



**UNIVERSITÀ DI PISA**

*Corso di Laurea Specialistica in Medicina Veterinaria*

***Blocco RUMM nel cane: valutazione comparativa tra tre  
differenti approcci ecografici***

***Candidato: Alberto Rossetti***

***Relatore: Prof.ssa Gloria Breggi***

***Correlatore: Dott.ssa Hamaseh Tayari***

***Anno Accademico 2014/2015***

*..oso fare tutto ciò che può essere degno di un uomo,*

*chi osa di più non lo è...*

## SOMMARIO

**SCOPO DEL LAVORO:** Identificare una o più tecniche di anestesia locoregionale (ALR) ecoguidata per i nervi radiale (R), ulnare (U), muscolo cutaneo (Mc) e mediale (M) e valutarne l'efficacia clinica in corso di chirurgia dell'arto toracico nel cane

**MATERIALI E METODI:** Lo studio è stato diviso in due fasi. Fase 1 studio anatomico: 8 cadaveri di cane sono stati impiegati per l'individuazione dei nervi e il tipo di approccio di ALR ecoguidata. Con un volume di 0,1 ml/kg di blu di metilene iniettato intorno ai 4 nervi e successiva dissezione si è proceduto alla valutazione della efficacia della tecnica mediante la valutazione colorazione dei nervi. Fase 2 studio clinico: Sono stati arruolati 18 cani (ASA I –II) sottoposti a chirurgia dell'arto toracico.. Tutti i soggetti sono stati premedicati con acepromazina 10µg/kg EV e dopo 20 minuti è stato somministrato fentanyl a 5 µg/kg EV. L'induzione è stata ottenuta con propofol ed il mantenimento con isoflurano in miscela di aria e ossigeno .L'analgesia è stata fornita eseguendo ALR ecoguidata dell'arto anteriore. I soggetti sono stati divisi in 3 gruppi secondo la tecnica ALR impiegata : Nel primo gruppo (GL) è stato eseguito un approccio laterale, nel secondo gruppo (GM) un approccio mediale e nel terzo (GP)un approccio parascellare. Il blocco nervoso è stato eseguito con ropivacaina a 0,2 ml/kg allo 0,5%. Durante la procedura sono stati monitorati frequenza cardiaca (FC), frequenza respiratoria(FR), pressione arteriosa con metodo invasivo, frazione espirata di isoflurano e di CO<sub>2</sub> ogni 5 minuti fino al termine della chirurgia. Il monitoraggio del dolore postoperatorio è stato eseguito ogni ora usando la Glasgow short form. In caso di punteggio superiore 6 si procedeva alla somministrazione di metadone 0,2 mg/kg IM come rescue analgesia.

**RISULTATI:** I soggetti arruolati di età compresa tra 6 e 102 mesi e di peso tra i 2 e i 39 kg Fase 1: Il GM in 2/5 casi si è riscontrata una colorazione parziale del nervo radiale, per gli altri nervi; la copertura del colorante era totale nel GL i nn. radiale, ulnare e mediano risultavano omogeneamente colorati, risultava parzialmente colorato il nervo muscolocutaneo 2/5su quanti casi. Nel GP 6/6 arti studiati hanno riportato colorazioni uniformi e totali su tutti e 4 i nervi. Fase 2: durante la chirurgia 3/5 GM hanno avuto bisogno di fentanyl per un totale di 5 boli da 1µg/kg; nel GL 6/7 pazienti hanno avuto bisogno di ulteriore copertura analgesica intraoperatoria sia sottoforma di boli che di infusione; nel GP 4/6suhanno avuto bisogno di boli di fentanyl per un totale di 4 boli da 1 µg/kg. Nel periodo postoperatorio il trattamento di rescue analgesia è stato somministrato nel GP con un anticipo di 100 min. rispetto a GM e 120min. rispetto a GL.

**CONCLUSIONI:** è stato notato che il blocco parascellare permette una visione ecografica migliore dei nervi radiale, ulnare, muscolocutaneo e mediano risentendo meno delle caratteristiche individuali dei pazienti. Questa tecnica eseguita con ropivacaina 0,2 ml/kg allo 0.5% fornisce un'adeguata copertura analgesica nel periodo intra e postoperatorio.

**PAROLE CHIAVE:** cane, anestesia loco-regionale, RUMM, ropivacaina, blocco eco-guidato.

## ABSTRACT

**PURPOSE OF JOB:** To identify one or more techniques of regional anesthesia ( ALR ) for ultrasound-guided nerve radial (R), ulnar (U), skin muscle (Mc) and medial (M) and to evaluate the clinical efficacy of the surgeries being' thoracic limb in dogs

**MATERIALS AND METHODS:** The study was divided into two phases . Step 1 anatomic study: 8 corpses of dog have been used for the identification of nerves and the kind of approach of ALR echoguided . With a volume of 0.1 ml / kg of methylene blue injected around the nerves 4 and subsequent dissection it has proceeded to the evaluation of the effectiveness of the technique by evaluating coloring of nerves. Phase 2 clinical study : We enrolled 18 dogs ( ASA I -II ) undergoing surgery thoracic limb. All subjects were premedicated with acepromazine 10µg / kg IV and after 20 minutes was administered fentanyl to 5 mg / kg EV . The induction was achieved with propofol and maintained with isoflurane in a mixture of air and oxygen was supplied by running .L'analgesia ALR echoguided the forelimb . The subjects were divided into 3 groups according to the technique used ALR : In the first group ( GL ) was performed in a lateral approach , in the second group (GM ) a medial approach and in the third (GP) an approach parascellare . The nerve block was performed with ropivacaine at 0.2 ml / kg of 0.5 % During the procedure were monitored heart rate (HR ) , respiratory rate (RR ) , blood pressure with invasive method , fraction of exhaled isoflurane and CO<sub>2</sub> every 5 minutes until the end of the surgery. Monitoring of postoperative pain was performed every hour using the Glasgow short form . If you score above 6 he proceeded to methadone 0.2 mg / kg IM as rescue analgesia .

**RESULTS:** The subjects enrolled between the ages of 6 and 102 months and weighing between 2 and 39 kg. Fase 1: GM in 2/5 cases there has been a partial coloring of the radial nerve , for others nerves ; coverage of the dye was in total GL nos. radial, ulnar and median were evenly colored, resulted partially colored the nerve muscolocutaneous 2 / 5SU many cases . In GP 6/6 limbs studied reported uniform colors and total on all 4 nerves . Step 2: during surgery 3/5 GM needed fentanyl for a total of 5 boluses from 1µg / kg ; GL in 6/7 patients required additional analgesic cover is in the form of boluses that intraoperative infusion ; in the GP 4/6suhanno needed boluses of fentanyl for a total of 4 bolus 1 mg / kg . Postoperative treatment of rescue analgesia was administered in the GP with an advance of 100 min . compared with GM and 120min compared to GL.

**CONCLUSIONS:** it was noted that the bloc parascellare allows a better vision ultrasound nerve radial , ulnar , musculocutaneous and median reflecting less of the individual characteristics of the patients . This technique performed with ropivacaine 0.2 ml/kg 0.5% provides adequate coverage analgesic in the intra and postoperative period.

**KEYWORDS:** dog , regional anesthesia , Rumm , ropivacaine , blocking eco-driven.

# INDICE

ABSTARCT	pag 3
CAPITOLO 1 Innervazione dell'arto toracico nella specie canina	pag 7
CAPITOLO 1.1 Anatomia del plesso brachiale	pag 7
CAPITOLO 1.2 Nervi destinati alla parete toracica	pag 8
CAPITOLO 1.3 Nervi dell'arto toracico	pag 10
CAPITOLO 1.4 Anatomia della fibra nervosa	pag 17
CAPITOLO 1.5 Trasmissione nervosa	pag 19
CAPITOLO 2 Anestetici locali	pag 21
CAPITOLO 2.1 Introduzione	pag 21
CAPITOLO 2.2 Anestetici locali	pag 22
CAPITOLO 2.3 Struttura e proprietà chimico fisiche	pag22
CAPITOLO 2.4 Meccanismo d'azione degli anestetici locali	pag 23
CAPITOLO 2.5 Anestetici locali usati nella pratica clinica	pag 24
CAPITOLO 2.6 Tossicità degli anestetici locali	pag 27
CAPITOLO 3 Anestesia loco regionali	pag29
CAPITOLO 3.1 Introduzione	pag29
CAPITOLO 3.1.2 Tecniche alla cieca	pag 30
CAPITOLO 3.1.3 Medicina Veterinaria	pag 32
CAPITOLO 3.2 Tecniche con neuro localizzatore	pag 34
CAPITOLO 3.2.1 Tecnica con neurolocalizzatore in Medicina Umana	pag 37
CAPITOLO 3.2.2 Tecnica con neurolocalizzatore in Medicina Veterinaria	pag 39
CAPITOLO 3.3 Tecniche ecoguidate	pag 40
CAPITOLO 3.3.1 Tecniche di ALR ecoguidata per il blocco de RUMM in Medicina Umana	pag48
CAPITOLO 3.3.2 Approccio ascellare in Medicina Umana	pag 48
CAPITOLO 3.3.3 Blocco eco guidato dell'avambraccio in Medicina Umana	pag 50

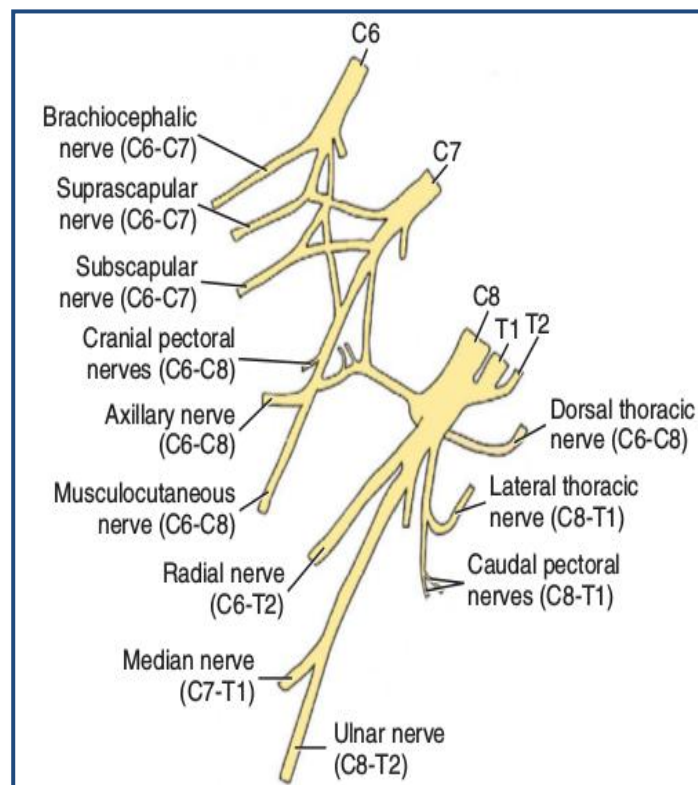
CAPITOLO 3.3.4 RUMM block in Medicina Veterinaria	pag 50
CAPITOLO 4 Studio clinico	pag 56
CAPITOLO 4.1 Introduzione	pag 56
CAPITOLO 4.2 Scopo del lavoro	pag 57
CAPITOLO 4.3 Materiali e metodi	pag 57
CAPITOLO 4.4 Risultati	pag 61
CAPITOLO 4.5 Discussione	pag 67
CAPITOLO 4.6 Conclusioni	pag 72
BIBLIOGRAFIA	pag 74
RINGRAZIAMENTI	pag 79

## CAPITOLO 1

# INNERVAZIONE DELL'ARTO TORACICO NELLA SPECIE CANINA

### 1.1 ANATOMIA DEL PLESSO BRACHIALE

Il plesso brachiale fornisce l'innervazione alla muscolatura della porzione anteriore del



**Figura 1.1** Illustrazione schematica del plesso brachiale

torace, della spalla e dell' arto anteriore, nonché a quella cutanea di queste stesse regioni. Il plesso brachiale prende origine dalla sesta, settima, ottava branca ventrale dei nervi cervicali e dalla prima e seconda branca ventrale dei nervi toracici (figura 1.1 ). In alcuni soggetti alla formazione del plesso possono partecipare anche i nervi provenienti dalla quinta branca cervicale (Allam et al., 1952).

I tronchi nervosi che compongono il plesso brachiale, a livello dei muscoli lungo del collo e scaleno medio, sono di notevole calibro e a questo livello prendono tra loro contatto formando una struttura compatta che si dispone profondamente ai muscoli sternooмерale e sottoscapolare.

Da questa struttura originano i nervi collaterali e principali del plesso brachiale.

<b>NERVO</b>	<b>EMERGENZE</b>
Nervo dorsale della scapola	C6-C7
Nervi pettorali	C6-C7-C8-T1-T2
Nervo toracodorsale	C8-T1
Nervo toracico laterale	C8-T1-T2
Nervo toracico lungo	C7
Nervo soprascapolare	C6-C7
Nervo ascellare	C6-C7-C8
Nervo radiale	C6-C7-C8-T1-T2
Nervi sottoscapolari	C6-C7-C8
Nervo muscolocutaneo	C6-C7-C8-T1
Nervo mediano	C7-C8-T1-T2
Nervo ulnare	C8-T1-T2

**Tabella 1.1:** Nervi del plesso brachiale e rispettive emergenze

## **1.2 NERVI DESTINATI ALLA PARETE TORACICA**

I nervi che originano dal plesso brachiale destinati alla parete toracica sono: nervo dorsale della scapola, n. succlavio, nn. pettorali craniali, n. toracico lungo, n. toracodorsale, n. toracico laterale e nn. pettorali caudali.



**Nervo dorsale della scapola:** questo nervo è poco visibile. Nasce dai rami ventrali di C6-C7 (C5 nel maiale e nell'uomo) (figura 1.2) e si porta in direzione dorso caudale sulla superficie del muscolo dentato del collo nel quale penetra. Raggiunge l'inserzione scapolare del suddetto muscolo e, successivamente, raggiunge il muscolo romboide, nel quale si esauriscono i suoi rami terminali. Durante il tragitto stacca dei rami per il muscolo dentato del collo e per il muscolo dentato ventrale del torace (Barone & Simoens, 2012).

**Nervo succlavio:** è un piccolo nervo che si esaurisce nel muscolo omonimo; manca nei carnivori in cui manca anche il muscolo succlavio (Barone & Simoens, 2012).

**Nervi pettorali:** originano dal settimo e ottavo nervo cervicale (C7-C8) e dal primo e secondo nervo toracico (T1-T2) (figura 1.2), sono destinati ai muscoli pettorali e si dividono in *nervi pettorali craniali* e *nervi pettorali caudali*. I primi provengono dai rami più craniali del plesso (C6-C7-C8), passano nella parte iniziale dei nervi muscolocutaneo e mediano a ciascuno dei quali forniscono una radice. Raggiungono la faccia profonda del muscolo pettorale trasverso, sul quale si distribuiscono dopo aver lasciato dei rami per il muscolo pettorale discendente; i secondi, in numero da due a quattro, originano da C6 a T2. Si staccano dalla parte iniziale del nervo toracico laterale e si portano in direzione ventrocaudale per raggiungere la faccia profonda del muscolo pettorale ascendente su cui terminano (Barone & Simoens, 2012).

**Nervo toracodorsale:** deriva principalmente dai rami ventrale di C8 e T1 (figura 1.2); passa, con andamento dorso caudale, medialmente ai muscoli sottoscapolare e grande rotondo e si distribuisce al muscolo grande dorsale (Barone & Simoens, 2012).

**Nervo toracico laterale:** nasce da C8 e T1 e talvolta da T2 (figura 1.2). Incorcia la faccia mediale dei muscoli grande rotondo e grande dorsale, per ramificarsi caudalmente al muscolo grande dorsale formando un ampio ventaglio sulla faccia profonda del muscolo cutaneo del tronco. Manca nell'uomo (Barone & Simoens, 2012).

**Nervo toracico lungo:** proviene essenzialmente da C7 (figura 1.2), si porta caudalmente incrociando la superficie della parte dorsale del plesso brachiale per raggiungere il muscolo dentato ventrale del torace. Si continua incrociando a metà la direzione delle

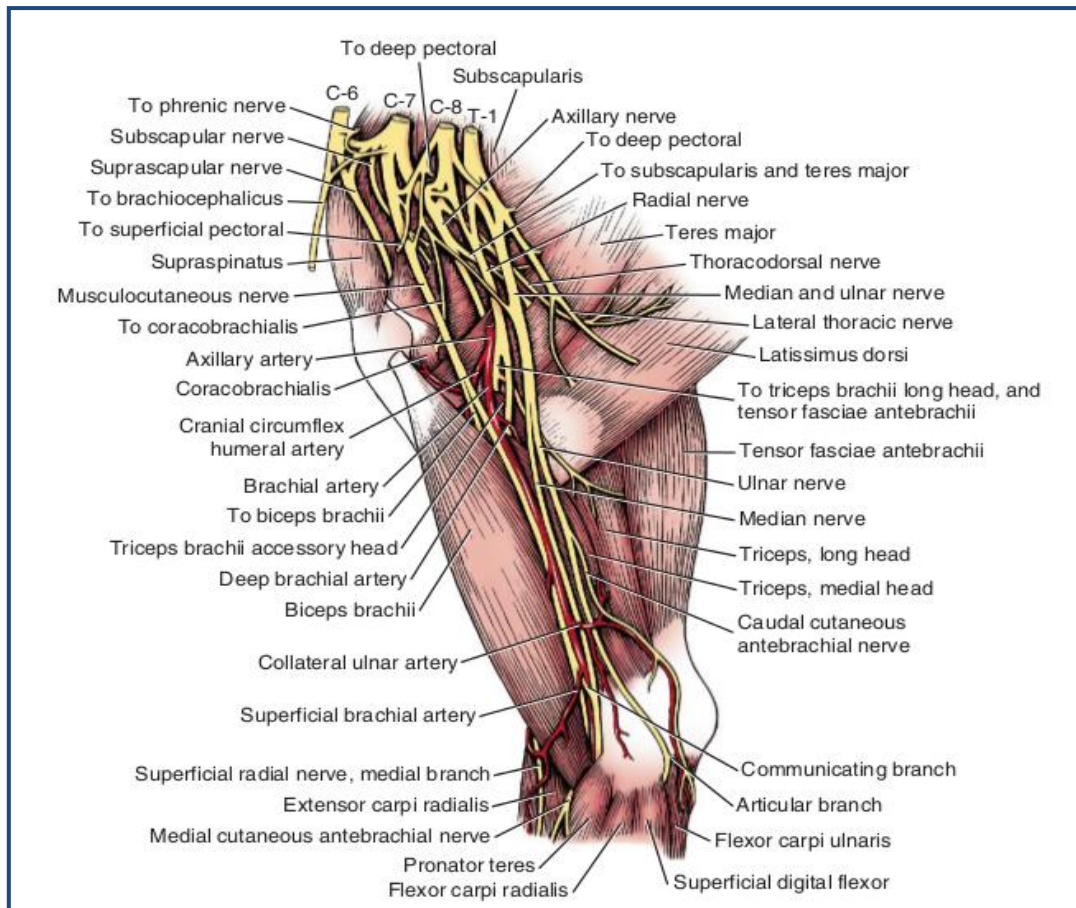
fibre di questo muscolo e vi termina mediante una serie di rami (Barone & Simoens, 2012).

### 1.3 NERVI DELL'ARTO TORACICO

Sono i nervi: soprascapolare, ascellare, radiale, sottoscapolare, muscolocutaneo, mediano ed ulnare.

**N. *soprascapolare*:** deriva dai rami ventrali dei nervi cervicali VI-VII ( Sharp et al. 1191) (figura 1.2). Relativamente grosso, ventrocaudalmente raggiunge i vasi soprascapolari nella parte distale dell'interstizio compreso tra i muscoli soprascapolare e sottoscapolare; tramite questo spazio raggiunge il margine craniale della scapola, da qui si approfondisce nel muscolo infrascapolare, nel quale terminano le sue divisioni. Durante il percorso fornisce rami all'articolazione scapoloomerale e al muscolo soprascapolare (Barone & Simoens, 2012). Nel cane non ha branche cutanee (Kitchell et al., 1980).

**N. *ascellare*:** origina dai rami ventrali di C6-C7-C8 (Sharp et al.,1991). Corre sulla faccia mediale del muscolo sottoscapolare e raggiunto il grande rotondo, si dirige dietro l'articolazione scapolo-omerale. Percorre lo spazio tra il piccolo rotondo e il capo lungo del tricipite brachiale portandosi sulla faccia mediale del deltoide; termina a livello dell'estremità prossimale del capo laterale del muscolo tricipite brachiale mediante rami muscolari e cutanei (figura 1.2). I primi si distribuiscono ai muscoli piccolo rotondo, deltoide e cleicobrachiale I rami cutanei sono due: il *nervo cutaneo laterale craniale del braccio*, si ramifica sulla pelle della faccia laterale del braccio a livello della parte distale del muscolo deltoide e della parte prossimale del bicipite brachiale (Barone & Simoens, 2012). L'altro ramo, il *nervo cutaneo craniale dell'avambraccio* si divide in due rami che si distribuiscono alla pelle della faccia craniale del gomito, dell'avambraccio e del carpo (Barone & Simoens, 2012).



**Figura 1.2:** Plesso brachiale, aspetto mediale

**Nervo radiale:** è un grosso nervo le cui fibre provengono da C6-C7-C8-T1-T2 (Bailey et al., 1982; Sharp et al., 1991) (figura 1.2). E' un nervo misto in cui prevale la funzione motoria, innerva tutti i muscoli estensori dell'avambraccio e della mano, la cute della regione laterale dell'avambraccio e di quella dorsale di parte della mano. Il nervo radiale si porta ventrocaudale, dorsocaudalmente ai nervi mediano ed ulnare e ventromedialmente ai nervi sottoscapolari; raggiunge l'arteria sottoscapolare e discende con essa fino al capo mediale del muscolo tricipite brachiale, per contornare obliquamente, in direzione distolaterale, la parte media dell'omero. A livello del capo laterale del muscolo tricipite brachiale incrocia la cresta sopracondiloidea laterale. Termina con due branche, una profonda e una superficiale. I rami collaterali generalmente sono motori ed innervano: il muscolo tensore della fasci dell'avambraccio e il capo lungo, laterale ed accessorio del muscolo tricipite brachiale. Poco prima della sua biforcazione il nervo radiale emette il *nervo cutaneo laterale caudale del braccio* che si distribuisce su una piccola superficie cutanea a livello del capo laterale del muscolo tricipite brachiale e dell'olecrano (Barone & Simoens, 2012).

