati per la sola rimozione dell'organo.

#### **4.1.4 EQUIPAGGIAMENTO CHIRURGICO**

Tutte le procedure chirurgiche sono state eseguite con il medesimo equipaggiamento composto da:

- Set chirurgico di base per tessuti molli;
- Piattaforma ForceTriad™ per elettrochirurgia con sistema LigaSure™, Valleylab Inc, Covidien Italia SpA;
- Pinze LigaSure™, Small Jaw, Open Sealer/Divider, 18,8cm, Covidien Italia SpA;
- Elettrobisturi Force TriVerse™, Covidien Italia SpA;
- Prodotti per la sterilizzazione dei dispositivi Ligasure™;
- Fili da sutura, bisturi e Punch;
- Teli, camici e guanti sterili.

## 4.1.5 PROTOCOLLO ANESTESIOLOGICO

A tutti i cani è stato imposto un digiuno pre-operatorio di almeno 8 ore e, dopo un'accurata visita anestesiologicala sono stati sedati con metadone (Eptadone<sup>®</sup>) 0,2 mg/kg e midazolam (Midazolam IBI<sup>®</sup>) 0,2 mg/kg, oppure metadone 0,2 mg/kg ed acepromazina (Prequilan<sup>®</sup>) 10-20 mcg/kg, a seconda delle condizioni cliniche e dell'età dei pazienti.

Previa tricotomia e detersione della regione interessata dalla chirurgia i pazienti sono stati trasferiti in sala operatoria, posizionati sul tavolo chirurgico, pre-ossigenati con un flusso di ossigeno al 100% a portata elevata (4-5 l/min) per circa 5 minuti e sottoposti a fluidoterapia con ringer lattato (5 ml/kg/h).

L'induzione dell'anestesia profonda è avvenuta mediante somministrazione di propofol (Propovet<sup>®</sup>) al dosaggio di 4 mg/kg, inoculato lentamente per via endovenosa "ad effetto", alla quale ha fatto seguito l'intubazione oro-tracheale e la conseguente somministrazione di una miscela di isofluorano in ossigeno puro per il mantenimento dell'anestesia.

In 10 pazienti del **gruppo 3**, inclusi in uno studio sulla cinetica del propofol in constant rate infusion (CRI), l'anestesia generale non è stata mantenuta in isofluorano ma bensì con infusione continua di propofol al dosaggio di 0,2-0,4 mg/kg/min.

Per tutta la durata della procedura chirurgica sono stati monitorati: la saturazione di ossigeno dell'emoglobina (spO<sub>2</sub>) con visualizzazione dell'onda pletismografica, la capnografia, il tracciato elettrocardiografico (ECG), la pressione arteriosa (misurata mediante tecnica non invasiva oscillometrica, NIBP) e la temperatura (mediante sonda rettale).

Dopo l'induzione i fluidi sono stati aumentati a 10 ml/kg/h ed è stato somministrato un bolo endovenoso iniziale di fentanyl (Fentanest<sup>®</sup>) da 3-5 mcg/kg, seguito da una infusione costante (constant rate infusion o CRI) al dosaggio di 5-10 mcg/kg/h, corretta in base alla risposta del paziente.

Circa 20 minuti prima del completamento della procedura chirurgica, si è instaurata la terapia del dolore postoperatorio (PO) con buprenorfina (Temgesic<sup>®</sup>) al dosaggio di 15 mcg/kg per via endovenosa e, al momento del risveglio, del carprofen (Rimadyl<sup>®</sup>) al dosaggio di 2 mg/kg (qualora il paziente non fosse nefropatico).

A tutti i cani, al momento dell'induzione, è stato somministrato ampicillina e sulbactam (Unasyn<sup>®</sup>) per via endovenosa al dosaggio di 20 mg/kg.

#### **4.1.6 PREPARAZIONE DEL PAZIENTE**

In sala pre-operatoria e con il paziente sedato, si esegue un'ampia tricotomia del sito chirurgico. In sala operatoria, il chirurgo (dopo l'induzione dell'anestesia profonda), prepara la cute secondo protocolli standard che prevedono, l'impiego contemporaneo di diverse soluzioni disinfettanti a base di iodopovidone, alcool isopropilico e clorexidina in più passaggi, mediante garze sterili ed effettuando un movimento circolare dall'interno verso l'esterno. La preparazione del campo operatorio, termina con il posizionamento di uno o più teli chirurgici sterili, di dimensioni adeguate e fissati alla cute del paziente con pinze fermateli.

#### **4.1.7 TECNICA CHIRURGICA**

##### **3.1.7.1 Splenectomia “aperta” mediante tecnica tradizionale**

L'accesso alla cavità addominale è stato eseguito mediante una celiotomia mediana dall'appendice xifoidea dello sterno sino all'ombelico o al pube a

seconda delle dimensioni della milza, al fine di permettere un'adeguata esposizione della stessa in caso di splenomegalia o parenchima articolamente friabile.

È stato applicato un divaricatore autostatico (Balfour) per mantenere adeguatamente aperta la parete addominale e, in ogni paziente, il campo operatorio è stato isolato con garze laparotomiche sterili imbevute con soluzione salina tiepida.

La milza patologica è stata quindi esteriorizzata dall'addome, con manipolazioni delicate al fine di evitare l'accidentale rottura dell'organo o di eventuali vasi.

In corso di emoaddome e prima di procedere con la rimozione dell'organo, tutte le milze sono state ispezionate al fine di evidenziarne la rottura e, prima di procedere con qualsiasi altra procedura sono stati clampati i vasi dell'ilo splenico mediante pinze emostatiche al fine di controllare l'emorragia.

Per limitare la possibilità di legare accidentalmente le arterie gastroepiploica sinistra e gastriche brevi, con il rischio di provocare un danno ischemico al fondo gastrico, irrorato da questi vasi, si è optato per la legatura individuale di tutti vasi ilari. Infatti in corso di patologie spleniche di natura neoplastica o rotture dell'organo, spesso, a causa del copioso versamento ematico e di eventuali aderenze, l'individuazione di tali vasi risulta particolarmente difficoltosa.

Le singole arterie e vene spleniche sono state legate con doppia legatura mediante Polysorb® 2-0/3-0 (a seconda delle dimensioni del vaso), previo isolamento e clampaggio del vaso con pinze emostatiche e la resezione dello stesso è stata eseguita tra le due legature (Fig. 17).

I vasi con diametro  $\geq 5$  mm, prima della loro resezione, sono stati clampati con tre legature e, l'incisione, è stata effettuata distalmente alla legatura più prossima all'ilo splenico.



**Figura 173:** esecuzione della doppia legatura a livello di vasi splenici, prima della resezione.

In caso di neoplasie particolarmente voluminose, aderenze con l'omento o torsione splenica, che impedissero una corretta visualizzazione dei vasi splenici, questi sono stati legati il più possibile in prossimità dell'ilo, rispettando comunque i margini richiesti dai canoni della chirurgia oncologica e, in corso di torsione splenica, evitando di detorcere il peduncolo vascolare.

Rimosso l'organo, in ciascun paziente è stata eseguita una meticolosa esplorazione del cavo addominale, seguita da biopsia di eventuali lesioni in altri organi ed exeresi di milze accessorie o emolinfonodi, nonché da gastropessi in corso di GDV (Gastric Dilatation Volvulus).

Prima della chiusura della breccia operatoria in tre strati, rispettivamente parete addominale, sottocute e cute secondo metodica standard, in presenza di rottura splenica ed emoaddome tutti i cani sono stati sottoposti a copioso lavaggio addominale con soluzione salina sterile a 37 °C, al fine di allontanare potenziali cellule neoplastiche dal cavo addominale.

#### **4.1.7.2 Splenectomia “aperta” mediante Ligasure™**

Con approccio celiotomico, la milza è stata esteriorizzata ed isolata da un secondo campo operatorio, realizzato mediante garze sterili imbevute in soluzione fisiologica sterile tiepida.

Seguendo le medesime considerazioni fatte in precedenza per la splenectomia “aperta” tradizionale si è proceduto ad evidenziare i vasi splenici e la loro successiva sintesi, coagulazione e diresi, tramite pinza Pinza LigaSure™, Small Jaw, Open Sealer/Divider, da 18,8cm, connessa alla piattaforma Force Tiad™, procedendo in senso caudo-craniale e cioè a partire dall'estremità ventrale dell'organo sino a quella dorsale (Fig. 18).

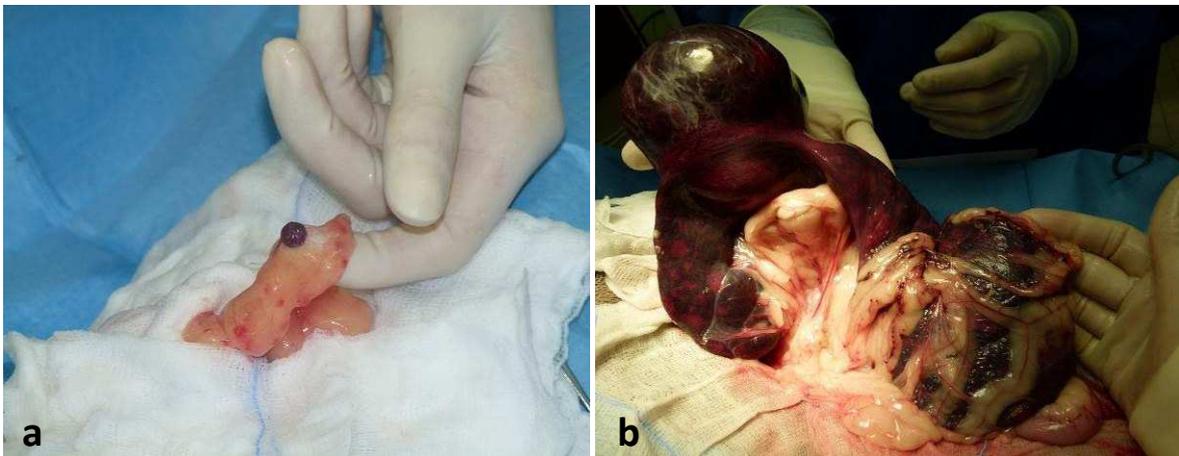


**Fig 18:** coagulazione e sintesi dei vasi splenici mediante le pinze Ligasure™ Small Jaw.

L'isolamento delle vene e delle arterie spleniche è stato eseguito soltanto per i vasi a calibro maggiore ( $\geq 5$  mm), ponendo attenzione a non incorporare nello spessore delle branche della pinza un eccessivo quantitativo di meso, al fine di ottimizzare la capacità di sintesi dello strumento tramite un adeguata fusione del collagene.

Sui vasi di calibro maggiore, da 5 a 7 mm, sono stati effettuate due “saldature” distanziate di circa 2 mm l’una dall’altra e la resezione è avvenuta su quella più prossima all’ilo splenico. I vasi di calibro superiore ai 7 mm sono stati legati con filo da sutura riassorbibile Polysorb® 2-0, come precedentemente indicato nella tecnica standard.

Dopo la rimozione dell’organo, il meso è stato ispezionato (Fig. 19) per eventuali emorragie e per lesioni metastatiche non individuate con la stadiazione.



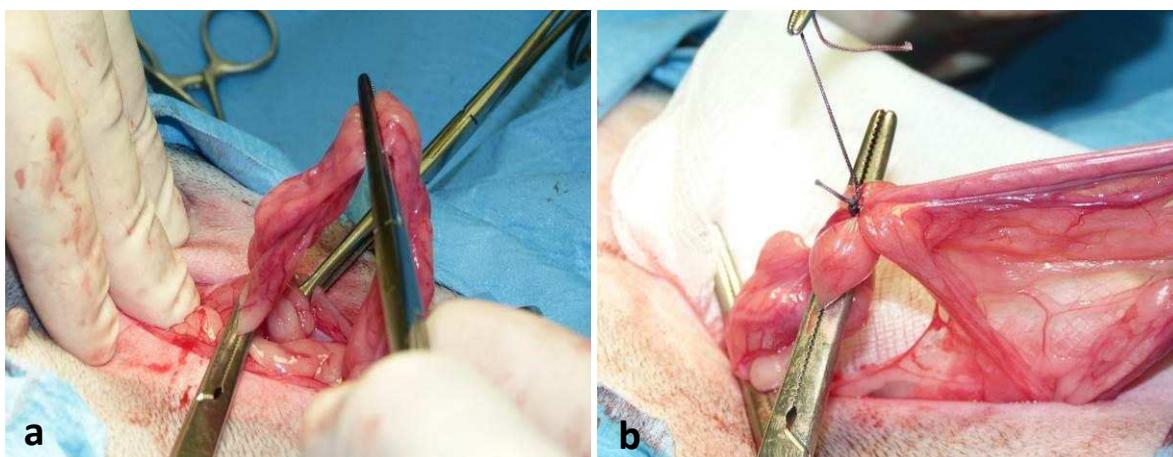
**Figura 19:** (a) metastasi a livello omentale di una (b) voluminosa neof ormazione splenica associata ad aderenze del meso sulla faccia parietale splenica.

Come per la procedura chirurgica precedente, in presenza di alterazioni agli organi addominali, si è proceduto con la biopsia o con l’eventuale rimozione degli stessi realizzando, inoltre, la gastropessi in corso di GDV.

La parete addominale è stata, infine, chiusa in tre strati secondo metodica standard, dopo lavaggio addominale, se necessario.

### **4.1.7.3 Ovariectomia “aperta” mediante tecnica tradizionale**

Con il paziente posto in decubito dorsale, previa preparazione del campo operatorio nella regione ventrale dell'addome, si esegue una laparotomia mediana, con bisturi o bisturi elettrico, dalla cicatrice ombelicale in senso caudale per circa 5 cm. Dopo aver guadagnato l'accesso al cavo addominale si solleva la parete addominale sinistra è stata sollevata con pinze per tessuti (Allis) e si esteriorizza il corno uterino ipsilaterale inserendo un uncino da ovariectomia in cavità addominale in senso ventro-caudale, sfiorando la parete addominale o, in alternativa, con il dito indice piegato a guisa di uncino. Con una trazione delicata, si portano all'esterno della breccia laparotomica la borsa ovarica e l'ovaio sinistro in essa contenuto, aiutandosi, qualora il legamento sospensore ovarico sia troppo corto, con un delicato massaggio dello stesso o eventualmente con la sua rottura o taglio, evitando di lacerare i vasi ovarici. Sul legamento largo, caudalmente ai vasi ovarici, si applica una pinza di Pean curva, sotto la borsa ovarica e il più distalmente possibile. Quindi si procede con la legatura del peduncolo ovarico sotto la pinza (Fig. 20), con filo assorbibile Polysorb® 0/1, a seconda della taglia dell'animale e dell'adipe contenuto nel peduncolo ovarico.



**Figura 20:** (a) applicazione delle pinze Pean a monte e a valle della borsa ovarica e (b) *legatura dell'arteria e vena uterina.*

Anche l'arteria e la vena uterina sono state legate all'estremità del corno uterino con lo stesso tipo di materiale infine, con forbici di Metzembaum, sono state eseguite le due incisioni per la rimozione dell'ovaio e della borsa ovarica. Al termine dell'escissione, il peduncolo ovarico viene riposizionato in cavità addominale e controllato per escludere eventuali emorragie, mentre con l'aiuto del corno uterino di sinistra si localizza il corno e l'ovaio controlaterale.

Per l'asportazione dell'ovaio destro si ripetono le procedure sopra descritte e la chirurgia termina con la ricostruzione della parete addominale in tre strati, rispettivamente: parete addominale, sottocute e cute, con sutura continua o a punti nodosi staccati in filo riassorbibile (EP 0 o 2-0).

#### **4.1.7.4 Ovariectomia “aperta” mediante Ligasure™**

Esteriorizzato l'ovaio dal cavo addominale e creata la breccia nel legamento largo, si applica un pinza emostatica curva (Pean), alla base del legamento sospensore dell'ovaio, al di sopra della quale in senso medio-laterale si inseriscono le branche della Pinza LigaSure™, Small Jaw, Open Sealer/Divider, da 18,8cm, creando la sintesi e la coagulazione dell'arteria e vena ovarica in uno o più tempi, a seconda dello spessore del peduncolo ovarico (e quindi dell'infarcimento adiposo dello stesso), a circa 5 mm di distanza dalla pinza Pean (Fig. 21).



**Figura 21:** rimozione dell'ovaio mediante le pinze Ligasure™ Small Jaw.

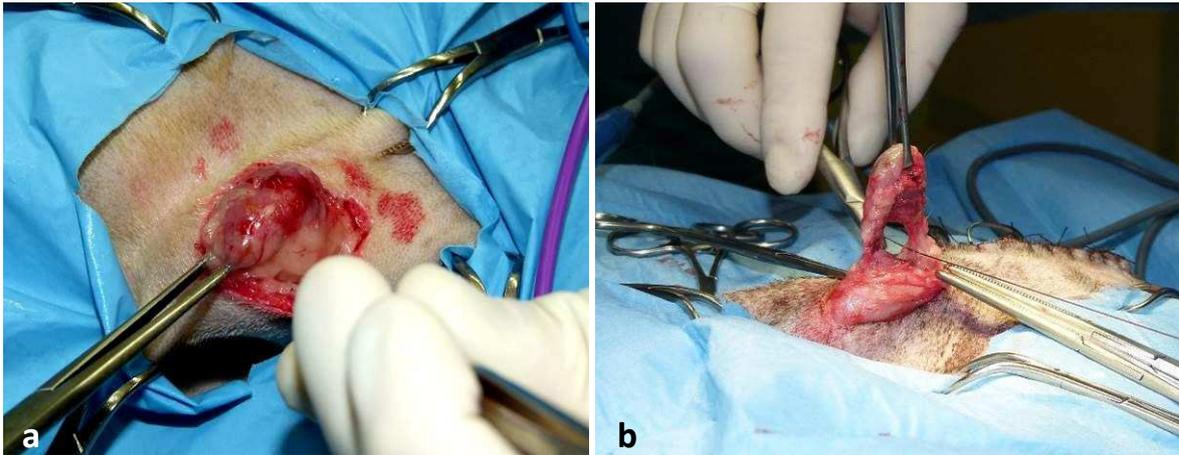
Qualora la lunghezza del legamento sospensore dell'ovaio lo permettesse ed il peduncolo ovarico fosse particolarmente spesso, sono state eseguite due "saldature" a distanza di 5 mm una prossimalmente all'altra al fine di aumentare la tenuta della sintesi tissutale. Successivamente alla coagulazione/sintesi del peduncolo, tramite il tagliente incorporato nelle branche della pinza lo si reseca ed osserva per alcuni secondi prima del suo riposizionamento nella cavità addominale, al fine di escludere eventuali sanguinamenti.

Si ripete la stessa procedura per l'ovaio controlaterale e la parete addominale è stata chiusa in tre strati come di routine.

#### **4.1.7.5 Linfadenectomia mediante tecnica tradizionale**

In seguito alla preparazione sterile della cute sovrastante si afferra il linfonodo per superficializzarlo e, in corrispondenza di questo, si effettua un'incisione cutanea mediante bisturi o elettrobisturi.