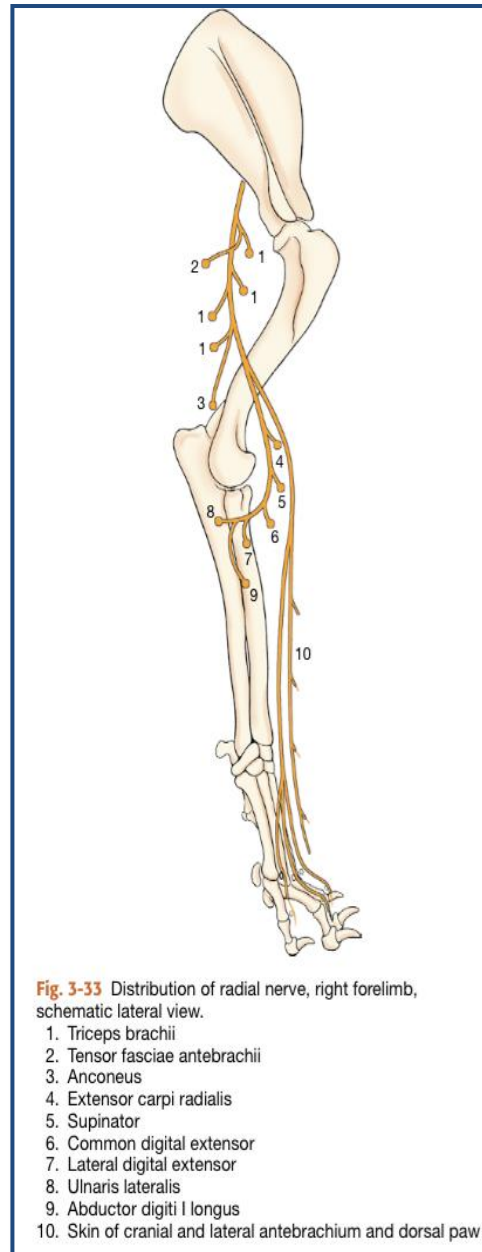
La branca profonda è destinata ai muscoli dorsali dell'avambraccio. Raggiunge la fascia flessoria del gomito, si continua a ridosso del radio e distribuisce i suoi rami ai muscoli abductore lungo del primo dito, estensore lungo del primo dito ed estensore proprio dell'indice; durante il tragitto lascia diramazioni per la capsula articolare del gomito (figura 1.3)

La branca superficiale è cutanea si distacca dalla branca profonda e diventa superficiale sul margine distale del capo laterale del muscolo tricipite brachiale; a questo punto prende il nome di *nervo cutaneo laterale dell'avambraccio*, diviso nei rami laterale e mediale, e si distribuisce sulla cute laterale o dorso laterale dell'avambraccio, e poi fornisce i nervi digitali dorsali delle dita I, II, III e IV (figura 1.4)

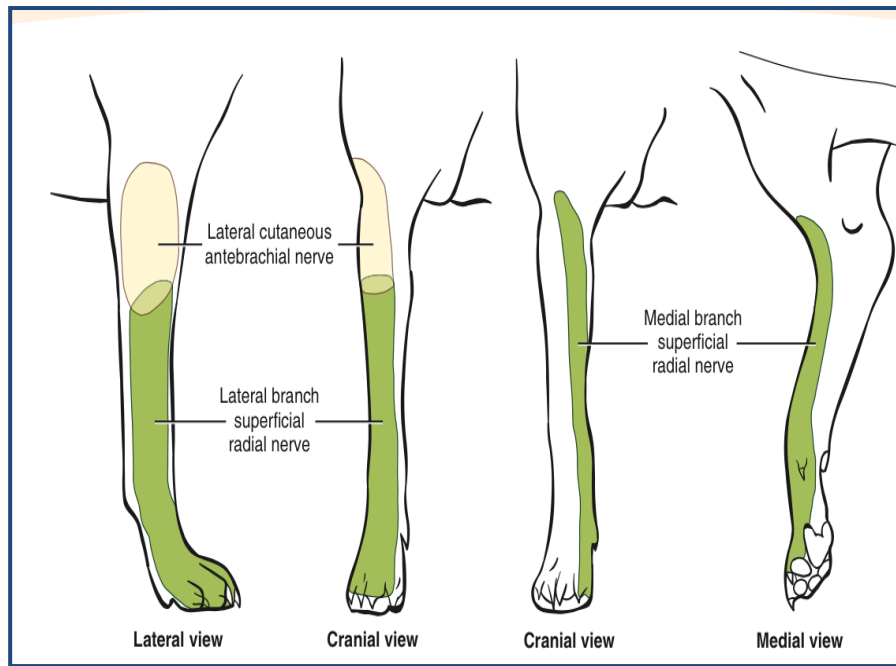
**Nervi sottoscapolari:** generalmente in ordine di due, provengono da C6-C7-C8 (Allam et al., 1952; Sharp et al., 1991) (figura 1.2). Nascono nella parte craniale del

plesso si portano in direzione ventrocaudale e penetrano nel muscolo sottoscapolare con numerosi fasci. Tra questi ve n'è uno che si stacca e si distribuisce esclusivamente al muscolo grande rotondo, da qui il suo nome, *nervo del grande rotondo* (Barone & Simoens, 2012). I nervi sottoscapolari non hanno branche cutanee (Kitchell et al., 1980).

**Nervo muscolocutaneo:** riceve le branche di C6-C7-C8 e talvolta di T1 (Bailey et al., 1982; Sharp et al., 1990) (figura 1.2). Presenta disposizioni assai variabili attraverso le varie specie, ciò deriva dal fatto che i nervi muscolocutaneo, mediano ed ulnare,



**Figura 1.3:** Nervo radiale



**Figura 1.4:** Aree cutanea innervate dal nervo radiale

funzionalmente associati, si scambiano larghi fasci di fibre e perfino si uniscono per tratti più o meno lunghi del loro tragitto. Generalmente, l'origine del nervo muscolocutaneo è associata alla radice laterale del nervo mediano. Nei carnivori si riscontra che la radice laterale, lunga e sottile, è fusa con il nervo muscolocutaneo fino al gomito, dove raggiunge il nervo mediano rappresentato fino a questo livello solo dalla sua radice mediale.

Una volta abbandonato il plesso brachiale assieme alla radice laterale del nervo mediano si porta in direzione ventrocaudale, medialmente al muscolo sottoscapolare; incrocia l'arteria ascellare sulla faccia mediale de braccio e si continua lungo il margine craniale dell'arteria brachiale accolto alla radice laterale del nervo mediano (R.Barone-P.Simoens). A livello dell'ansa ascellare fornisce il primo ramo muscolare al muscolo coracobrahiale per poi raggiungere il muscolo tricipite brachiale sul quale si distribuisce sulla parte prossimale.

Diventa indipendente nella parte distale del braccio e s'impegna tra l'omero ed il muscolo bicipite brachiale; termina a questo punto con una branca cutanea e una muscolare (figura 1.5).

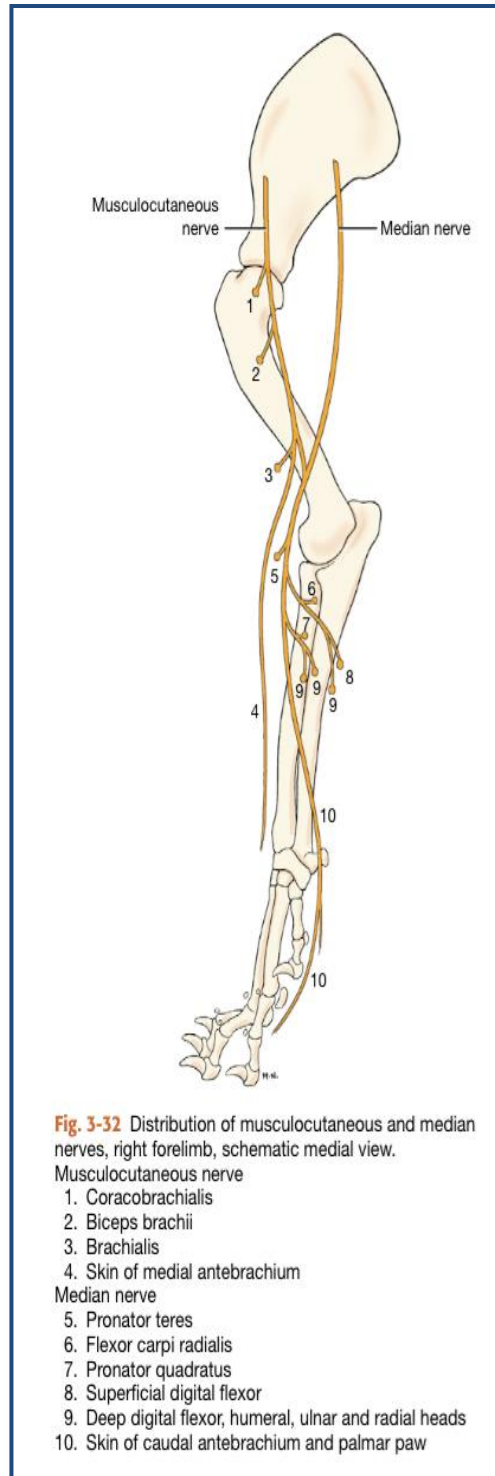
La branca muscolare, *ramo muscolare distale*, è più profonda e più corta, e si divide in due o tre branche che penetrano nel muscolo brachiale.

La branca cutanea, *nervo cutaneo mediale dell'avambraccio*, continua il nervo di origine fino alla piega del gomito, dove rilascia dei rami per l'articolazione del gomito, da qui diventa sottocutaneo e si distribuisce alla pelle della faccia medio dorsale dell'avambraccio e fino alla parte distale della faccia corrispondente del carpo (Barone & Simoens, 2012). Questa zona cutanea è inoltre innervata cranialmente, dal nervo cutaneo laterale dell'avambraccio (nervo radiale) e caudalmente dal nervo cutaneo caudale dell'avambraccio (nervo ulnare) (figura 1.6).

**Nervo mediano:** è uno dei più voluminosi del plesso brachiale ed è misto, insieme al nervo ulnare condivide l'innervazione dei muscoli della regione palmare dell'avambraccio (pronatori, flessori delle dita), della mano e della pelle che ricopre queste regioni. Nasce dalle branche ventrali di C7-C8-T1-T2 (Sharp et al. 1990) (figura 1.2) (figura 1.5); prende origine mediante due radici, una laterale e una mediale.

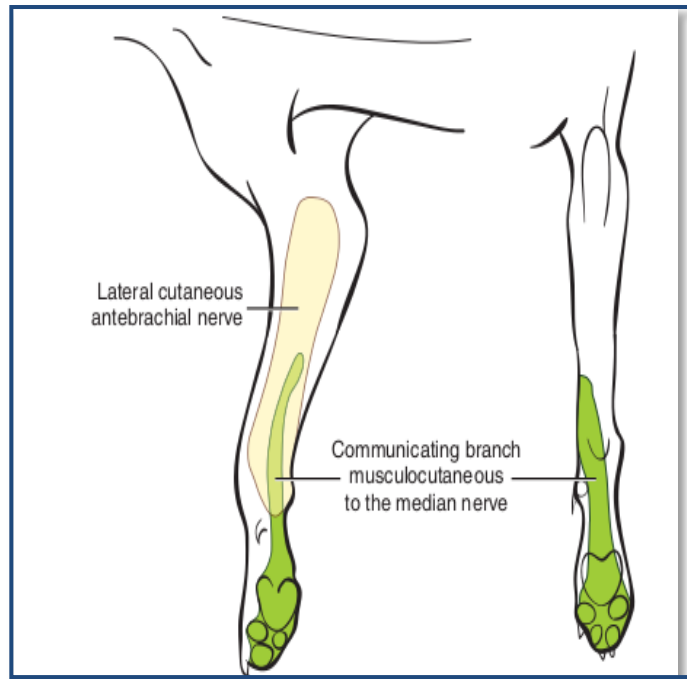
La prima, origina da C7-C8, e si fonde per un tratto più o meno lungo con il nervo muscolocutaneo; la seconda riceve le branche di T1-T2 e in via accessoria di C8 (Barone & Simoens, 2012). La radice mediale del nervo

mediano è accompagnata sul margine craniale dal nervo muscolocutaneo; nel tratto iniziale è situata sul margine cranio laterale dell'arteria brachiale, successivamente si sposta su quello caudale; nei carnivori la maggior parte del suo tragitto avviene lungo il margine caudale dell'arteria brachiale. La radice laterale si separa dal nervo



**Figura 1.5:** Nervi muscolocutaneo e mediano

muscolocutaneo nel gatto, verso la metà del braccio, mentre nel cane poco sopra il gomito, per incrociare l'arteria brachiale medialmente; nei carnivori raggiunge l'avambraccio davanti all'epicondilo mediale, per passare poi sulla faccia profonda del muscolo pronatore rotondo. Lungo questo tragitto innerva il muscolo pronatore rotondo e l'articolazione del gomito. In prossimità del carpo innerva il muscolo

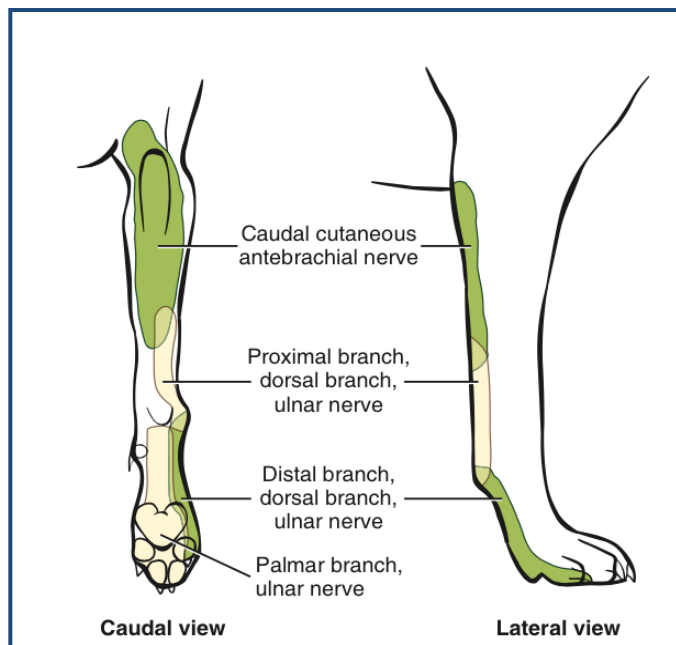


flessore radiale del carpo, **Figura 1.6** Aree cutanee del muscolocutaneo e mediano decorrendo poi lungo il suo margine caudale, per arrivare ad innervare i muscoli flessore profondo e flessore superficiale delle dita.

Prima di raggiungere il carpo fornisce uno o più rami comunicanti per il nervo ulnare; sempre a questo livello emette un *ramo palmare*, che determina la sensibilità della cute della parte palmare distale dell'avambraccio e della base del pollice (figura 1.6). I rami terminali forniscono l'innervazione dei nervi digitali comuni palmari del I, II e III dito; questi rami sono tutti sensitivi ad eccezione del più vicino al margine polliciale che innerva inoltre i muscoli propri del pollice (Barone & Simoens, 2012).

**Nervo ulnare:** origina dalle branche ventrali di C8-T1-T2 (Bailey et al., 1982; Mutay et al., 1986) e talvolta dalla branca ventrale di C7 (Sharp et al., 1990). Origina insieme alla radice mediale del nervo mediano costeggiandolo lungo il margine caudale, nei carnivori rimane unito alla radice mediale del nervo mediano fino alla parte distale del braccio. Fino all'inserzione sull'omero del muscolo grande rotondo, il nervo ulnare è inoltre accompagnato dal nervo ulnare; a metà del braccio è emessa una branca collaterale, *nervo cutaneo caudale dell'avambraccio*, che si ramifica sotto la cute della faccia caudale dell'avambraccio. Quest'area cutanea si estende fino alla faccia palmare del carpo. Superato il gomito, su cui lascia dei rami collaterali per l'innervazione dell'articolazione, si staccano i rami muscolari che innervano i muscoli flessori ulnare

del carpo, flessore superficiale delle dita e al capo ulnare e omerale del flessore profondo delle dita. Termina biforcandosi con un ramo dorsale e uno palmare prima di giungere all'osso pisiforme. Il ramo dorsale si risolve mediante il nervo digitale proprio abassiale del dito più laterale (IV o V a seconda delle specie) ed il nervo digitale comune più laterale (IV). Il ramo palmare è nettamente più grosso e da



origine a sua

**Figura 1.7:** Aree cutanee del nervo ulnare

volta ad un *ramo superficiale*,

che si fonde col nervo digitale palmare abassiale del dito V e col nervo digitale comune palmare IV, ed ad *un ramo profondo* che fornisce i nervi metacarpi che innervano tutti i muscoli interossei (Barone & Simoens, 2012).

MUSCOLOCUTANEO	Flessione avambraccio; Adduzione e rotazione del braccio.
RADIALE	Estensione braccio, avambraccio, carpo metacarpo e falangi.
MEDIANO	Flessione avambraccio, carpo, metacarpo e dita.
ULNARE	Flessione dita, zampa; Adduzione zampa; Supinazione zampa.

**Tabella 1.2**



## 1.4 ANATOMIA DELLA FIBRA NERVOSA

Alla base del nervo vi sono i neuroni. I neuroni hanno forma e dimensioni estremamente varie, sono composti dal corpo cellulare o *pirenoforo* e da un numero più o meno elevato di processi citoplasmatici, distinti in *dendriti* e *assoni*.

Il pirenoforo ha generalmente forma stellata; presenta un nucleo voluminoso, un apparato del Golgi ben sviluppato oltre alle componenti cellulari comuni con tutte le altre cellule ha due peculiari strutture: le *neurofibrille* e i *corpi di Nissl*.

Le prime sono aggregati di neuro filamenti che si continuano nei dendriti e nel neurite mentre i secondi sono sede di un'importante attività di sintesi proteica.

I dendriti partecipano alla formazione di sinapsi con le terminazioni degli assoni di altri neuroni, conducendo quindi l'eccitazione in direzione del corpo cellulare (conduzione centripeta); il neurite, detto anche fibra nervosa o assone, nasce da una zona ben delimitata, il *cono di*

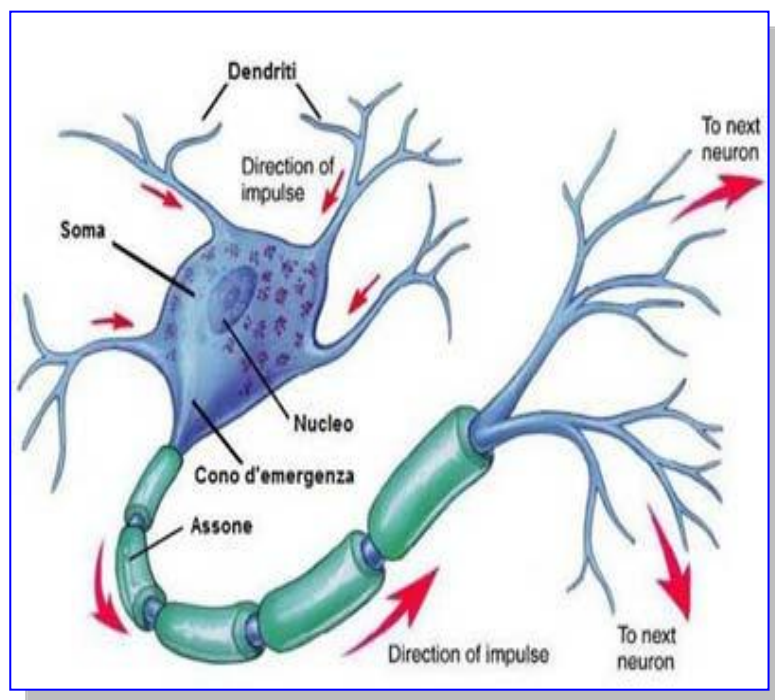


Figura 1.9: Cellula nervosa

*emergenza*, e termina con

un cospicuo numero di ramificazioni, *telodendri*, i quali presentano numerose espansioni, i *bottoni sinaptici*, che prendono parte alla formazione delle sinapsi, il compito dell'assone è quello di trasmettere l'eccitazione dal pirenoforo alla periferia della cellula (figura 1.9).

Per il mantenimento del proprio metabolismo la cellula nervosa necessita di cellule trofiche e di sostegno; questo compito viene svolto dalle *cellule gliali*, o *gliociti*, che nell'insieme formano la *nevroglia*. Nel sistema nervoso periferico la funzione delle cellule gliali viene svolta dalle cellule di *Schwann* e dalle cellule *capsulari*.

Le cellule di Schwann forniscono all'assone un rivestimento formato da una serie concentrica di avvolgimenti della cellula stessa. Questo rivestimento prende il nome di *guaina mielinica*; tra le cellule di Schwann che ricoprono lo stesso assone sono presenti delle aree di discontinuità, Tali aree prendono il nome di *nodi di Ranvier*. I neuroni si possono dividere in: neuroni afferenti, neuroni efferenti e neuroni internucleari.

I primi, chiamati anche *neuroni sensitivi*, portano le informazione raccolte dalla periferia al nevrasse, per la massima parte sono neuroni pseudounipolari il cui pirenoforo si trova nei gangli delle radici sensitive dei nervi cranici e spinali. I prolungamenti dendritici si portano agli organi effettori mentre l'assone giunge al Sistema Nervoso Centrale.

I neuroni efferenti, o *motori*, sono cellule multipolari il cui corpo è accolto o nel nevrasse o nei gangli effettori mentre il neurite prende contatto con gli organi bersaglio.

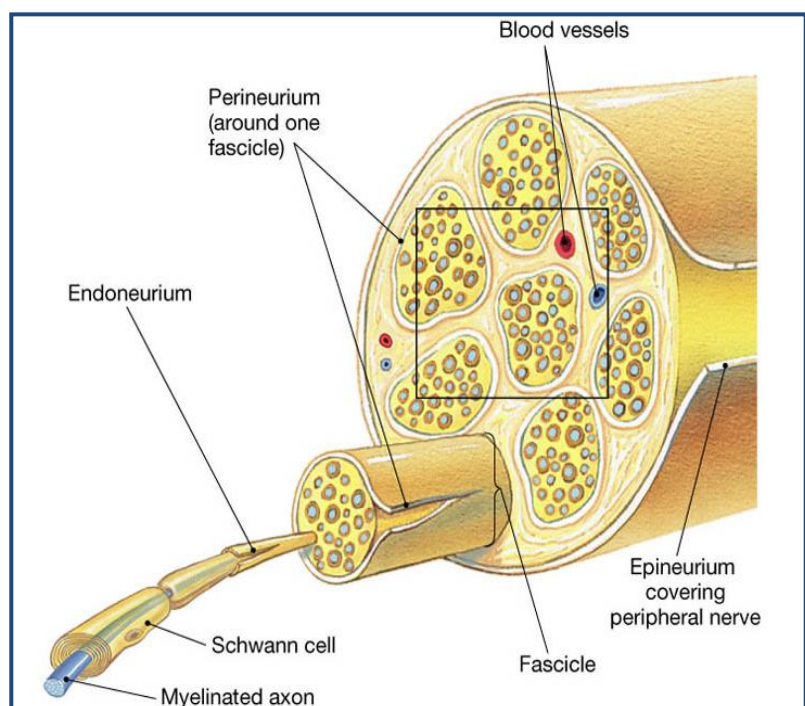
I neuroni internucleari o di associazione infine, sono disposti nel nevrasse e partecipano alla formazione di catene interposte tra neuroni afferenti ed efferenti. Essi vanno a costituire tutti i centri modulatori e regolatori.

Nel nevrasse, i neuriti aventi la medesima destinazione si associano a formare le fibre nervose, ascendenti o discendenti. Le vie ascendenti, sono indicate come vie sensitive; le vie discendenti sono indicate come vie motrici.

Si definisce nervo un fascio di fibre nervose avvolto da una comune guaina connettivale (König & Liebich,2002). Ogni

nervo può accogliere fibre

sensitive, motrici o di entrambi i tipi. Il nervo è delimitato dall'*epinevrrio*, una guaina connettivale dalla quale si approfondano dei setti, *perinevrrio*, che vanno a contornare



**Figura 1.10:** Anatomia della fibra nervosa

piccoli gruppi di fibre. Dal perinevrio origina l'*endonevrio*, che avvolge le singole fibre mieliniche (Dellmann & J.A.Eurell, 2012) (figura 1.10).

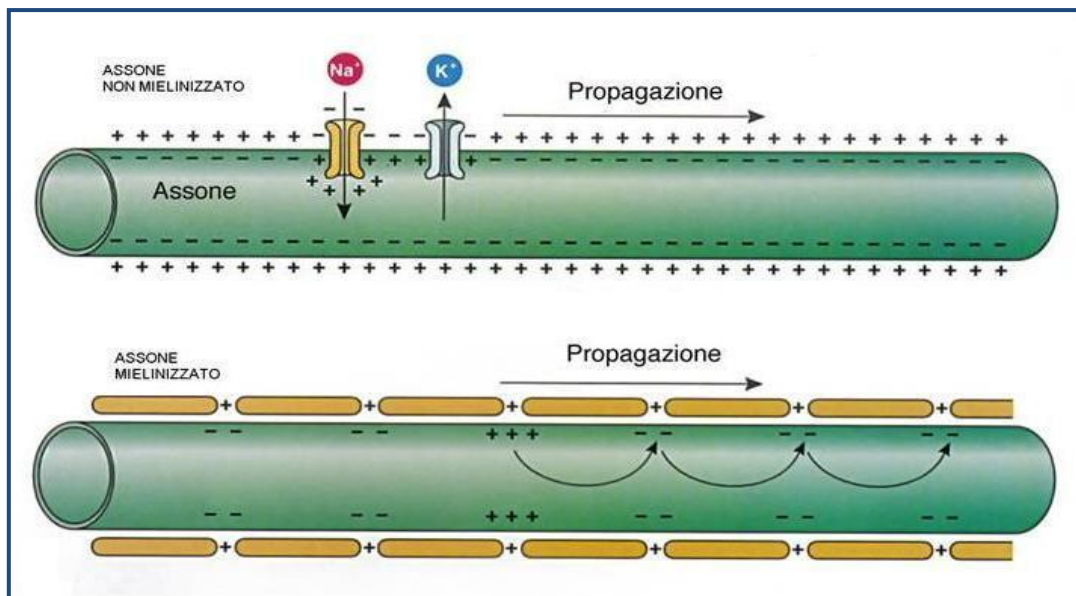
## 1.5 TRASMISSIONE NERVOSA

Le fibre nervose conducono gli impulsi dalla periferia sensoriale ai centri nervosi superiori e dai centri verso gli effettori periferici.