Successivamente, con dissezione per via smussa del il tessuto sottocutaneo e dei fasci muscolari eventualmente presenti, si raggiunge il linfonodo sino ad evidenziarlo. Dopo averlo isolato dal tessuto adiposo perilinfonodale, mediante trazione con una pinza di Babcock, verso l'esterno del campo operatorio e dopo aver individuato i vasi ematici e linfatici, sia afferenti che efferenti, si procede con la legatura degli stessi in polysorb 2-0 (Fig. 22) al fine di limitare eventuali ematomi post-operatori ed edema da stravasamento linfatico. Si dissezionano, quindi, i tessuti sino alla completa rimozione del linfonodo, avendo cura di manipolarlo con delicatezza per prevenire danni al parenchima.



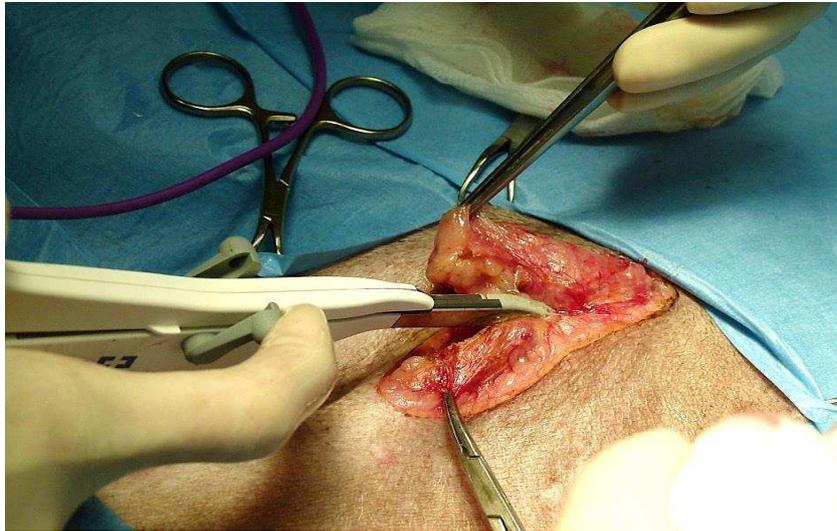
**Figura 22:** (a) isolamento del linfonodo dall'adipe e (b) legatura dei vasi ematici e linfatici afferenti ed efferenti.

Gli spazi morti vengono ricostruiti con punti nodosi staccati, in filo riassorbibile, si suturano quindi i muscoli, il sottocute e la cute, precedentemente dissezionati, con suture continue o a punti nodosi staccati in materiale riassorbibile EP 2-0.

#### **4.1.7.6 Linfadenectomia mediante Ligasure™**

Eseguendo l'accesso chirurgico, come sopra indicato, il linfonodo isolato dai tessuti adiacenti viene delicatamente portato all'esterno della breccia chirurgica con pinza Babcock. A questo punto si inseriscono le pinze LigaSure™, Small Jaw, Open Sealer/Divider, da 18,8cm, al di sotto del linfonodo afferrando i tessuti molli e serrando le branche della stessa (incorporando i vasi ematici e linfatici). A questo punto si procede in senso disto-proximale con la sintesi/coagulazione tissutale e vascolare e la contestuale resezione del tessuto coagulato sino alla completa rimozione del linfonodo (Fig. 23).

Infine la breccia operatoria viene chiusa per piani come precedentemente indicato.



**Figura 23:** sintesi e coagulazione dei tessuti e vasi perilinfonodali mediante le pinze Ligasure™ Small Jaw.

#### **4.1.8 CURE POSTOPERATORIE**

In assenza di complicazioni anestesiológicas, chirurgiche o patologie concomitanti che rendessero necessario il ricovero, i cani sono stati dimessi subito dopo la chirurgia appena in grado di mantenere la stazione quadrupedale. A tutti i pazienti è stata prescritta una terapia per il dolore con tramadolo (Altadol®) 3 mg/kg per OS ogni 8 ore per i primi tre giorni, in associazione a carprofen (Rimadyl®) 2 mg/kg per OS, una volta al dì per 7 giorni (in assenza di patologie renali concomitanti).

Al contrario i cani ospedalizzati sono stati monitorati in maniera continuativa e trattati con terapie mirate alla risoluzione della patologia in atto, pertanto differiscono da paziente a paziente.

Per i soggetti dimessi nell'immediato postoperatorio, dopo la somministrazione di ampicillina e sulbactam ricevuta in sede intraoperatoria, la terapia antibiotica

è stata proseguita a domicilio con amoxicillina e acido clavulanico (Synulox®) alla posologia di 20 mg/kg ogni 12 ore per OS, per 7 giorni.

#### **4.1.9 COMPLICAZIONI**

Durante l'intera procedura chirurgica e nel periodo postoperatorio sono state registrate le complicanze relative alla chirurgia eseguita:

- Splenectomia: emorragia intra-postoperatoria, infezioni a livello delle sutura interne (ascesso), pancreatite traumatica, edema/sieroma/deiscenza della ferita laparotomica
- Ovariectomia: emorragia intra-postoperatoria, infezioni a livello delle sutura interne (ascesso), ematoma, edema/sieroma/deiscenza della ferita laparotomica;
- Linfadenectomia: emorragia intra-postoperatoria, infezioni a livello delle sutura interne (ascesso), ematoma, edema/sieroma/deiscenza della ferita laparotomica ed edema dell'arto ipsilaterale.

#### **4.1.10 FOLLOW-UP**

Tutti i pazienti sottoposti ad intervento chirurgico ed indipendentemente dall'ospedalizzazione, sono stati rivalutati con visita clinica a 7 giorni e a 12 giorni dalla chirurgia, momento in cui a fronte di una completa guarigione della ferita chirurgica avveniva la rimozione dei punti di sutura.

Durante le visite di controllo sono state considerate le eventuali complicazioni nonché ripetuti alcuni esami collaterali al fine di oggettivare la loro correlazione con l'intervento chirurgico eseguito.

Il follow-up del paziente è terminato a 30 gg dalla chirurgia mediante visita clinica o semplice colloquio telefonico.

#### 4.1.11 ANALISI STATISTICA

L'analisi dei dati ottenuti è stata effettuata con programmi commerciali (SPSS Statistics v.19.0 e GraphPad Prism v. 5.0). Il limite di significatività (P) è stato posto uguale o inferiore a 0,05. Quando necessario, i dati sono stati sottoposti all'analisi di normalità di distribuzione mediante il test di D'Agostino & Pearson. I valori ottenuti sono stati espressi come media  $\pm$  deviazione standard in caso di distribuzione normale, o come valore mediano e range in caso di distribuzione non normale.

Per ogni tipologia di intervento sono state valutate le eventuali differenze nella distribuzione dei parametri considerati a seconda della procedura utilizzata (**chirurgia tradizionale** o mediante **Ligasure<sup>TM</sup>**), utilizzando il test T di Student (dati parametrici, variabili continue), il test U di Mann-Whitney (dati non parametrici, variabili continue) o il test esatto di Fisher (variabili categoriche).

La distribuzione dei tempi per la rimozione dell'organo, dei tempi chirurgici ed anestesiológicos, dei due differenti gruppi (**chirurgia tradizionale** o mediante **Ligasure<sup>TM</sup>**), sono state rappresentate attraverso delle box-and-whisker plot.

Per valutare l'effetto delle due diverse tecniche chirurgiche (**chirurgia tradizionale** o mediante **Ligasure<sup>TM</sup>**) e controllare la potenziale influenza delle variabili prese in esame sui tempi operatori, è stato impiegato un modello di regressione logistica proporzionale.

Per ciascuna variabile è stato considerato l'odds ratio (OR), con il relativo intervallo di confidenza al 95% (IC 95%) e il valore di significatività (P).

Quando necessario, i parametri sono stati trasformati in variabili categoriche: età (valore mediano), peso (valore mediano), procedure chirurgiche concomitanti (sì/no), ematocrito preoperatorio (< 35%), complicazioni intraoperatorie (presenti/assenti); complicazioni post-operatorie (presenti/assenti), diagnosi (patologia neoplastica sì/no), chirurgo che ha eseguito la procedura.

## 5. RISULTATI

Settantasette cani, per un totale di 80 procedure chirurgiche, hanno rispettato i criteri di inclusione per questo studio.

Le caratteristiche epidemiologiche dei cani presi in esame nonché i dati relativi alle chirurgie e all'outcome dei 4 differenti gruppi sono di seguito riportati.

### 5.1 GRUPPO 1

#### 5.1.1 SEGNALAMENTO

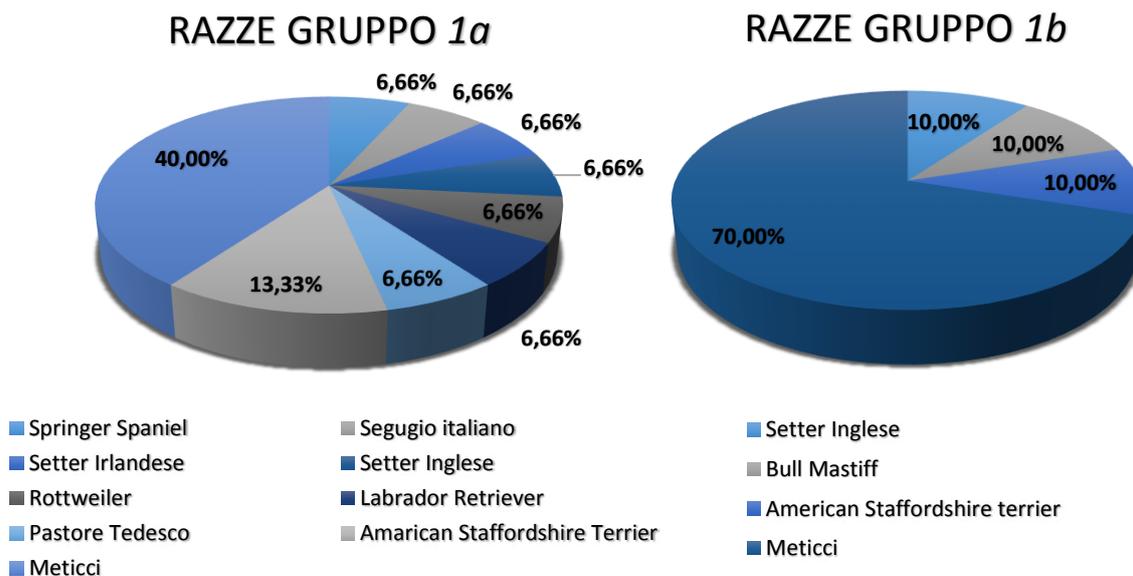
Venticinque cani hanno rispettato i criteri di inclusione per questo studio e sono rientrati nel **gruppo 1**, rispettivamente 15 nel **gruppo 1a** (splenectomia “aperta” semplice mediante Ligasure™) e 10 nel **gruppo 1b** (splenectomia “aperta” semplice mediante tecnica tradizionale).

L'età dei pazienti appartenenti ai due diversi gruppi, nonché il peso degli stessi al momento della procedura chirurgica sono di seguito riportati (Tab. 1).

Gruppo		Età aa	Peso kg
<b>1a</b>	Media	<b>9,80</b>	<b>24,54</b>
	DS	<b>2,30</b>	<b>8,48</b>
<b>1b</b>	Media	<b>11</b>	<b>24,5</b>
	DS	<b>3,199</b>	<b>13,41</b>

**Tabella 1:** Media e DS dell'età e del peso dei pazienti appartenenti ai gruppi **1a** e **1b**.

In entrambi i sottogruppi **a** e **b** il 60% (15/25) dei pazienti sono di sesso femminile ed il 40% (10/25) di sesso maschile, mentre la distribuzione delle razze dei cani sottoposti a splenectomia semplice è indicata nel grafico sottostante (Graf. 1)



**Grafico 1:** rappresentazione grafica delle razze dei cani appartenenti al gruppo 1.

L'analisi statistica eseguita per i due diversi sottogruppi non ha messo in evidenza differenze statisticamente significative per quanto riguarda età, peso e sesso dei pazienti presi in esame.

### 5.1.2 CHIRURGIA E OUTCOME

Tutti i pazienti sottoposti alla procedura chirurgica sono sopravvissuti, solo un cane (**gruppo 1b**), affetto da trombosi splenica ed infarti splenici conseguenti

a GDV, è deceduto nel postoperatorio a tre giorni dalla chirurgia, causa Coagulazione Intravasale Disseminata (CID).

Nei 15 cani appartenenti al **gruppo 1a**, sono state eseguite contestualmente alla splenectomia 1 gastropessi, 6 biopsie e due pazienti non hanno subito altre procedure; al contrario 6/15 cani (40%), sono stati sottoposti, nella stessa seduta, ad altre procedure e, pertanto, non sono rientrati nell'indagine statistica dei tempi chirurgici ed anestesiológicos.

Per quanto concerne invece i 10 pazienti rientrati nel **gruppo 1b**, sono state eseguite due gastropessi ed una biopsia, tre cani hanno subito la sola splenectomia mentre 4/10 soggetti (40%), sono stati sottoposti ad altre procedure chirurgiche, oltre alla splenectomia.

Le complicanze intraoperatorie sono state: una (6,66%) per il **gruppo 1a** e due (20%) per il **gruppo 1b**; rispettivamente il gemizio di un vaso del meso, avvenuto in sede di lavaggio peritoneale e gestito mediante sintesi a radiofrequenza, due emorragie a livello di ilo splenico provocate dalle manipolazioni dell'organo durante l'apposizione dei punti di sutura sui vasi ilari.

Al contrario, nel postoperatorio del **gruppo 1a** (3/15 complicazioni, 20,00%) sono state osservate una deiscenza della ferita laparotomica causa autotraumatismo e due infezioni delle suture sulla parete addominale, probabile conseguenza di reazione avversa al materiale di sutura. Una sola deiscenza della ferita secondaria a leccamento nel **gruppo 1b** (1/10 complicazioni, 10,00%).

I valori di HCT preoperatorio e i giorni di ospedalizzazione raccolti per i due diversi gruppi, sono indicati nella tabella 2. Nessuno dei pazienti presi in esame ha necessitato di trasfusioni con emoderivati nel periodo perioperatorio, anche se 2 dei 25 cani, entrambi appartenenti al **gruppo 1b** ed affetti da linfoma marginale ed ematoma splenico, presentavano rottura d'organo al momento della chirurgia.

Gruppo	HCT % preoperatorio		Ospedalizzazione gg	
	<b>1a</b>	Media	<b>44,75%</b>	Mediana
DS		<b>8,67%</b>	Range	<b>0-4</b>
<b>1b</b>	Media	<b>44,67%</b>	Mediana	<b>0,5</b>
	DS	<b>11.86%</b>	Range	<b>0-5</b>

**Tabella 2:** media e DS dell'HCT e mediana e range dei giorni di ospedalizzazione dei pazienti appartenenti ai gruppi **1a** e **1b**.

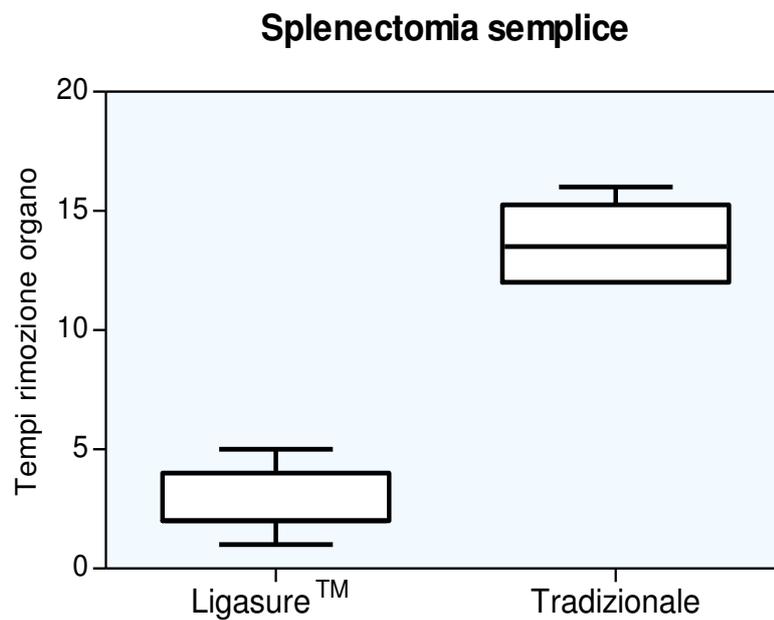
In 13/15 chirurgie (86.66%) è stato impiegato contestualmente l'elettrobisturi monopolare, limitatamente all'accesso chirurgico, nei pazienti del **gruppo 1a**, mentre nel **gruppo 1b** lo stesso è stato utilizzato in 4/10 procedure chirurgiche (40%).

Nei 15 pazienti appartenenti al **gruppo Ligasure™** il ricorso all'utilizzo di garze per la rimozione dell'organo (mediana, 0 garze; range 0-4 garze), è risultato statisticamente inferiore ( $P < 0.0001$ ) rispetto al gruppo in cui la splenectomia è stata eseguita con tecnica tradizionale (mediana, 8 garze; range 5-12 garze).

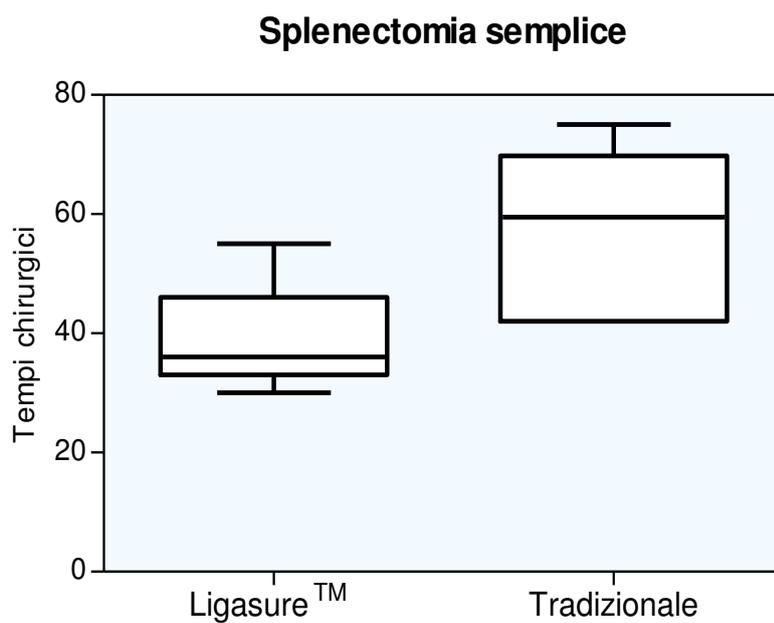
Inoltre, nel **gruppo 1a**, non è stato utilizzato per la splenectomia alcun filo da sutura a differenza del **gruppo 1b**, mediana 4 fili (range 3-6 fili); pertanto in nessuna chirurgia in cui la splenectomia è avvenuta mediante il sistema a radiofrequenza è stato necessario convertire la procedura a quella tradizionale. Nelle chirurgie eseguite sui pazienti del **gruppo 1a**, i tempi per la rimozione dell'organo (mediana 2 min, range 1-5 min), i tempi totali della chirurgia (mediana 36 min, range 30-55 min), nonché dell'anestesia (mediana 55 min, range 48-72 min) sono risultati statisticamente inferiori (rispettivamente  $P < 0.0001$ ,  $P = 0,0287$  e  $P = 0,0176$ ), rispetto ai tempi per la rimozione dell'organo (mediana 13,5 min, range 12-16 min), i tempi totali della chirurgia (mediana

59,5 min, range 42-72 min) e dell'anestesia (mediana 77 min, range 58-86 min), delle medesime procedure eseguite con tecnica tradizionale (Graf. 2,3,4).