Alcune regole sulla trasmissione dell'impulso nelle fibre nervose:

- La fibra nervosa conduce solo se è anatomicamente integra.
- Conduce solo se è isolata dal contesto anatomico.
- L'ampiezza dell'impulso è pressoché costante, qualunque sia la lunghezza della fibra, dimodoché la conduzione si attua senza decremento.
- Solo agendo su un tratto di fibra con agenti fisici (es. freddo) o chimici (es. agenti anestetici) particolari, nel tratto interessato si assiste ad una riduzione dell'ampiezza del potenziale d'azione.
- La conduzione è isolata: significa che i segnali che percorrono una fibra in un nervo non interferiscono con i segnali che viaggiano lungo le fibre adiacenti (Aria et al.,2008).

Nelle fibre nervose amieliniche le correnti risultanti dall'attività di una regione topograficamente limitata della fibra, tendono a scaricare la capacità di una regione adiacente e a riposo della stessa fibra: cariche positive si muovono dalla regione attiva all'interno dell'assoplasma, e dalla regione inattiva all'esterno. La regione prima a riposo viene depolarizzata e l'impulso procede lungo la fibra nervosa perché le correnti che accompagnano l'attività in un singolo punto costituiscono lo "stimolo" a promuovere l'attività in un punto vicino (figura 1.11).



**Figura 1.11:** Propagazione dell'impulso elettrico lungo le fibre nervose

La conduzione lungo le fibre amieliniche per questo motivo risulta piuttosto lenta.

Nelle fibre nervose mieliniche la guaina di rivestimento, che è un ottimo isolante elettrico non è continua, ma si interrompe ogni 1.5-2 millimetri in corrispondenza dei nodi di Ranvier (la larghezza di un singolo nodo varia da 0.5-2.5  $\mu$ ). Fu Tasaki Ichiji, nei primi anni quaranta, a determinare la soglia di eccitabilità della fibra nervosa mielinica, spostando un microelettrodo lungo la fibra stessa. La soglia risultò essere minima quando l'elettrodo era in corrispondenza di un nodo di Ranvier e assai più alta quando era situato in uno spazio internodale (Tasaki, 1941)

La membrana dell'assone è in contatto elettrico con l'interno e l'esterno della fibra solo a livello dei nodi; nelle zone intermedie l'alta resistenza della guaina "isola" praticamente l'assone stesso. Se l'eccitamento interessa un nodo, le correnti elettriche che si generano provocano una depolarizzazione soltanto a livello del nodo adiacente.

Da notarsi che, poiché le correnti elettriche si propagano con decremento, la distanza tra nodo e nodo deve essere entro limiti critici affinché la depolarizzazione sia sufficiente a generare un potenziale d'azione. Questo tipo di conduzione è detto *conduzione saltatoria*, nel senso che l'impulso "salta" da un nodo all'altro (figura 1.11). La caratteristica saliente di questo tipo di conduzione è la velocità di propagazione dell'impulso (Aria et al.,2008).

## CAPITOLO 2

### ANESTETICI LOCALI

#### 2.1 INTRODUZIONE

Nel 1860, in Germania, Albert Niemann, riesce a isolare la cocaina a partire da foglie di Erithroxylon Coca, e nel 1884 venne utilizzata per la prima volta come anestetizzante sulle mucose.

Sempre nel 1884, Sigmund Freud, la utilizzò per disassuefare un paziente dalla morfina. Fu proprio Freud insieme a Kollar a notare l'effetto anestetico della cocaina, al punto che proprio Kollar la impiegò per un intervento di oftalmologia.

Nello stesso anno, William Steward Halsted, descrisse per primo l'impiego della cocaina come iniezione in un tronco nervoso per fornire un' anestesia locale chirurgica.

<b>ANESTETICI LOCALI</b>		
COCAINA	1860	NIEMANN
BENZOCAINA	1865	SALKOWSKI
PROCAINA	1904	EINHORN
TETRACAINA	1928	EISLER
LIDOCAINA	1943	LOGFREN
MEPIVACAINA	1956	EKENSTAM
BUPIVACAINA	1957	EKENSTAM
ROPIVACAINA	1989	SANDBERG

**Tabella 2.1:** Anestetici locali

## 2.2 ANESTETICI LOCALI

Gli anestetici locali sono farmaci che bloccano la propagazione del potenziale d'azione quando vengono a contatto con una fibra nervosa; usati in modo adeguato rendono il blocco temporaneo, prevedibile e reversibile, senza danneggiare i tessuti circostanti. Per poter descrivere un anestetico locale dobbiamo poterne definire: *potenza*, *tossicità*, *sicurezza* ed *indice anestetico*.

La *potenza* di un anestetico locale è la dose minima efficace per ottenere il blocco sensitivo; la *tossicità* in laboratorio si definisce con la MDL 50, cioè la quantità di farmaco minima per uccidere il 50% dei soggetti.

Quando parliamo di anestetici locali, facciamo riferimento alla tossicità sistemica e alla tossicità locale: la prima fa riferimento agli effetti sistemici del farmaco, mentre la seconda agli effetti a carico delle strutture cellulari, detta appunto *citotossicità*.

La *sicurezza* di un anestetico locale è proporzionale alla potenza e inversamente proporzionale alla tossicità; se la potenza è elevata e la tossicità è bassa, il margine di sicurezza sarà ampio.

Il rapporto tra potenza e tossicità prende nome di *indice anestetico* (Bufalari & Lachin, 2012).

## 2.3 STRUTTURA E PROPRIETA' CHIMICO-FISICHE

Gli anestetici locali possono essere classificati in due famiglie: gli amminoesteri (*procaina*, *clorprocaina* e *tetracaina*) e gli aminoamidi (*prilocaina*, *etidocaina*, *lidocaina*, *mepivacaina*, *bupivacaina*, *ropivacaina* e *levobupivacaina*).

Sono costituiti da:

- Un *polo lipofilo*, che è la porzione aromatica della molecola, costituita da un nucleo di benzene, responsabile delle liposolubilità della molecola. La struttura di questa porzione aromatica è fondamentale per determinare l'affinità della molecola col suo recettore.
- Una *catena intermedia*, che contiene il legame amidico o estereo. Gli anestetici locali di tipo aminoestere sono metabolizzati a livello delle pseudo colinesterasi plasmatiche mentre gli aminoamidici a livello epatico per de alchilazione ossidativa.

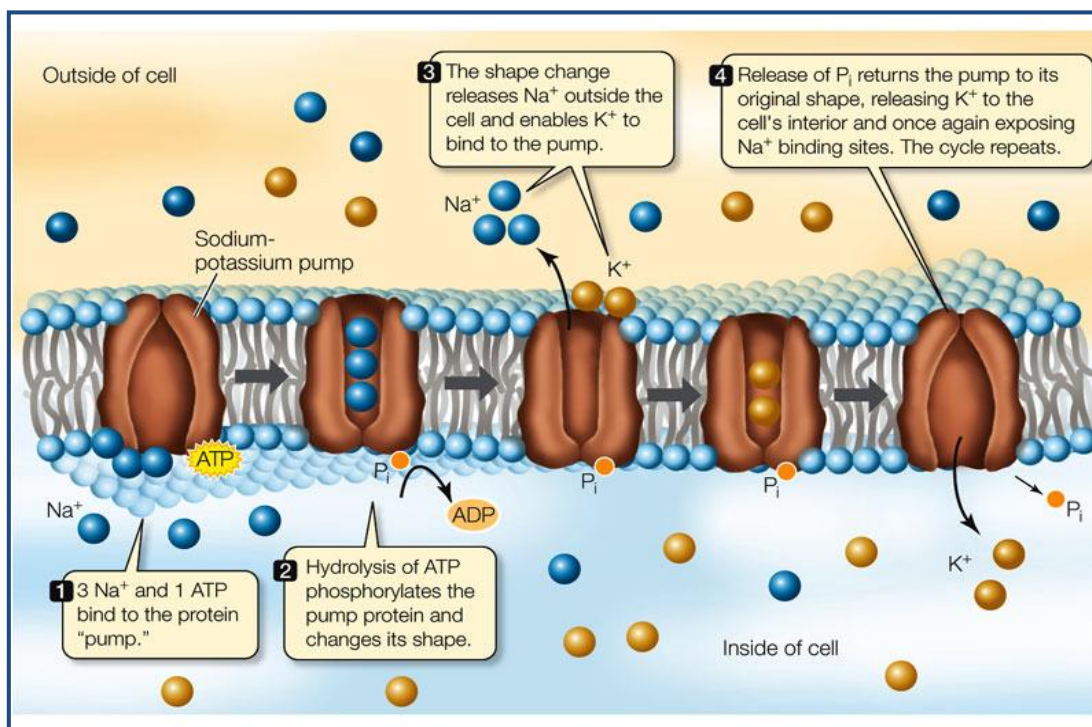
- Il *polo idrofilo*, è costituito da un'ammina terziaria, responsabile della idrosolubilità della molecola.

Gli anestetici locali possono essere divisi in base alla potenza, alla durata d'azione e al tempo di latenza (onset).

La potenza è la capacità di passare la membrana nervosa, quindi è determinata dalla liposolubilità della molecola; la durata d'azione è legata all'affinità della molecola verso il recettore ed in fine il tempo di latenza è determinato da caratteristiche chimico-fisiche quali il pka e la liposolubilità della molecola.

## 2.4 MECCANISMO D'AZIONE DEGLI ANESTETICI LOCALI

Fisiologicamente la membrana nervosa è tenuta a riposo da una pompa Na-K ATP dipendente (figura 2.1), che in seguito alla corrente del potenziale d'azione, permette l'ingresso di ioni  $\text{Na}^+$  al suo interno, modificando il potenziale di membrana da positivo a negativo. La corrente di depolarizzazione, nel momento che la membrana è depolarizzata, innesca modificazioni del canale del sodio che impediscono un ulteriore ingresso di quest'ultimo; ne deriva l'inattivazione della membrana.



**Figura 2.1:** Scambio Na-K nella cellula nervosa

Il canale del sodio è il sito specifico su cui agiscono gli anestetici locali; queste molecole si legano ad un recettore presente sul polo citoplasmatico del canale, ostruendolo ed impedendo l'ingresso di ulteriori ioni  $\text{Na}^+$  e quindi la fase di depolarizzazione (Bufalari & Lachin, 2012). La trasmissione elettrica attraverso gli assoni mielinizzati termina quando entra nella fibra nervosa una sufficiente concentrazione di anestetico locale tale da "bagnare" perlomeno tre nodi del Ranvier consecutivi (Lumb & Jones', 2007).

## **2.5 ANESTETICI LOCALI USATI NELLA PRATICA CLINICA**

### **Procaina**

È l'anestetico locale di riferimento per quanto riguarda la tossicità e la potenza, in quanto ad esso è stato attribuito il valore 1 e tutti i parametri degli altri AL sono in rapporto a questo. Ha un assorbimento molto rapido dal sito di iniezione e viene idrolizzata da un esterasi plasmatica a formare acido parammino-benzoico. La procaina interferisce con la determinazione chimica dei sulfamidici nei liquidi biologici. Inoltre ha la caratteristica di formare sali o coniugati scarsamente solubili con altre sostanze, prolungandone la durata d'azione (la durata d'azione della procaina è di 45-60 minuti) (Lumb & Jones', 2007). Questa proprietà è stata sfruttata per l'associazione con le penicilline.

### **Lidocaina**

È un composto solubile in acqua e molto stabile. Ha elevata affinità per il tessuto adiposo e può essere sottoposta a sterilizzazione in autoclave per 6 ore o a trattamenti multipli senza perdere di potenza. Prevalentemente viene metabolizzata a livello epatico per trasformazione in fenolo libero e coniugato, mentre l'anello aromatico viene idrossilato. La lidocaina viene escreta in forma immodificata per un valore inferiore del 5%. È un anestetico locale che diffonde molto facilmente per la struttura molecolare e per il proprio pka che è vicino al ph fisiologico. Per la sua capacità vasodilatatrice viene utilizzata in associazione con adrenalina che ne limitala concentrazione plasmatica e di conseguenza aumenta la sua durata e la sua potenza d'azione. Il suo tempo di latenza è breve e ha una durata d'azione tra 60-120 minuti. Generalmente si usa a una



concentrazione di 0,5-2 mg/kg, se associata a epinefrina si può arrivare fino a 8 mg/kg (Lumb & Jones', 2007).

L'utilizzo di questa molecola a concentrazioni elevate (5%) e per infusioni prolungate tramite l'utilizzo di cateteri spinali è stato associato a manifestazioni di sindrome della cauda equina, caratterizzata da un'anomala durata del blocco neuromuscolare (Lumb & Jones', 2007).

### **Mepivacaina**

Simile alla lidocaina, pur essendo più potente e meno tossica di questa, viene utilizzata a dosi e concentrazioni simili. Ha una durata d'azione di 90-180 minuti.

In forma di sale cloridrato è solubile in acqua; è termostabile sotto forma sia di cristalli sia di soluzione, per cui può essere autoclavata. Nell'adulto la metabolizzazione avviene a livello epatico per N-demetilazione e coniugazione, ed è escreta come glucuronide e idrossilazione dell'anello aromatico. Il 5%-10% viene escreto, immodificato, nelle urine. È l'unico AL che non ha proprietà vasodilatatrici; il tempo di latenza è relativamente breve e la durata d'azione è simile a quella della lidocaina.

### **Bupivacaina**

È uno dei farmaci più usati in medicina veterinari, nonostante abbia un periodo di latenza abbastanza lungo e una tossicità maggiore rispetto alla lidocaina. La durata d'azione è quattro volte maggiore della lidocaina (da 180 a 480 minuti). Si lega alle proteine plasmatiche per il 79-90%; la forma non legata è metabolizzata nel fegato per N-dealchilazione, il 10% è escreto nelle urine in forma immodificata. È tra i farmaci meno tossici per le fibre nervose ed è il più usato in anestesia spinale ed epidurale (Sheskey et al., 1983); l'utilizzo limitato è dovuto all'elevata cardiotossicità, in particolare la forma d-bupivacaina poiché riesce a legarsi in modo stabile ai recettori presenti sulle cellule miocardiche, inoltre a minor tendenza a legarsi alle proteine plasmatiche ed è in grado di interagire con i tessuti (Sarotti et al., 2011).

### **Ropivacaina**

La ropivacaina cloridrato è un AL di origine recente di tipo amidico a lunga durata d'azione (180-480 minuti), preparato come S-isomero, a differenza degli altri in cui solitamente sono presenti entrambe le forme. La liposolubilità è intermedia tra quella

della lidocaina e quella della bupivacaina, mentre il legame con le proteine è simile a quello della seconda. Si differenzia dagli altri AL per essere un S-enantiomero in soluzione al 99%; sfruttando quindi le sue specifiche proprietà farmacocinetiche e farmacodinamiche. La solubilità nella forma commerciale è intorno a valori di pH 6.

Nell'uomo la sua clearance plasmatica totale è di 440 mL/min, quella renale di 1 mL/min; il suo volume di distribuzione è di 47 L con un emivita di 1,8 ore.

È metabolizzata in maniera predominante tramite idrolisi aromatica ed escreta per l'86% con le urine. Gli effetti collaterali sono analoghi a quelli delle altre amidi a lunga durata, ma in particolare è stata rilevata una ridotta tossicità cardiaca rispetto alla bupivacaina (Groban, 2003).

I suoi effetti clinici sono sovrapponibili a quelli della bupivacaina, ma potrebbero avere il vantaggio di procurare un blocco motorio meno profondo e di minore durata (Hadzic & Vloka, 2004). A carico delle fibre nervose la sua azione sembra essere, a bassi dosaggi, sovrapponibile a quella della bupivacaina; a concentrazioni maggiori la ropivacaina sembra avere un effetto più selettivo per le fibre sensitive, fornendo un blocco motorio ridotto (Bufalari & Lachin, 2012). Il tempo di latenza è uguale a quello della bupivacaina e non sembra essere modificato dall'aggiunta di adrenalina.

Farmaco	Durata d'azione (min.)
Procaina	45-60
Lidocaina	60-120
Mepivacaina	90-180
Bupivacaina	180-480
Ropivacaina	180-480

**Tabella 2.2:** Anestetici locali e loro durata d'azione

	pKa	Ionizzazione (%) (a pH 7.4)	Coefficiente di partizione	Legame proteine plasmatiche (%)	Potenza relativa
Procaina	8.9	97	100	6	1
Clorprocaina	8.7	95	810	-	4
Tetracaina	8.5	93	5822	94	16
Lidocaina	7.9	76	366	64	4
Mepivacaina	7.6	61	130	77	2
Bupivacaina	8.1	83	3420	95	8-16
Ropivacaina	8.1	83	775	94	-

**Tabella 2.3:** Caratteristiche dei principali anestetici locali

## 2.6 TOSSICITA' DEGLI ANESTETICI LOCALI

Dal momento che l'azione degli AL si esplica nella zona di inoculo, lo studio della farmacocinetica assume particolare importanza per determinarne la tossicità.

La capacità di assorbimento (passaggio dell'anestetico locale dalla sede di deposito al circolo ematico) è inversamente proporzionale alla durata del blocco nervoso; ne deriva che gli anestetici locali con un potenziale di tossicità elevato sono quelli con un indice di assorbimento maggiore. Non è solo la struttura molecolare del farmaco a determinare la capacità di assorbimento, anche la vascolarizzazione della zona e la presenza di tessuto in grado di legare la molecola influiscono su di essa.

I casi di tossicità maggiore possono derivare da un' accidentale somministrazione per via endovenosa di dosi eccessive, o per soluzioni di continuo che ne aumentano l'assorbimento. Principalmente gli effetti tossici si possono osservare a carico del sistema nervoso centrale e del sistema cardiovascolare. La gravità dei sintomi a livello del SNC dipende dalla concentrazione plasmatica dell'anestetico locale. Sebbene, a basse concentrazioni plasmatiche, gli anestetici locali possiedano proprietà anticonvulsivanti, ad alte concentrazioni plasmatiche (>10 µg/mL nell'uomo) (Bufalari & Lachin, 2012), possono provocare contrazioni muscolari, eccitazioni e convulsioni tonico-cloniche, depressione, insufficienza respiratoria fino al coma (figura 2.2). Ciò è dovuto al blocco selettivo dei neuroni inibitori centrali.

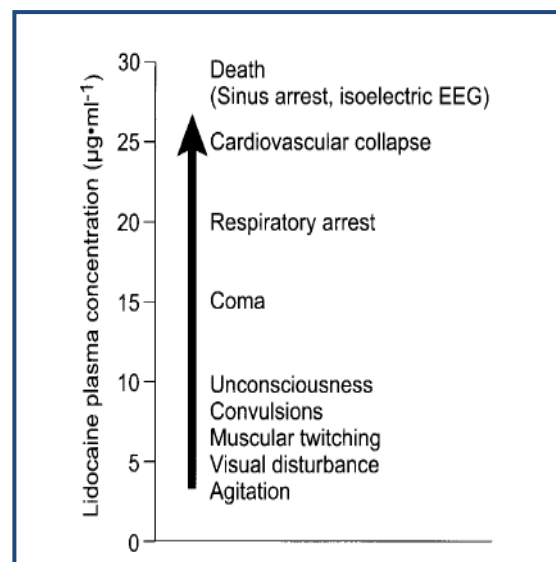
Il sistema cardiovascolare è molto più resistente del SNC agli effetti tossici degli anestetici locali.

Un'accidentale iniezione endovenosa di lidocaina o mepivacaina non induce una grave depressione miocardica; ma può essere accompagnata da una profonda vasodilatazione nel caso si raggiungano elevate concentrazioni plasmatiche. La bupivacaina, al contrario, mostra gli stessi effetti già a concentrazioni plasmatiche più basse. Ciò è dovuto alla sua azione aritmogena che risulta essere di 16 volte superiore a quella della lidocaina. Le alterazioni che si possono osservare con più frequenza sono: allargamento dei complessi QRS, blocchi nodali atrioventricolari di vario grado, tachicardia ventricolare polimorfa, bradicardia che può evolvere in asistolia.

Naturalmente ci sono delle condizioni fisiologiche che possono esacerbare gli effetti tossici della bupivacaina. Tra queste abbiamo: la gravidanza, l'ipossia, l'acidosi, la contemporanea somministrazione di vasocostrittori, l'iperkaliemia, l'iponatriemia.

Sono riportati anche fenomeni di ipersensibilità di entità lieve, con sintomi cutanei, a grave, come lo shock anafilattico.

Il trattamento della tossicità sistemica da anestetico locale prevede una terapia di supporto e un trattamento farmacologico dei sintomi clinici. Recentemente si sono sviluppate tecniche che prevedono la somministrazione di emulsioni lipidiche per contrastare gli effetti tossici degli anestetici locali; queste molecole hanno la capacità di chelare



gli AL nel plasma, riducendone la loro concentrazione plasmatica, minimizzando gli effetti collaterali.

**Figura 2.2:** Effetti tossici prodotti da un aumento della concentrazione plasmatica di lidocaina.

È stata dimostrata, con una somministrazione endovenosa di soluzione lipidica al 20%, la riduzione di mortalità dal 100% allo 0% di ratti trattati precedentemente con dosi tossiche di bupivacaina (Weinberg et al., 1998). Si suppone che l'emulsione lipidica crei una fase lipidica nel plasma capace di estrarre la bupivacaina liposolubile dalla fase acquosa del plasma rendendola indisponibile ai tessuti (Weinberg et al., 2003).

## **CAPITOLO 3**

### **ANESTESIA LOCOREGIONALE**

#### **3.1 INTRODUZIONE**

L'anestesia locoregionale è una tecnica in continua evoluzione che sta ottenendo sempre più consensi a livello mondiale. Tradizionalmente la localizzazione dei nervi si è sempre basata sulla demarcazione cutanea di punti di repere attraverso cui raggiungere il target nervoso e l'identificazione avveniva mediante l'evocazione di parestesie; ricorrendo all'aiuto del paziente che riferiva la presenza o meno di un formicolio della zona interessata, che si manifesta quando l'ago era in prossimità del nervo, o l'elicitazione di clonie muscolari. Grande importanza ricopriva la sensibilità dell'anestesista a riconoscere i vari "rumori" che l'ago provoca al passaggio attraverso i piani, oltre al rilevamento della pulsazione arteriosa che si trasmetteva lungo la lunghezza dell'ago quando questo era in prossimità delle arterie (Dillane and Tsui, 2012).

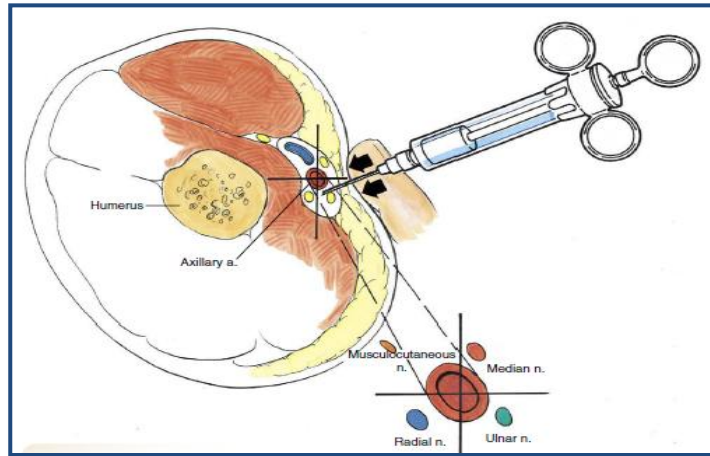
Gli indubbi i benefici in termini di efficacia antalgica, riduzione di incidenza di sindromi da dolore cronico e riduzione di morbilità e mortalità portate da queste tecniche "alla cieca", andavano valutati in rapporto agli svantaggi dell'anestesia regionale, quali il: discomfort del paziente, l'insuccesso della tecnica, il danno neurologico e tossicità da anestetico locale. Molti di questi aspetti negativi vanno ricercati nella tecnica di esecuzione, non permettendo la possibilità di visualizzare la punta dell'ago e le strutture vascolari prossime ai nervi, né tantomeno la diffusione dell'anestetico locale incrementando gli insuccessi.

L'anestesia loco regionale oggi può essere eseguita con varie tecniche che possono essere raggruppate in tre diverse categorie:

- Tecniche alla cieca
- Tecniche con neuro localizzatore
- Tecniche eco assistite-ecoguidate

### 3.1.2 TECNICHE ALLA CIECA

Le tecniche alla cieca prevedono una conoscenza dell'anatomia della regione di interesse e dell'esatta posizione dei nervi rispetto a delle strutture fisse (ossa, arterie, muscoli) che vengono interessati durante



la procedura chirurgica.

**Figura 3.1:** Inserimento dell'ago

Tali tecniche fino a una decina di

anni fa erano le uniche applicate, ma ormai sempre di più lasciano campo a procedure più efficaci e sicure.

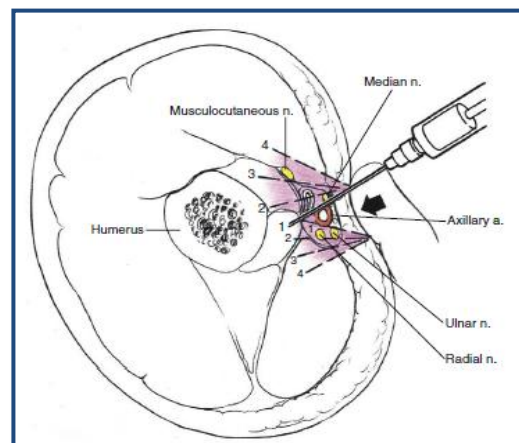
Tali tecniche prevedono l'utilizzo di aghi ipodermici di dimensioni dipendenti sia dalla regione anatomica sia dalla dimensione del paziente. Di seguito sono riportate le principali tecniche alla cieca in medicina umana e veterinaria per eseguire i blocchi dei nervi Radiale, Ulnare, Mediano e Muscolocutaneo.

#### **Approccio Ascellare, prossimale, in Medicina Umana**

*Posizionamento:* Il paziente viene posizionato supino con il braccio a 90° rispetto al torace; con il II e III dito della mano sinistra si identifica l'arteria ascellare (punto di reperi) e se ne determina il decorso.

L'ago viene inserito come in figura 3.1, dorsalmente e ventralmente all'arteria brachiale, e l'anestetico va a distribuirsi in ognuno dei quadranti intorno all'arteria (figura 3.2).

Per identificare l'area da "bagnare" con l'anestetico locale immaginando l'arteria ascellare al centro di un quadrante di un orologio, il nervo muscolocutaneo si trova



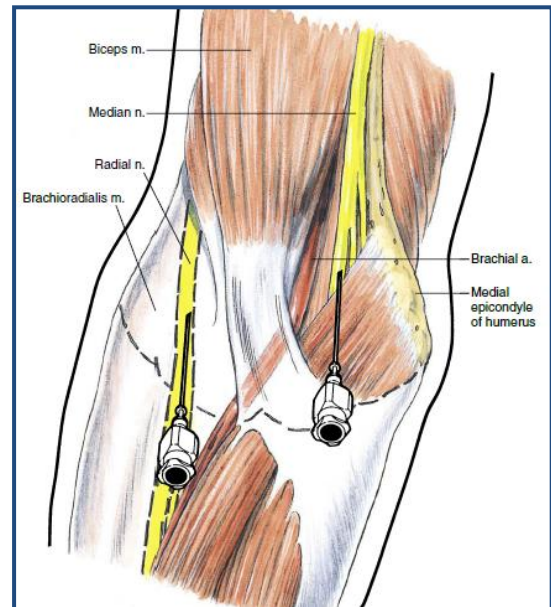
**Figura 3.2:** Iniezione a ventaglio dell'anestetico

in posizione ore 9-12; il nervo mediano ad ore 12-3; il nervo ulnare ad ore 3-6 e infine il nervo radiale ad ore 6-9. (Brown, 2010). L'anestetico viene iniettato a ventaglio con una prima iniezione nel quadrante superiore e con una seconda nel quadrante inferiore (figura 3.2)

### **Approccio avambraccio, prossimale, in Medicina Umana**

Posizionamento: Il paziente viene posto supino, con il braccio d'interesse a 90° rispetto alla spalla. In aggiunta quando si esegue il blocco del nervo ulnare, si flette l'avambraccio sul braccio per permettere una più facile identificazione del nervo ulnare. Il blocco si esegue a livello dell'articolazione del gomito.

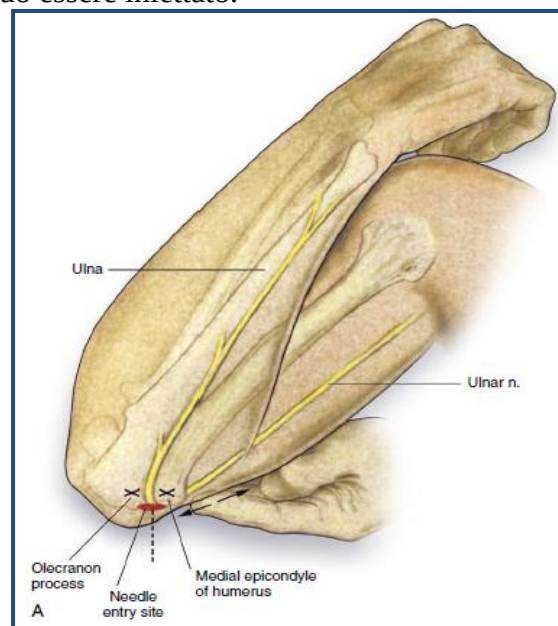
Blocco del nervo mediano: Si traccia una linea immaginaria che passa tra l'epicondilo mediale e laterale dell'omero; il nervo ulnare si trova medialmente all'arteria brachiale; l'ago viene introdotto



**Figura 3.3:**Blocco dei nervi radiale e mediano

perpendicolarmente al gomito (figura 3.3); si dirige l'ago fintanto che non compare la parestesia. L'anestetico a questo punto può essere iniettato.

Blocco del nervo radiale: Il nervo decorre tra il muscolo brachiale e il muscolo brachioradiale nella porzione distale del braccio; si identifica il tendine del bicipite brachiale e si inserisce un ago, di Gauge ridotto, a 1-2 cm lateralmente a quest'ultimo. Aspettiamo la comparsa della parestesia prima di poter iniettare l'anestetico (figura 3.3)



**Figura 3.4:**Localizzazione nervo ulnare

Blocco del nervo ulnare: Per il blocco del nervo ulnare, si flette l'avambraccio al braccio, si identificano l'epicondilo

mediale e il processo, dell'olecrano, e si inserisce l'ago, di dimensioni ridotte, circa 1 cm prossimalmente lungo una linea immaginaria che passa in mezzo all'epicondilo mediale e al processo dell'olecrano. La parestesia è facilmente ottenibile e quindi può essere inoculato l'anestetico locale (figura 3.4).

### 3.1.3 Medicina Veterinaria

La tecnica alla cieca prevede che il paziente sia in decubito laterale sull'arto interessato per approcciare i nervi muscolocutaneo, mediano e ulnare successivamente in decubito laterale sull'arto controlaterale per approcciare il nervo radiale.

Ad oggi la tecnica è riportata in bibliografia con due varianti.

1. Trumpatori BJ, Carter JE, Hash J et al. 2010

Per la ricerca dei nervi ulnare, mediano e muscolocutaneo, il cane è posizionato in decubito laterale con l'arto da bloccare posto verso il basso e flessso con un angolo di 90° a livello del gomito; un assistente retrae l'arto contro laterale caudalmente.

L'omero viene misurato lungo la sua faccia mediale dal punto più cranio-dorsale del tubercolo maggiore fino all'epicondilo mediale. Si palpa il braccio lungo questa linea in senso prossimo-distale ed identifichiamo la metafisi omerale; i nervi ulnare, mediano e muscolocutaneo corrono molto vicini l'uno all'altro all'incirca a metà della distanza tra l'epicondilo mediale e il punto più prossimale in cui si palpa la metafisi.

Una volta localizzata l'area si identifica l'omero mediante palpazione e si inserisce un ago spinale da 22G, o anche aghi ipodermici di Gauge inferiori, con un angolo di 45° in senso caudo-craniale, perpendicolare all'asse maggiore dell'omero e caudale al dito che sta esercitando la pressione sull'omero (figura 3.5) fino a percepire la faccia caudo-mediale dell'omero.

Viene rimosso il mandrino, si innesta la siringa e si inocula l'anestetico locale previa aspirazione. Metà contenuto viene inoculato in profondità mentre il rimanente viene rilasciato durante la rimozione dell'ago. Nell'ultima fase

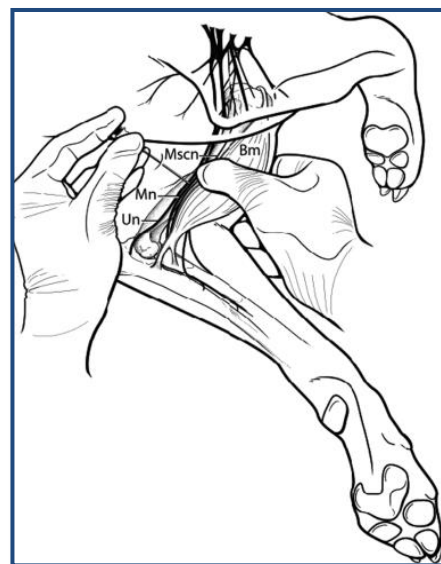


Figura 3.5: Ricerca nervi UMM.



è buona prassi aspirare occasionalmente. Nel caso si noti del sangue l'operatore dovrà reindirizzare l'ago e aspirare nuovamente.

Per identificare il nervo radiale il paziente viene posto in decubito laterale con l'arto da bloccare rivolto verso l'alto e il gomito piegato a 90°.

Viene misurata, lungo la faccia laterale dell'omero, la distanza che intercorre tra la parte più cranio dorsale del gran tubercolo omerale e la parte più prominente dell'epicondilo laterale; questa distanza viene divisa in tre, il nervo radiale è situato tra il secondo e terzo distale e corre tra il capo laterale del tricipite e il muscolo brachiale. Una branca del nervo radiale può essere palpata distalmente al punto sopraccitato.



Dopo aver identificato il muscolo brachiale, si applica una pressione in senso craniomediale, in modo che il

**Figura 3.6:**Ricerca nervo radiale.

pollice entrando in contatto con l'omero sposti cranialmente il muscolo brachiale, lontano dalla testa laterale del tricipite (figura 3.6).

Un ago spinale da 22G (ma possono essere usati anche aghi ipodermici di Gauge minore) è inserito con un angolo di 45°caudalmente al pollice e perpendicolare all'asse maggiore dell'omero. L'ago corre attraverso il capo laterale del tricipite, fino a toccare la faccia laterale dell'omero dove è situato il nervo radiale.

Si procede rimuovendo il mandrino, e innestando la siringa con l'anestetico locale; l'ago viene leggermente retratto in modo che non sia a diretto contatto con l'osso; prima di iniettare si aspira e si osserva la presenza o meno di sangue.

## 2 Anestesia e Analgesia Loco Regionale del Cane e del Gatto. Francesco Staffieri (1° ed 2013)

Per l'identificazione del nervo radiale si pone il paziente in decubito laterale con l'arto da bloccare posto in alto, il nervo è facilmente localizzato e palpato dorsalmente all'epicondilo laterale dell'omero.

A livello del bordo dorsale dell'epicondilo mediale dell'omero decorrono i nervi ulnare, muscolocutaneo e mediano, l'arteria brachiale corre vicino a questi e può essere usata sia come punto di repere sia come punto di riferimento per evitarne la sua puntura. Nello specifico il nervo muscolocutaneo si localizza cranialmente rispetto all'arteria

brachiale, mentre i nervi ulnare e mediano sono situati caudalmente rispetto alla medesima arteria.

Il blocco prevede l'infiltrazione di 1-2 ml di soluzione di anestetico locale per ognuno dei tre siti: bordo dorsale dell'epicondilo laterale (il punto in cui si palpa il nervo radiale) bordo dorsale dell'epicondilo mediale, cranialmente (n. muscolocutaneo) e caudalmente (nervi mediano e ulnare) all'arteria brachiale. Il blocco dei nervi singoli a questo livello consente la desensibilizzazione dell'avambraccio.

### **3.2 TECNICHE CON NEUROLOCALIZZATORE**

#### **Introduzione**

La neurolocalizzazione e la neurostimolazione sono principi conosciuti fin dal 1780 quando Luigi Galvani applicò degli elettrodi caricati con elettricità statica per stimolare il nervo sciatico di una rana ottenendo una contrazione muscolare. Successivamente nel 1850 von Helmholtz formulò la teoria secondo la quale quando si applica uno stimolo elettrico ad un nervo bisogna raggiungere una soglia minima affinché un potenziale d'azione determini la comparsa di contrazioni muscolari; fu nel 1912, in Germania, che George Perthes per primo riportò l'uso della stimolazione elettrica per effettuare i blocchi nervosi periferici. Nel 1962 Greenblatt e Denson usarono il primo neuro stimolatore portatile per la localizzazione dei nervi; nel 1984 venne progettato un particolare tipo di ago per l'elettrostimolazione nervosa (Dillane and Tsui, 2012). Lo sviluppo di questa tecnologia diffuse in tutto il mondo medico l'interesse per i blocchi nervosi; la possibilità di individuare il nervo d'interesse mediante la risposta motoria del muscolo effettore ha permesso un maggior successo dei blocchi nervosi e una conseguente diminuzione dei volumi di anestetici locali impiegati. L'impiego di correnti elettriche ad amperaggi variabili consente a questo tipo di ago di evocare una specifica contrazione muscolare prima ancora di entrare in contatto con il nervo, ciò si traduce con una diminuzione dei rischi di iniezione intraneurale per i pazienti durante il posizionamento dell'ago (Dillane and Tsui, 2012).

Il neurostimolatore è uno strumento che genera un campo elettrico nei tessuti immediatamente circostanti al nervo bersaglio; se il nervo è composto da fibre motorie, la corrente elettrica generata dal neurostimolatore determinerà una depolarizzazione di questo nervo e conseguentemente i muscoli tributari del nervo andranno incontro a contrazione. Le contrazioni (note anche come "twitches") sono usate per confermare

l'esatta posizione dell'ago.

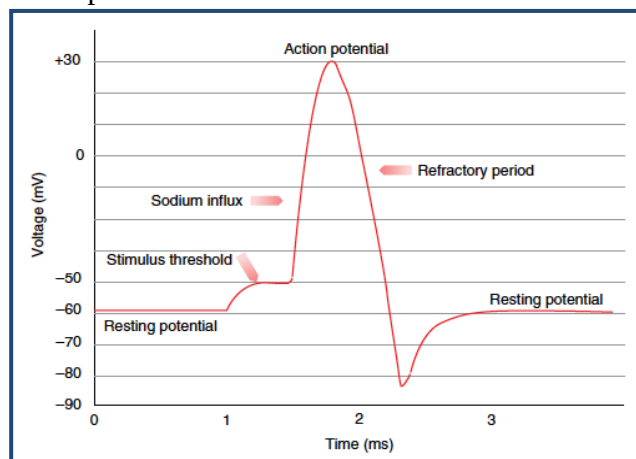
L'utilizzo di questo strumento per l'esecuzione di blocchi nervosi in veterinaria si sta diffondendo sempre più.

### **Elettrofisiologia**

Il flusso di elettroni tra due punti (elettrodi) avviene dall'anodo (positivo) verso il catodo (negativo).

Sono note le concentrazioni degli ioni Sodio ( $\text{Na}^+$ ) e Potassio ( $\text{K}^+$ ) all'interno e all'esterno della cellula, tale differenza di concentrazione determina una differenza di potenziale. Questo potenziale nelle cellule nervose si aggira intorno ai -60 ai -70 mV. Con uno stimolo appropriato il sodio penetra attraverso la membrana cellulare riducendo la differenza di voltaggio attraverso la membrana cellulare (figura 3.9).

Quando la differenza di potenziale arriva ad una soglia di -55 mV (potenziale d'azione) si provoca un'apertura massiccia dei canali del sodio per un breve periodo di tempo. Questo fenomeno provoca un'ulteriore apertura dei canali



**Figura 3.7:** Depolarizzazione della membrana cellulare

voltaggio dipendenti nelle membrane accanto, si genera così un'onda di depolarizzazione che corre lungo la cellula. La neurostimolazione sfrutta questo principio per la ricerca dei nervi. La stimolazione nervosa si accompagna all'utilizzo di particolari aghi, descritti in seguito; quando uno di questi aghi si avvicina ad un nervo composto da fibre motorie, determina una depolarizzazione del nervo, e una risultante contrazione dei muscoli effettori di quel nervo. Ci sono diversi fattori che influenzano lo stimolo-soglia di un nervo:

- Polarità degli elettrodi;
- Reo base della fibra nervosa;
- Cronassia della fibra nervosa;
- Distanza dell'elettrodo (punta dell'ago) dalla fibra nervosa;
- Densità di corrente sulla punta dell'elettrodo

La legge di Coulomb relaciona un elettrodo e la distanza a cui questo determinerà una contrazione, con la seguente equazione:

- $E = k * (Q / r^2)$

dove “E” rappresenta la corrente richiesta, “k” è una costante, “Q” è la corrente minima ed “r” è la distanza.

Utilizzando un ago unipolare, la corrente elettrica richiesta per determinare la comparsa di contrazioni a carico dei muscoli effettori di quel nervo dipende della distanza della punta dell’ago al nervo stesso; quanto più vicino è un ago al nervo tanto minore sarà la corrente richiesta per evocare la risposta.

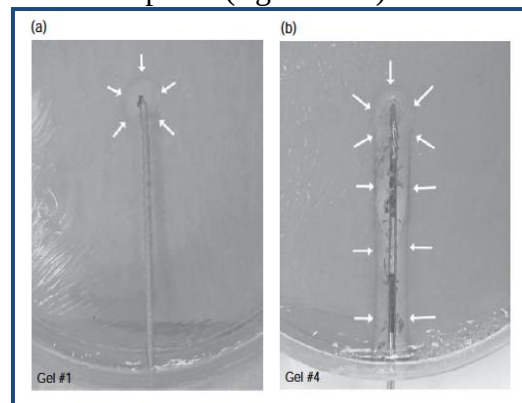
Nonostante ciò nel 2013, Portela et al., hanno dimostrato che ponendo un ago da neuro stimolazione a contatto con il nervo con una intensità di corrente inferiore a 0.3mA, non si ottiene nessuna risposta.

### **Materiale per eseguire una AL con la neurolocalizzazione**

#### Aghi

Gli aghi impiegati per la neuro stimolazione periferica sono isolati elettricamente per tutta la loro lunghezza, a eccezione dell’ultimo tratto in punta (figura 3.10)

In questo modo, l’impulso elettrico viene emesso solo a livello terminale senza disperdersi lungo il tragitto dell’ago e consentendo maggior precisione nella localizzazione del nervo. Nel caso si impieghino aghi non isolati, la corrente di stimolazione è più intensa, a causa della dispersione maggiore; inoltre ne risulta una localizzazione meno accurata, in quanto



**Figura 3.8:** Distribuzione impulso elettrico lungo l’ago isolato e non.

vengono stimulate delle fibre nervose che si trovano lungo il tragitto dell’ago e non solo in punta, sito di deposito dell’anestetico locale. Questi aghi hanno un corpo completamente isolato, con delle punte in metallo nudo in modo da stimolare il nervo solo con la porzione terminale dell’ago (Ford et al. 1984). Gli aghi possono avere diametro variabile, da 23 a 20 G, e una lunghezza tra i 25 e 150 mm; le dimensioni dell’ago dipendono dal tipo di blocco e dal paziente. Questi aghi sono provvisti sia di un attacco luer-lock sia di una prolunga a cui può essere connessa la siringa contenente l’anestetico; in caso la siringa venga connessa alla prolunga bisogna considerare il

volume dello spazio morto. È buona prassi riempire preventivamente la prolunga e l'ago con la soluzione di anestetico. Gli aghi da stimolazione sono dotati di un sito di connessione per il catodo proveniente dall'elettrostimolatore.

### Neuro stimolatore

Un tipico stimolatore nervoso periferico (figura 3.11) è in grado di erogare una corrente pulsata a frequenza variabile da 1 a 4 Hertz (Hz) e intensità regolabile da 0 fino a 4-5 milliAmper (mA). L'incremento della corrente può essere modificato mediante variazioni minime (0,01 mA) utili per ipotizzare la distanza ago nervo. È possibile regolare anche la durata dell'impulso in millisecondi (ms); questo consente di poter discriminare le fibre motorie dalle fibre sensitive e dolorifiche.

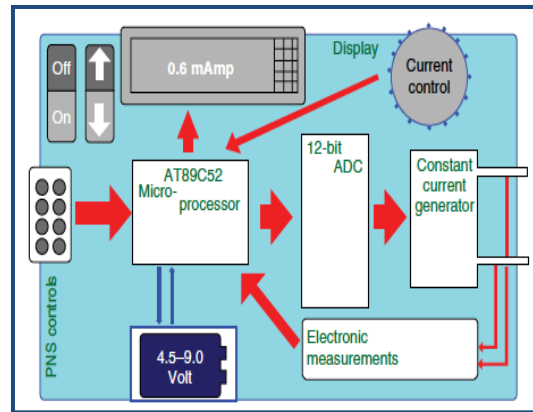


Figura 3.9: Schema di un neuro stimolatore.

Il neuro stimolatore è dotato di un display che mostra l'intensità delle variabile prima citate. Dallo stimolatore fuoriescono due cavi di connessione che costituiscono il catodo (colore nero) e l'anodo (colore rosso). L'anodo viene fissato alla cute del paziente, in posizione distale rispetto al decorso del nervo ossia al punto di inserimento dell'ago; il catodo viene invece connesso all'ago che viene impiegato per la localizzazione del nervo.

È importante ricordare che l'uso del neurostimolatore rimane comunque una tecnica alla cieca, che comporta una probabilità del 10-15% di falsi negativi (Hara et al., 2009)

### **3.2.1 Tecniche con neuro localizzatore Medicina Umana**

#### **Approccio Ascellare, prossimale, in Medicina Umana**

*Posizionamento:* Il paziente viene posizionato supino con il braccio a 90° rispetto al torace; con il II e III dito della mano sinistra si identifica l'arteria ascellare (punto di reperi) e se ne determina il decorso. L'ago della siringa viene inserito dorsalmente e ventralmente all'arteria brachiale e l'anestetico va a distribuirsi in ognuno dei quadranti intorno all'arteria.

Per identificare l'area da "bagnare" con l'anestetico locale immaginando l'arteria ascellare al centro di un quadrante di un orologio, il nervo muscolocutaneo si trova in

posizione ore 9-12; il nervo mediano ad ore 12-3; il nervo ulnare ad ore 3-6 e infine il nervo radiale ad ore 6-9 (Brown, 2010). Una volta identificati i quattro quadranti regoliamo la corrente del neuro stimolatore da 0.5-0.1 mA, più saremo vicini al nervo più bassa sarà l'intensità di corrente necessaria a determinare la contrazione dei muscoli.

### **Approccio avambraccio, prossimale, in Medicina Umana**

#### Posizionamento:

Il paziente viene posto supino, con il braccio d'interesse a 90° rispetto alla spalla. In aggiunta quando si esegue il blocco del nervo ulnare, si flette l'avambraccio sul braccio per permettere una più facile identificazione del nervo ulnare. Il blocco si esegue a livello dell'articolazione del gomito.

#### Blocco del nervo mediano:

Si traccia una linea immaginaria che passi tra l'epicondilo mediale e laterale dell'omero; il nervo ulnare si trova medialmente all'arteria brachiale; l'ago viene introdotto perpendicolarmente al gomito, si accende il neuro stimolatore, e direzioniamo l'ago fintanto che non compare la risposta motoria. L'intensità della corrente oscilla tra 0,5-0,1 mA. L'anestetico a questo punto può essere iniettato.

#### Blocco del nervo radiale:

Il nervo decorre tra il muscolo brachiale e il muscolo brachioradiale nella porzione distale del braccio; si identifica il tendine del bicipite brachiale e si inserisce l'ago da neuro stimolazione, a 1-2 cm lateralmente a quest'ultimo. Si aspetta la comparsa della risposta motoria, prima di poter iniettare l'anestetico.

#### Blocco del nervo ulnare:

Per il blocco del nervo ulnare, si flette l'avambraccio al braccio, si identificano l'epicondilo mediale e il processo dell'olecrano e si inserisce l'ago, circa 1 cm prossimalmente lungo una linea immaginaria che passa in mezzo all'epicondilo mediale e al processo dell'olecrano. Accendiamo il neuro stimolatore e aspettiamo la comparsa dello stimolo motorio variando l'intensità della corrente da 0,5 a 01 mA, e quindi può essere inoculato l'anestetico locale.

### **3.2.2 Tecniche con neurolocalizzatore in Medicina Veterinaria**

Ad oggi la bibliografia in Medicina veterinaria è scarsa, ma nella pratica generale l'introduzione e l'avanzamento dell'ago avvengono con le stesse modalità della tecnica alla cieca. Le tecniche per effettuare il blocco dei nervi RUMM vengono eseguite a livello del terzo medio distale dell'omero in prossimità del gomito.

- **Lamont LA & Lemke KA (2008)**

- **The effects of medetomidine on radial nerve blockade with mepivacaine in dogs**

Lamont e Lemke in un loro articolo sullo studio dell'associazione tra detomidina e mepivacaina per il blocco del nervo radiale del cane, riportano l'utilizzo del neuro stimolatore per la ricerca del nervo radiale. Nello studio il cane veniva posto in decubito laterale con l'arto interessato rivolto verso l'alto. Un ago da neuro stimolazione da 22 G è stato introdotto sottocute tra il muscolo brachiale e il muscolo tricipite nell'area del nervo radiale; per facilitare la ricerca del nervo, il neuro stimolatore rilasciava un impulso elettrico di 1 mA della durata di 0,15 ms ogni secondo.