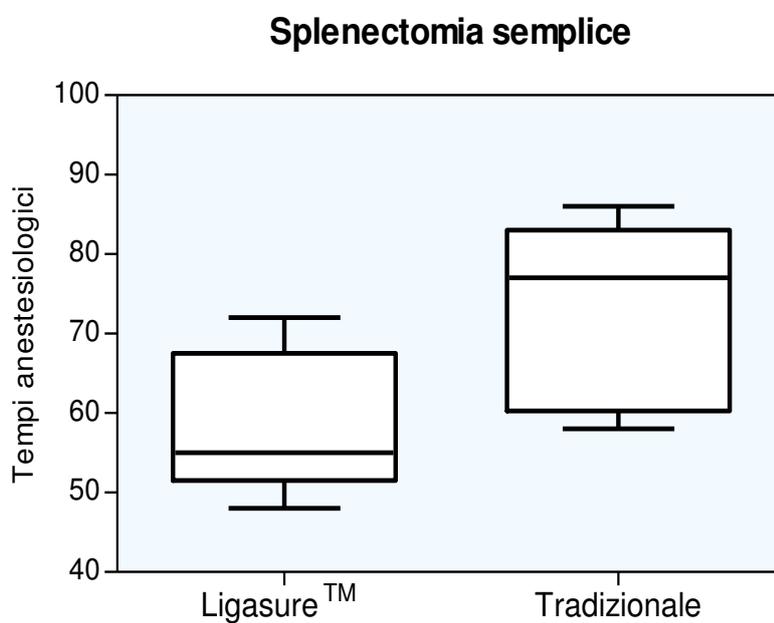
I tempi chirurgici ed anestesiologicali sono stati presi in considerazione in sole 9/15 e 6/10 procedure, nelle quali non venivano eseguite ulteriori interventi ad eccezioni di biopsie d'organo e gastropessi.



**Grafico 2:** comparazione dei tempi per la rimozione della milza nei cani operati mediante il sistema Ligasure™ e mediante la tecnica tradizionale.



**Grafico 3:** *comparazione dei tempi per l'esecuzione della procedura di splenectomia semplice, nei cani operati mediante il sistema Ligasure™ e mediante la tecnica tradizionale.*



**Grafico 4:** *comparazione dei tempi anestesilogici per l'esecuzione della procedura di splenectomia semplice, nei cani operati mediante il sistema Ligasure™ e mediante la tecnica tradizionale.*

L'indagine statistica non ha evidenziato differenze significative all'interno dei due gruppi, in merito a complicazioni intra e postoperatorie, valore di HCT, giorni di ospedalizzazione, utilizzo dell'elettrobisturi monopolare ed esecuzione di altre procedure chirurgiche contemporanee.

I dati inerenti i tempi della procedura chirurgica, sono stati confrontati sulla base della patologia splenica e sono di seguito riportati (Tab. 3), al fine di valutare se la presenza o meno di neoplasia splenica potesse influenzare i tempi per l'esecuzione della splenectomia. Tali tempi però, sottoposti a valutazione statistica, non sono risultati significativamente differenti.

	Cani N°	Tempo rimozione organo (min)		Tempo chirurgia (min)		Tempo anestesia (min)	
		Mediana	Range	Mediana	Range	Mediana	Range
<b>Neoplasia splenica Ligasure™</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>1-4</b>	<b>39</b>	<b>30-55</b>	<b>60,5</b>	<b>48-72</b>
<b>Neoplasia splenica tradizionale</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>13-16</b>	<b>55</b>	<b>42-68</b>	<b>70</b>	<b>58-82</b>
<b>Patologia non neoplastica Ligasure™</b>	<b>6</b>	<b>2,5</b>	<b>1-5</b>	<b>36</b>	<b>34-42</b>	<b>55</b>	<b>55-59</b>
<b>Patologia non neoplastica tradizionale</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>12-16</b>	<b>59,5</b>	<b>42-75</b>	<b>77</b>	<b>61-86</b>
<b>Tutti i soggetti</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>1-16</b>	<b>42</b>	<b>30-72</b>	<b>61</b>	<b>48-86</b>

**Tabella 3:** mediana e range dei tempi di rimozione della milza, dei tempi chirurgici e dei tempi anestesiologici, nei gruppi Ligasure e tradizionale, classificati in base alla natura della patologia splenica.

In conclusione dalla regressione logistica multipla eseguita sui parametri: età, peso, sesso, chirurgo che ha eseguito la procedura, complicazioni intraoperatorie, HCT preoperatorio, utilizzo del Ligasure™ e diagnosi istopatologica; è stato evidenziato che l'unico parametro che pesa in modo significativo sul tempo necessario per la rimozione dell'organo (OR = 114,112; IC 95% = 1.592-8179,015 e P = 0,030), sui tempi chirurgici (OR = 4,424; IC

95% = 1,115-16,948 e P = 0,030) ed anestesiológicos (OR = 6,167; IC 95% = 1,288-29,523 e P = 0,023), risulta essere la tecnica chirurgica impiegata

### 5.1.3 ANATOMOISTOPATOLOGIA

La diagnosi anatomico istopatologica delle lesioni spleniche per i due **gruppi 1a** e **1b**, è riportata nella tabella sottostante (Tab. 4).

Gruppo 1a			Gruppo 1b		
Patologia splenica	N°	%	Patologia splenica	N°	%
Linfoma Splenico Marginale	5	33.33%	Infarto splenico e trombosi	3	30.00%
Congestione splenica ed ematopiesi extramidollare	3	6.66%	Ematoma splenico	3	30.00%
Ematoma splenico	3	13.33%	Linfoma Splenico Marginale	1	10.00%
Emangiosarcoma (HSA) splenico	2	20.00%	Mielolipoma	1	10.00%
Mielolipoma	1	6.66%	Nodulo fibro-istiocitario	1	10.00%
Linfoma mantellare	1	20,00%	Congestione splenica ed ematopiesi extramidollare	1	10.00%

**Tabella 4:** distribuzione delle patologie spleniche nei pazienti del gruppo **1**, Ligasure™ e Tradizionali.

Delle 25 milze rimosse, 12 (48%), presentavano una neoplasia splenica e 13 (52%,) una patologia splenica non di natura neoplastica.

Si segnala inoltre come nel **gruppo 1b** nessun paziente era affetto da HSA splenico e che, la prevalenza di HSA nel **gruppo 1**, si attesta intorno al 8% (2/25) ed intorno al 16.66% (2/12) sul totale delle neoplasie spleniche in questo gruppo; mentre quella degli ematomi splenici è del 24% (6/25) sul totale delle splenectomie e del 46.15% (6/13) sul totale delle lesioni spleniche non neoplastiche.

## 5.2 GRUPPO 2

### 5.2.1 SEGNALAMENTO

Quindici cani sono stati sottoposti ad intervento di splenectomia complessa e sono pertanto rientrati nel **gruppo 2**, di questi 8 sono stati operati di splenectomia “aperta” complessa mediante Ligasure™ (**gruppo 2a**) e 7 di splenectomia “aperta” complessa mediante tecnica tradizionale (**gruppo 2b**). L’età dei pazienti appartenenti ai due diversi gruppi, nonché il peso degli stessi al momento della chirurgia sono di seguito riportati (Tab. 5).

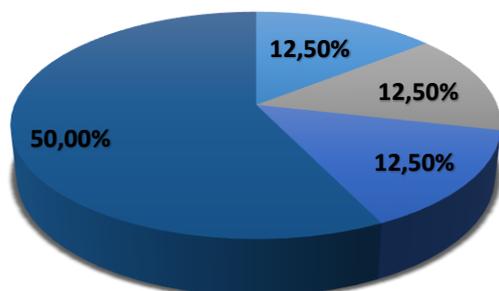
Gruppo		Età aa	Peso Kg
<b>2a</b>	Media	<b>11,75</b>	<b>27,1</b>
	DS	<b>1,58</b>	<b>8,26</b>
<b>2b</b>	Media	<b>9,42</b>	<b>34,35</b>
	DS	<b>3,82</b>	<b>12,64</b>

**Tabella 5:** Media e DS dell’età e del peso dei pazienti appartenenti ai gruppi **2a** e **2b**

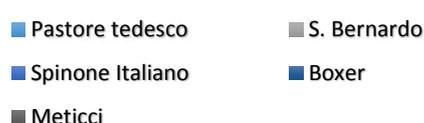
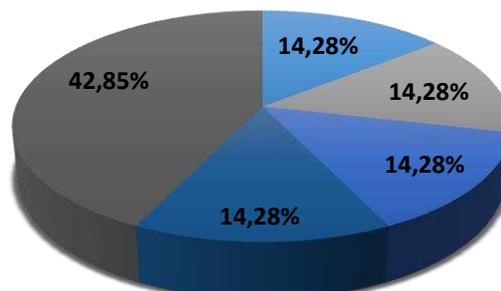
Il 37,5% dei cani (3/8) appartenenti al **gruppo 2a**, sono di sesso femminile, mentre il restante 62,5% (5/8) di sesso maschile; al contrario per quanto riguarda i pazienti rientrati nel **gruppo 2b**, il 57,15% (4/7) sono femmine ed il 42,85% (3/7) sono maschi.

Le razze dei cani sottoposti a splenectomia complessa è indicata nel grafico sottostante (Graf. 5)

RAZZE GRUPPO 2a



RAZZE GRUPPO 2b



**Grafico 5:** rappresentazione grafica delle razze dei cani appartenenti al gruppo 2.

Come per il gruppo precedente, l'analisi statistica eseguita per il segnalamento dei pazienti nei due diversi sottogruppi, non ha messo in evidenza differenze significative per quanto riguarda età, peso e sesso.

## 5.2.2 CHIRURGIA E OUTCOME

I soggetti sottoposti a splenectomia complessa sono tutti sopravvissuti alla procedura chirurgica e sono stati dimessi dalla struttura; solamente un cane (**gruppo 2a**), affetto da HSA splenico metastatico è deceduto a 10 giorni dalla chirurgia per sospetta CID, la causa del decesso, però, non è stata confermata da un'indagine anatomico-patologica in quanto il proprietario non ha acconsentito all'esame necroscopico.

Dei cani appartenenti al **gruppo 2a**, 5/8 pazienti (62,5%) sono stati esclusivamente splenectomizzati, 2/8 (20%) sono stati contestualmente operati di gastropessi e solamente un soggetto, nella stessa seduta chirurgica, è stato

sottoposto ad altre procedure oltre alla gastropessi e la biopsia e, pertanto, escluso dalla valutazione dei tempi chirurgici ed anestesiológicos.

Anche nei 7 pazienti rientrati nel gruppo **gruppo 2b**, sono state eseguite 2 gastropessi ed una sola chirurgia supplementare, quindi 4/7 cani (57,14%) hanno subito la sola splenectomia.

Le complicazioni intraoperatorie riscontrate durante l'utilizzo del sistema a radiofrequenza, si sono limitate alla necessità di ricorrere all'utilizzo di un filo da sutura (1/8 complicazioni, 12,50%), causa il diametro di un vaso ilare splenico superiore a 7 mm, in un cane di grossa taglia (42 Kg) e affetto da iperplasia nodulare splenica.

Anche nel **gruppo 2b** le complicazioni intraoperatorie sono state limitate e di lieve entità, in un solo soggetto (1/7 complicazioni, 14,28%), si è verificata una emorragia del meso conseguente alla manipolazione dell'organo, gestita mediante clampaggio del vaso con pinze emostatiche, a monte e a valle della rottura e, successiva applicazione di un punto di sutura.

Nel periodo postoperatorio, invece, sono state osservate 2/8 complicazioni (25,00%) per il **gruppo 2a**. Nello specifico: la deiscenza di tre punti di sutura della ferita laparotomica causata da autotraumatismi ed una pancreatite traumatica in un soggetto contestualmente sottoposto a gastropessi; tale complicazione è stata riscontrata anche in due pazienti (2/7 complicazioni, 28,57%) splenectomizzati con tecnica tradizionale e sottoposti anch'essi a gastropessi.

L'HCT preoperatorio e i giorni di ospedalizzazione dei cani operati di splenectomia complessa, sono riassunti nella tabella 6.

A differenza dei soggetti appartenenti al **gruppo 1**, un cane affetto da linfoma splenico operato mediante Ligasure™ ha richiesto, nel periodo preoperatorio, una trasfusione di plasma fresco congelato, causa alterazioni dell'assetto emostatico.

Due soggetti appartenenti al **gruppo 2b** affetti da sarcoma anaplastico metastatico al fegato e HSA, rispettivamente con valore di HCT 33,2% e 35,4%, hanno invece subito un'emotrasfusione nel postoperatorio.

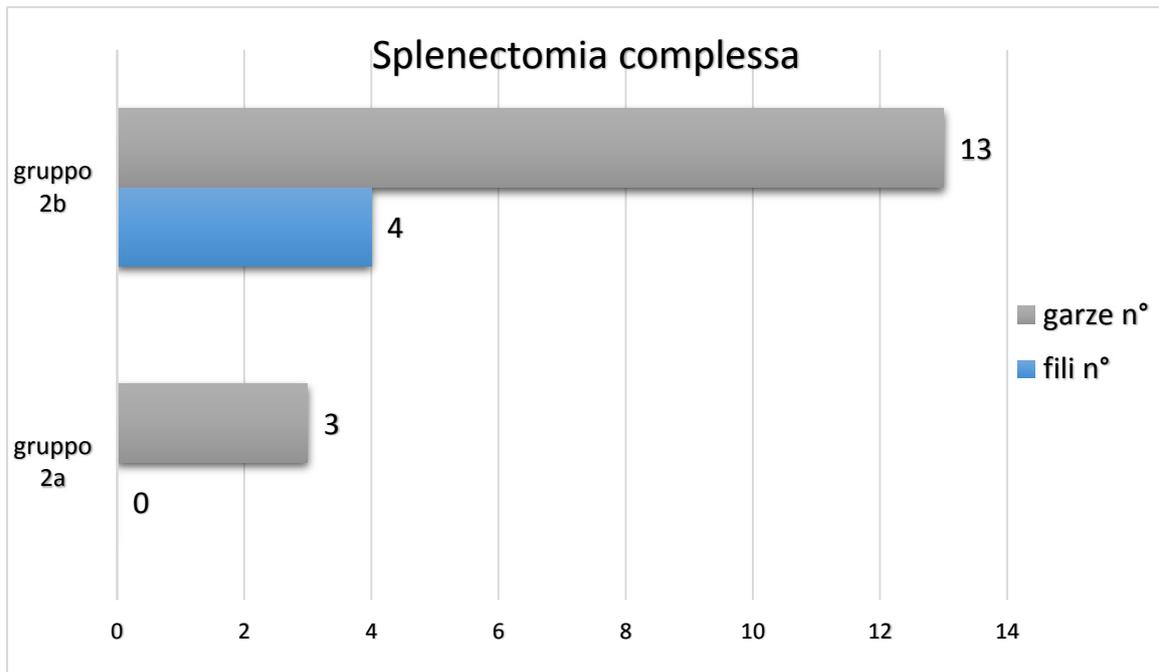
Un solo paziente, dei 15 presi in esame, presentava rottura d'organo al momento della procedura chirurgica ed era affetto da HSA, tale soggetto, a fronte di un valore di HCT pari al 24%, non ha ricevuto l'emotrasfusione.

Gruppo	HCT % preoperatorio		Ospedalizzazione gg	
	<b>2a</b>	Media	<b>32,31%</b>	Mediana
DS		<b>5,61%</b>	Range	<b>0-4</b>
<b>2b</b>	Media	<b>35,34%</b>	Mediana	<b>4</b>
	DS	<b>4,70%</b>	Range	<b>2-6</b>

**Tabella 6:** media e DS dell'HCT e mediana e range dei giorni di ospedalizzazione dei pazienti appartenenti ai gruppi **2a** e **2b**.

A differenza di quanto riscontrato per le splenectomie semplici, in questo caso, l'indagine statistica ha rivelato la presenza di una differenza significativa tra i giorni di ospedalizzazione nei due diversi gruppi: mediana 1 gg, range 0-4 gg per il **gruppo 2a**, e mediana 4 gg, range 2-6 gg per il **gruppo 2b** ( $P < 0.00063$ ). Per eseguire la celiotomia, ci si è avvalsi dell'elettrobisturi monopolare, in 7/8 interventi (87,5%) di splenectomia complessa mediante Ligasure™ ed in tutte le procedure chirurgiche (100%) eseguite con tecnica tradizionale.

Nei pazienti appartenenti al **gruppo 2a** l'utilizzo di garze (mediana, 3 garze; range, 1-4 garze;  $P < 0,0014$ ) e di fili da sutura (mediana, 0 fili; range, 0-1 fili) per la rimozione dell'organo, è stato statisticamente inferiore rispetto al gruppo in cui la splenectomia è stata eseguita con tecnica tradizionale (mediana, 13 garze; range, 9-16 garze e mediana, 4 fili; range, 3-6 fili) come riportato dal grafico 6.



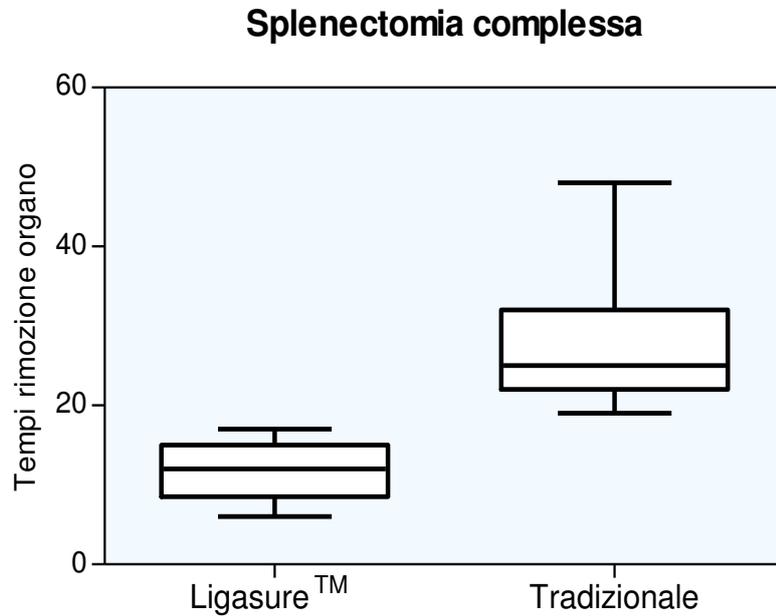
**Grafico 6:** comparazione del numero di garze e di fili da sutura utilizzati nelle procedure di splenectomia complessa mediante sistema Ligasure™ (**Gruppo 2a**) e mediante tecnica tradizionale (**Gruppo 2b**).

Anche se in una sola procedura, in un paziente del **gruppo Ligasure™** è stato necessario ricorrere all'applicazione di un punto di sutura, come ausilio al sistema a radiofrequenza, vista la mole del paziente ed il conseguente calibro del vaso splenico > 7 mm.

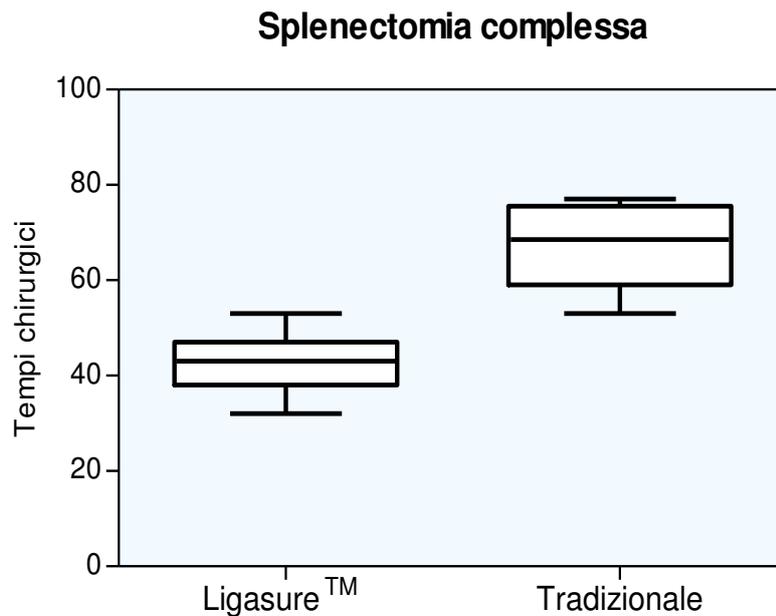
Anche in questo caso, i tempi chirurgici ed anestesiolgici non sono stati valutati per tutti i pazienti dei due sottogruppi **a** e **b**, infatti nel primo 2/8 pazienti e nel secondo 1/7 soggetti, sono stati sottoposti contemporaneamente ad altre chirurgie, influenzandone così, la durata complessiva della procedura.

Nei casi restanti però si rileva come nelle procedure del **gruppo 2a** i tempi per la rimozione dell'organo (mediana 12 min, range 6-17 min), i tempi totali della chirurgia (mediana 43 min, range 32-53 min), nonché dell'anestesia (mediana 62,5 min, range 58-78 min), sono statisticamente inferiori (rispettivamente  $P < 0,0014$ ,  $P = 0,0064$  e  $P = 0,0043$ ), rispetto ai tempi necessari per eseguire le

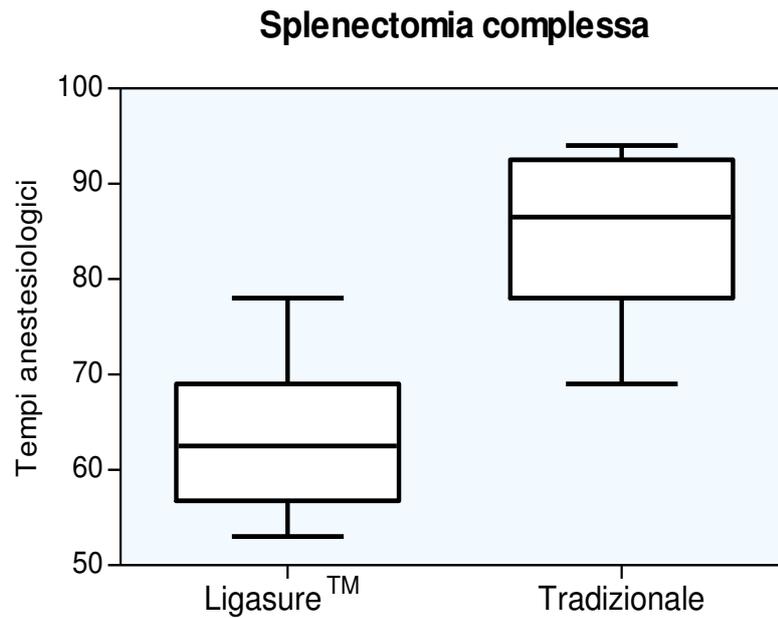
stesse procedure (rimozione dell'organo: mediana 25 min, range 19-48 min; chirurgia: mediana 68,5 min, range 53-75 min; anestesia: mediana 86,5 min, range 69-94 min), senza l'ausilio del sistema di sintesi a radiofrequenza (Graf. 7,8,9).



**Grafico 7:** *comparazione dei tempi per la rimozione dell'organo nella procedura di splenectomia complessa, nei cani operati mediante il sistema Ligasure™ e mediante la tecnica tradizionale.*



**Grafico 8:** *comparazione dei tempi per l'esecuzione della procedura di splenectomia complessa, nei cani operati mediante il sistema Ligasure™ e mediante la tecnica tradizionale.*



**Grafico 9:** *comparazione dei tempi anestesilogici per l'esecuzione della procedura di splenectomia semplice, nei cani operati mediante il sistema Ligasure™ e mediante la tecnica tradizionale.*

Non sono state evidenziate differenze statisticamente significative tra i due **gruppi 2a** e **2b**, riguardo le complicazioni intra e postoperatorie, il valore di HCT preoperatorio, i giorni di ospedalizzazione, l'utilizzo dell'elettrobisturi monopolare e l'esecuzione di altre procedure chirurgiche.

I tempi per l'esecuzione della procedura chirurgica, sono stati confrontati anche sulla base della patologia splenica, come riportato in Tab. 7. Tali tempi però, come per il **gruppo 1**, sottoposti a valutazione statistica, non sono risultati significativamente differenti.

	Cani N°	Tempo rimozione organo min		Tempo chirurgia min		Tempo anestesia min	
		Mediana	Range	Mediana	Range	Mediana	Range
		<b>Neoplasia splenica Ligasure™</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>10-17</b>	<b>41</b>	<b>32-53</b>
<b>Neoplasia splenica tradizionale</b>	<b>4</b>	<b>24,5</b>	<b>22-32</b>	<b>63</b>	<b>35-74</b>	<b>81</b>	<b>69-91</b>
<b>Patologia non neoplastica Ligasure™</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>6-11</b>	<b>44,5</b>	<b>44-45</b>	<b>65,5</b>	<b>65-66</b>
<b>Patologia non neoplastica tradizionale</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>19-48</b>	<b>75</b>	<b>61-77</b>	<b>92</b>	<b>82-92</b>
<b>Tutti i soggetti</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>6-48</b>	<b>53</b>	<b>32-77</b>	<b>73,5</b>	<b>58-94</b>

**Tabella 7:** mediana e range dei tempi di rimozione complessa della milza, dei tempi chirurgici e dei tempi anestesiológicos, nei gruppi **Ligasure™** e tradizionale, classificati in base alla natura della patologia splenica.

Anche per la splenectomia complessa, la regressione logistica multipla eseguita sui parametri: età, peso, sesso, chirurgo che ha eseguito la procedura, complicazioni intraoperatorie, HCT preoperatorio, utilizzo del Ligasure™ e diagnosi istopatologica, dimostra che l'unico parametro che pesa in modo significativo sui tempi della procedura chirurgica è l'utilizzo o meno del sistema a radiofrequenza: tempo per la rimozione dell'organo (OR = 164,585; IC 95% = 0,374-72337,037; P = 0,050); tempi chirurgici (OR = 16,573; IC 95% = 1,875-146,488; P = 0,012); tempi anestesiológicos (OR = 15,885; IC 95% = 1,809-139,475; P = 0,013).

### 5.2.3 ANATOMOISTOPATOLOGIA

I risultati delle indagini istopatologiche eseguite sulle milze rimosse dai pazienti dei due **gruppi 2a e 2b**, sono riportati nella tabella sottostante (Tab. 8)

Gruppo 2a			Gruppo 2b		
Patologia splenica	N°	%	Patologia splenica	N°	%
Ematoma splenico	2	25,00%	Infarto splenico e trombosi	3	42,85%
HSA splenico	2	25,00%	HSA splenico	2	28,57%
Iperplasia nodulare splenica	1	12,50%	Sarcoma Anaplastico	2	28,57%
Sarcoma Anaplastico	1	12,50%			
Fibrosarcoma splenico	1	12,50%			
Linfoma a cellule intermedie	1	12,50%			

**Tabella 8:** distribuzione delle patologie spleniche nei pazienti del gruppo 2 Ligasure™ e Tradizionali.

In questo gruppo, 9/15 milze (60%), presentavano una patologia di natura neoplastica mentre le restanti 6/15 (40%), non erano colpite da neoplasie. Inoltre, la prevalenza di HSA nel **gruppo 2**, si attesta intorno al 26,66% (4/15) ed intorno al 44,44% (4/9) sul totale delle neoplasie spleniche, mentre quella degli ematomi è del 13,33% (2/15) sul totale delle milze rimosse e del 33,33% (2/6) sul totale delle lesioni spleniche non neoplastiche.

## 5.3 GRUPPO 3

### 5.3.1 SEGNALAMENTO

Nel **gruppo 3** sono stati arruolati 22 cani, di cui 12 sono rientrati nel **gruppo 3a** (Ovariectomia “aperta” mediante Ligasure™) e 10 nel **gruppo 3b** (Ovariectomia “aperta” mediante tecnica tradizionale).

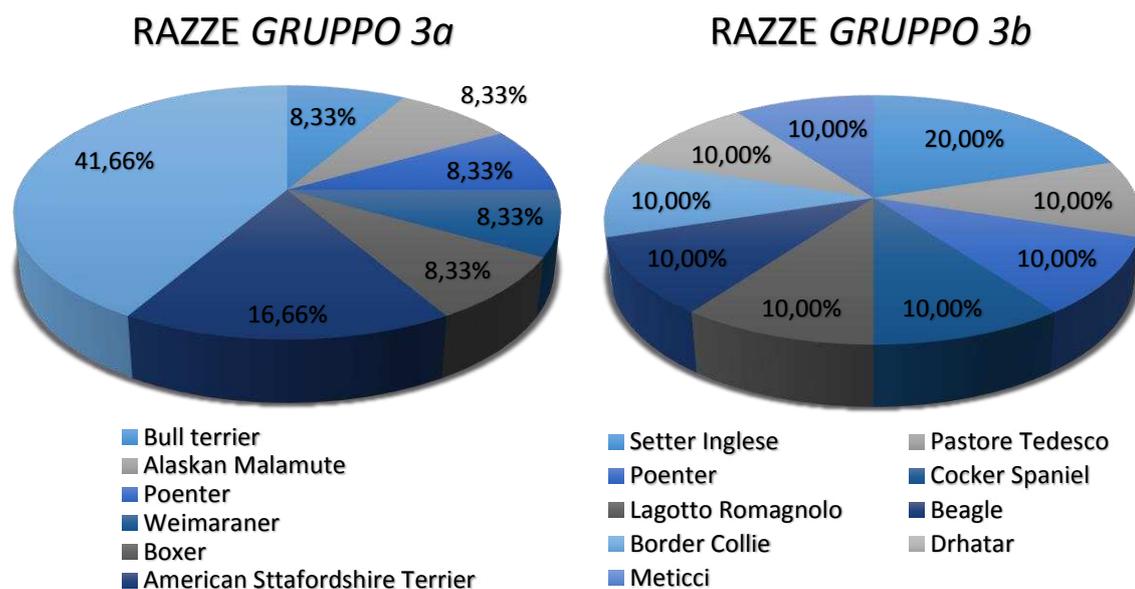
L'età ed il peso dei pazienti appartenenti ai due diversi gruppi sono riportati in tabella 10 e per questi parametri non sono state rilevate differenze statisticamente significative.

Gruppo		Età aa	Peso Kg
<b>3a</b>	Media	<b>4</b>	<b>22,4</b>
	DS	<b>3,78</b>	<b>5,35</b>
<b>3b</b>	Media	<b>3,5</b>	<b>21</b>
	DS	<b>3,17</b>	<b>4,75</b>

**Tabella 9:** Media e DS dell'età e del peso dei pazienti appartenenti ai gruppi **3a** e **3b**.

I meticci sono la razza maggiormente rappresentata in questo gruppo 6/22 (27,27%), le restanti razze dei soggetti per i **gruppi 3a** e **3b** sono di seguito riportate (Graf. 10).

Non sono state evidenziate differenze statisticamente significative per quanto riguarda età e peso dei soggetti appartenenti ai due sottogruppi **3a** e **3b**.



**Grafico 10:** rappresentazione grafica delle razze dei cani appartenenti al gruppo 3.

### 5.3.2 CHIRURGIA E OUTCOME

Tutti i cani sottoposti ad ovariectomia sono sopravvissuti all'intervento e sono stati dimessi non appena in grado di mantenere la stazione quadrupedale e sono, ad oggi, ancora in vita.

Tutti i soggetti sono stati operati esclusivamente di ovariectomia, ad eccezione di due pazienti (**gruppo 3a**), che sono stati anche splenectomizzati e mastectomizzati nella stessa seduta.

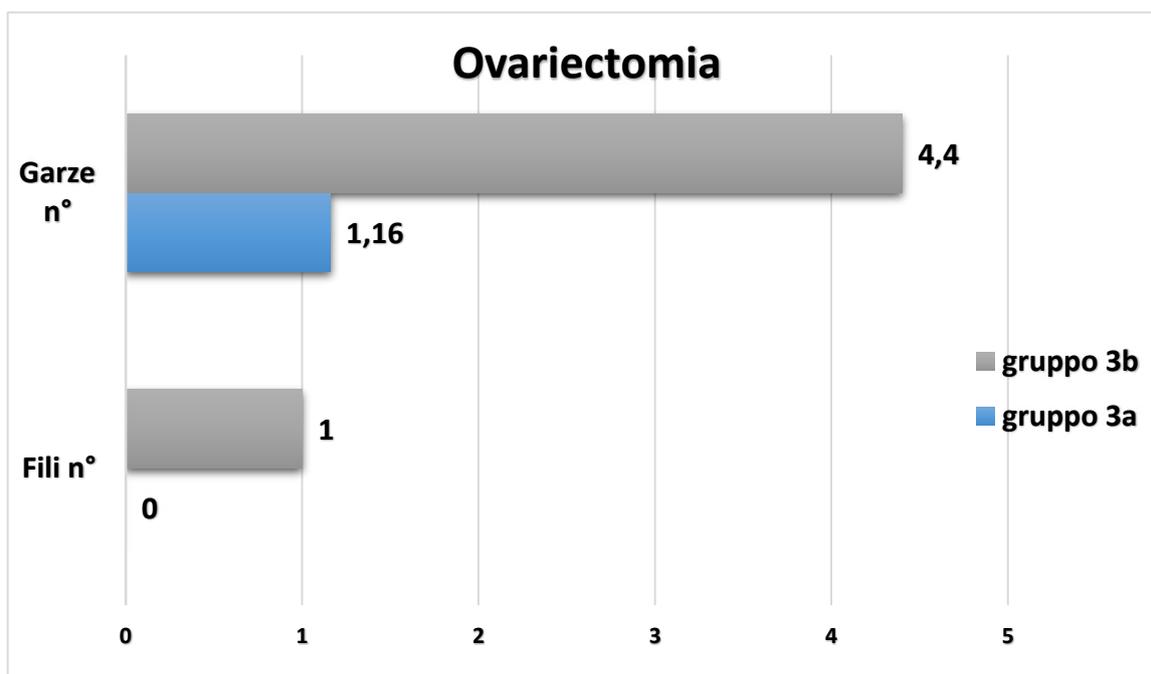
Durante le chirurgie, indipendentemente dalla procedura impiegata, non si sono riscontrate complicazioni intraoperatorie; lo stesso non vale per il periodo postoperatorio, in cui nel **gruppo 3a** un soggetto ha manifestato deiscenza di 4 punti di sutura della ferita laparotomica causata dall'eccessivo lambimento. Nel **gruppo 3b** invece, si sono riscontrate due infezioni della parete addominale e del peduncolo ovarico (probabili conseguenze di una reazione avversa al

materiale di sutura) e la deiscenza di alcuni punti di sutura secondaria ad autotraumatismi.

Nessuno dei soggetti ovariectomizzati è stato ospedalizzato dopo la procedura chirurgica.

Per l'esecuzione della celiotomia, l'elettrobisturi monopolare è stato utilizzato in 10/12 pazienti (83,33%) per il **gruppo 3a** ed in 2/10 soggetti (20,00%) per il **gruppo 3b** e pertanto, è stato impiegato significativamente ( $P = 0,0082$ ) di più, nei cani ovariectomizzati mediante il sistema Ligasure<sup>TM</sup>.

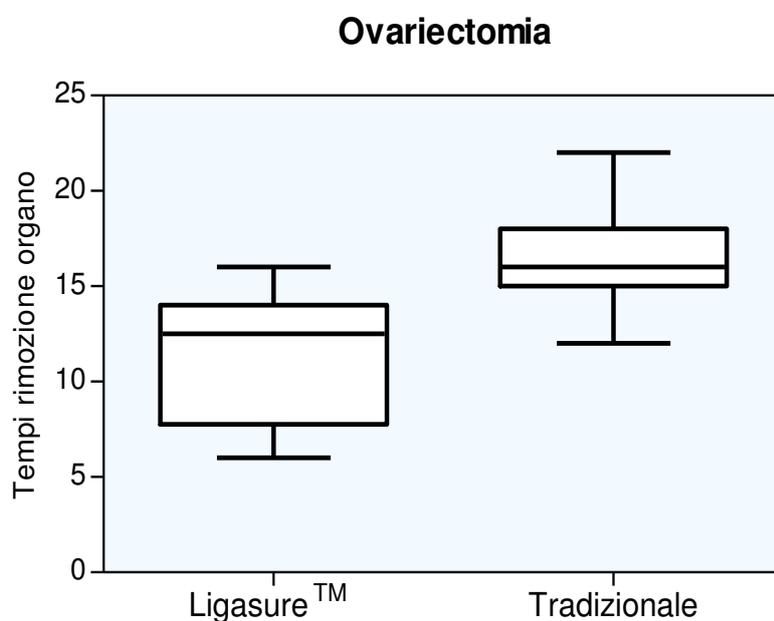
In tutte le procedure chirurgiche eseguite con l'ausilio del sistema a radiofrequenza il numero di garze (media, 1,17 garze; DS 0,57) e di fili da sutura (nessun filo) utilizzati per la rimozione delle ovaie è risultato statisticamente inferiore (garze:  $P = 0,0001$ ) rispetto al gruppo in cui l'ovariectomia è stata eseguita con tecnica tradizionale (rispettivamente: media 4,4 garze, DS 1,07; mediana 1 filo, range 1-2 fili) (Graf. 11).



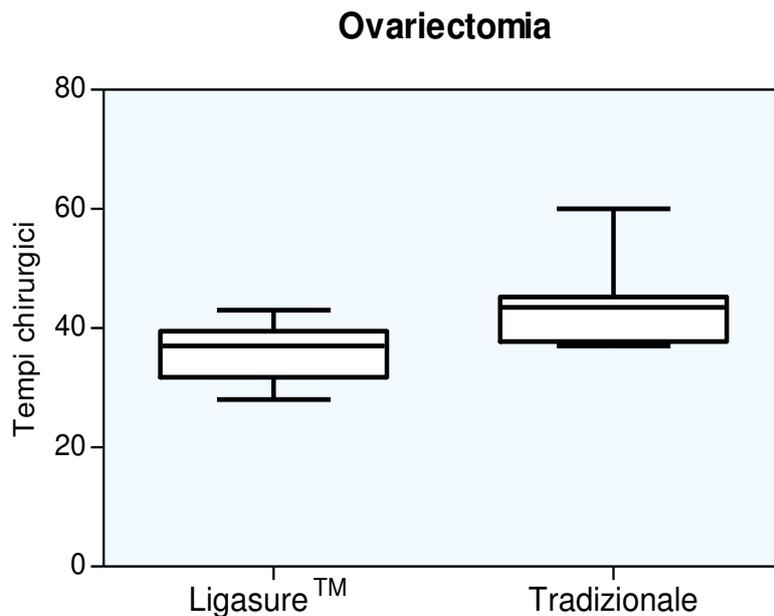
**Grafico 11:** comparazione del numero di garze e di fili da sutura utilizzati nelle procedure di ovariectomia mediante sistema Ligasure<sup>TM</sup> (**Gruppo 3a**) e mediante tecnica tradizionale (**Gruppo 3b**).