La ricerca è durata fintanto che non è apparsa un'importante estensione del carpo, a questo punto lo stimolo è stato diminuito fino a 0,5 mA per una miglior precisione nella localizzazione del nervo. Una volta confermato l'esatto posizionamento dell'ago, è stato iniettato l'anestetico locale.

- **Bortolami E, Love EJ, Hatcourt-Brown TR et al. (2012)**

- **Use of mid-humeral block of the radial, ulnar, musculocutaneous and median (RUMM block) nerves for extensor carpi radialis muscle biopsy in a conscious dog with generalized neuro-muscular disease**

Bortolami in questo articolo del 2012, riferisce l'utilizzo del neuro stimolatore per il blocco del RUMM. Nello studio si prendeva in considerazione un Cocker Spaniel di 3 anni. All'esame neurologico si mettevano in evidenza una scarsa risposta dei riflessi di minaccia e atrofia muscolare e il mantenimento dei riflessi mio tattici spinali. Ciò presumeva la presenza di una miopatia o di una patologia a carico della placca neuromuscolare. L'assenza del riflesso e la possibilità di avere una polmonite ab injestis, anno portato ad eseguire il blocco nervoso con il paziente non sottoposto ad anestesia generale. Il cane prima del blocco ha subito una copertura analgesica con metadone a 0,3 mg/kg in vena, ripetuta poi ogni 4 ore. Il pelo è stato fatto su tutta la

superficie dell'arto, dopodiché è stata applicata l'EMLA sulla cute del paziente e coperta con un fascia adesiva. Dopo 30 minuti è stato fatto il campo per il blocco nervoso. Il blocco nervoso è stato eseguito con la metodica Trumpatori, già descritta precedentemente ma impiegando il neuro stimolatore. Purtroppo nell'articolo non vengono riportati i valori impostati nel neuro stimolatore.

L'anestetico usato è stato bupivacaina 0.5%.

L'efficacia del blocco è stata valutata pinzando la zampa con forbici emostatiche.

### **3.3 TECNICHE ECOGUIDATE**

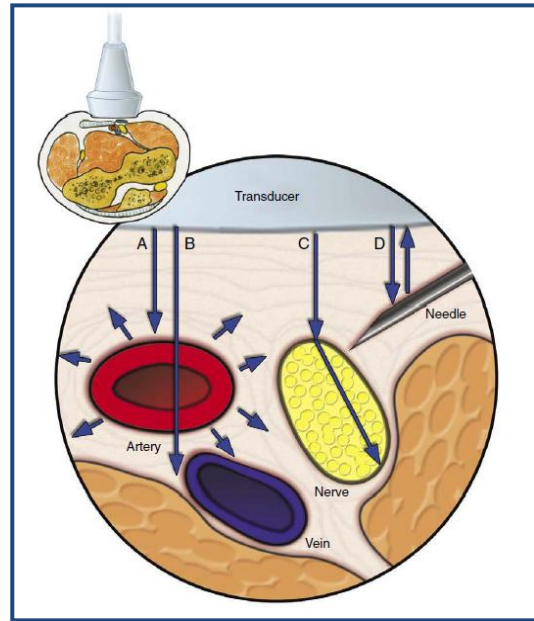
#### **INTRODUZIONE**

Il primo caso di impiego degli ultrasuoni per l'esecuzione di un blocco nervoso periferico risale al 1978 anno in cui La Grange e colleghi localizzarono con doppler l'arteria succlavia al fine di eseguire un blocco del plesso brachiale per via sovraclaveare nell'uomo (La Grange P., Foster P.A., Pretorius L.K., 1978). Dieci anni dopo, nel 1989, Ting applica per la prima volta la tecnica con ultrasuoni per l'esecuzione del blocco ascellare (Ting P.L. & Sivagnanaratnam V., 1989). Infine nel 1997 Mahrofer eseguì il primo studio di confronto tra tecniche tradizionali e tecniche ecoguidate. I risultati evidenziavano come la tecnica ecoguidata determinasse una riduzione dell'onset-time e soprattutto una superiorità in termini di efficacia clinica (Mahrofer et al., 1997).

In termini di vantaggi clinici Casati e colleghi nel 2007 hanno confrontato la tecnica ecoguidata e quella con neurostimolatore per eseguire il blocco del nervo femorale con ropivacaina allo 0,5% evidenziando come nel gruppo sottoposto al blocco per via ecografica fosse stato possibile risparmiare sino al 42% di anestetico locale. Orebaugh e colleghi hanno comparato le tecniche eco guidata e con neuro stimolazione per il blocco di nervi periferici; il risultato è stata una diminuzione dei tempi della procedura oltre a una diminuzione dei casi di iniezione endovenosa accidentale (Orebaugh et al., 2007, 2009). Con l'ausilio dell'ecografo possono essere evitati anche gli insuccessi dovuti a una maggiore impedenza elettrica dettata dall'epinevrrio, che può impedire l'evocazione di una risposta motoria (Li et al., 2001; Sauter et al., 2009; Tsai et al 2008). Nel 2013 Portela e colleghi hanno dimostrato che un ago da neuro stimolazione, messo a contatto con il nervo target, lo sciatico, attraversato da una corrente elettrica inferiore a 0,3 mA



non genera nessuna risposta motoria. Il vantaggio dell'ecografia sta nel fatto che le differenze anatomiche individuali non influiscono più sul successo del blocco nervoso. Ad oggi le tecniche ecoguidate, in continua crescita, rappresentano la naturale evoluzione dell'anestesia locoregionale tanto da diventarne il "Gold Standard". Con questa nuova tecnica si possono identificare in tempo reale: il nervo target, l'ago ma anche le altre strutture anatomiche e vascolari (figura 3.13) determinando una maggiore precisione nell'iniezione dell'anestetico e un'ulteriore riduzione dei rischi. I limiti di questa tecnica risiedono nei materiali, che sono molto costosi, e nella



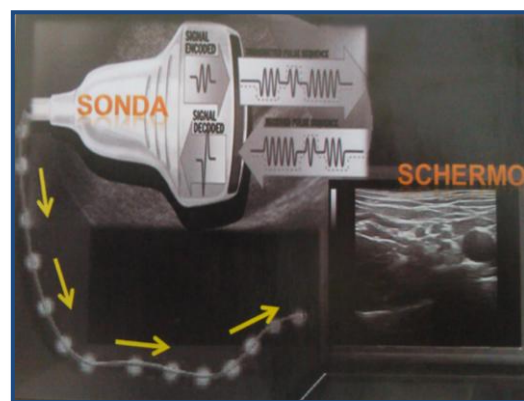
manualità dell'operatore che acquisisce solo **Figura 3.10:** Anatomia ecografica. con l'esperienza.

È importante ricordare che in medicina umana non sono riportate in letteratura prove che sostengono l'effettivo beneficio della tecnica eco guidata rispetto a quella con neuro stimolatore (Chin & Chan, 2008;Griffin & Nicholls, 2010).

### BASI DELLA FISICA E DELLA TECNOLOGIA DEGLI ULTRASUONI

L'ecografia è una metodica che consente di visualizzare in tempo reale la dinamica delle strutture anatomiche e di seguirne le procedure diagnostico terapeutico strumentale

L'ecografia sfrutta la proprietà degli ultrasuoni di attraversare i tessuti e di essere riflessi a livello delle interfacce tra tessuti aventi diverse impedenze acustiche, "rimbalzando" così verso la sorgente. La sorgente è costituita da una sonda che funziona come una ricetrasmittente di ultrasuoni: emette treni di onde ultrasoniche che, penetrate nei tessuti,



**Figura 3.11:** Sonda ecografica. vengono riflessi e ricattati dalla sonda stesa, la quale li invia all'ecografo a cui è collegata (figura 3.13). L'ecografo è in realtà un computer che analizza il ritardo e

l'intensità delle onde riflesse: maggiore è la profondità alla quale si è generata la riflessione, tanto maggiore è il ritardo con cui il fascio di ultrasuoni ritorna alla sonda. Ciò che viene visualizzato nella parte alta dello schermo risulta essere vicino alla superficie su cui appoggia la sonda, ovvero il piano cutaneo, mentre ciò che vediamo più in basso risulta essere più in profondità.

L'ecogenicità è il risultato della velocità di propagazione dell'onda sonora in rapporto alla densità dei tessuti che attraversa. L'immagine è il risultato di un insieme di punti luminosi corrispondente agli echi generati dalle riflessioni nei tessuti; maggiore è l'intensità conservata nella riflessione, maggiore è la luminosità (*iperecogenicità*). Viceversa, maggiore è l'assorbimento e minore sarà la luminosità dell'eco sullo schermo (*ipoecogenicità*). Aree di uguale intensità si dicono *isoecogene*, mentre strutture completamente prive di echi si sono *anecogene*. L'ecografia permette di esplorare le strutture dall'alto verso il basso secondo i piani tomografici; sul monitor troveremo le strutture superficiali in alto, quelle profonde in basso e a seconda della ecogenicità avremo:

- Arterie (anecogene, pulsatili ed incompressibili)
- Vene (anecogene, non pulsatili e comprimibili)
- Tessuto adiposo (ipoecogeno)
- Muscoli e tendini (strutture contrattili a linee ecogene parallele)
- Osso (iperecogeno con attenuazione posteriore)
- Pleura (iperecogena con riverbero posteriore)

## VISUALIZZAZIONE ECOGRAFICA

I momenti fondamentali per eseguire un blocco nervoso eco guidato sono:

- La visualizzazione della regione anatomica d'interesse e la visualizzazione del nervo;
- Il raggiungimento della struttura bersaglio con l'ago e la successiva iniezione dell'anestetico

Le strutture interessate (nervi, vasi e tendini) possono essere studiati secondo due piani di scansione: longitudinale (*long axis, LAX*) o trasversale (*short axis, SAX*). La visione trasversale genera un'immagine di aspetto ovalare con una prospettiva antero-posteriore o latero-mediale; se si ruota la sonda di 90° in senso orario o antiorario la struttura

interessata verrà visualizzata longitudinalmente e apparirà con il caratteristico aspetto tubulare (immagini ecografiche da trovare).

### **COME MANOVRARE LA SONDA**

Ogni sonda ha un repere (un segno o un fregio) che corrisponde allato sinistro dell'immagine sullo schermo; ogni volta che impugnamo una sonda occorre verificare il corretto orientamento.

### **I NERVI PERIFERICI**

I nervi spinali emergono dal midollo spinale con una radice motoria ventrale e una radice sensitiva dorsale, il termine nervo periferico è usato per indicare la porzione del nervo spinale distale alle radici e al plesso. Le fibre più grandi veicolano gli impulsi motori o quelli della sensibilità tattile e propriocettiva; le fibre più piccole conducono gli impulsi della sensibilità dolorifica, termica e quelli neurovegetativi. Ogni fibra nervosa è avvolta da cellule di Schwann che, a loro volta, sono ricoperte dalla membrana basale e da fibre collagene. Il nervo è quindi un insieme di assoni fuori dal sistema nervoso centrale, tenuto insieme da tessuto connettivo.

Ecograficamente questa struttura si presenta come un insieme di tubuli ipoecogeni (fasci di fibre nervose) avvolti da tessuto iperecogeno (connettivo lasso). Quando ci muoviamo con la sonda la prima cosa da fare è orientarsi in modo che tutte le strutture anatomiche prese in considerazione siano visualizzate trasversalmente.

### **VISUALIZZAZIONE ECOGRAFICA DEI NERVI**

Una volta scelta la sonda, si procede con l'identificazione delle strutture anatomiche più facilmente riconoscibili in ecografia, quali i vasi, le ossa e le cavità ripiene di liquidi, che unite alle conoscenze topografiche anatomiche, permettono un facile reperimento delle strutture nervose d'interesse. La visualizzazione del nervo avviene più facilmente in SAX, inoltre consente una visione in tempo reale della distribuzione dell'anestetico locale.

In sezione trasversale i nervi possono apparire di forma rotondeggiante od ovalare; modificazioni nella forma del nervo possono dipendere dalle relazioni con le strutture adiacenti che incontra lungo il percorso.

La morfologia stessa conferisce alle strutture nervose diversi gradi di ecogenicità: a livello delle radici nervose, l'epinevrio nasce dalla diretta protrusione della dura madre ed è la sola struttura che protegge gli assoni immersi nel fluido extracellulare, che a questo livello, è il liquido cefalorachidiano. I setti connettivali perineurali che rivestono i fascicoli nei nervi periferici sono le diramazioni a cui va incontro la dura madre dopo che ha dato origine all'epinevrio; tanto più il nervo si spinge verso la periferia, tanto più esso è attraversato da una fitta trama d'interdigitazioni perineurali. Ne risulta che il nervo, osservato mediante un ecografo, presenterà un'ipoecogenicità prossimale, mentre distalmente risulterà essere più iperecogeno, col caratteristico aspetto a favo d'api (*honeycomb*).

È importante ricordare che i tessuti hanno la capacità di variare la loro ecogenicità in dipendenza dell'angolo d'incidenza del fascio di ultrasuoni; tale fenomeno, chiamato *anisotropia*, spiega come mai un piano di scansione non ottimale possa generare degli artefatti che causano un'alterata identificazione delle strutture anatomiche, cosa che non accade quando il fascio ecografico le attraversa perpendicolarmente.

Le cause che rendono un'immagine ecografica poco nitida possono essere:

- *Intrinseche*: conformazione anatomica del paziente, adiposità, spessore cutaneo, presenza di artefatti.
- *Estrinseche*: mal posizionamento della sonda (operatore-dipendente) scarsa risoluzione dell'immagine (strumento dipendente), tricotomia e scrub non eseguiti perfettamente.

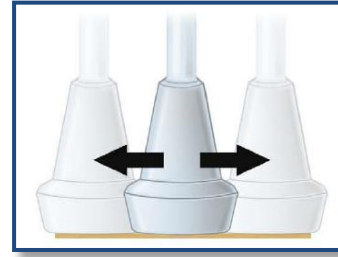
Occorre quindi agire sia sui parametri dell'ecografo sia variare la posizione della sonda per poter ottenere una buona immagine ecografica. Per quanto riguarda il posizionamento della sonda ci sono quattro movimenti fondamentali, definiti dall'acronimo **PART**, finalizzati a migliorare la visualizzazione del nervo:

- **P**ressure: pressione esercitata sulla sonda al fine di evidenziare strutture comprimibili; tale pressione riduce inoltre la distanza sonda-terget bersaglio;



Figura 3.12

- **Alignment** : scorrimento della sonda lungo il decorso del nervo;



**Figura 3.13**

- 
- 
- **Rotation**: rotazione della sonda in senso orario ed antiorario per migliorare l'orientamento del fascio ecografico in relazione al bersaglio;



**Figura 3.14**

- **Tilting**: basculare la sonda in senso antero-posteriore con lo scopo di dirigere il fascio ecografico il più possibile perpendicolare al nervo.



**Figura 3.15**

Questi movimenti devono fondersi in un concerto dinamico e costante, con lo scopo di mantenere nella stessa finestra acustica sia il target bersaglio sia l'ago manipolato dall'operatore.

### **QUALE AGO UTILIZZARE**

In letteratura sono riportati pareri differenti sulla visibilità ecografica dell'ago: secondo alcuni autori essa dipende dal calibro, maggiore è il diametro esterno, maggiore è la visibilità dell'ago (Chin KJ et al., 2008); altri ritengono che gli aghi sotto la guida ecografica siano visualizzati indipendentemente dal loro calibro, e la loro visibilità dipenda esclusivamente dalla struttura dell'ago stesso (Ivani & Mosetti, 2008).

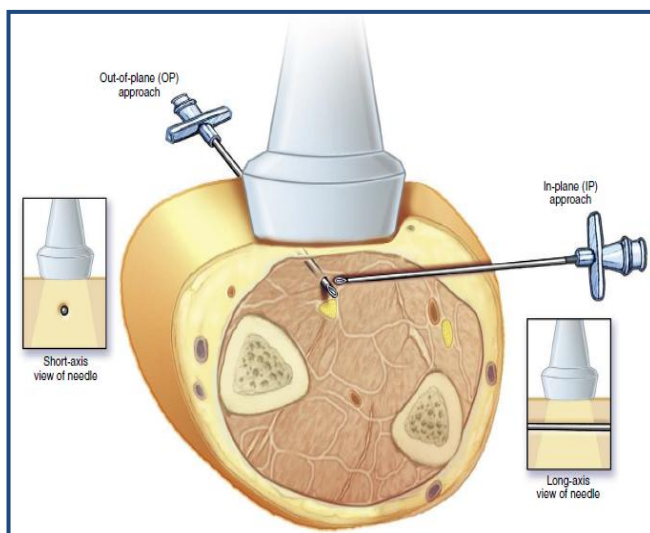
In Medicina umana è riportato l'uso di aghi di Tuohy per il blocco nervoso periferico eseguito alle radici, Boezaart suggerisce di considerare il blocco nervoso a questo livello come un vero e proprio blocco epidurale poiché l'epinevrio a questo livello nasce dalla diretta protrusione della dura madre; lo svantaggio nell'utilizzare questo tipo di

aghi è quello di essere meno confortevoli per il paziente e di provocare un maggior traumatismo dei tessuti, mentre il vantaggio risulta essere la notevole ecogenicità, soprattutto per quanto riguarda la punta.

Sono utilizzati anche aghi rigidi di Gauge e lunghezza variabili, dipendenti sia dal paziente sia dal target da bloccare; è importante ricordare che per quanto riguarda la lunghezza è meglio essere generosi per avere più margine di manovra nel triangolo sonda-ago-nervo. Per i blocchi eco guidati possiamo ricorrere all'ausilio di aghi neuro stimolanti, la neuro stimolazione può eventualmente confermare l'identità dei nervi; è importante sottolineare che in una certa percentuale di casi può dar luogo a falsi negativi.

### ALLINEAMENTO SONDA AGO

È consigliabile impugnare la sonda con la mano non dominante e l'ago con quella dominante. Esistono due modalità di inserimento dell'ago in rapporto al fascio di ultrasuoni; analogamente alle strutture nervose, l'ago può essere visualizzato sia lungo



**Figura 3.16:** Allineamento sonda-ago.

l'asse maggiore (ago e sonda sono in parallelo tra loro) sia lungo l'asse minore (ago e sonda sono perpendicolari tra di loro) (figura 3.14)

Nel primo caso, una volta inserito, l'ago viene visualizzato nel suo insieme; tale tecnica è nota come accesso "in plane".

Visualizzare l'ago in tutta la sua lunghezza, fino alla punta,

permette all'operatore di eseguire

movimenti precisi, riducendo il rischio di lesioni nervose e/o vascolari. La difficoltà di questa tecnica consiste nel mantenere l'ago nella stessa traiettoria del fascio di ultrasuoni.

Più l'ago è parallelo alla sonda, maggiore sarà la superficie d'incidenza offerta dal fascio di ultrasuoni e quindi maggiore sarà la percentuale di echi riflessi. Questo si esprime col concetto di *angolo d'incidenza*, ovvero l'angolo che viene a formarsi tra ago e fascio di ultrasuoni; maggiore risulterà essere tale angolo migliore sarà la

visualizzazione dell'immagine dell'ago. Il punto di penetrazione della cute è importante per poter ottenere un angolo di incidenza efficace, la distanza che passa dalla sonda al punto di penetrazione della cute è definita dell'*angolo d'attacco*, ovvero l'angolo che si viene a formare tra ago e superficie interna del piano cutaneo, e sarà modulata dall'operatore in funzione della conformità anatomica del paziente, del tipo di blocco e della profondità del target bersaglio. È evidente che maggiore sarà l'angolo di attacco, minore sarà l'angolo d'incidenza, con il conseguente peggioramento della visione ecografica dell'ago.

Nel caso in cui l'ago sia inserito in asse corto, si parla di accesso *out of plane* e viene visualizzato in sezione trasversa come un punto iperecogeno difficilmente apprezzabile e il movimento che gli viene richiesto si intuisce solamente dallo spostamento dei tessuti limitrofi. Con questo tipo di accesso l'ago interseca il fascio ecografico in un unico punto, quindi, una volta visualizzato, potrebbe trovarsi sopra o sotto il target nervoso, a causa dell'impossibilità di determinare con certezza la posizione della punta. Ne deriva che l'approccio in plane risulta essere preferito per la maggior sicurezza che conferisce.

### **INIEZIONE DELL'ANESTETICO LOCALE**

Contrariamente alle tecniche di localizzazione nervosa indiretta, l'ecografia permette sia l'iniezione di anestetico locale in prossimità delle strutture nervose sia una facile distribuzione intorno ad esse (*doughnut sign*, segno della ciambella) ciò determina un minor utilizzo di anestetico locale e di conseguenza una riduzione dei rischi da tossicità sistemica, soprattutto quando si eseguono blocchi multipli. Una volta portata la punta dell'ago in prossimità del nervo, dopo un test negativo di aspirazione, si potrà iniettare un bolo senza che questo provochi dolore, se il paziente è cosciente, o resistenza all'iniezione; per valutare il corretto posizionamento dell'ago e la diffusione di anestetico locale è auspicabile iniettare piccoli boli ripetuti. L'AL si presenta come un'area ipo-aneconica facilmente distinguibile dai tessuti circostanti, talvolta quando il nervo non è chiaramente distinguibile l'AL svolge il ruolo di "mezzo di contrasto" evidenziando i margini della struttura nervosa. Ciò risulta molto utile quando siamo di fronte a blocchi di nervi di piccolo calibro, il cui decorso passa attraverso setpimenti connettivali che ne rendono difficile la visione ecografica.

Per poter ottenere la distribuzione ottimale dell'anestetico locale (*doughnut sign*) è necessario spostare la punta dell'ago ai poli antero-posteriore e/o latero-mediale del

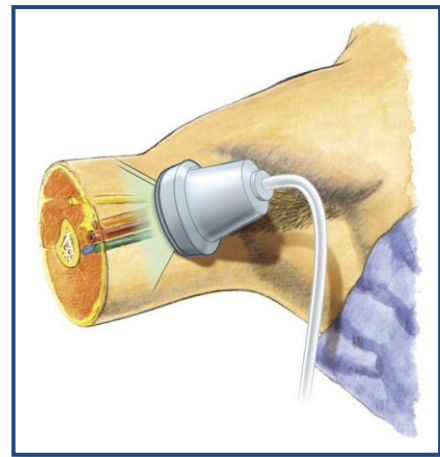
nervo in rapporto alla sua immagine ecografica trasversale; per poter modificare il decorso dell'ago basterà retrarlo e reintrodurlo modificando l'angolo di incidenza, verrà così impressa una nuova traiettoria lungo cui far avanzare l'ago fino al punto stabilito. Proprio grazie alla possibilità di visualizzare l'anestetico locale, non sono riportate indicazioni sulla dose minima efficace in guida ecografica per ottenere il blocco desiderato; rimane comunque di fondamentale importanza conoscere il volume massimo che può essere somministrato al paziente per poter evitare possibili reazioni avverse. Nonostante la visione in "real time" escluda l'eventuale iniezione intraneurale/vascolare in Medicina umana è consigliato rispettare due criteri di sicurezza:

- Iniezione della soluzione anestetica a una velocità  $\leq 1$  ml ogni 3 secondi, con lo scopo di mantenere una pressione d'iniezione tale da non creare danno permanente in caso di iniezione intraneurale;
- Test di aspirazione ogni 5 ml, per escludere l'iniezione intravasale

### **3.3.1 TECNICHE DI ALR ecoguidata PER IL BLOCCO DEL RUMM medicina umana**

L'anestesia loco regionale dell'arto toracico con tecniche alla cieca è praticata da oltre cinquant'anni; è importante avere una buona conoscenza anatomica per aumentare la probabilità di successo a discapito di possibili complicazioni associate a questo blocco.

Proprio la natura invasiva e potenzialmente molto dolorosa degli interventi chirurgici sull'arto toracico rende necessaria un'anestesia loco regionale sicura ed efficace per questa parte del



**Figura 3.17** Posizione del trasduttore

### **3.3.2 APPROCCIO ASCELLARE IN medicina umana**

Il blocco del plesso brachiale con approccio ascellare risulta utile per interventi chirurgici del gomito, dell'avambraccio e della mano. Interventi più prossimali



richiedono, per garantire una sufficiente anestesia, un blocco sopraclavicolare o infraclavicolare. Fondamentale è essere a conoscenza di quanto sarà estesa la breccia operatoria, per evitare che questa si estenda oltre i limiti dell'area interessata dall'anestetico locale.

L'uso di cateteri perineurali rende possibile un'adeguata analgesia postoperatoria (Brown, 2010).

### **SCELTA DEL PAZIENTE**

Proprio a causa dell'accesso di questo blocco, è richiesto che il paziente possa abduire il braccio dalla spalla; con l'esperienza dell'anestesista questo movimento può essere ridotto al minimo, rimane comunque impossibile effettuare la procedura con il braccio a lato del corpo.