Per quanto riguarda i tempi chirurgici, questi non sono stati valutati in due pazienti appartenenti al **gruppo 3a** in quanto sottoposti anche ad altre procedure durante l'ovariectomia mentre, in nessun paziente, sono stati inseriti nell'indagine statistica i tempi anestesiológicos, in quanto non è stato possibile standardizzare il protocollo anestesiológico, considerando che, alcuni dei pazienti presi in esame, facevano parte di uno studio sull'utilizzo del Propofol in Total Intravenous Anesthesia (TIVA).

Nel **gruppo 3a** i tempi per la rimozione dell'organo (media 11,42 min, DS 3,37) e della chirurgia (mediana 37 min, range 28-43 min), sono statisticamente inferiori (rispettivamente  $P = 0,0009$  e  $P = 0,0124$ ) rispetto ai tempi necessari per l'esecuzione delle stesse procedure (Graf. 12,13), senza l'ausilio del sistema si sintesi a radiofrequenza (tempo per la rimozione dell'organo: media 16,5 min, DS 2,59; tempo totale della chirurgia: mediana 43,5 min, range 37-60 min).



**Grafico 12:** comparazione dei tempi per la rimozione di entrambe le ovaie, nei cani operati mediante il sistema Ligasure™ e mediante la tecnica tradizionale.



**Grafico 12:** *comparazione dei tempi per l'esecuzione della procedura di ovariectomia, nei cani operati mediante il sistema Ligasure™ e mediante la tecnica tradizionale.*

Anche per le chirurgie eseguite in questo gruppo i parametri quali: età, peso, chirurgo che ha eseguito la procedura, complicazioni intraoperatorie e utilizzo del **Ligasure™**, sono stati inseriti in una regressione logistica multipla che ha rivelato come l'impiego o meno del dispositivo a radiofrequenza influisce significativamente sul tempo necessario per la rimozione dell'organo (OR = 4,263, IC 95% = 1.405-12,935 e P = 0,010) e sui tempi chirurgici (OR = 5,137, IC 95% = 1,803-14,635 e P = 0,002).

## 5.4 GRUPPO 4

### 5.4.1 SEGNALAMENTO

I soggetti appartenenti **gruppo 4** sono 18 in totale, rispettivamente 9 nel **gruppo 4a** (linfoadenectomia mediante Ligasure™) e 9 nel **gruppo 4b** (linfoadenectomia mediante tecnica tradizionale).

L'età ed il peso dei pazienti appartenenti ai due diversi sottogruppi sono riportati nella tabella sottostante (Tab. 10).

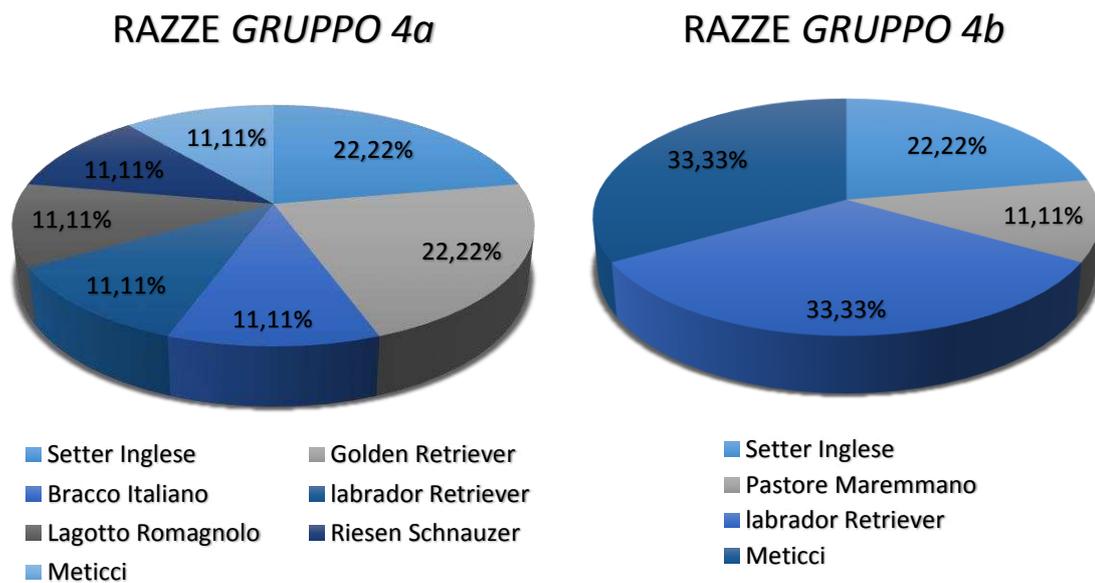
I pazienti sottoposti a linfoadenectomia mediante Ligasure™ sono significativamente più anziani ( $P = 0,0075$ ) rispetto ai cani trattati con tecnica tradizionale.

Gruppo		Età aa	Peso Kg
<b>4a</b>	Media	<b>11,11</b>	<b>27,91</b>
	DS	<b>2,14</b>	<b>9,64</b>
<b>4b</b>	Media	<b>7,55</b>	<b>23,64</b>
	DS	<b>2,74</b>	<b>11,99</b>

**Tabella 10:** Media e DS dell'età e del peso dei pazienti appartenenti ai gruppi **4a** e **4b**.

In entrambi i due sottogruppi il 44,44% dei cani (4/9), sono di sesso femminile, mentre il 55,66% (5/9), sono di sesso maschile.

Le razze dei cani trattati con linfoadenectomia complessa è indicata nel grafico sottostante (Graf.13) e all'indagine statistica non si evidenziano differenze significative per quanto riguarda peso e sesso tra i soggetti del **gruppo 4a** e **4b**.



**Grafico 13:** rappresentazione grafica delle razze dei cani appartenenti al gruppo 4.

## 5.4.2 CHIRURGIA E OUTCOME

Tutti i soggetti di questo gruppo sono sopravvissuti alla procedura chirurgica ed hanno portato a termine i follow-up.

Ad eccezione di tre cani (13,66%) nel **gruppo 4b**, i restanti soggetti hanno subito altre procedure chirurgiche nello stesso tempo anestesologico e, pertanto, nei pazienti di questo gruppo, non sono stati presi in considerazione i tempi chirurgici e anestesologici.

Le complicazioni intraoperatorie, riscontrate durante queste procedure, sono state limitate sia in termini di frequenza che di gravità, infatti durante l'utilizzo del sistema a radiofrequenza non si segnala alcuna complicazione mentre, con la tecnica tradizionale, durante la rimozione di un linfonodo metastatico, in un paziente affetto da mastocitoma (MCT) cutaneo, il chirurgo ha dovuto gestire

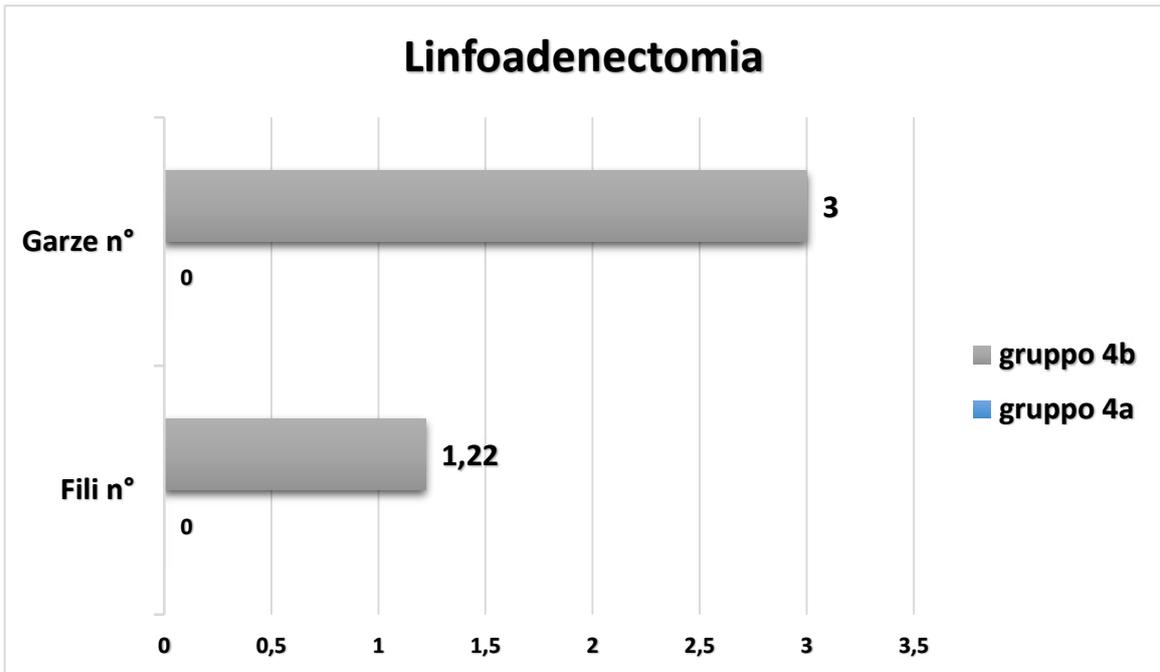
un'emorragia proveniente da un vaso afferente (1/9 complicazioni, nel 11,11% dei pazienti).

Nel periodo postoperatorio invece sono state osservate 2/9 complicazioni (22,22%) per il **gruppo 4a**; nello specifico: la deiscenza di un punto di sutura della ferita causata da autotraumatismi e la formazione di un sieroma a livello inguinale, sede di rimozione di un linfonodo metastatico da MCT cutaneo. Per quanto riguarda invece il **gruppo 4b**, qui sono stati osservati due gravi eritemi sulla ferita chirurgica non associati a deiscenza ed entrambi conseguenza di eccessivi lambimenti del cane, nonché un sieroma a livello prescapolare, sede di rimozione di un linfonodo non metastatico (3/9 complicazioni, nel 33,33% dei pazienti).

Un'altra complicazione postoperatoria, frequentemente riscontrata nei soggetti di entrambi i gruppi 5/18 (27,77%), è stata la comparsa di edema di diversa gravità, a livello dell'arto corrispondente al linfonodo rimosso. Tale complicazione non è stata presa in considerazione dall'indagine statistica, in quanto correlata più che alla procedura chirurgica, al ridotto drenaggio linfatico conseguente alla rimozione del linfonodo stesso.

In tutte le procedure di linfoadenectomia, l'accesso chirurgico è stato eseguito grazie all'elettrobisturi monopolare.

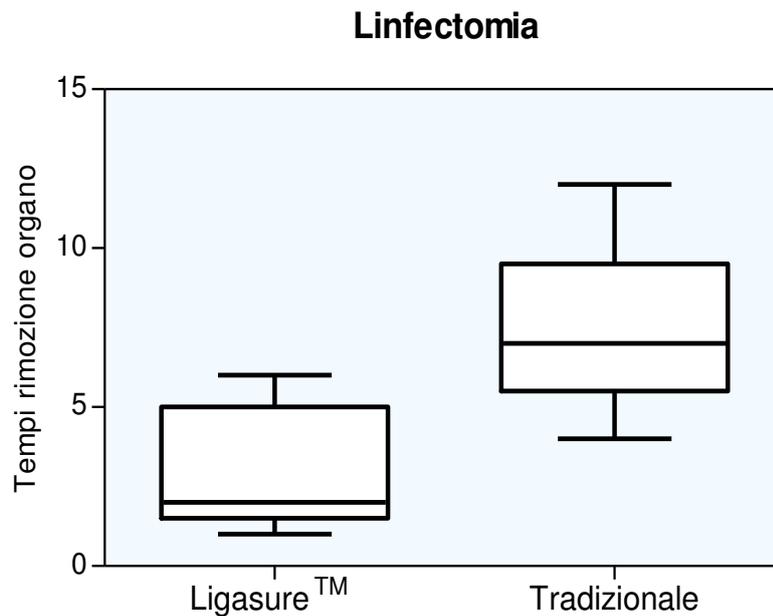
Nei pazienti linfoadenectomizzati tramite il sistema a radiofrequenza, l'utilizzo di garze (mediana, 0 garze; range, 0-3 garze) e di fili da sutura (non sono stati utilizzati fili) è risultato statisticamente inferiore (garze,  $P = 0,0148$ ) rispetto alle procedure del **gruppo 4b** (mediana, 3 garze; range, 2-5 garze e media, 1,22 fili; DS, 0,66) come riportato dal grafico 14.



**Grafico 14:** comparazione del numero di garze e di fili da sutura utilizzati nelle procedure di linfoadenectomia mediante sistema Ligasure™ (**Gruppo 4a**) e mediante tecnica tradizionale (**Gruppo 4b**).

Anche in questo gruppo, come nei precedenti, nelle procedure eseguite con il sistema Ligasure™ i tempi per la rimozione dell'organo (media 3,11 min, DS 1,90 min), sono statisticamente inferiori ( $P = 0,0008$ ) rispetto ai tempi per la rimozione del linfonodo con la linfoadenectomia tradizionale (media 7,55 min, DS 2,60).

Il grafico sottostante riporta in maniera dettagliata tali differenze (Graf. 15).



**Grafico 15:** comparazione dei tempi per la rimozione del linfonodo nelle procedure di linfadenectomia, nei cani operati mediante il sistema Ligasure™ e mediante la tecnica tradizionale.

L'indagine statistica sulle variabili, prese in considerazione nelle procedure di linfadenectomia, non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra i due gruppi in merito alle complicazioni intra e postoperatorie ed al chirurgo che ha eseguito la procedura.

Anche in questo caso i tempi per la rimozione dell'organo sono stati confrontati, in base alla patologia di cui era affetto il linfonodo (Tab. 11); per valutare se un linfonodo neoplastico/metastatico possa influenzare la velocità di esecuzione della procedura, nonché possa predisporre ad eventuali complicazioni. L'analisi statistica non ha, però, evidenziato differenze significative nei due gruppi.

	Cani N°	Tempo rimozione organo (min)	
		Media	DS
<b>Linfonodo metastatico Ligasure™</b>	<b>4</b>	<b>2,75</b>	<b>2,06</b>
<b>Linfonodo metastatico Tradizionale</b>	<b>4</b>	<b>8,5</b>	<b>3,69</b>
<b>Linfonodo non neoplastico Ligasure™</b>	<b>5</b>	<b>3,4</b>	<b>1,94</b>
<b>Linfonodo non neoplastico Tradizionale</b>	<b>5</b>	<b>6,8</b>	<b>1,30</b>
<b>Tutti i soggetti</b>	<b>18</b>	<b>5,3</b>	<b>3,18</b>

**Tabella 11:** mediana e range dei tempi di rimozione del linfonodo, dei tempi chirurgici e dei tempi anestesiológicos, nei gruppi **Ligasure™** e tradizionale, classificati in base alla natura della patologia linfonodale.

A conferma di quanto riportato in precedenza, la regressione logistica multipla, eseguita sui parametri: sesso, età, peso, chirurgo che ha eseguito la procedura, diagnosi istopatologica, complicazioni intra e postoperatorie e utilizzo del sistema Ligasure™, evidenzia come quest'ultimo sia l'unico parametro ad avere un peso sul tempo necessario per la rimozione dell'organo (OR = 7,101; IC 95% = 1,816-27,158 e P = 0,005)

### 5.4.3 ANATOMOISTOPATOLOGIA

In entrambi i **gruppi 4a e 4b**, l'esame istopatologico ha emesso la diagnosi di 4/9 (44,44%) metastasi linfonodali di MCT e di 5/9 (55,66%) linfadenopatie reattive.

<b>SPLENECTOMIA SEMPLICE</b>				
		<b>Ligasure™</b>	<b>Tradizionale</b>	<b>P</b>
<b>Garze</b>	mediana	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>&lt;0.0001</b>
	range	<b>1-4</b>	<b>5-12</b>	
<b>T. rimozione organo</b>	mediana	<b>2</b>	<b>13,5</b>	<b>&lt;0.0001</b>
	range	<b>1-5</b>	<b>12-16</b>	
<b>T. chirurgia</b>	mediana	<b>36</b>	<b>59,5</b>	<b>0,0287</b>
	range	<b>30-55</b>	<b>42-72</b>	
<b>T. anestesia</b>	Mediana	<b>55</b>	<b>77</b>	<b>0,0176</b>
	range	<b>48-72</b>	<b>58-86</b>	

<b>SPLENECTOMIA COMPLESSA</b>				
		<b>Ligasure™</b>	<b>Tradizionale</b>	<b>P</b>
<b>Garze</b>	mediana	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>&lt;0,0014</b>
	range	<b>1-4</b>	<b>9-16</b>	
<b>Ospedalizzazione</b>	mediana	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>&lt;0.00063</b>
	range	<b>0-4</b>	<b>2-6</b>	
<b>T. rimozione organo</b>	mediana	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>&lt;0,0014</b>
	range	<b>1-5</b>	<b>19-48</b>	
<b>T. chirurgia</b>	mediana	<b>36</b>	<b>68,5</b>	<b>0,0064</b>
	range	<b>30-55</b>	<b>53-75</b>	
<b>T. anestesia</b>	mediana	<b>55</b>	<b>86,5</b>	<b>0,0043</b>
	range	<b>48-72</b>	<b>69-94</b>	

<b>OVARIECTOMIA</b>				
		<b>Ligasure™</b>	<b>Tradizionale</b>	<b>P</b>
<b>Garze</b>	media	<b>1,17</b>	<b>4,4</b>	<b>0.0001</b>
	DS	<b>0,57</b>	<b>1,07</b>	
<b>T. rimozione organo</b>	media	<b>11,42</b>	<b>16,5</b>	<b>0,0009</b>
	DS	<b>3,37</b>	<b>2,59</b>	
<b>T. chirurgia</b>	Mediana	<b>37</b>	<b>43,5</b>	<b>0,0124</b>
	range	<b>28-43</b>	<b>37-70</b>	

<b>LINFOADENECTOMIA</b>				
		<b>Ligasure™</b>	<b>Tradizionale</b>	<b>P</b>
<b>Età</b>	Media	<b>11,11</b>	<b>7,55</b>	<b>0,0075</b>
	DS	<b>2,14</b>	<b>2,74</b>	
<b>Garze</b>	mediana	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0,0184</b>
	range	<b>0-3</b>	<b>2-5</b>	
<b>T. rimozione organo</b>	media	<b>3,11</b>	<b>7,55</b>	<b>0,0008</b>
	DS	<b>1,90</b>	<b>2,60</b>	

**Tabella 12:** Tabella riassuntiva delle differenze risultate statisticamente significative nelle chirurgie eseguite con il sistema Ligasure™ rispetto alle chirurgie eseguite con tecnica tradizionale nei quattro diversi gruppi.

## 6. DISCUSSIONI

Questo studio dimostra come i tempi della procedura chirurgica, degli interventi di splenectomia, ovariectomia e linfadenectomia, diminuiscono significativamente grazie all'utilizzo del sistema Ligasure™, rispetto a quelli ottenuti mediante la tecnica tradizionale; indipendentemente dall'operatore, dall'esecuzione di altre procedure contemporanee e dalla patologia dell'organo da rimuovere.

La velocità di esecuzione della procedura chirurgica, è favorita dal sanguinamento ridotto (dimostrato dal minor utilizzo di garze) e dalla mancata necessità di applicare fili da sutura, che permettono, nel primo caso, una miglior visualizzazione del campo operatorio e nel secondo, un rischio minore di complicazioni postoperatorie conseguenti all'impianto di materiale estraneo.

Il ricorso ad un numero inferiore di garze, oltre ad aver un ovvio vantaggio in termini economici, rispecchia l'importanza di questo strumento per la chirurgia oncologica, in cui il sanguinamento dei vasi venosi provenienti dalla neoplasia, rappresenta una fonte per l'impianto di cellule neoplastiche nel sito chirurgico. Tale evidenza acquista un'importanza particolare, soprattutto durante le procedure di chirurgia oncologica della cavità addominale (come la splenectomia per una neoplasia splenica), in cui il rischio di contaminazione neoplastica dell'omento è estremamente elevata, grazie alla capacità di quest'ultimo di accogliere e fornire nutrimento alle cellule cancerose (Nyland et al 2002; Ehrhart & Culp, 2012).

Anche il mancato impianto di materiale da sutura nei tessuti o negli organi trattati, riduce significativamente la possibilità di reazioni avverse agli stessi, nonché la possibilità di impianto di batteri nel sito chirurgico come conseguenza di un accidentale contaminazione del materiale da sutura durante la procedura.

Il dolore postoperatorio sembra diminuire in assenza di punti di sutura, come ampiamente documentato in Medicina Umana in numerosi studi randomizzati condotti su diverse procedure chirurgiche con sistemi di sintesi tissutale (Altomare

et al, 2008; Chiappa et al, 2007; Lachanas et al, 2007; Muzi et al, 2007; Wang et al, 2006; Kwok et al, 2005; Lachanas et al 2005); probabilmente grazie ad una riduzione significativa della temperatura di esercizio (< di 80°C per il sistema Ligasure™), della necrosi e, quindi, della liberazione di sostanze algogene. Inoltre, la minor stimolazione delle terminazioni nervose sensitive, responsabili della percezione dolorifica, è documentata anche dalla ridotta stimolazione dei nervi motori che si apprezza durante l'utilizzo dello strumento che, a differenza dell'elettrobisturi, non provoca la caratteristica contrazione muscolare se applicato in corrispondenza dei fasci muscolari.

L'assenza di emorragie intra e postoperatorie in tutte le procedure prese in esame, dimostra, invece, l'efficacia del sistema Ligasure™ nella sintesi e coagulazione dei vasi splenici, ovarici e di quelli linfonodali, eguagliando la tenuta dei punti di sutura e confermando quanto già riportato da alcuni autori in Medicina Veterinaria in termini di efficacia sia per la splenectomia (Monarski et al., 2014; Monnet et al., 2011; Rivier et al., 2011; Collard et al., 2010) che per l'ovariectomia (Barrera et al., 2012; Ohlund et al., 2001; Mayhew et al., 2007) nel cane.

Indubbiamente è di fondamentale importanza l'esperienza diretta dell'operatore con la strumentazione, sia per acquisire la giusta manualità, sia per conseguire la capacità di predire le performance dello strumento su tessuti di differente consistenza e spessore.

I costi elevati correlati all'acquisto della Piattaforma **ForceTriad™** sono secondo molti autori inaccettabili sia in campo Veterinario che Umano; costo che viene esacerbato dal singolo utilizzo delle pinze, come raccomandato dalla ditta costruttrice (Parmeggiani et al., 2005; Colella et al., 2005; Saint Marc et al., 2007; Ohlund et al., 2011). Dall'esperienza acquisita durante l'utilizzo della piattaforma riportiamo che, previa adeguata detersione e sterilizzazione degli strumenti, il riutilizzo delle Pinze Ligasure™, Small Jaw, è possibile e sicuro per le procedure chirurgiche prese in esame.

Questa evidenza è stata descritta anche da Monarski nel 2014, con il quale ci troviamo in accordo anche nel sostenere che il principale difetto conseguente al deterioramento delle pinze, è la progressiva perdita dell'affilatura del tagliente inserito nelle branche e la minor capacità di sintesi che non si apprezza però prima dell'8°-10° utilizzo; si consiglia pertanto di non impiegare una singola pinza, per più di 10 procedure chirurgiche.

Non riportiamo inoltre, danni agli organi circostanti grazie alla minima diffusione termica del Ligasure™. Infatti, il danno tissutale da dispersione termica, attorno alla sede di sintesi tissutale, è indubbiamente limitato, minore di 1,5 mm secondo Person et al. (2008). È proprio nelle procedure, condotte in questo studio, che il Ligasure™ esprime al massimo le sue potenzialità sia in termini di efficacia che di sicurezza. Nel nostro caso appunto, gli organi/tessuti selezionati per l'utilizzo delle pinze Small Jaw, sono localizzati lontano da strutture anatomiche vitali o comunque sufficientemente mobili da essere isolati dal campo operatorio. Lo stesso risultato non è raggiungibile in tessuti prossimi a strutture vascolo-nervose vitali o di dimensioni ridotte, per i quali la grandezza delle branche delle pinze (sommata alla diffusione termica), possono risultare eccessive e quindi inappropriate in termini di sicurezza e precisione.

Per quanto concerne, invece, la semplicità d'uso delle pinze, sono paragonabili agli strumenti chirurgici ampiamente utilizzati nel cavo addominale, grazie alla lunghezza limitata (18,8 cm) ed all'estremità ricurva che ne facilita l'impiego anche in organi più ardui da raggiungere, con un minimo ma inevitabile impedimento fornito dalla presenza del cavo del manipolo.

La tenuta della sintesi tissutale è assolutamente comparabile a quella di altri sistemi ad emissione di energia, alle emoclip ed ai punti di sutura (Kennedy et al., 1998; Matthews, 2001), come dimostrato dall'assenza di differenze significative nelle complicanze intra e postoperatorie tra i **gruppi a e b** e, comunque, dall'assenza di emorragie in seguito alla sintesi del tessuto. Inoltre, il mancato ricorso all'impiego di fili da sutura durante le chirurgie eseguite con il Ligasure™ (ad eccezione di un

unico caso nel **gruppo 2a**), attesta che il sistema a radiofrequenza è in grado di eseguire sintesi ed emostasi anche di vasi superiori ai 7 mm, come già riportato da Kennedy nel 1998.

Addirittura, secondo uno studio condotto da Carbonell nel 2003, all'aumentare del calibro del vaso, corrisponde una maggior tenuta della sintesi, anche se inferiore a quella ottenuta mediante i punti di sutura.

Monnet et al. (2011) e Monarski et al. (2014), raccomandano comunque l'esecuzione di due "saldature" sui vasi di diametro maggiore (soprattutto quelli arteriosi), in accordo con quanto osservato dal presente studio.

I pazienti sottoposti ad altre procedure chirurgiche sono stati esclusi dalla valutazione dei tempi chirurgici ed anestesiológicos in tutti e quattro i gruppi, ad eccezione dei **gruppi 1 e 2**, solo per quei cani operati contemporaneamente di gastropessi o biopsia d'organo. A tal proposito è interessante osservare come nonostante queste procedure supplementari siano state eseguite in un numero addirittura superiore di pazienti nel **gruppo 1a** (46,46%), rispetto al 30% del **gruppo 1b**, o equiparabile per il **gruppo 2** (25% nel **gruppo 2a** e 28% nel **gruppo 2b**), i tempi per la chirurgia e per l'anestesia sono risultati significativamente inferiori nei soggetti operati con il sistema a radiofrequenza. Questa evidenza avvalorà l'ipotesi fatta in precedenza secondo la quale, grazie alla rapidità di esecuzione di tali procedure queste non avrebbero influito sulla durata complessiva dell'intervento e quindi dell'anestesia.

Nell'unico studio sui vantaggi del sistema di sintesi a radiofrequenza per la splenectomia, vengono riportati solamente i tempi per la chirurgia e l'anestesia (Monarski et al., 2014), tempi influenzabili da numerosi fattori, mentre nella nostra ricerca, nella quale abbiamo valutato anche i tempi per la rimozione dell'organo, ciò non avviene. Il nostro studio, rappresenta pertanto il primo lavoro che riporta tempi significativamente inferiori sia per la rimozione dell'organo che per la chirurgia e l'anestesia in questa procedura.

In letteratura è stato dimostrato come, in caso di torsione splenica, la legatura manuale del peduncolo splenico torto è preferibile a qualsiasi altro sistema di sintesi, soprattutto quando la patologia è ormai cronicizzata ed i tessuti perivascolari si presentano edematosi ed aumentati di volume. Sono, inoltre, controindicate la detorsione del peduncolo e l'applicazione di pinze emostatiche attraverso il peduncolo vascolare torto, perché in grado di determinare la perdita di vasi importanti durante l'apposizione dei punti per la legatura degli stessi (Tobias & Jhonston, 2012).

A differenza di quanto appena riportato, in nessuno dei due pazienti affetti da torsione splenica e trattati con sistema a radiofrequenza si sono osservate emorragie o comunque complicanze correlate alla minor tenuta della sintesi, e quindi il sistema Ligasure™ sembra efficace anche per il trattamento di questa patologia.

La splenectomia “a cielo aperto” mediante Ligasure™ è assolutamente indicata nella maggior parte delle chirurgie spleniche e, spesso, addirittura preferibile. A fronte degli indubbi vantaggi della chirurgia mininvasiva, i limiti di tale procedura nella splenectomia sono numerosi. Innanzitutto, la splenectomia laparoscopica è controindicata per neoplasie di diametro superiore ai 5 cm, secondariamente è sconsigliata in corso di emoaddome, sia per la scarsa visualizzazione e la necessità di ottenere un rapido accesso al sito dell'emorragia, sia per i maggiori rischi di disseminazione neoplastica ed impianto nella porta di accesso (Park et al., 2001; Winslow & Brunt, 2003; Maurus et al., 2008).

Monnet et al. (2011) e Monarski et al. (2014), riportano inoltre, una minor prevalenza di rotture accidentali dei vasi splenici, conseguenti alle manipolazioni sull'ilo per l'applicazione di clip o punti di sutura; come avvenuto anche in tre dei nostri pazienti, rispettivamente due nel **gruppo 1b** ed uno nel **2b**.

Gli stessi, sostengono anche che la saldatura contemporanea di più vasi, non limiti la tenuta della sintesi ma aumenti le aderenze della pinza sul tessuto al momento dell'apertura delle branche, favorendo così la lacerazione accidentale del sito appena coagulato. L'isolamento dei vasi per via smussa è quindi un passaggio fondamentale

per eseguire una corretta sintesi/coagulazione, infatti il fenomeno precedentemente descritto è stato osservato anche nelle nostre procedure di splenectomia e di ovariectomia, in cui spesso il peduncolo ovarico è infarcito di adipe e richiede più saldature, accompagnate da manovre delicate per il distacco delle branche dal tessuto.

Le masse spleniche hanno una prevalenza superiore e sono pertanto più comuni rispetto alle splenomegalie diffuse (Eberle et al., 2012), come osservato nei nostri pazienti, in cui solamente 4/40 cani (10%), sottoposti a splenectomia, presentavano un aumento di volume diffuso dell'organo secondario a congestione splenica ed ematopoiesi extramidollare. In accordo con quanto riportato da Eberle et al (2012), la prevalenza tra lesioni spleniche di origine neoplastica e non neoplastica è pressochè equiparabile, infatti la percentuale di milze neoplastiche era rispettivamente del 48% (12/25) nel **gruppo 1** e del 60% (9/15) nel **gruppo 2**. Questa evidenza è estremamente importante, perché molto spesso la decisione di rimuovere una milza, in assenza di emoperitoneo o patologie spleniche che possano alterarne l'integrità, andrebbe presa con maggior attenzione e cognizione di causa, visto che ormai, è ben noto, che nei soggetti splenectomizzati si ha una maggior predisposizione ad infezioni batteriche ed emoparassitosi, a causa di una riduzione dell'attività di immunosorveglianza (Dietrich et al., 2006).

Tale decisione è comunque resa ancora più ardua dalla difficoltà in Medicina Veterinaria di poter ottenere una diagnosi precisa sulla natura della patologia splenica prima della rimozione dell'organo. In primo luogo come conseguenza della scarsa accuratezza della citologia splenica, circa 38% (Eich et al., 2000), a causa della presenza di lacune cavernose all'interno di molte neoformazione e dell'elevata contaminazione ematica che caratterizza i prelievi citologici splenici. In secondo luogo come conseguenza della scarsa specificità della diagnostica per immagine, che a tal proposito negli ultimi anni, sta cercando di sviluppare tecniche di "Imaging" (come la risonanza magnetica e l'ultrasonografia con mezzo di contrasto), maggiormente efficaci per il raggiungimento della diagnosi.

Al contrario, in disaccordo con quanto sostenuto da Pyrmak et al. (1988), Day et al. (1995), Fife et al. (2004) e Eberle et al. (2012), nei nostri pazienti sottoposti a splenectomia per neoformazioni spleniche, L'HSA non è il tumore splenico maggiormente rappresentato, ma solo il 28,57% (6/21), rispettivamente il 16,66% (2/12) per il **gruppo 1** ed il 44,44% (4/9) per il **gruppo 2**, a differenza del 73,5-80% riportato dagli autori precedentemente indicati. Inoltre, nella nostra casistica, la prevalenza degli ematomi splenici (42,10%), supera nettamente le iperplasie nodulari (5,26%), sul totale delle lesioni di origine non neoplastica, a differenza di quanto supposto da molti autori (Spangler et al., 1992; Day et al., 1995; Spangler et al., 1997; Eberle et al. 2012), con i quali, siamo invece concordi nel sostenere che la prevalenza degli ematomi splenici sul totale delle neoformazioni spleniche sottoposte ad indagine istopatologica, si attesta tra il 10-20% (nel nostro studio 20%).

Inoltre, da quanto si evince dai risultati precedentemente indicati, non ci sono differenze significative nei tempi per l'esecuzione della procedura chirurgica nei pazienti dei gruppi 1, 2 e 4, se valutate sulla base della natura della patologia splenica.

Ciò significa che, indipendentemente dal fatto che la milza o il linfonodo da rimuovere sia affetto o meno da una patologia di natura neoplastica, i tempi per la sua asportazione, sia con la tecnica tradizionale che mediante il sistema a radiofrequenza, sono sovrapponibili.

In Medicina Umana è ampiamente dimostrato che, nelle procedure in cui si utilizza il sistema a radiofrequenza (Wang et al., 2006; Muzi et al., 2007; Lachanas et al., 2007; Altomare et al., 2008; Papis et al., 2013; Talha et al., 2014), il dolore postoperatorio è inferiore in termini di minor richiesta di analgesici, nonché di minor giorni di ospedalizzazione, come riscontrato nei pazienti del **gruppo 2a**, in cui i giorni di ospedalizzazione sono statisticamente inferiori rispetto ai pazienti operati con la tecnica tradizionale, grazie all'assenza di materiale da sutura che persiste nel sito chirurgico. Ancora un dato estremamente interessante che si evince, dal presente

studio, è l'assenza di differenze significative sulla velocità di esecuzione della procedura chirurgica se valutata sulla base della presenza o meno di lesioni spleniche di natura neoplastica. Questo significa che i tempi per la rimozione di una milza o un linfonodo sono uguali, indipendentemente dal fatto che questa/o sia affetto da una patologia di origine neoplastica o meno

Monnet et al. (2011) e Collard et al. (2010), hanno recentemente esaminato l'efficienza della sintesi vascolare a radiofrequenza per la splenectomia nel cane e ne hanno dimostrato l'efficacia, anche per vasi superiori ai 7 mm, raccomandando però una meticolosa misurazione degli stessi prima dell'applicazione delle pinze Ligasure™ e un training (anche se di breve durata) per il chirurgo, considerazioni con le quali ci troviamo in pieno accordo dopo la nostra esperienza con la piattaforma **ForceTriad™**.

Per quanto concerne invece l'utilizzo del sistema Ligasure™ per le procedure di ovariectomia in Medicina Veterinaria, sono presenti in letteratura numerosi studi, ma tutti in corso di procedure mininvasive. Quindi i dati riportati in questo studio sono i primi ad essere riferiti all'ovariectomia "a cielo aperto" e, oltre a una durata dell'intervento statisticamente inferiore rispetto alla tecnica tradizionale, riportiamo un minor sanguinamento ed una tenuta della sintesi dei vasi e dei tessuti, paragonabile a quella dei fili da sutura, come riportato per le procedure laparoscopiche da Barrera et al., e da Jansen et al., nel 2012. In questo, influisce sicuramente anche la possibilità di applicare le branche delle pinze Small Jaw in più punti attraverso il legamento ovarico o il legamento proprio.

Al contrario, a differenza di quanto riportato nella chirurgia mininvasiva in cui spesso si osservano dei moderati sanguinamenti dopo la sintesi e che richiedono, a volte, una seconda applicazione delle pinze (Seiler et al, 2008), ciò non è avvenuto nei nostri 12 pazienti, in cui, probabilmente, l'esteriorizzazione dell'ovaio dal campo operatorio ne permette una miglior visualizzazione delle strutture anatomiche, una applicazione più precisa della strumentazione e, quindi, una saldatura più efficace.

A conferma della maggior celerità di esecuzione dell'ovariectomia con il sistema a radiofrequenza, riportiamo che anche il tempo totale della chirurgia e non solo quello per la rimozione dell'organo è statisticamente inferiore, nonostante le numerose variabili quali: dimensioni del peduncolo ovarico, posizione dell'ovaio e lassità del legamento ovarico.

Solo nel gruppo dei pazienti sottoposti a ovariectomia è stata riscontrata una differenza significativa sull'utilizzo dell'elettrobisturi monopolare per l'accesso chirurgico tra il **gruppo Ligasure™** ed il **gruppo tradizionale**, fattore che potrebbe aver influito sui tempi chirurgici, in quanto potenzialmente in grado di facilitare e quindi accelerare l'accesso chirurgico alla cavità addominale.

Sempre in questa procedura, spesso, il volume del legamento ovarico supera i 7 mm di diametro, ma viene saldato senza difficoltà, confermando quanto già osservato da Barrera nel 2012, per l'ovariectomia del cane. Quest'ultimo, propone addirittura l'utilizzo del Ligasure™, non solo per il legamento proprio dell'ovaio ma anche per il corpo dell'utero sino a 9 mm di diametro, ovviamente applicando più saldature sullo stesso sito (Matz et al., 2014).

Già uno studio dimostra che il tempo impiegato per l'emostasi del peduncolo ovarico è inferiore con il sistema Ligasure™ rispetto alle clip vascolari ed alle suture (Mayhew & Brown, 2007). Mentre Van Nimwegen et al., nel 2005 hanno provato che il BCS aumenta il tempo chirurgico, a causa della maggior quantità di tessuto adiposo su cui eseguire la sintesi e della difficoltà di visualizzare i vasi ematici (in chirurgia mininvasiva), pertanto nel nostro studio uno dei criteri di inclusione prevedeva la sola valutazione dei cani con BCS superiore a 4.