### **ANESTETICI IMPIEGATI**

Gli anestetici locali più usati, quando si affrontano chirurgie poco invasive, sono la lidocaina (1% a 1,5%) e la mepivacaina (1% a 1,5%); per interventi chirurgici più invasivi, che richiedono il ricovero in ospedale, si preferiscono usare la bupivacaina (0,5%) e la ropivacaina (0,5% a 0,75%). A differenza dei primi due anestetici locali, che offrono una copertura anestetica di 2-3 ore, la ropivacaina e la bupivacaina garantiscono un'azione anestetica di 4-6 ore.

Ropivacaina e bupivacaina trovano impiego nell'utilizzo di cateteri perineurali, a concentrazioni dello 0,25% e 0,2%, per un'ulteriore analgesia post-operatoria.

### **BLOCCO ECO-GUIDATO**

Il paziente è posizionato supino con braccio a 90° rispetto al torace; si posiziona la sonda a livello dell'ascella perpendicolarmente all'asse maggiore al fascio nervoso (figura 3.4); prima di inserire l'ago bisogna essere sicuri di aver identificato i quattro nervi. Può succedere che il muscolocutaneo non sia visibile nella stessa immagine degli altri tre, questo perché spesso si sposta anteriormente e lateralmente all'arteria brachiale di qualche centimetro; vi è una forte variabilità individuale nelle strutture nervose a livello ascellare.

L'ago è introdotto in-plane con il trasduttore, basculando con la sonda fintanto che non si ottiene una buona immagine dell'ago e dei nervi interessati; l'anestetico viene posto intorno ad ogni singolo bersaglio.

La tecnica appena descritta può essere effettuata sia utilizzando semplici aghi, sia usando aghi da neuro stimolazione.

### **3.3.3 BLOCCO ECOGUIDATO dell'avambraccio in medicina umana**

Il paziente è posto in decubito supino con il braccio abdotto a 90° e mano in supinazione; si utilizza una sonda lineare impostata a una frequenza tra i 10 e i 18 MHz ed aghi da 22 G.

Per identificare il nervo radiale, che si divide nei suoi rami terminale profondo e superficiale subito dopo l'articolazione, è preferibile posizionare la sonda nella fossa anticubitale, lateralmente al tendine del bicipite; il punto di miglior visualizzazione del nervo è spesso immediatamente prossimale all'epicondilo laterale dell'omero. La visualizzazione si ottiene mettendo il trasduttore su un piano trasversale rispetto al braccio; dato che il nervo cutaneo posteriore si stacca dal radiale molto più prossimalmente, non viene garantita l'anestesia della faccia dorsale dell'avambraccio.

Per la ricerca del nervo mediano, si estende l'arto, anche in maniera forzata, per favorire l'appiattimento dei muscoli flessori dell'avambraccio; la sonda viene spostata disto medialmente su un piano trasversale fino a raggiungere la porzione volare dell'avambraccio distale. Il nervo mediale si colloca tra i tendini dei muscoli palmare lungo e flessore radiale del carpo.

Il nervo ulnare viene visualizzato sull'ecografo spostando la sonda più medialmente, esso appare come una struttura indipendente e ben definita, iperecogena e con il caratteristico aspetto a favo d'ape; l'arteria ulnare decorre medialmente al nervo.

### **3.3.4 RUMM BLOCK in medicina veterinaria (nel cane)**

Ad oggi in bibliografia sono solo 3 gli articoli che affrontano il blocco dei nervi dell'arto anteriore nel cane con tecnica ecoguidata. Di questi Guilherme affronta l'anatomia ecografica e il posizionamento della sonda per individuare i nervi.

#### **Anatomia ecografica dei nervi**

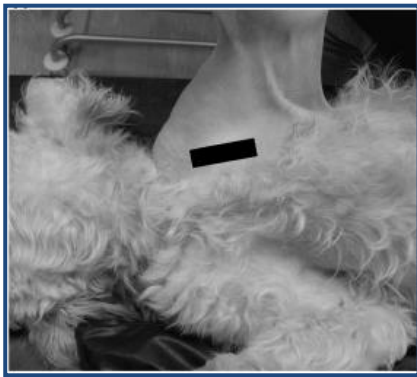
In un articolo del 2008, Guilherme e Benigni affrontano lo studio anatomico, mediante ecografia, del plesso brachiale e dei maggiori



**Figura 3.18:** Approccio laterale.

nervi dell'arto toracico; lo studio è stato fatto su un gruppo di cadaveri di cani. Per lo studio nei nervi ulnare, mediano e muscolocutaneo il soggetto è stato posto prima in decubito laterale con l'arto da analizzare posto verso il basso dopodiché in decubito dorsale con l'arto in osservazione abdotto; la sonda è sempre stata appoggiata sulla faccia mediale dell'omero (figura3.17). Il nervo radiale ha subito un procedimento simile solo che durante il decubito laterale la sonda è stata appoggiata sulla faccia laterale dell'arto opposto al lato del decubito; lo studio del nervo radiale è avvenuto sulla porzione distale dell'omero.

Una minima presenza di modificazioni ecografiche post mortali, riconducibili soprattutto a una diminuzione dell'ecogenicità interna al nervo è da ritenersi probabilmente legata a fenomeni degenerativi post morte (Benigni, 2007). Guilherme e Benigni, durante l'analisi del plesso brachiale, riportano l'immagine dei nervi radiale, ulnare, mediano e muscolocutaneo ottenuta posizionando la sonda nel cavo ascellare (Figura 3.18)



Posizionando il trasduttore trasversalmente, sulla faccia mediale dell'omero, l'immagine dei nei nervi ulnare mediano e muscolocutaneo compare a circa metà lunghezza omerale. A questo livello il n.muscolocutaneo corre cranialmente all'arteria brachiale e ha un diametro di 0,5 mm. Il n.mediano e il n. ulnare si trovano tra l'arteria brachiale e la

**Figura 3.19:** Approccio ascellare. vena; i vasi sono distinguibili dai nervi utilizzando il color-Doppler. Entrambi i vasi risultano avere un diametro maggiore dei nervi, il n.mediano corre cranialmente all'ulnare e misura circa 1mm di diametro contro l' 1,5 del dell'ulnare.

Se posizioniamo la sonda trasversalmente all'omero, sulla sua faccia medio-caudale, possiamo osservare il n. radiale come un cluster di strutture ipoecogene, di circa 0,5-1 mm di diametro, circondati da una rima iperecogena. La branca superficiale del nervo radiale si può osservare posizionando il trasduttore perpendicolarmente alla faccia laterale dell'omero distale; risulta avere un diametro di circa 0,5 mm (Guilherme & Benigni, 2008)

Gli autori riportano inoltre che durante le immagini trasversali alcuni nervi sono visibili come piccole componenti neuronali in stretta associazione tra loro; questa caratteristica è stata poi confermata dalla dissezione del cadavere. Questo aspetto multi tubulare

rende più difficoltoso il riconoscimento del nervo; questa difficoltà si è esplicitamente manifestata nel nervo radiale, che essendo formato da un cluster di piccole componenti, può essere confuso con il normale pattern muscolare adiacente.

Ricordiamo che l'articolo non si prefiggeva come obiettivo il compito di misurare i diametri medi dei vari nervi, i valori riportati sono solo per permettere un più facile riconoscimento delle varie strutture durante l'ecografia; una notevole variazione del diametro è comprensibile quando si comparano cani di differente peso e corporatura.

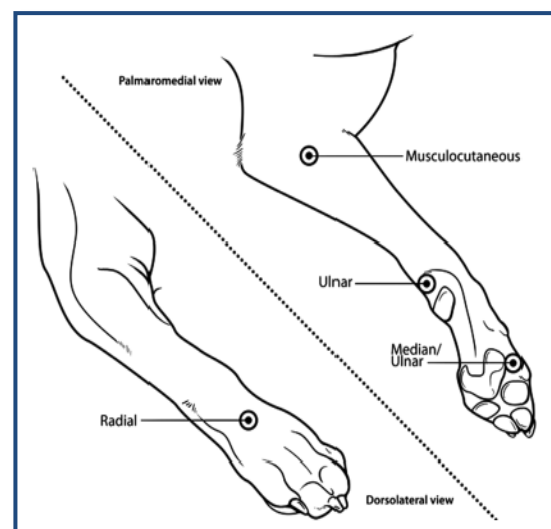
Rimane essenziale per una buona visione ecografica il corretto posizionamento della sonda che è dipendente, non solo dall'esperienza dell'operatore, ma anche dalle caratteristiche anatomiche del paziente; eventuali modificazioni nel posizionamento della sonda devono essere ricordate per una corretta valutazione dell'immagine ecografica (Guilherme & Benigni, 2008).

### Valutazione della durata del blocco

Trumpatori e colleghi hanno invece affrontato il blocco dei nervi RUMM per valutarne la durata e l'efficacia; i pazienti sottoposti a questo studio non hanno subito interventi chirurgici ma delle stimolazioni cutanee nel corso delle 24 ore successive al blocco (Trumpatori et al., 2009)

L'obiettivo era quello di trovare una valida alternativa al blocco del plesso brachiale a livello ascellare, per poter garantire una sufficiente analgesia nelle aree di avambraccio, metacarpo e carpo; questo bisogno nasce dal fatto che il blocco del plesso brachiale senza l'ausilio di neuro stimolatore o ecografo è una procedura complicata (Quandt, 1996; Bouaziz, 1997; Joubert, 2002) non esente da possibili complicazioni tra cui: trauma delle strutture vascolari, trauma iatrogeno del plesso brachiale, secondario pneumotorace (Lemke, 2000; 2008).

Il blocco dei nervi RUMM a livello medio omerale è una tecnica già conosciuta come alternativa al blocco ascellare in Medicina umana (Dupré, 1994; Bouaziz, 1997); una tecnica simile era già stata descritta in



Medicina veterinaria, ma senza riportare i **Figura 3.20:** Aree di stimolazione. risultati e l'efficacia clinica (Lumb, 1984; Lemke, 2000).

La tecnica è stata valutata analizzando le soglie nocicettive a stimoli meccanici nei quattro dermatomeri di pertinenza dei rispettivi nervi; l'anestetico locale utilizzato è stata la bupivacaina 0,5%. I siti per la stimolazione algica sono stati presi dalla bibliografia (Kitchell, 1980; DeLaHunta, 1983; Kitchell, 1993); per il radiale l'area è situata sulla faccia dorsale dell'articolazione brachio-metacarpale; per il n. ulnare il test è stato eseguito a distanza di circa 1 cm prossimale al cuscinetto carpale; la stimolazione per la valutazione del n. muscolocutaneo è stata effettuata a circa 1 cm distale all'epicondilo mediale; infine l'area deputata all'innervazione dei nervi ulnare e mediano è stata riconosciuta essere la cute della superficie palmaro-mediana (figura 3.19)

Il protocollo anestesilogico prevedeva: induzione con propofol a 4-6 mg/kg EV e mantenimento con isoflurano (1,2%); per il blocco è stata usata bupivacaina 0,5% a 0,5 mg/kg (0,1 ml/kg) per l'approccio laterale mentre per il mediale bupivacaina 0,5% a 0,75 mg/kg (0,15 ml/kg); le stimolazioni algiche sono iniziate un'ora dopo l'ultima iniezione.

La valutazione nocicettiva è stata effettuata con delle forbici di Kelly opportunamente modificate in grado di rilevare l'esatta pressione esercitata sulla cute creata per il suddetto studio (Trumpatori et al., 2009) (Figura 3.20).

Dallo studio è risultato che il RUMM block ha determinato un aumento della soglia nocicettiva per 4-10 ore, la durata del blocco si è verificata maggiore nell'ordine: radiale mediano, muscolocutaneo ed ulnare.

Parte della differenza è dovuta ai differenti volumi di anestetico locale utilizzato e parte alle caratteristiche anatomiche; per quanto

riguarda il n. radiale la regione anatomica in cui avviene il blocco previene una dispersione di anestetico locale, cosa che invece non accade per i nervi ulnare, mediano e muscolocutaneo.

A differenza di quanto avviene in Medicina umana, in Medicina veterinaria raramente l'anestesia loco regionale è usata come unica fonte di analgesia.

Nonostante l'elevato aumento della soglia nocicettiva, il blocco totale si è ottenuto su un solo arto; questo pone il RUMM block non come unico componente per protocollo analgesico, ma piuttosto una valida scelta all'interno di un piano analgesico bilanciato.



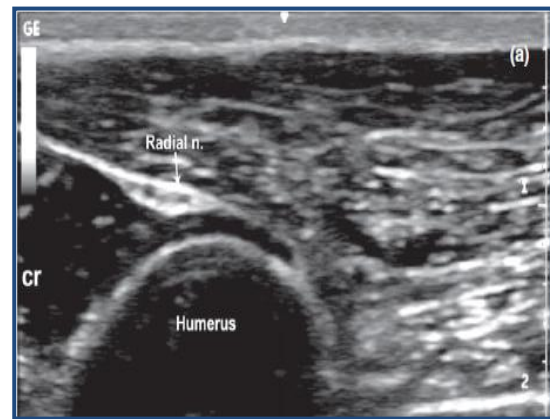
**Figura 3.21:** Forbici Kelly modificate

L'autore è tuttavia consapevole che con l'ausilio di neuro stimolatori o sonde ecografiche l'efficacia del blocco sarebbe stata sicuramente maggiore.

In bibliografia esiste un caso di ALR ecoguidata del RUMM nel cane , Portela et al 2013 eseguito in paziente riportano l'uso del RUMM block per fornire analgesia a un cane che doveva essere sottoposto a chirurgia per una lussazione di metacarpo.

La tecnica usata ha previsto l'ausilio del neuro stimolatore e dell'ecografo per la ricerca di nervi. Il paziente è stato posto sul decubito laterale destro e la sonda ecografica è stata appoggiata sulla faccia laterale dell'arto toracico, perpendicolare all'asse maggiore del braccio a metà distanza tra la metà

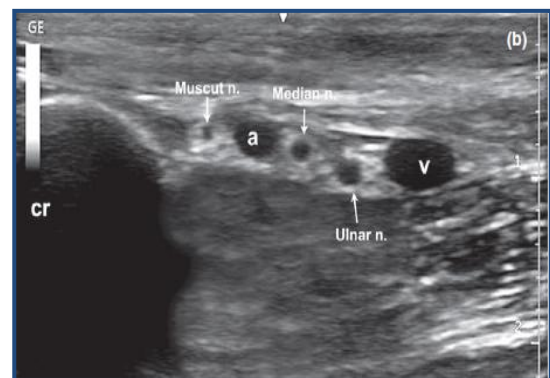
distale dell'omero e l'epicondilo laterale. Ottenuta la visione del nervo radiale (fig 3.21) si è introdotto un ago da neuro stimolazione (0,6 mA, 0,1 ms and 2 Hz) in senso cranio-caudale usando la tecnica "in-plane". Una volta visualizzata la contrazione dei muscoli radiale del carpo e dell'estensore comune delle dita sono stati



**Figura 3.22:** Nervo radiale.

inoculati 0,09 mL/kg di ropivacaina 0,5%. Per il blocco dei nervi ulnare, mediano e muscolocutaneo è stato abdotto l'arto e la sonda è stata posizionata trasversalmente sulla faccia mediale dell'omero; la finestra ecografica ottenuta permette di identificare i

nervi e le strutture vasali vicine (fig 3.22). L'ago è stato inserito con tecnica "in-plane" in senso cranio-caudale in direzione dei nervi mediano ed ulnare; una volta ottenuta la flessione di carpo e falangi sono stati iniettati 0,1 mL/kg di ropivacaina 0,5%. Successivamente l'ago è stato reindirizzato verso il nervo muscolocutaneo, e ottenuta la flessione



**Figura 3.23:** Nervi ulnare, mediano e muscolocutaneo.

dell'avambraccio, sono stati inoculati 0,05 mL/kg di ropivacaina 0,5%. Durante tutti i blocchi l'ago è stato riposizionato per avere una diffusione omogenea dell'anestetico locale. Il risveglio del paziente è stato veloce, silenzioso e tranquillo; per le tre ore successive il cane è stato monitorato per valutarne il dolore post-operatorio.

Il blocco si è rivelato utile nella copertura analgesica sia intra che peri operatoria; gli autori ricordano che l'utilizzo dell'ecografo possa essere fondamentale nella riduzione dei volumi di anestetico locale usato.

# **CAPITOLO 4**

## **STUDIO CLINICO**

### **4.1 INTRODUZIONE**

L'anestesia loco regionale è un campo di ricerca in continuo sviluppo, numerose sono le evidenze scientifiche che ne dimostrano un ruolo sempre più importante all'interno di un approccio multimodale al dolore. In campo veterinario negli ultimi anni l'interesse verso l'anestesia locoregionale è cresciuto, ne è evidenza l'incremento di pubblicazioni a riguardo ma molto è ancora rimasto da fare in termini di efficacia e sicurezza. Lo scopo ultimo dell'anestesia locoregionale rimane quello di garantire una copertura analgesica sia durante il periodo operatorio sia nel periodo postoperatorio, evitando sofferenza al paziente e riducendo la somministrazione di oppioidi per via sistemica.

Nelle chirurgie che interessano l'arto anteriore i blocchi nervosi periferici (BNP) possono essere divisi in due grandi gruppi: quelli che interessano il blocco del plesso brachiale, quindi in prossimità dell'emergenza dei nervi che innervano l'arto anteriore; e quelli invece che richiedono un blocco dei nervi radiale, ulnare, mediano e muscolocutaneo, (blocco RUMM) interessando quindi la porzione più distale dell'arto, dal gomito in giù. Il blocco RUMM nel cane è una tecnica conosciuta, tuttavia la metodica con cui si esegue il blocco attualmente, indipendentemente dall'ausilio di neurostimolatore o ecografo, rimane quella descritta da Trumpatori (2010) dove il paziente deve essere posizionato su entrambi i decubiti laterali prima di poter completare il blocco; il decubito laterale con l'arto rivolto verso l'altro permette il blocco del nervo radiale, il decubito laterale con l'arto da bloccare rivolto verso il basso, permette il blocco dei nn. ulnare, mediano e muscolocutaneo e ad oggi in bibliografia non ci sono studi clinici di questo blocco ma solo uno studio anatomico ed un case report. A differenza di quanto avviene in Medicina Umana, dove ci sono numerose tecniche di anestesia loco regionale dell'arto anteriore, in Medicina Veterinaria l'alternativa è ridotta al blocco del plesso brachiale.



## **4.2 SCOPO DEL LAVORO**

Questo lavoro nasce dall'esigenza di trovare una finestra ecografica che permetta di visualizzare contemporaneamente tutti i nervi coinvolti: radiale, ulnare, muscolocutaneo e mediale permettendo l'esecuzione di un blocco nervoso periferico mantenendo il paziente in un unico decubito e la somministrazione dell'anestetico locale in single shot. Le fondamenta di questo studio si basano sull'utilizzo dell'ecografo che permette la visione dei nervi RUMM sia che la sonda sia appoggiata sulla faccia laterale dell'omero sia che si appoggi sulla faccia mediale. Una volta confermata l'ipotesi che i nervi sono visibili in entrambe le posizioni, ci siamo posti la domanda dell'effettiva efficacia intra e post operatoria dei blocchi che ne sarebbero conseguiti. L'idea di fondo che ha mosso l'intero studio è stata quella di cercare un'area anatomica che permettesse un blocco sicuro, veloce, efficace e duraturo nel tempo. Quindi, dopo aver effettuato uno studio anatomico, abbiamo eseguito i BNP eco-guidati da noi ideati in pazienti sottoposti a chirurgia dell'arto anteriore.

## **4.3 MATERIALI E METODI**

Lo studio, eseguito presso il Dipartimento di Scienze Veterinarie dell'Università di Pisa è stato suddiviso in due fasi:

Fase 1: Studio anatomico dei nervi radiale, ulnare, mediano e muscolocutaneo della regione medio-proximale dell'omero e ricerca di un'immagine ecografica che permetta la visualizzazione dei nervi radiale, mediano, ulnare e muscolocutaneo contemporaneamente sia se approcciati sulla faccia mediale dell'omero sia su quella laterale, tale da consentire lo sviluppo di una tecnica eco guidata di anestesia loco regionale "single shot" e singolo approccio .

Fase 2: Valutazione dell'applicabilità clinica e dell'effetto analgesico di tali tecniche ecoguidate in cani sottoposti ad interventi ortopedici nelle regioni di gomito, avambraccio metacarpo e carpo.

### **Fase 1**

Per la prima parte dello studio sono stati utilizzati 8 cadaveri di cani sottoposti ad eutanasia presso il Dipartimento per cause non correlate con lo studio, di peso variabile

tra i 20 kg e i 40 kg; per un totale di 16 arti anteriori studiati.

Il primo step è stato quello di studiare ecograficamente il decorso dei nervi dalla testa dell'omero fino alla prossimità distale del gomito per valutare le aree anatomiche che permettessero una visione ecografica completa dei 4 nervi; il tragitto nervoso è stato valutato sia lungo la faccia mediale sia lungo la faccia laterale dell'omero a diverse altezze. Alla fine di questo step sono state individuate tre aree che rispettavano i criteri da noi ricercati:

- La prima sulla faccia laterale metà della distanza tra l'epicondilo mediale e il punto più prossimale in cui si palpa la metafisi.
- La seconda sulla faccia mediale omerale tra il secondo e terzo distale (le regioni anatomiche corrispondevano a quelle descritte in letteratura).
- La terza area a livello parascellare.

Per il secondo step sono stati divisi gli arti studiati in 3 gruppi in funzione del tipo di approccio che avrebbero subito:

- Gruppo mediale (5 arti) (**GM**): approccio con la sonda ecografica sulla faccia mediale dell'omero.
- Gruppo laterale (5 arti) (**GL**): approccio con la sonda ecografica sulla faccia laterale dell'omero.
- Gruppo parascellare (6 arti) (**GP**): la sonda veniva posizionata in prossimità dell'incavo ascellare.

Identificate e fissate le aree di interesse è stata eseguita l'inoculazione di blu di metilene al 2% con un volume di 0,1 mL/kg, diviso in 1/3 del volume per il n. radiale e i rimanenti 2/3 per i nn. ulnare, mediano e muscolocutaneo, previa visualizzazione ecografica delle strutture nervose. Il corretto posizionamento del liquido è stato valutato, durante l'inoculazione, con l'immagine ecografica della classica "ciambella", successivamente mediante dissezione anatomica andando a valutare l'intensità della colorazione delle strutture nervose e la lunghezza della superficie nervosa colorata. Veniva considerata sufficiente una colorazione totale della fibra nervosa superiore a 3,5 mm (Raymond et al., 1989).

## **Fase 2**

In questa parte dello studio siamo andati a verificare e paragonare le 3 tecniche da noi studiate. Per fare ciò sono stati reclutati 18 cani sottoposti a chirurgie ortopediche

dell'arto anteriore pervenuti presso l'Ospedale Didattico Mario Modenato. Le chirurgie prevedevano come aree anatomiche interessate: l'articolazione del gomito, l'avambraccio, il metacarpo e il carpo.

I soggetti sono stati suddivisi in maniera random in tre gruppi: un gruppo ha ricevuto il blocco con approccio mediale (**GM**), il secondo il blocco con accesso laterale (**GL**), infine il terzo la tecnica parascellare (**GP**). L'anestetico locale impiegato è stato ropivacaina a 0,2 ml/kg allo 0,5%. Il volume totale è stato suddiviso in 1/3 per il blocco del n. radiale e 2/3 per il blocco dei nn. ulnare, mediano e muscolocutaneo. Tutti i soggetti inclusi nello studio sono stati valutati come ASA1-2 e sottoposti a visita anestesiologicala ed esami preoperatori. I proprietari sono stati informati delle procedure utilizzate in ogni singolo caso ed hanno firmato il consenso per l'arruolamento dei soggetti nello studio; tale consenso prevedeva anche la degenza di una notte per il trattamento analgesico postoperatorio del paziente.

Il protocollo anestesiologicalo è stato lo stesso in tutti e 3 i gruppi e ha previsto il posizionamento di un accesso vascolare alla vena cefalica collaterale o nella safena laterale, acepromazina (Prequillan fiala 10 ml, Fatro Spa) 10 mcg/kg per via endovenosa (EV) in premedicazione, Ringer lattato a 10 ml/kg/h. Venti minuti post acepromazina è stato somministrato un bolo di fentanyl a 5 µg/kg (Fentadon®, 50 mcg/ml, Dechra ) per via endovenosa.