Possiamo comunque affermare che anche in cani di taglia piccola (minore di 15 Kg), la pinza Small Jaw può essere impiegata senza difficoltà ed è in grado, allo stesso modo, di limitare i tempi della procedura.

I pazienti sottoposti a linfadenectomia con Ligasure™ sono statisticamente più vecchi rispetto ai pazienti del gruppo con tecnica tradizionale, questo parametro però non è stato precedentemente considerato nei criteri di inclusione in quanto non in

grado, a nostro avviso, di influenzare la durata della rimozione dell'organo o l'efficacia dello strumento. L'unico parametro che potrebbe essere influenzato dall'età del paziente, è il tempo anestesilogico, viste le maggiori accortezze dell'anestesista nei confronti di un paziente anziano, ma in questo gruppo sia i tempi chirurgici che quelli anestesilogici non sono stati presi in considerazione, per i motivi precedentemente descritti.

Ad oggi non sono presenti in letteratura, studi che riportano dati sull'utilizzo del sistema Ligasure™ per le linfadenectomie nella specie canina, pertanto questa ricerca riporta i primi risultati sull'efficacia del sistema a radiofrequenza per le procedure chirurgiche sul sistema linfatico in Medicina Veterinaria.

Al contrario Cordella et al., nel 2011 in uno studio su 110 donne sottoposte a linfadenectomia ascellare hanno riscontrato una riduzione delle perdite ematiche, dei tempi operatori e dell'ospedalizzazione nel sottogruppo di pazienti in cui è stato utilizzato il dispositivo a radiofrequenza.

L'uso del Ligasure™ nelle chirurgie prese in esame, non presenta complicazioni superiori rispetto alla tecnica tradizionale, come confermato dalla mancata necessità di convertire la procedura a radiofrequenza con la tecnica tradizionale, per assicurare una miglior tenuta della sintesi (per vasi con calibro  $\leq 7$  mm) e dall'assenza di differenze significative nelle complicazioni intra e postoperatorie nei **gruppi a e b**.

Le complicazioni osservate con maggior frequenza sono state quelle correlate ad auto traumatismi nel postoperatorio, o alla presenza di reazioni avverse al materiale da sutura e pertanto non correlate strettamente all'applicazione del sistema a radiofrequenza.

Tutti i dati raccolti sono stati valutati considerando le variabili che potevano influenzare il risultato come: la diagnosi istopatologica, il segnalamento, il chirurgo che ha eseguito la procedura, le complicazioni intraoperatorie, l'HCT preoperatorio e la presenza di procedure chirurgiche concomitanti; tuttavia possiamo ragionevolmente supporre che vi siano altri fattori che possono aver influenzato i

risultati, primo fra tutti il fatto che tutte le procedure (anche in assenza di differenze significative tra i vari gruppi), non sono state eseguite dallo stesso chirurgo.

Infine, i nostri risultati riferiti alle “chirurgie a cielo aperto”, sono paragonabili a quanto riportato in letteratura Veterinaria e Umana per le procedure mininvasive, il nostro lavoro, però, è il primo studio in Medicina Veterinaria che considera anche il tempo per la rimozione dell’organo (nei tre interventi esaminati), assieme ai tempi chirurgici ed anestesiológicos; dato oggettivo e non influenzabile da altre variabili, a differenza degli altri due tempi valutati nella maggior parte degli studi presenti in letteratura.

## 7. CONCLUSIONI

Questa ricerca dimostra che il sistema a radiofrequenza Ligasure™ è sicuro ed efficace per le chirurgie prese in esame e soprattutto in grado di ridurre in maniera significativa i tempi della procedura, anche quando applicato alle chirurgie cosiddette a “cielo aperto”. Questi risultati sono garantiti dall’assenza di perdite ematiche, grazie ad un’emostasi perfetta e dalla capacità di separare, tagliare e contemporaneamente coagulare tessuti e vasi, rendendo più rapidi e semplici i vari passaggi della procedura chirurgica, dovendo avvalersi di un unico strumento. Questo dato assume un’importanza particolare se rapportato alla chirurgia oncologica e della cavità addominale, in cui spesso i pazienti sono soggetti geriatrici o instabili da un punto di vista metabolico e/o emodinamico e quindi, a maggior rischio anestesiológico.

L’emostasi ottenuta grazie alla fusione del collagene, oltre ad essere efficace anche per vasi e tessuti di diametro e spessore considerevoli, permette grazie alla totale assenza di sanguinamenti intraoperatori una perfetta visualizzazione del campo chirurgico ed una considerevole diminuzione del rischio di impianto accidentale di cellule neoplastiche.

Il chirurgo deve, comunque, aver familiarità con le potenziali limitazioni conseguenti al calibro dei vasi, per garantire una emostasi efficace ed aumentare dunque la sicurezza della procedura.

Ovviamente un risultato così promettente necessita di ulteriori indagini, aumentando innanzitutto la casistica, per oggettivare con maggior precisione le potenzialità di questa tecnica non solo per la chirurgia mininvasiva e indagando, grazie alla risposta a test analgesiometrici, l’eventuale riduzione del dolore postoperatorio e quindi dell’ospedalizzazione, correlati al suo utilizzo, come riportato per l’Umana Specie.

## BIBLIOGRAFIA

**Alexiou VG, Tsitsias T, Mavros MN, Robertson GS, Pawlik TM. (2013).** “*Technology-assisted versus clamp-crush liver resection: a systematic review and meta-analysis*”. *Surg Innov.*; 20(4):414-428.

**Altomare DF, Roveran A, Pecorella G, Gaj F, Stortini E. (2006).** “The treatment of hemorrhoids: guidelines of the Italian Society of Colorectal *Surgery*”. *Tech Coloproctol.*;10(3):181-186.

**Altomare DF , Milito G, Andreoli R, Arcanà F, Tricomi N, Salafia C, Segre D, Pecorella G, Pulvirenti d’Urso A, Cracco N. (2008).** “*Ligasure™ Precise vs. conventional diathermy for Milligan-Morgan Hemorrhoidectomy: A prospective, randomized, multicenter trial*”. *Dis Colon Rectum.*; 51 (5):514-519.

**Attner P, Hemlin C, Söderman AC. (2010).** “*Ligasure versus diathermy scissors tonsillectomy: A controlled randomized study*”. *Acta Otolaryngol.*; 130(10):1180-1184.

**Aydin C, Yildiz A, Kasap B, Yetimalar H, Kucuk I, Soylu F. (2012).** “Efficacy of electrosurgical bipolar vessel sealing for abdominal hysterectomy with uterine myomas more than 14 weeks in size: a randomized controlled trial”. *Gynecologic and obstetric investigation*; 73:326 – 329.

**Barrera JS, Monnet E. (2012).** “Effectiveness of a bipolar vessel sealant device for *sealing uterine horns and bodies from dogs*”. *Am J Vet Res.*; 73(2):302-305.

**Bartels KE (2002).** “*Lasers in veterinary medicine—where have we been, and where are we going?*”. *Vet Clin Small Anim*; 32:495–515.

**Boord M. (2006).** “Laser in dermatology”. *Clin Tech Small Anim Pract.*; 21(3):145-149.

**Bourquelot PD. (1993).** “Preventive haemostasis with an inflatable tourniquet for microsurgical distal arteriovenous fistulas for haemodialysis”. *Microsurgery*; 14:462-463.

**Bove A, Ppanikolaou I, Bongarzoni G, Mattei P, Markogiannakis H, Chatzipetrou M, D'Addetta V, Di Renzo R, Fiordaliso M, Corbellini L. (2012).** “Thyroid surgery with harmonic focus, Ligasure precise and conventional technique: a retrospective case-*matched study*”. *Hippokratia* 16(2): 154-159.

**Brauckhoff M, Kaczirek K, Thanh PN, Gimm O, Brauckhoff K, Bär A, Niederle B, Dralle H. (2003).** “*Technical aspects of subtotal endoscopic adrenalectomy*”. *Eur Surg.*; 35: 84–88.

**Campell PA, Cresswell AB, Frank TG, Cushieri A. (2003).** “*Real-time thermography during energized vessel sealing and dissection*”. *Surg Endosc.*; 17(10):1640-1645.

**Carbonell AM, Joels CS, Kercher KW, Matthews BD, Sing RF, Heniford BT. (2003).** “*A comparison of laparoscopic bipolar vessel sealing devices in the hemostasis of small-, medium-, and large-sized arteries*”. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.*; 13(6):377-380.

**Chang LY, O'Neill C, Suliburk J, Sidhu S, Delbridge L, Sywak M. (2011).** “*Sutureless total thyroidectomy: a safe and cost-effective alternative*”. *ANZ J Surg.*; 81(7-8):510-514.

**Chang EI, Carlson GA, Vose JG, Huang EJ, Yang GP. (2011).** “Comparative healing of rat fascia following incision with three surgical instruments”. *J Surg Res.*; 1; 167(1):47-54.

**Chen HL, Woo XB, Cui J, Chen CQ, Peng JS. (2014).** “Ligasure versus stapled hemorrhoidectomy in the treatment of hemorrhoids: a meta-analysis of randomized control trials”. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.*; 24(4):285-289.

**Chiappa A, Zbar AP, Bertani E, Pace U, Viale G, Pruneri G, Venturino M, Zampino M, Fazio N, Bonomo G, Misitano P, Andreoni B. (2007).** “The Ligasure vessel sealer in liver resection: a pilot study”. *Hepato-gastroenterology*, 54 (80): 2353-2357.

**Christopher JM, Michael HJ, Phillip HK. (2014).** “Decreased Surgical Time with a Vessel Sealing Device Versus a Surgical Stapler in Performance of Canine Splenectomy”. *Hosp Assoc.*; 50:42–45.

**Chung YC, Wu HJ. (2003).** “Clinical experience of sutureless closed hemorrhoidectomy with LigaSure™”. *Dis Colon Rectum.*; 46: 87–92.

**Coisman JG, Case JB, Shih A, Harrison K, Isaza N, Ellison G. (2014).** “Comparison of surgical variables in cats undergoing single-incision laparoscopic ovariectomy using a LigaSure or extracorporeal suture versus open ovariectomy”. *Vet Surg.*; 43(1):38-44.

**Colella G, Giudice A, Vicidomini A, Sperlongano P.(2005).** “Usefulness of the LigaSure vessel sealing system during superficial lobectomy of the parotid gland”. *Arch Otolaryngol Hed Neck Surg.*; 131(5): 413-416.

**Collard F, Nadeau ME, Carmel EN. (2010).** “Laparoscopic splenectomy for treatment of splenic hemangiosarcoma in a dog”. *Vet Surg.*; 39(7):870-872.

**Cortadellas T, Córdoba O, Espinosa-Bravo M, Mendoza-Santin C, Rodríguez-Fernández J, Esgueva A, Álvarez-Vinuesa M, Rubio IT, Xercavins J. Titolo (2011).** “Electrothermal bipolar vessel sealing system in axillary dissection: A prospective randomized clinical study”. *International Journal of Surgery*; 9:636-640.

**Day MJ, Lucke VM, Pearson H. (1995).** “A review of pathological diagnosis made from 87 canine splenic biopsies”. *J Small Anim Pract*; 36: 426–433.

**Diamantis T, Kontos M, Arvelakis A, Syroukis S, Koronarchis D, Papalois A, Agapitos E, Bastounis E, Lazaris AC. (2006).** “Comparasion of Monopolar Electrocoagulation, Bipolar Electrocoagulation, Ultracision, and LigaSure”. *Surg Today*; 36:908–913.

**Dietrich CF, Kratzer W, Stroberl D Danse E, Fessl R, Bunk A, Vossas U, Hauenstein K, Koch W, Blank W, Oudkerk M, Hahn D, Greis C. (2006).** “Assessment of metastatic liver disease in patients with primary extrahepatic tumours by contrast-enhanced sonography versus CT and MRI”. *World J Gastroenterol.*; 12: 1699–1705.

**Dionigi G, Van Slycke S, Rausei S, Boni L, Dionigi R. (2013).** “Parathyroid function after open thyroidectomy: a prospective randomized study for Ligasure precise versus harmonic focus”. *Head Neck*; 35:562-567.

**Eberle N, von Babo V, Nolte I, Baumgärtner W, Betz D. (2012).** “*Splenic masses in dogs Part 1: Epidemiologic, clinical characteristics as well as histopathologic diagnosis in 249 cases (2000–2011)*”. *Tierärztliche Praxis Kleintiere*; 40 (4): 250–260.

**Ehrhart N, Culp WTN. (2012).** “Principles of Surgical Oncology” in Kudnig ST & Séguin B. “*Veterinary Surgical Oncology*”. 1<sup>Th</sup> edition, Wiley-Blackwell: 3-14.

**Eich CS, Whitehair JG, Moroff SD, Heeb LA. (2000).** “*The accuracy of intraoperative cytopathological diagnosis compared with conventional histopathological diagnosis*”. *J Am Anim Hosp Assoc*; 36: 16–18.

**Fife WD, Samii VF, Drost WT, Mattoon JS, Hoshaw-Woodard S. (2004).** “*Comparison between malignant and non-malignant splenic masses in dogs using contrast-enhanced computed tomography*”. *Vet Radiol Ultrasound*; 45: 289–297.

**Fischer JE, Fegelman E, Johannigman J. (1999)** “*Surgical complications*”. In: Schwartz SI, ed. “*Principles of surgery*”. ed 7. New York: McGraw-Hill.

**Fleshman J. (2002).** “*Advanced technology in the management of hemorrhoids: stapling, laser, harmonic scalpel*”. *J Gastrointest Surg.*; 6: 299–301.

**Fossum T.W. (2013).** “*Biomaterials, Suturing and Hemostasis*” in: Fossum T.W. “*Small Animal Surgery*”. Fourth Edition, St. Louis, Elsevier Masson, pp 64-84.

**Franceschilli L, Stolfi VM, D’ Ugo S, Angelucci GP, Lazzaro S, Picone E, Gaspari A, Sileri P (2011).** “*Radiofrequency versus conventional diathermy Milligan-Morgan hemorrhoidectomy: a prospective, randomized study*”. *J Colorectal Dis*; 26:1345–1350.

**Fujita J, Takiguchi S, Nishikawa K, Kimura Y, Imamura H, Tamura S, Ebisui C, Kishi K, Fujitani K, Kurokawa Y, Mori M, Doki Y.(2014).** “Randomized controlled trial of the LigaSure vessel sealing system versus conventional open gastrectomy for gastric cancer”. *Surg Today*; 44(9):1723-1729.

**Gentile M, De Rosa M, Pilone V, Mosella F, Forestieri P. (2011).** “Surgical treatment for IV-degree hemorrhoids: LigaSure™ hemorrhoidectomy vs. conventional diathermy. A prospective, randomized trial”. *Minerva Chir.*; 66(3):207-213.

**Glover AR, Gundara JS, Lee JC, Sywak MS, Delbridge LW. (2013).** “Thermal sealing systems with and without tissue divider for total thyroidectomy”. *Anz J. Surg.*; 84(5):383-5.

**Goldstein SL, Harold KL, Lentzner A, Matthews BD, Kercher KW, Sing RF, Pratt B, Lipford EH, Heniford BT. (2002).** “Comparison of thermal spread after ureteral ligation with the Laparo-Sonic ultrasonic shears and the Ligasure system”. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.*; 12(1):61-63.

**Harold KL, Pollinger H, Matthews BD, Kercher KW, Sing RF, Heniford BT. (2003).** “Comparison of ultrasonic energy, bipolar thermal energy, and vascular clips for the hemostasis of small-, medium-, and large-sized arteries”. *Surg Endosc.*; 17(8):1228-1230.

**Hecht J. (1992).** “Laser Theory and Principles”. In: “The Laser Guidebook”, 2<sup>nd</sup> ed. McGraw-Hill, New York, pag 23.

**Heniford BT, Matthews BD, Sing RF, Backus C, Pratt B, Greene FL. (2001).** “*Initial results with an electrothermal bipolar vessel sealer*”. *Surg Endosc.*; 15: 799–801.

**Herbst F. (2001).** “*Main Topics: The stapled anopexy (procedure for prolapse and haemorrhoids)*”. Editorial. *Acta Chir Austriaca*; 33: 48–55.

**Hirsch RL, Wall TL, Avram MM, Anderson RR. (2008).** “*Principles of laser-skin interactions*”. In “*Textbook of surgery*” Bologna JL, Lorizzo JL, Rapini RP, editors: ed 2, Mosby/Elsevier, St Louis.

**Hitz CB. (1991).** “*An overview of laser technology*”. In Hitz CB: “*Understanding Laser Technology*”. Pennwell Publishing Company, tusla, Okla, pag 1.

**Hochberg, J, Murray, G.( 1997).** “*Principles of operative surgery: asepsis, technique, sutures, and drains*”. In: Sabiston DC, ed.: *the biological basis of modern surgical practice*, ed 15. Saunders, Philadelphia.

**Hotta T, Takifuji K, Yokoyama S, Matsuda K, Higashiguchi T, Tominaga T, Oku Y, Watanabe T, Nasu T, Hashimoto T, Tamura K, Ieda J, Yamamoto N, Iwamoto H, Yamaue H.(2012).** “*Literature review of the energy sources for performing laparoscopic colorectal surgery*”. *World J Gastrointest Surg.*; 27;4(1):1-8.

**Janssen PF, Brolmann HAM, van Kesteren PJM, Bongers MJ, Thurkow AL, Heymans MW, Huirne JAF. (2012).** “*Perioperative outcomes using Ligasure™ compared to conventional bipolar instruments in laparoscopic salpingoophorectomy: a randomized controlled trial*”. *Surg Endosc*; 26:2884–2891.

**Janssen PF, Brolmann HAM, Huirne JAF. (2012).** “*Effectiveness of electrothermal bipolar vessel-sealing devices versus other electrothermal and ultrasonic devices for abdominal surgical hemostasis: a systematic review*”. *Surg Endosc.*; 26 (10): 2892-2901.

**Jayne DG, Botterill I, Ambrose NS, Brennan TG, Guillou PJ, O’Riordain DS. (2002).** “*Randomized clinical trial of LigaSure versus conventional diathermy for day-case haemorrhoidectomy*”. *Br J Surg.*; 89: 428–432.

**Ji B, Liu Y, Zhang P, Wang Y, Wang G. (2012).** “*A two-step control of secondary splenic pedicles using Ligasure during laparoscopic splenectomy*”. *Int J Med Sci.*; 9(9):743-747.

**Judd O. (2006).** “*Ligasure versus cold knife tonsillectomy*”. *Laryngoscope*; 116(7):1299-1300.

**Karatzanis A, Bourolias C, Prokopakis E, Panagiotaki I, Velegrakis G. (2008).** “*Thermal welding technology vs Ligasure tonsillectomy: a comparative study*”. *Am J Otolaryngol.*; 29(4):238-241.

**Katzir A. (1993).** “*Lasers and optical fibers in medicine*”. San Diego: Academic. Pag. 59-73.

**Kaufman R, Hartmann A, Hibst R. (1994).** “*Cutting and Skin-Ablative Properties of Pulsed Mid-Infrared Laser Surgery*”. *The Journal of Dermatologic Surgery and Oncology*; 20 (2):112-118.

**Kennedy JS, Stranahan PL, Taylor KD, Chandler JG. (1998).** “*High-burst-strength, feedback-controlled bipolar vessel sealing*”. *Surg Endosc.*; 12:876-878.