Successivamente l'induzione è stata ottenuta utilizzando il propofol (Propofol®, 10 mg/ml, Merial, Italia) per via endovenosa, fino ad ottenere un piano anestesiologicalo compatibile per un'intubazione tracheale. Il mantenimento dell'anestesia è stato effettuato mediante la somministrazione di isoflurano (Isoflo®, 250 ml, Esteve) in una miscela di aria e ossigeno per ottenere un FiO<sub>2</sub> del 70%.

Il monitoraggio prevedeva la misurazione dei seguenti parametri: frequenza cardiaca (FC), frequenza respiratoria (FR), saturazione parziale di ossigeno (SpO<sub>2</sub>), pressione arteriosa sistolica invasiva (PAS-IBP), pressione arteriosa media invasiva (PAM-IBP), pressione arteriosa diastolica invasiva (PAD-IBP), riflesso palpebrale, posizione del bulbo oculare, concentrazione di CO<sub>2</sub> a fine espirazione (EtCO<sub>2</sub>), frazione espirata di isoflurano (FeIso) e temperatura (T°).

In caso di nocicezione intraoperatoria (aumento del 20% della frequenza cardiaca o della pressione arteriosa media o della frequenza respiratoria rispetto ai valori rilevati a T0 o alla misurazione immediatamente precedente) si procedeva all'esecuzione di una rescue analgesia che prevedeva la somministrazione fino a due boli di fentanyl da 2

µg/kg; laddove dopo 2 boli i parametri cardiocircolatori e respiratori non fossero rientrati, il protocollo dello studio prevedeva la somministrazione di fentanyl in infusione continua a concentrazione variabile incrementando la dose di 1 µg/kg/h fino al rientro dei sopraddetti parametri.

In caso di diminuzione del piano anestesiológico, evidenziato da un aumento della FR, ritorno del riflesso palpebrale con FeIso sotto la MAC e in assenza di stimolazioni algiche, il protocollo di rescue prevedeva un bolo di propofol da 1 mg/kg.

In caso di ipotensione (PAM < 60 mm Hg) il protocollo prevedeva il trattamento con un bolo da 3-5 mL/kg di cristalloidi (ipotensione da ipovolemia) o somministrazione in infusione continua di dopamina a dosaggio variabile da 2 a 5 µg/kg/min (ipotensione per vasodilatazione).

In caso di bradicardia il protocollo prevedeva il trattamento dei pazienti con somministrazione di atropina a 0,02 mg/kg EV; i fenomeni di bradipnea, numero di atti respiratori <8, o di ipercapnia, EtCO<sub>2</sub> >45 mmHg, prevedevano l'ausilio della ventilazione meccanica.

I pazienti sono stati monitorati prima dell'inizio della chirurgia (T base) e ogni 5 minuti per tutta la durata della procedura, prendendo dei tempi chirurgici:

- T0: 5 minuti prima del campo operatorio.
- T1: Fissaggio dei teli con le backhaus.
- T2: Incisione di cute e sottocute.
- T3: Dissezione muscolo.
- T4: Incisione periostio.
- T5: Sutura piani profondi.
- T6: Sutura sottocute.
- T7: Sutura cute.

A fine intervento al paziente sono stati somministrati 4 mg/kg di Carprofen EV (Rimadyl® 50 mg/ml, Pfizer Italia).

Il monitoraggio postoperatorio veniva eseguito a partire dal momento in cui il paziente alzava la testa e proseguiva con cadenza oraria. Il monitoraggio postoperatorio è stato eseguito al fine di valutare la durata e grado della copertura analgesica fornita dal blocco nel periodo postoperatorio; la valutazione algica è avvenuta tramite l'utilizzo della scala del dolore di Glasgow; sono stati inoltre valutati i tempi di ripresa della propriocezione e la sensibilità cutanea. Sono stati quindi riportati i tempi che sono

intercorsi dal blocco fino al ripristino della propriocezione e dal blocco fino al ripristino della sensibilità cutanea.

Quando la scala indicava un punteggio di dolore moderato (>5) si procedeva con la somministrazione di metadone 0,2 mg/kg per via intramuscolare e si considerava l'azione del blocco nervoso periferico concluso e si procedeva da quel momento in poi alla somministrazione ogni 4h del metadone fino alla dimissione.

Il monitoraggio veniva considerato concluso con la prima somministrazione di metadone.

### **Analisi statistica**

I dati sono stati valutati per la distribuzione normale mediante test di D'Agostino Pearson. L'analisi dei parametri nel tempo per ogni gruppo è stata effettuata mediante ANOVA ad una via per dati ripetuti con un test di Tukey come post hoc. L'analisi dei parametri per ogni tempo tra i 3 gruppi è stata effettuata mediante ANOVA ad una via con un test di Bonferroni come post hoc. L'analisi dei dati non parametrici (punteggio dolore) è stata effettuata mediante test di Friedmann con test di Dunn's come post hoc. Sono stati considerati significativi valori per  $p < 0,05$ . Il programma GraphPad Prism® è stato utilizzato per effettuare l'analisi statistica e per i grafici.

## **4.4 RISULTATI**

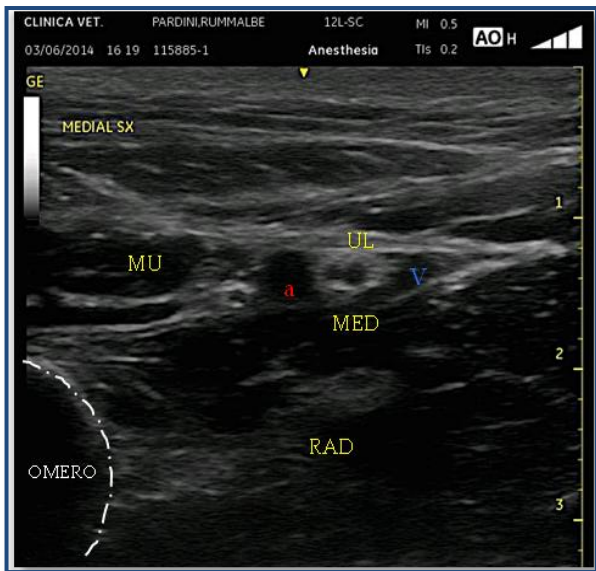
### **Fase 1**

Ogni soggetto del GM è stato posto in decubito laterale con l'arto in oggetto di studio rivolto verso il basso, in modo da formare un angolo di 90° con il torace. È stata eseguita una tricotomia della faccia mediale dell'omero e un successivo scrub per eliminare le ulteriori impurità, tali operazioni sono fondamentali per poter ottenere immagini ecografiche significative. La sonda è stata appoggiata perpendicolarmente all'asse maggiore dell'omero a livello del secondo medio prossimale; una volta visualizzati i punti di repere (omero, arteria e vena brachiale) l'immagine migliore è stata ottenuta basculando con il trasduttore. Dall'immagine ottenuta si nota che i nervi ulnare e mediano sono situati tra l'arteria brachiale e la vena, il n. muscolocutaneo cranialmente all'arteria brachiale e il nervo radiale ventrale alle strutture sopra citate (Figura 4.1). L'inserimento dell'ago è stato eseguito in senso caudo-craniale, bagnando

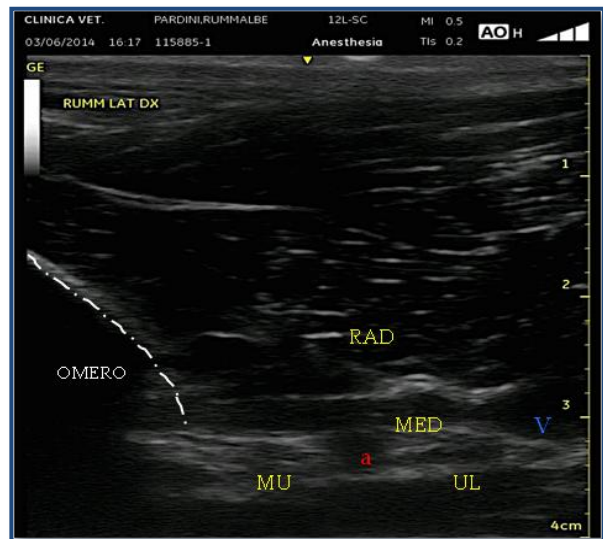
da prima i nn. muscolocutaneo, mediano e ulnare e, una volta reindirizzato l'ago, il nervo radiale. È stato successivamente inniettato blu di metilene 2% a 0,1 ml/kg, diviso in 1/3 del volume totale per il nervo radiale e per i 2/3 per i nervi ulnare, mediano e muscolocutaneo.

Dalla dissezione anatomica è risultato che mentre i nn. mediano ulnare e muscolocutaneo hanno presentato una colorazione totale ed intensa con blu di metilene, il nervo radiale presentava colorazioni parziali in 2 casi.

I soggetti del GL sono stati posti in decubito laterale con l'arto interessato allo studio rivolto verso l'alto perpendicolare al tronco. Sono stati ripetuti i passaggi di tricotomia, che ha compreso tutta la faccia laterale dell'omero, dalla tesata fino al gomito, e scrub della zona d'interesse. La sonda è stata appoggiata perpendicolarmente all'asse lungo dell'omero tra il secondo e il terzo distale. Sono stati ricercati i punti



**Figura 4.1:** Approccio mediale.



**Figura 4.2:** Approccio laterale

di reperi: a. brachiale, v. brachiale e omero; una volta individuati si procedeva alla ricerca di un'immagine che permettesse di visualizzare tutte e quattro le strutture nervose basculando con la sonda. L'immagine ecografica si presentava con: il n. radiale al centro dell'immagine e ventralmente ad esso erano riconoscibili il n. muscolocutaneo tra l'ombra dell'omero e l'arteria brachiale e i nn. ulnare e mediano tra l'arteria brachiale e la vena (Figura 4.2). L'inserimento dell'ago è stato effettuato procedendo in senso caudo-craniale bagnando prima il n. radiale e successivamente, una volta reindirizzato l'ago, i nn. ulnare, mediano e muscolocutaneo. L'inoculazione prevedeva 0,1 ml/kg di blu di metilene 2%, di tale volume 1/3 per il radiale e 2/3 per i nervi ulnare, mediano e muscolocutaneo. Alla

dissezione anatomica i nervi radiale ulnare e mediano presentavano colorazioni uniformi; il nervo muscolocutaneo in 2 casi una colorazione parziale. Ogni soggetto del GP è stato posto in decubito dorsale, con l'arto in oggetto dello studio abdotto in modo che risultasse perpendicolare alla linea del corpo. Eseguendo una tricotomia della regione del braccio, dell'ascella e di una piccola parte della regione latero-ventrale del torace, è stata ottenuta una visione ecografica delle strutture anatomiche immediatamente ventrali a questa. Per ottenere una finestra ecografica ancora più nitida è stato eseguito uno scrub con alcool denaturato, per ridurre le impurità presenti sulla cute.

La sonda ecografica è stata posta perpendicolare all'asse maggiore dell'omero, a livello del primo medio prossimale, dei movimenti laterali sono stati applicati alla sonda ecografica allo scopo di visualizzare i nervi RUMM, in sezione trasversale, lungo il loro decorso. Come visto dallo studio anatomico e dalla bibliografia, i nervi in questa area anatomica corrono paralleli e molto vicini

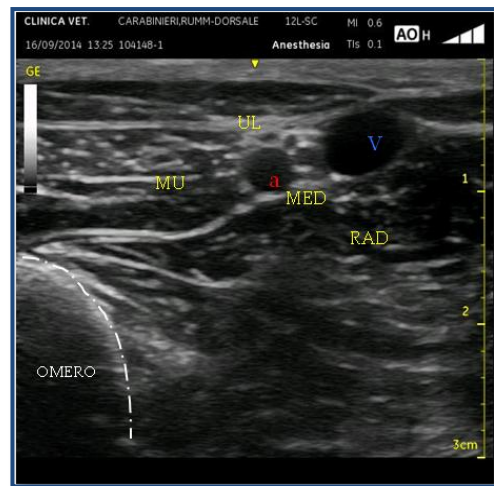


Figura 4.3.: Approccio para ascellare.

tra loro. Considerando l'anatomia dell'area i punti di reperi sono stati: l'ombra ecografica dell'omero e le strutture vascolari (arteria brachiale e vena).

Una volta visualizzati vasi si procedeva all'individuazione del nervo muscolocutaneo cranialmente all'arteria e, tra quest'ultima e la vena, i nervi radiale, mediano e ulnare (Figura 4.3).

Il sito di inserimento dipende quindi dal posizionamento della sonda. Una volta visualizzati correttamente i nervi si proceduto all'inoculazione di blu di metilene 2% con un volume di 0,1 ml/kg, suddiviso per 1/3 del volume totale per bagnare il nervo radiale e per i 2/3 per coprire i nn. ulnare, mediano e muscolocutaneo. La corretta deposizione del liquido è stata confermata mediante la visualizzazione ecografica; la sostanza veniva inoculata in modo che determinasse la comparsa della classica ciambella, dove il foro della ciambella risulta essere il nervo e il liquido inoculato è la ciambella stessa. Durante l'inoculazione l'ago veniva reindirizzato su ogni target, senza mai uscire dalla cute. Dalla dissezione anatomica è risultato che tutte e quattro le strutture nervose sono risultate intensamente colorate in tutti e 6 gli arti in studio.

## Fase 2

L'analisi statistica non ha evidenziato differenze significative tra i 3 gruppi per quanto riguarda il peso e l'età (tab. 4.1):

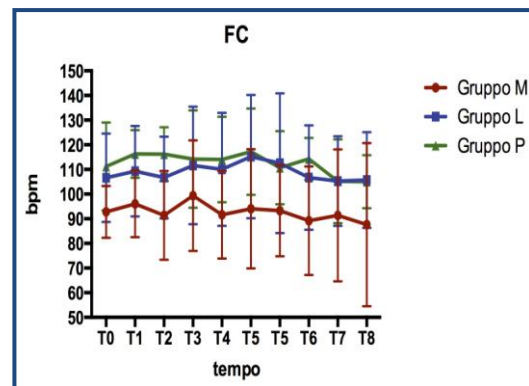
	Peso (kg)	Età (mesi)
Gruppo M	13,4 ± 12,2	20,40 ± 22,6
Gruppo L	22,01 ± 9,8	45,17 ± 45,9
Gruppo P	24,17 ± 11,1	51,17 ± 47,3

**Tabella 4.1:** Valori medi e deviazione standard di peso ed età nei tre gruppi.

I dati clinici raccolti durante la procedura chirurgica non hanno evidenziato variazioni statistiche rilevanti né all'interno del solito gruppo, né tra un gruppo e l'altro per quanto riguarda la frequenza cardiaca (FC):

Non sono state rilevate differenze statisticamente rilevanti nella pressione arteriosa media (PAM) (Grafico 4.2) né all'interno del solito gruppo, né tra i tre gruppi in studio.

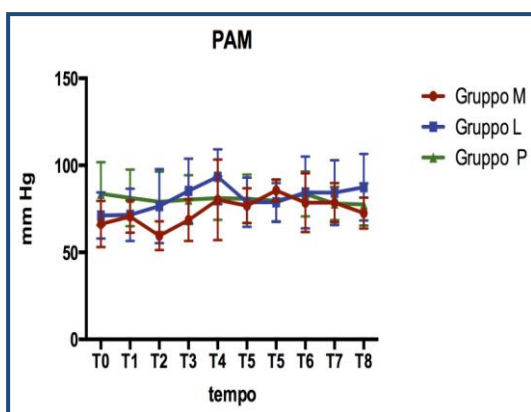
La statistica non ha evidenziato significative variazioni della concentrazione di isoflurano a fine espirazione (Grafico 4.3) né tra i pazienti



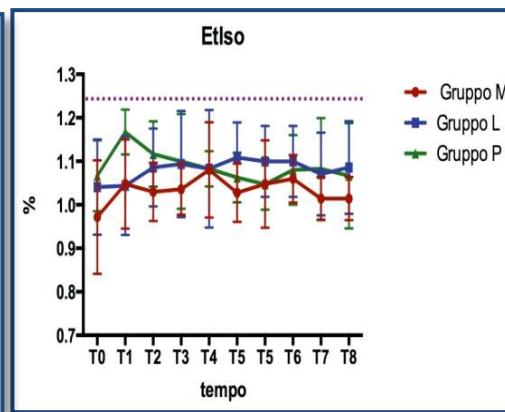
**Grafico 4.1:** Frequenza cardiaca

del medesimo gruppo né tra i diversi gruppi;

tale concentrazione è rimasta costantemente al di sotto del valore di MAC in questa specie (1,28%) (Steffey & Howland, 1977).



**Grafico 4.2:** Pressione arteriosa media



**Grafico 4.3:** Espirato isoflurano



Durante la chirurgia la rescue analgesia con fentanyl è stata effettuata in 3 casi su 5 nel GM per un totale di 5 boli da 2 µg/kg. Il Gruppo GP ha visto l'utilizzo su 3 pazienti di tre boli di fentanyl a 2 µg/kg. Il Gruppo GL è stato quello che più ha ricorso alla analgesia rescue, in questo gruppo si è ricorso a boli ripetuti (per un massimo di due come da protocollo) e all'ausilio di infusioni continue di fentanyl a concentrazioni variabili; in questo studio 6 pazienti su 7 sono stati trattati con fentanyl (tabella . Solo uno tra questi ha ricevuto un bolo di fentanyl, mentre 5 soggetti hanno avuto tutti bisogno di almeno due boli e dell'infusione continua:

	Pazienti trattati	Boli totali nel gruppo	Pazienti in infusione di fentanyl
Gruppo M	3/5	5	0/5
Gruppo L	6/7	11	5/7
Gruppo P	3/6	3	0/6

**Tabella 4.2:** Numero di soggetti che hanno ricevuto rescue analgesia nei tre gruppi

L'utilizzo del propofol si è reso utile per due volte nel gruppo GL e per 5 volte nel gruppo GP (tabella 4.3); i boli sono stati da 1-2 mg/kg:

	Pazienti trattati	Numero di boli fatti
Gruppo M	0/5	0
Gruppo L	2/7	2
Gruppo P	2/6	4

**Tabella 4.3:** Rescue propofol

Nel Gruppo M un paziente è stato trattato con atropina a 0,02 mg/kg, il solito paziente ha subito il protocollo previsto in caso di ipotensione con la somministrazione di 2 boli di colloidi a distanza di 1h. Nel gruppo L sono stati trattati per la bradicardia due pazienti con il medesimo protocollo (0,02 mg/kg); l'infusione di dopamina è risultata essere utile in un solo caso a un dosaggio di 2 µg/kg/min per una durata di 15 min. La respirazione è stata garantita mediante ventilatore meccanico in tutti quei pazienti che si presentavano bradipnoici o ipercapnici all'ingresso in sala, oppure che manifestavano una FR inferiore a 8 apm o una EtCO<sub>2</sub> superiore a 45 mmHg durante la chirurgia. Nella tabella 4.4 sono riportati i pazienti che hanno respirato autonomamente, quelli che sono sempre stati ventilati meccanicamente ed infine quelli che hanno avuto bisogno anche

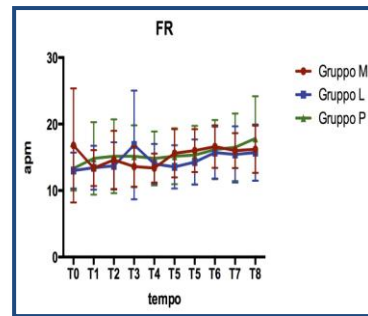
del ventilatore automatico perché non soddisfacevano i requisiti citati sopra.

	Ventilazione spontanea	Ventilazione meccanica	Ventilazione spontanea- Ventilazione meccanica
Gruppo M	0/5	4/5	1/5
Gruppo L	3/7	2/7	2/7
Gruppo P	2/6	4/6	0

**Tabella 4.4:** Ventilazione

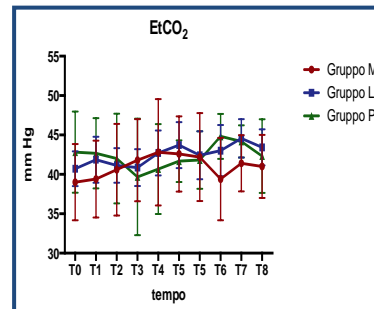
Nonostante le differenti tecniche ventilatorie, l'analisi statistica del monitoraggio della frequenza respiratoria (FR) non ha riportato differenze significativamente rilevanti (Grafico 4.4)

Non sono state evidenziate differenze significative per i valori registrati di EtCO<sub>2</sub> né all'interno di ogni gruppo né tra i tre gruppi (Grafico 4.5).



**Grafico 4.4:** Frequenza respiratoria

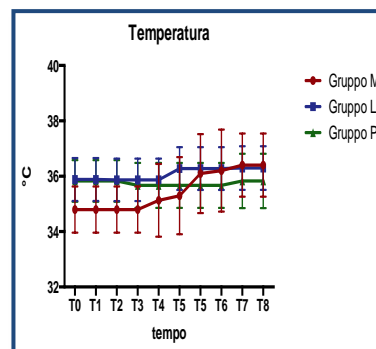
Anche per i dati di temperatura non sono state individuate differenze significative all'interno dei gruppi e tra i tre gruppi (Grafico 4.6).



**Grafico 4.5:** CO<sub>2</sub> espirata

Nel periodo post operatorio la valutazione del dolore è stata effettuata: mediante l'utilizzo di della scala del dolore Glasgow short form; il monitoraggio iniziava quando il paziente alzava spontaneamente la testa.

Durante il periodo di monitoraggio postoperatorio sono state inoltre valutate la FC, la PAM e la T° dei pazienti; sono stati altresì monitorati i riflessi propriocettivi e la sensibilità



**Grafico 4.6:** Temperatura

cutanea. Il monitoraggio post operatorio si considerava concluso quando i punteggi della scala di Glasgow erano maggiori a 5. In tabella vengono riportati i valori medi della durata dei monitoraggi postoperatori, della durata blocco-propriocezione e della

durata blocco-sensibilità cutanea.

	Tempo blocco-propriocezione (min)	Tempo blocco-sensibilità cutanea (min)
Gruppo M	507 ± 181	467 ± 180
Gruppo L	447 ± 167	459 ± 187
Gruppo P	370 ± 97	370 ± 97

**Tabella 4.5:** Tempi medi e deviazione standard della durata del blocco sensitivo e del blocco motorio nei 3 gruppi

## 4.5 DISCUSSIONE

### Fase 1

Lo studio anatomico si è rivelato fondamentale per l'identificazione delle aree anatomiche che permettessero un'inoculazione single shot di anestetico locale e la possibilità di non cambiare decubito al paziente durante le manovre di anestesia locoregionale. Durante questa prima fase di lavoro sono emerse delle difficoltà nel colorare sostanzialmente due nervi: il muscolocutaneo e il radiale; le difficoltà erano legate al tipo di decubito nel cane.

Negli arti studiati che hanno subito l'approccio mediale (GM) il problema maggiore è stato riscontrato nel blocco del nervo radiale, nonostante sia un nervo di grosso diametro, la sua immagine risultava non essere nitida, e una colorazione parziale è stata riscontrata in 2 casi. Le cause di tale difficoltà a evidenziare tale nervo sono da ricercarsi in fenomeni degenerativi post-mortem, che possono aver alterato l'ecogenicità delle strutture anatomiche, rendendo difficile la visione ecografica o in una scarsa manualità dell'operatore alle manovre di inoculazione del liquido. Differenze di sviluppo muscolare non hanno inciso sulla riuscita dell'inoculazione. Difficoltà nel posizionamento del soggetto sono state riportate nei cani di taglia media-piccola. A questo livello l'immagine ecografica permette ancora di identificare le due branche del nervo radiale, la branca superficiale e quella profonda; alla dissezione l'inoculazione di blu di metilene metteva in evidenza la completa assenza di colorazione del nervo cutaneo laterale caudale del braccio, che si dispone sulla superficie cutanea a livello del capo laterale del muscolo tricipite brachiale e dell'olecrano e che si dirama dal fascio

principale del nervo radiale prossimalmente alla biforcazione in branca superficiale e profonda.

Il Gruppo L (GL) è risultato essere il più facile al posizionamento durante il periodo di studio anatomico, ciò deriva dal mancato l'ingombro della carena sternale alle manovre richieste durante il blocco. Anche le manovre di preparazione del campo sono risultate essere meno difficoltose. Le difficoltà emerse in questo gruppo sono riconducibili a una parziale colorazione del nervo muscolocutaneo, in due casi si sono presentate colorazioni parziali della superficie nervosa. Le cause sono da ricercarsi in: fenomeni post-mortem che possono aver alterato l'ecogenicità delle strutture anatomiche e difficoltà nella visualizzazione del nervo in quanto si trovava ad essere il più lontano (profondo) dalla sonda. La ricerca del nervo muscolocutaneo è risultata essere difficoltosa per due motivi. Il primo deriva dal fatto che è un nervo di piccolo diametro, quindi la sua ricerca risultava essere più difficoltosa rispetto alle altre tre strutture nervose, inoltre mentre i nervi mediano e ulnare si localizzavano tra l'arteria brachiale e la vena, il muscolocutaneo si collocava tra l'arteria e l'ombra omerale, in un'area anatomica più ampia e dispersiva. Il secondo motivo è stato ulteriormente evidenziato in soggetti di notevole massa muscolare: il contrasto ecogenico tra muscolo e perinevrio veniva in questi soggetti ridotto, incidendo sulla riuscita della ricerca del n. muscolocutaneo. L'inoculazione è risultata semplice nei nn. radiale, ulnare e mediano, più artificiosa nel muscolocutaneo per i motivi sopracitati.

Il posizionamento dei soggetti del Gruppo P è risultato più difficile, tale difficoltà è stata ridotta posizionando una culla triangolare sotto il cane, permettendo così una maggiore stabilità del soggetto. Tricotomia e scrub dell'area ascellare non hanno presentato difficoltà alcuna, la carena sternale non risultava di nessun intralcio. La ricerca dei nervi è risultata essere immediata, i nn. radiale, ulnare e mediano si localizzavano nello spazio tra arteria brachiale e vena; il muscolocutaneo subito cranialmente a all'arteria. In tutti i pazienti è stato possibile identificare il nervo radiale in tutte e tre le sue branche; del muscolocutaneo si potevano apprezzare sia la branca cutanea che quella muscolare; la ricerca ecografica dei nn. mediano e ulnare non ha presentato difficoltà, come negli altri due studi. Un approccio così prossimale permette una visione ecografica molto ravvicinata delle strutture nervose, tale caratteristica anatomica si è tradotta con una maggior semplicità di manovra quando è stato inoculato il blu di metilene. Caratteristiche di taglia e di sviluppo muscolare sono risultate ininfluenti nella ricerca dei nervi e dell'inoculazione dell'anestetico; ciò è stato

confermato alla dissezione anatomica, tutte le strutture nervose risultavano sufficientemente colorate. La presenza di alterazioni ecografiche post-mortali sembra non aver influenzato la riuscita del “blocco”.

## **Fase 2**

Con questo studio è stata valutata l'efficacia intra e post operatoria del blocco RUMM eseguito con le tre metodiche individuate nella fase 1. Il bisogno nasceva dal fatto di proporre un'alternativa alla tecnica di Trumpatori con una tecnica single shot. L'apprendimento di tali tecniche è stato moderatamente lungo, in diretta corrispondenza con la manualità dell'operatore e la sua esperienza con tecniche di anestesia loco-regionale ecoguidate *in plane*. Per questo motivo e per la variabilità anatomica individuale è necessario che l'operatore, partendo dai punti di repere indicati, trovi tramite il movimento della sonda una visione ottimale delle strutture d'interesse. Tutti e tre gli approcci sono stati valutati clinicamente sottoponendo 18 cani a interventi ortopedici. Dei tre approcci il parascellare (Gruppo P) è risultato il più eseguibile, infatti come era emerso già nello studio anatomico, è quello che meno ha risentito delle differenze legate a taglia e sviluppo corporeo dei pazienti.

Confrontando i valori di: FC, FR, PAM, temperatura, EtCO<sub>2</sub>, ed FeIso, non sono state riportate variazioni statistiche significative all'interno del solito gruppo e tra i tre gruppi in studio. Tale uniformità è da attribuirsi anche al ricorso di protocolli di sicurezza intraoperatori.

La FC del gruppo GM è risultata essere più bassa rispetto ai gruppi L e P; questo può essere dipeso da un minor numero di pazienti, da una maggior sensibilità dei soggetti al fentanyl durante la rescue analgesia. Nonostante una FC media più bassa è stato riportato un solo caso in cui è stata somministrata atropina a 0,02 mg/kg.

La PAM del gruppo GP è risultata essere la più costante tra i diversi gruppi, questo può essere dipeso da una buona solidità del blocco locoregionale ottenuto con questa tecnica, infatti questo gruppo è quello che ha avuto meno bisogno di somministrazione di fentanyl (tabella 4.2). L'omogeneità della PAM può essere dipesa anche da una maggior uniformità di età all'interno di un solito gruppo di analisi. Nessun caso del gruppo GP ha necessitato di terapie a base di cristalloidi, colloidi o amine vasoattive durante l'intera procedura. Le variazioni di peso all'intero del gruppo GP non risultavano così divergenti da quelle di GM e GL, tali da ipotizzare una presenza di disomogeneità tra i

gruppi.

La FR è risultata omogenea tra i tre gruppi; tale costanza può essere dipesa da un protocollo di rescue analgesia intraoperatorio efficiente. Questa ipotesi si basa sul fatto che mentre i GP e GM hanno avuto bisogno rispettivamente di 4 e 5 boli di fentanyl, il GL ha richiesto una quantità maggiore di tale farmaco. Ne deriva che l'omogeneità della FR tra il GL e gli altri due è dipesa da un'azione analgesica del fentanyl che ha evitato alterazioni della respirazione indotti da dolore (Tabella 4.2). Poiché i pazienti del GL sono stati quelli che maggiormente hanno respirato autonomamente; la variabilità individuale della frequenza respiratoria poteva essere la risposta alle alterazioni della FR all'interno del gruppo.

La frazione espirata di isoflurano (FeIso) è risultata essere statisticamente omogenea sia all'interno del solito gruppo sia tra i tre gruppi di studio. Come si può notare dal grafico 4.4 la somministrazione di isoflurano è sempre stata al di sotto della minima concentrazione alveolare (Steffey & Howland, 1977). Cause di una ridotta frazione espirata di isoflurano possono essere ricercate in: dall'uso intraoperatorio di boli di propofol, sebbene siano stati fatti 7 boli totali da 1-2 mg/kg. Altra causa può essere stata lo sparing effect del fentanyl; l'azione di tale farmaco non è stata ricercata volontariamente, ma è derivata dall'utilizzo di quest'ultimo come farmaco di elezione nella rescue analgesia intaroperatoria.

L'EtCO<sub>2</sub> è rimasta sempre compresa all'interno del range 35-45, dalla statistica non sono state evidenziate significative differenze né all'interno del solito gruppo né tra i tre gruppi; il grafico dell'andamento dell'EtCO<sub>2</sub> all'interno del GP è risultato essere il più omogeneo, a indicare un piano anestesilogico più equilibrato.

I boli di propofol si sono limitati ad un totale di 7; il GM non ha avuto bisogno di nessuna somministrazione, il GL ha richiesto 2 boli di propofol da 1 mg/kg. Il GP ha richiesto la somministrazione di 4 boli di propofol da 1 mg/kg. Nel GP un paziente ha subito due boli di propofol a distanza di 20 minuti presentando una FeIso di 0,94%, ricordiamo che il paziente pesava 4 kg; è probabile che si sia verificata una diminuzione del piano anestesilogico, che è stata corretta ricorrendo all'utilizzo di tale farmaco. Questa ipotesi trova supporto con il confronto con un altro caso, di medesimo peso, che con una FeIso costante di 1.1% non ha necessitato di nessun bolo di propofol. Il secondo paziente del GP era un cane di 9 anni che ha richiesto il bolo di propofol in concomitanza di una FeIso di 1.0. Anche qui è stata sospettata una diminuzione del piano anestesilogico dipesa da un eccessivo tentativo di diminuire la

somministrazione di isoflurano da parte dell'anestesista

Dall'analisi statistica non sono risultate significative le differenze di fentanyl usato nei tre gruppi di studio, ciò può essere dipeso da un basso numero di pazienti. Si evidenzia comunque che mentre nel gruppo GL il fentanyl è stato una presenza costante, 6 pazienti su 7 sono ricorsi all'ausilio del fentanyl, sia in boli che in infusione, per affrontare la chirurgia; nei gruppi M e P il suo utilizzo è risultato sporadico ed esclusivamente in forma di bolo (Tabella 4.2). Nel GM due pazienti sono ricorsi al fentanyl a T1, quando sono state posizionate le backhaus, è probabile che il fissaggio delle pinze avvenisse in un'area anatomica non coperta dal blocco. Un paziente del GM e uno del GP hanno ricevuto somministrazione di un solo bolo di fentanyl durante il periodo di lavoro sul periostio. Ricordiamo che il periodo di stress del periostio è risultato durare più di 20 min. (durata dell'azione analgesica del fentanyl), ciò può far ritenere lecito pensare a una parziale anestesia del nervo radiale piuttosto che un'incapacità del blocco a evitare stimoli algici periostali. Infine quattro pazienti, 2 Gruppo M e 2 Gruppo P hanno avuto bisogno di boli di fentanyl durante la sutura del sottocute a fine intervento. Nei pazienti GP erano passate circa 4 ore dal momento in cui si era fatto il blocco.

Ricordiamo che l'uso di fentanyl si è reso indispensabile nei Gruppi L (3 pazienti) e P (1 paziente) in caso di artrodesi carpo al momento del prelievo della spongiosa a livello del trochitere omerale, area anatomica non sottoposta al blocco nervoso. Il paziente del GP ha richiesto solo il bolo in concomitanza al prelievo e nessuna somministrazione aggiuntiva di analgesici sistemici; i pazienti del gruppo GL hanno ricevuto un bolo durante una già presente infusione di fentanyl.

Il tempo intercorso dall'inizio del monitoraggio postoperatorio e la rescue analgesia non è risultato statisticamente differente tra i tre gruppi; si ricorda comunque che il GP ha avuto una rescue analgesia in media 100 minuti prima rispetto a GM (35% più breve) e di 120 minuti rispetto a GL (40% più breve).

La ricomparsa della propriocezione è risultata essere più veloce nel GP rispetto a GM del 27%, e tra GP e GL del 17%; la sensibilità cutanea ricompare circa 97 minuti prima in GP che in GM (20%) e circa 90 minuti prima in GP rispetto a GL (19%).

Ricordiamo che i dati dei monitoraggi postoperatori a nostra disposizione non comprendono tutti i pazienti operati, i limiti imposti sono imputabili a richieste speciali dei clienti e aggressività dei pazienti.

L'obiettivo principale è stato quello di dimostrare l'efficacia del blocco, per tale motivo

i protocolli anestesiológicos non prevedevano copertura analgesica né in premedicazione, né intraoperatoria (salvo fatto per la rescue analgesia); non sono stati usati farmaci che determinassero una riduzione della FeIsO, ad eccezione del fentanyl, limitato in risposta alla comparsa di fenomeni nocicettivi.

Nella normale pratica clinica un'anestesia multimodale può ulteriormente diminuire l'insorgenza di ipertensione, tachicardia e stimoli dolorifici.

La scelta del volume e concentrazione di anestetico deriva da quanto riportato da Portela nel 2010 (Portela D.A et al., 2010) in cui si conferma che l'azione dell'anestetico locale, nel caso specifico la bupivacaina, dipende più dalla concentrazione che dal volume impiegato. Per ogni paziente è sempre calcolato il volume massimo di farmaco, considerando la dose massima come 2 mg/kg.

## **4.6 CONCLUSIONI**

Con questo studio si è messo in evidenza la miglior efficacia del blocco parascellare rispetto alle altre due tecniche descritte; questa efficacia si è manifestata sia durante la vera fase del blocco, in cui si evince una maggior facilità nell'identificare e "bagnare" i singoli nervi sia nel vero e proprio studio clinico. La tecnica ecoguidata con approccio laterale è risultata essere la meno efficace nel periodo intraoperatorio, come si evince dall'uso ripetuto di fentanyl. La tecnica parascellare è risultata essere quella di più facile esecuzione nell'evidenziazione dei nervi e nell'inoculazione dell'anestetico locale oltre a risentire meno delle variazioni somatiche e razziali individuali. L'approccio laterale è risultato essere complicato nei soggetti con una notevole massa muscolare; l'approccio mediale mostra i suoi limiti di esecuzione in pazienti con un notevole sviluppo del torace.

Nonostante la statistica non consideri significative le differenze di recupero della propriocezione tra i vari gruppi, ricordiamo che nel Gruppo P questa ricompare molto prima rispetto agli altri due gruppi, probabilmente da riferirsi a una maggior vascolarizzazione della regione anatomica, che ha comportato un riassorbimento sistemico più rapido con conseguente diminuzione del tempo di permanenza dell'anestetico in zona perineurale.

Per questi motivi possiamo considerare il blocco eco guidato parascellare come blocco elettivo per interventi chirurgici che interessano dalla regione del gomito fino al carpo;



l'occasionale efficacia incompleta del blocco nervoso periferico o stimoli algici provenienti da aree non interessate dal blocco possono essere trattati mediante la somministrazione di analgesici di supporto a bassi dosaggi per via sistemica, senza che questo comporti alterazioni della stabilità emodinamica e respiratoria dei pazienti.

## BIBLIOGRAFIA

- Allam MW, Lee DG, Nulsen FE, et al: The anatomy of the brachial plexus of the dog, *Anat Rec* 114:173–180, 1952
- Bailey CS, Kitchell RL, Johnson RD: Spinal nerve root origins of the cutaneous nerves arising from the canine brachial plexus, *Am J Vet Res* 43:820–825, 1982.
- Barone R – Simoes P: “Anatomia comparata dei mammiferi domestici” vol.7 neurologia, C.ed. ed agricole, 2012
- Benigni L, Corr SA, Lamb CR. Ultrasonographic assessment of the canine sciatic nerve. *Vet Radiol Ultrasound* 2007;48:428–433.
- Bortolami E, Love EJ, Harcourt-Brown TR et al. (2012) Use of mid-humeral block of the radial, ulnar, musculocutaneous and median (RUMM block) nerves for extensor carpi radialis muscle biopsy in a conscious dog with generalized neuro-muscular disease. *Vet Anaesth Analg* 39, 446–447.
- Bouaziz H, Narchi P, Mercier FJ, et al: Comparison between conventional axillary block and a new approach at the midhumeral level. *Anesth Analg* 1997;84:1058–1062
- Bowne JG: *Neuroanatomy of the brachial plexus of the dog*, Thesis, Ames, 1959, Iowa State University.
- Bufalari A – Lachin A: “Anestesia cane, gatto e animali non convenzionali”, pag. 363-367, C.ed. Elsevier, 2012
- Carroll GL: Local anesthetic and analgesic techniques, in Carroll GL (ed): *Small Animal Anesthesia and Analgesia*. Ames, Blackwell Publishing, 2008, pp 107–122
- Chin KJ, Chan V (2008) Ultrasound-guided peripheralnerve blockade. *Curr Opin Anaesthesiol* 21, 624–631.
- Davis KJ and McConachie L (1998) Intravenous regional anaesthesia. *Curr Anaesth Crit Care* 9, 261–264.
- DeLaHunta A: General Somatic Afferent System—GSA, In *Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology*. Philadelphia, Saunders, 1983, pp 166–174

- Dillane D, Tsui B (2012) Is there still a place for the use of nerve stimulation? *Paediatr Anaesth* 22, 102–108.
- Dupré LJ: Bloc du plexus brachial au canal huméral. *Cah Anesthesiol* 1994;42:767–769
- Fisiologia degli animali domestici con elementi di etologia, pag 32-34, UTET , II EDIZIONE).
- Ford DJ, Pither C, Raj PP (1984) Comparison of insulated and uninsulated needles for locating peripheral nerves with a peripheral nerve stimulator. *Anesth Analg* 63, 925–928.
- Griffin J, Nicholls B (2010) Ultrasound in regional anaesthesia. *Anaesthesia* 65, 1–12.
- Guilherme S, Benigni L (2008) Ultrasonographic anatomy of the brachial plexus and major nerves of the canine thoracic limb. *Vet Radiol Ultrasound* 49, 577–583.
- Joubert KE: Electrical nerve stimulation as an aid to the placement of a brachial plexus block. *J S Afr Vet Assoc* 2002;73:216–218
- Kitchell RL, Whalen LR, Bailey CS, et al: Electrophysiologic studies of cutaneous nerves of the thoracic limb of the dog, *Am J Vet Res* 41:61–76, 1980.
- Kitchell RL, Whalen LR, Bailey CS, et al: Electrophysiologic studies of cutaneous nerves of the thoracic limb of the dog. *Am J Vet Res* 1980;41:61–76
- Kitchell RL: The spinal nerves, in Evans H (eds) *Miller's Anatomy of the Dog* (ed 3). Philadelphia, Saunders, 1993, pp 829–860
- la Grange P, Foster PA, Pretorius LK. (1978) Application of the Doppler ultrasound bloodflow detector in supraclavicular brachial plexus block.
- Lemke KA, Creighton CM: Paravertebral blockade of the brachial plexus in dogs. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2008;38:1231–1241, vi
- Lemke KA, Dawson SD: Local and regional anesthesia. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2000;30:839–857
- Lumb WV, Jones EW: Local Anesthesia and Nerve Blocks, in *Veterinary Anesthesia* (ed 2). Philadelphia, PA, Lea & Febiger, 1984, pp 371–391
- Marhofer P, Schrögendorfer K, Koinig H, Kapral S, Weinstabl C, Mayer N. (1997) Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one blocks.

- Miller RA: Comparative studies upon the morphology and distribution of the brachial plexus in the dog, *Am J Anat* 54:143–175, 1934.
- Mutai M, Shibati H, Suzuki T: Somatotopic organization of motoneurons innervating the pronators, carpal and digital flexors, and forepaw muscles in the dog: a retrograde horseradish peroxidase study, *Brain Res* 371:90–95, 1986.
- Orebaugh SL, Williams BA, Kentor ML, et al. (2007) Ultrasound guidance with nerve stimulation reduces the time necessary for resident peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med* 32, 448–454.
- Orebaugh SL, Williams BA, Vallejo M et al. (2009) Adverse outcomes associated with stimulator-based peripheral nerve blocks with versus without ultrasound visualization. *Reg Anesth Pain Med* 34, 251–255.
- Portela\*D.A, Otero P.E., Tarragona L., Briganti A., Breggi G, Melanie P. (2010) Combined paravertebral plexus block and parasacral sciatic block in healthy dogs
- Quandt J: Reducing postoperative pain for dogs: local anesthetic and analgesic techniques. *Compendium Cont Educ Vet* 1996;18:101–111
- Raymond SA, Steffensen SC, Gugino LD, et al. The role of length of nerve exposed to local anesthetics in impulse blocking action. *Anesth Analg* 1989
- Reid J, Nolan A, Hughes J et al. (2007) Development of the short-form Glasgow Composite Measure Pain Scale (CMPS-SF) and derivation of an analgesic intervention score. *Anim Welf* 16, 97–104.
- Reimers H: Der plexus brachialis der Haussaugetiere: eine vergleichend anatomische Studie, *Z Anat* 76:653–753, 1925.
- Robards C, Hadzic A, Somasundaram L, et al. (2009) Intraneural injection with low-current stimulation during popliteal sciatic nerve block. *Anesth Analg* 109, 673–677
- Russell JS: An experimental investigation of the nerve roots which enter into the formation of the brachial plexus, *Phil Trans B* 184:39–65, 1893.
- Sharp JW, Bailey CS, Johnson RD, et al: Spinal nerve root origin of the median, ulnar, and musculocutaneous nerves and their muscle nerve branches to the canine forelimb, *Anat Histol Embryol* 19:359–368, 1990.

- Sharp JW, Bailey CS, Johnson RD, et al: Spinal root origin of the radial nerve and of nerves innervating the shoulder muscles of the dog, *Anat Histol Embryol* 20:205–214, 1991.
- Steffey, E. P. & Howland, D. Jr. (1977) Isoflurane potency in the dog and cat. *American Journal of Veterinary Research*.
- Ting PL, Sivagnanaratnam V. (1989) Ultrasonographic study of the spread of local anaesthetic during axillary brachial plexus block.
- Trumpatori BJ, Carter JE, Hash J et al. (2010) Evaluation of a midhumeral block of the radial, ulnar, musculocutaneous and median (RUMM block) nerves for analgesia of the distal aspect of the thoracic limb in dogs. *Vet Surg* 39, 785–796.

## IMMAGINI

- **Immagini:** 1.1, 1.1, 1.4, 1.6, 1.7, Miller's ANATOMY of the DOG fourth edition, 2013
- **Immagine:** 2.2, Veterinary Anesthesia and Analgesia, The Fifth Edition of Lumb and Jones, 2015
- **Immagine:**1.9, [www.nonsolofitness.it/divulgazione/scientifica/neuroscienze/biologia-cellulare/neuronale.html](http://www.nonsolofitness.it/divulgazione/scientifica/neuroscienze/biologia-cellulare/neuronale.html)
- **Immagine:** 1.10,
- **Immagine:** 1.11, [www.vialattea.net/esperti/php/risposta.php?num=11906](http://www.vialattea.net/esperti/php/risposta.php?num=11906)
- **Immagini:** 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.10, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, ATLAS OF REGIONAL ANESTHESIA, Brown D.L, 2010
- **Immagini:** 3.5, 3.6, 3.20, 3.21, Evaluation of a Midhumeral Block of the Radial, Ulnar, Musculocutaneous and Median (RUMM Block) Nerves for Analgesia of the Distal Aspect of the Thoracic Limb in Dogs, Trumpatori et al., 2010
- **Immagini;** 3.7, 3.8, 3.9, Small Animal Regional Anesthesia and Analgesia, Campoy L. et al., 2013

- **Immagini:** 3.11, Tecniche di anesthesia locoregionale ecoguidate, Tognù A., 2010
- **Immagini:** 3.18, 3.19, 3.22, 3.23, Ultrasonographic anatomy of the brachial plexus and major nerves of the canine thoracic limb, guilherme s. & benigni l., 2008

## RINGRAZIAMENTI

Ringrazio mamma, Mario e Andre per il supporto incondizionato che mi hanno dato in questi anni, la fiducia e la pazienza nei periodi critici e nei momenti di indecisione; tutto ciò è stato possibile solo grazie a voi.

Ringrazio la Prof.ssa Breggi, per l'opportunità che mi ha dato, per i sorrisi e i gli incoraggiamenti durante i periodi bui dei turni in anestesia..ed essere stata più una mamma che un semplice professore.

Grazie ad Angela, THE BOSS, per tutto quello che mi hai insegnato, per gli stimoli ripetuti, per la pazienza che hai avuto, ma soprattutto per avermi trasmesso il rispetto verso il paziente..con le buone..anche se ho preferito le cattive...

Grazie Hamaseh, also known as Dott.ssa Tagiri, per aver preteso sempre e comunque, per la fiducia e per gli insegnamenti, sia quelli spiegati ma soprattutto per quelli "strillati"..e per avuto la pazienza e la gentilezza di una vera amica.

A Jaco, Cri, Cate, Veghy, Luca, Nic, Tola ,Andre, Marghe e Ciardi per aver reso i momenti universitari passati insieme una delle più belle esperienze mai avute... soprattutto nei Giovedì sera D'Italia, e non essere stati solo dei compagni di studio ma dei veri amici...

A Giulio, Gaia, Marco, Paesano, Tommy e Samu, per avermi trasmesso l'amore verso l'anestesia, il senso di prendersi un impegno e rispettarlo e per gli indimenticabili post-turno...

A Ele, per aver condiviso i primi turni in sala, i primi momenti di panico, le prime soddisfazioni..oltre a essere stata i mie occhi, con cognizione di causa, quando per me l'ECG era solo un banalissimo BIP..BIP..BIP...

A Babi, Conti, Della, Flavia, Jack, Nadia, Rocca..grazie a chi ha sopportato i mie sbotti ingiustificati (a detta vostra) a chi mi ha dato una mano nella tesi, solo per spirito di gruppo..grazie alle vostre domande che mi hanno spronato a studiare e per i momenti intra e post operatori passati insieme.

Ai bimbi, Mae, Checco, Mazzo, Basto, Tom, Larry, Torcetto, per essere una costante negli anni e un punto di sostegno.." ESCI DI 'ASAAAAA....!!!!"

Ai bimbi di palestra, Berni, Simo, Ale, Ivo, Ivano, Floriano, Tosko, Gavino, per non avermi mai giudicato, per avermi insegnato lo spirito di gruppo e il senso di sacrificio affinché un tuo amico possa avere il meglio.

A Domenico JPJ, per avermi insegnato che ci si può far capire anche avendo una

conoscenza approssimata e opinabile dell'italiano..oltre al fatto di avermi ascoltato quando in molti s'erano fatti sordi..

Alla Dott.ssa Capodici per i bellissimi momenti passati insieme, per avermi insegnato che non sempre il silenzio è la risposta a una discussione, per la pazienza e l'intraprendenza, ma soprattutto per avermi insegnato l'importanza della gestione clinica dell'apparato tegumentario in caso di paziente critico...

A tutti i little slave che hanno condiviso con me anche solo un breve periodo.

A tutto lo staff dell'Ospedale didattico Mario Modenato per i sorrisi e la disponibilità che hanno avuto nei mie confronti non chiedendo mai niente in cambio.

A tutti quelli che ho incontrato durante questa avventura..GARZIE!!