**Knell S, Venzin C. (2012).** *“Partial pancreatectomy and splenectomy using a bipolar vessel sealing device in a cat with an anaplastic pancreatic carcinoma”*. Schweiz Arch Tierheilkd; 154(7):298-301.

**Kwak HY, Chae BJ, Park YG, Kim SH, Chang EY, Kim EJ, Song BJ, Jung SS, Bae JS (2013).** *“Comparison of surgical outcomes between papillary thyroid cancer patients treated with the Harmonic ACE scalpel and Ligasure Precise instrument during conventional thyroidectomy: a single-blind prospective randomized controlled trial”*. J Surg Res.; 187(2):484-489.

**Kwok SY, Chung CC, Tsui KK, Li MKW. (2005).** *“A double-blind, randomized trial comparing Ligasure™ and Harmonic Scalpel™ hemorrhoidectomy”*. Dis Colon Rectum; 48(2): 344-348.

**Lachanas VA, Hajjiannou JK, Karatzias GT, Filios D, Koutsias S, Morugelas C. (2007).** *“Comparison of LigaSure vessel sealing system, harmonic scalpel, and cold knife tonsillectomy”*. Otolaryngol Head Neck Surg.; 137 (3):385-387.

**Lachanas VA, Prokopakis EP, Bourolias CA, Karatzanis AD, Malandrakis SG, Helidonis ES, Velegrakis GA. (2005).** *“Ligasure versus Cold Knife Tonsillectomy”*. Laryngoscope; 115 (9):1591-1594.

**Lakeman MM, The S, Schellart RP, Dietz V, ter Haar JF, Thurkow A, Scholten PC, Dijkgraaf MG, Roovers JP. (2012).** *“Electrosurgical bipolar vessel sealing versus conventional clamping and suturing for vaginal hysterectomy: a randomized controlled trial”*. General gynaecology: 1473 – 1482.

**Landman J, Kerbl K, Rehman J, Andreoni C, Humphrey PA, Collyer W, Olweny E, Sundaram C, Clayman RV. (2003).** “*Evaluation of a vessel sealing system, bipolar electrosurgery, harmonic scalpel, titanium clips, endoscopic gastrointestinal anastomosis vascular staples and sutures for arterial and venous ligation in a porcine model*”. J Urol.; 169: 697–700.

**Lang BH, Ng SH, Lau LL, Cowling BJ, Wong KP. (2013).** “*A systematic review and meta-analysis comparing the efficacy and surgical outcomes of total thyroidectomy between harmonic scalpel versus ligasure*”. Ann Surg Oncol.; 20(6):1918-1926.

**Lee WJ, Chen TC, Lai IR, Wang W, Huang MT. (2003).** “*Randomized clinical trial of Ligasure versus conventional surgery for extended gastric cancer resection*”. Br J Surg.; 90(12):1493-1496.

**Lee SJ, Park KH. (1999).** “*Ultrasonic energy in endoscopic surgery*”. Yonsei Med J.; 40(6):545-549.

**Marcello PW, Roberts PL, Rusin LC, Holubkov R, Schoetz DJ.(2006).** “*Vascular pedicle ligation techniques during laparoscopic colectomy. A prospective randomized trial*”. Surg Endosc.; 20(2):263-269.

**Martin ST, Heeney A, Pierce C, O'Connell PR, Hyland JM, Winter DC. (2011).** “*Use of an electrothermal bipolar sealing device in ligation of major mesenteric vessels during laparoscopic colorectal resection*”. Tech Coloproctol.; 15(3):285-289.

**Mathonnet O. (2003).** “LigaSure® Atlas Instrument”. *Caduceus news*, Tyco healthcare; 4: 58–62.

**Mayhew PD, Brown DC. (2007).** “*Comparison of three techniques for ovarian pedicle hemostasis during laparoscopic-assisted ovariohysterectomy*”. *Veterinary Surgery*; 36: 541-547.

**Mayhew PD, Culp WT, Pascoe PJ, Arzi NV. (2012).** “Use of the Ligasure vessel-sealing device for thoracoscopic peripheral lung biopsy in healthy dogs”. *Vet Surg.*;41(4):523-528.

**Matthews BD, Pratt BL, Backus CL, Mostafa G, Lentzner A, Lipofrod EH, Sing RF, Heniford BT. (2001).** “*Effectiveness of the ultrasonic coagulating shears, LigaSure vessel sealer, and surgical clip application in biliary surgery: a comparative analysis*”. *Am Surg*; 67:901-906.

**Matz BM, Tillson DM, Boothe HW, Dillon RA, Cattley RC. (2014).** “*Effect of vascular seal configuration using the LigaSure on arterial challenge pressure, time for seal creation, and histologic features*”. *Vet Surg.*; 43(6):761-764.

**Maurus CF, Schäfer M, Müller MK, Clavien PA, Weber M. (2008).** “*Laparoscopic versus open splenectomy for nontraumatic diseases*”. *World J Surg*; 32: 2444-2449.

**Milito G, Gargiani M, Cortese F. (2002).** “*Randomised trial comparing Liga Sure haemorrhoidectomy with the diathermy dissection operation*”. *Tech Coloproctol.*; 6: 171– 175.

**Misawa T, Yoshida K, Iida T Sakaoto T, Gocho T, Hirohara S, Wakiyama S, Ishida Y, Yanaga K. (2009).** “*Minimizing intraoperative bleeding using a vessel-sealing system and splenic hilum hanging maneuver in laparoscopic splenectomy*”. J Hepatobiliary Pancreat Surg.; 16(6):786–791.

**Monareki CJ, Jaffe MH, Kass PH. (2014).** “*Decreased Surgical Time with a Vessel Sealing Device Versus a Surgical Stapler in Performance of Canine Splenectomy*”. 50(1): 42-45.

**Mutter D, Dutson E, Marescaux J. (2003).** “*Complications of laparoscopic adrenalectomies*”. Eur Surg.; 35: 80–88.

**Muzi MG, Milito G, Nigro C, Cadeddu F, Andreoli F, Amabile D, Farinon AM. (2007).** “*Randomized clinical trial of LigaSure™ and conventional diathermy haemorrhoidectomy*”. Br J Surg.; 94(8):937-942.

**Nakajima K, Nezu R, Ito T, Nishida T.(2010).** “*Hand-assisted laparoscopic restorative proctocolectomy for ulcerative colitis: the optimization of instrumentation toward standardization*”. Surg Today.; 40(9):840-844.

**Nespoli L, Antolini L, Stucchi C, Nespoli A, Valsecchi MG, Gianotti L. (2012).** “*Axillary lymphadenectomy for breast cancer. A randomized controlled trial comparing a bipolar vessel sealing system to the conventional technique*”. The Breast 21:739-745.

**Newcomb WL, Polhill JL, Chen AY, Kuwada TS, Gersin KS, Getz SB, Kercher KW, Heniford BT. (2008).** “*Staged hernia repair preceded by gastric bypass for the treatment of morbidly obese patients with complex ventral hernias*”. Hernia; 12(5):465-469.

**Nienhuijs S, de Hingh I. (2009).** “Conventional versus LigaSure hemorrhoidectomy for patients with symptomatic Hemorrhoids”. *Cochrane Database Syst Rev.*; On line:21(1).

**Nyland TG, Wallack ST, Wisner ER. (2002).** “Needle-tract implantation following us-guided fine-needle aspiration biopsy of transitional cell carcinoma of the bladder, urethra, and prostate”. *Vet Radiol Ultrasound*; 43(1):50-53.

**Öhlund M, Höglund O, Olsson U, Lagerstedt AS. (2011).** “Laparoscopic ovariectomy in dogs: a comparison of the LigaSure™ and the SonoSurg™ systems”. *Journal of Small Animal Practice*; 52: 290–294.

**Papis D, Parodi M, Herrerías F, Sánchez A, Gómez L, Sierra JE, Fermiñán A, Olsina JJ. (2013).** “Ligasure vs conventional diathermy in excisional haemorrhoidectomy: a retrospective study of a single center”. *Acta Gastroenterol Latinoam.*; 43(4):284-287.

**Park A, Targarona EM, Trias M. (2001).** “Laparoscopic surgery of the spleen: state of the art”. *Langenbeck’s. Archiv Surg*; 386:230-239.

**Parmeggiani U, Avenia N, De Falco M, Parmeggiani D, Pisaniello D, d’Ajello M, Monacelli M, Calzolari F, Sanguinetti A, Sperlongano P. (2005).** “Major complications in thyroid surgery: utility of bipolar vessel sealing (Ligasure Precise)”. *G Chir.*; 26(10): 387-394.

**Parker RB, Bartels KE. (1998).** “Electrosurgery and laser surgery”. In: Bojrab MJ, *Current techniques in small animal surgery.* ed 4. Baltimore: Williams & Wilkins.

**Palazzo FF, Francus DL, Clifton MA. (2002).** “*Randomized clinical trial of LigaSure versus open haemorrhoidectomy*”. Br J Surg .; 89: 154–157.

**Pergel A, Yucel AF, Aydin I, Sahin DA, Aras S, Kulacoglu H. (2014).** “*A safety-based comparison of pure Ligasure Use and Ligasure-Tie Technique in total thyroidectomy*” Chirurgia (Bucur).;109(1):60-65.

**Person B, Vivas DA, Ruiz D, Talcott M, Coad JE, Wexner SD. (2008).** “*Comparison of four energy-based vascular sealing and cutting instruments: a porcine model*”. Surgical Endoscopy; 22: 534-538.

**Plesman R, Johnson M, Rurak S, Ambrose B, Shmon C. (2011).** “*Thoracoscopic correction of a congenital persistent right aortic arch in a young cat*”. Can Vet J.; 52(10):1123-1128.

**Prokopakis EP, Lachanas VA, Benakis AA, Helidonis ES, Velegrakis GA. (2005).** “*Tonsillectomy using the Ligasure vessel sealing system. A preliminary report*”. Int J Pediatr Otorhinolaryngol.; 69(9):1183-1186.

**Riegler M, Mueller W, Beller S, Szinicz G. (2000).** “*Minimal invasive endoskopische kolorektale Chirurgie*”. Acta Chir Austriaca 32(Suppl. 165): 30–34.

**Riegler M, Asari R, Cosentini EP, Wrba F, Schoppmann SF. (2014).** “*Critical assessment of a new endoscopic anatomic concept for the so-called cardia in the sense of the notions of Parmenides and Martin Heidegger*”. Z Gastroenterol.; 52(4):367-73.

**Risselada M, Ellison GW, Bacon NJ, Polyak MM, van Gilder J, Kirkby K, Kim SE. (2010).** “Comparison of 5 surgical techniques for partial liver lobectomy in the dog for intraoperative blood loss and *surgical time*”. *Vet Surg.*; 39(7):856-862.

**Rivier P, Monnet E. (2011).** “*Use of a vessel sealant device for splenectomy in dogs*”. *Vet Surg.*; 40:102–105.

**Robinson JK, Hake CW, Siegel DM, Fratila A. (2010).** “*Surgery of the skin*”; ed 2, New York, editors: mosby/Elsevier.

**Romano F, Caprotti R, Franciosi C, De Fina S, Colombo G, Uggeri F. (2002).** “Laparoscopic splenectomy using Ligasure. *Preliminary experience*”. *Surg Endosc.*; 16(11): 1608–1611.

**Sackman JE. (2012).** “*Surgical Modalities*”. In: Tobias K & Johnston S. “*Veterinary Surgery: Small Animal*”. 2<sup>nd</sup> volume, editor:Elsevier Saunders, S. Louis.

**Saint Marc O, Cogliandolo A, Piquard A, Famà F, Pidoto RR. (2007).** “*Ligasure vs clamp-and tie technique to achieve hemostasis in total thyroidectomy for benign multinodular goiter: a prospective randomized study*”. *Arch Surg.*; 142(2): 150-156.

**Sang JL, Ki HP. (1999).** “*Ultrasonic Energy in Endoscopic Surgery*”. *Yonsei Medical Journal.*; 40(6):545-549.

**Sánchez-De Pedro F, Moreno-Sanz C, Morandeira-Rivas A, Tenías-Burillo JM, Alhambra-Rodríguez De Guzmán C.** “Colorectal anastomosis facilitated by the use of the LigaSure® *sealing device: comparative study in an animal model*”. *Surg Endosc.*; 28(2):508-514.

**Scabini S, Rimini E, Romairone E, Scordamaglia R, Pertile D, Damiani G, Ferrando V.(2011).** “Total mesorectal excision with radiofrequency in rectal cancer: open versus laparoscopy approach”. *Minerva Chir.*; 66(4):303-306.

**Schulze S, Krisitiansen VB, Fischer Hansen B, Rosenberg J. (2002).** “Sealing of cystic duct with bipolar electrocoagulation”. *Surg Endosc.*; 16: 342–344

**Seiler CM, Frohlich BE, VeitJA G, Gazyakan E, Wente MN, Wollermann C. (2006).** “Protocol design and current status of CLIVIT: a randomized controlled multicenter relevance trial comparing clips versus ligatures in thyroid surgery”. *Trials.*; 1;7:27.

**Shabahang H, Maddah G, Tavassoli A, Jangjoo A, Alvandipour M, Abdollahi A, Noorshafie S. (2012).** “Laparoscopic splenectomy: ligasure or clip ligation? ”. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.*; 22(2):136-138.

**Smith TL, Smith JM. (2001).** “Electrosurgery in otolaryngology—head and neck surgery: principles, advances, and complications”. *Laryngoscope*; 111(5):769-780.

**Spangler WL, Culbertson MR. (1992).** “Prevalence, type, and importance of splenic disease in dogs: 1480 cases (1985–1989)”. *J Am Vet Med Assoc.*; 200 (6): 829–834.

**Spangler WL, Kass PH. (1997).** “Pathologic factors affecting postsplenectomy survival in dogs”. *J Vet Intern Med.*; 11: 166–171.

**Szinicz G, Riegler M, Mueller W, Beller S. (2001).** ”Minimally invasive surgery (MIC) in the area of the colon and rectum: technique of minimally invasive colorectal surgery”. *Chirurg.*; 72(4): 362–367.

**Takiguchi N, Nagata M, Soda H, Nomura Y, Takayama W, Yasutomi J, Tohyama Y, Ryu M. (2010).** “Multicenter randomized comparison of LigaSure versus conventional surgery for gastrointestinal carcinoma”. *Surg Today*.; 40(11):1050-1054.

**Talha A, Bessa S, Abdel Wahab M. (2014).** “*Ligasure, Harmonic Scalpel versus conventional diathermy in excisional haemorrhoidectomy: a randomized controlled trial*”. *ANZ J Surg*. 2014 Sep 11.

**Thorbeck CV, Montes MF. (2002).** “Hemorrhoidectomy: randomized controlled trial of LigaSure compared with Milligan-Morgan operation”. *Eur J Surg*.; 168: 482–484.

**Tobias K & Johnston S. (2012).** “*Veterinary Surgery: Small Animal*”. 2<sup>nd</sup> volume, editor:Elsevier Saunders, S. Louis: 3767-3805.

**Toombs JP, Clarke KM. (2003).** “*Basic operative techniques*”. In: Slatter D; *Textbook of small animal surgery*. Third ed. Philadelphia: Saunders; pag.199-221.

**Van Nimwegen SA, Kirpensteijn J. (2005).** “*Comparison of Nd:YAG surgical laser and Remorgida bipolar electro-surgery forceps for canine laparoscopic ovariectomy*”. *Vet Surg*.; 36(6):533-40.

**Waldron DR, Robertson J. (1995).** “*Partial splenectomy in the dog: a comparison of stapling and ligation techniques*”. *J Am Anim Hosp Assoc*.; 31(4):343–348.

**Wall J & Gertners M. (2008).** “*Energy transfer in the practice of surgery*”. In: Norton JA, Barie PS, Bollenger RR. “*Surgery: basic science and clinical evidence*”. ed 2., New York: Springer Science; 23-45.

**Wilder-Smith P, Arrastia AM, Liaw LH, Berns M (1995).** “*Incision properties and thermal effects of three CO2 lasers in soft tissue*”. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod; 79:685–691.

**Winslow ER, Brunt LM. (2003).** “*Perioperative outcomes of laparoscopic versus open splenectomy: a meta-analysis with an emphasis on complications*”. Surgery; 134:647-653.

**Wouters EG, Buishand FO, Kik M, Kirpensteijn J. (2011).** “*Use of a bipolar vessel-sealing device in resection of canine insulinoma*”. J Small Anim Pract.; 52(3):139-145.

**Yang J, Cui PJ, Han HZ, Tong DN (2013).** “*Meta-analysis of stapledhemorrhoidopexy vs LigaSure hemorrhoidectomy*”. World J Gastroenterol; 19(29):4799-4807.

**Yao HS, Wang WJ, Wang Q, Gao WC, Xiang HG, Hu ZQ, Gao JD, Chen XY, Wang WM. (2011).** “*Randomized clinical trial of vessel sealing system (LigaSure) in esophagogastric devascularization and splenectomy in patients with portal hypertension*”. Am J Surg.; 202(1):82-90.

**Yoshimoto M, Endo K, Hanaki T, Watanabe J, Tokuyasu N, Sakamoto T, Honjo S, Hirooka Y, Ikeguchi M.(2014).** “*Effectiveness of the LigaSure Small Jaw Vessel-Sealing System in Hepatic Resection*”.Yonago Acta Med.; 57(2):93-98.

**Zarebczan B, Mohanty D, Chen H. (2010).** “*A comparison of the LigaSure and harmonic scalpel in thyroid surgery: a single institution review*”. Ann. Surg. Oncol.; 18(1):214-218.

**Zhou H, Yi W, Zhang J, Wang W, Wang Y, Gao W, Hu Z. (2014).** “Short- and long-term outcomes of LigaSure versus conventional surgery for curative gastric cancer resection: a matched pair analysis”. *Gastric Cancer*; Online ISSN: 1436-3305.

## SITOGRAFIA

**Colangelo S. (2007).** *“Tecniche di emostasi e dieresi dei tessuti: vantaggi nell’utilizzo della tecnologia ultrasonica”*. In: *“Corso di Tecniche Chirurgiche Innovative”*, Università degli studi di Roma Tor Vergata, Facoltà di Ingegneria Medica. Available at: [www.uniroma2.it/didattica/TCI/deposito/tesine.htm](http://www.uniroma2.it/didattica/TCI/deposito/tesine.htm), accessed 2/12/2014.

**Santini M, Vicidomini G, Pastore V, (2008).** *“An Electrothermal Bipolar Tissue Sealing System (Ligasure) in Lung Surgery”*; available at: [www.ctsnet.org/portals/thoracic/newtechnology/article-5](http://www.ctsnet.org/portals/thoracic/newtechnology/article-5), accessed 13/10/2014.

**Uvef Verona (2008).** Schede di valutazione dei dispositivi medici. *“LIGASURE™ Sistema di sintesi tissutale e dei vasi a radiofrequenza”*; Available at [www.cruf.veneto.it](http://www.cruf.veneto.it), accessed 2/12/2014.

**Ripetti F. (2006).** *“Corso Master in chirurgia generale e specialistica”*; Available at: [www.area-c54.it/public/elettrochirurgia%20-%20testo.doc](http://www.area-c54.it/public/elettrochirurgia%20-%20testo.doc), accessed 15/12/2014.