



UNIVERSITÀ DI PARMA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE MEDICO–VETERINARIE CORSO DI LAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO IN MEDICINA VETERINARIA

LOCOREGIONAL ANESTHESIA IN DOGS

ANESTESIA LOCOREGIONALE NEL CANE

Relatore:

Chiar.mo Prof. Fabio LEONARDI

Correlatrice:

Dott.ssa Jessica ROSA

Laureanda:

Arianna MELLA

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

Sommario

ABSTRACT	3
INTRODUZIONE.....	4
CAPITOLO 1: ANESTESIA LOCALE	5
APPLICAZIONE TOPICA	5
APPLICAZIONE SU FERITE APERTE	6
INFILTRAZIONI	6
CATETERE A DIFFUSIONE.....	7
BLOCCO NERVOSO PERIFERICO.....	7
ANESTESIA REGIONALE ENDOVENOSA (IVRA)	7
ANESTESIA SPINALE ED EPIDURALE.....	8
CAPITOLO 2: FARMACI PER L'ANESTESIA LOCO-REGIONALE.....	9
CARATTERISTICHE GENERALI.....	9
<i>Lipofia</i>	<i>10</i>
<i>Legame con le proteine plasmatiche</i>	<i>10</i>
<i>pK_a.....</i>	<i>11</i>
MECCANISMO D'AZIONE	11
FARMACOCINETICA E FARMACODINAMICA.....	13
<i>Assorbimento</i>	<i>13</i>
<i>Distribuzione</i>	<i>14</i>
<i>Metabolismo ed eliminazione</i>	<i>14</i>
PRINCIPALI FARMACI ANESTETICI LOCALI	15
<i>Lidocaina.....</i>	<i>15</i>
<i>Mepivacaina.....</i>	<i>15</i>
<i>Bupivacaina.....</i>	<i>15</i>
<i>Levobupivacaina.....</i>	<i>16</i>
<i>Ropivacaina.....</i>	<i>16</i>
TOSSICITÀ SISTEMICA	16
TOSSICITÀ LOCALE	18
CAPITOLO 3: MATERIALI PER L'ANESTESIA LOCOREGIONALE	19
AGHI	19
SIRINGHE A BASSA RESISTENZA	22
CATETERI.....	22
DISPOSITIVI D'INFUSIONE	22
STIMOLATORE NERVOSO PERIFERICO.....	23
CAPITOLO 4: BLOCCHI NERVOSI CENTRALI: ANESTESIA NEUROASSIALE	27
REGOLAZIONE DELLA BIODISPONIBILITÀ DEI FARMACI A LIVELLO NEUROASSIALE.....	31
FARMACI.....	33
<i>Anestetici locali</i>	<i>34</i>
<i>Oppioidi.....</i>	<i>36</i>
<i>α₂ agonisti.....</i>	<i>38</i>
<i>Antagonisti dei recettori NDMA</i>	<i>38</i>
<i>Combinazioni di farmaci</i>	<i>39</i>
ANESTESIA EPIDURALE.....	39
<i>Approccio lombosacrale.....</i>	<i>41</i>
<i>Approccio intralombare</i>	<i>42</i>
<i>Approccio sacrococcigeo.....</i>	<i>43</i>
<i>Verifica del corretto posizionamento dell'ago epidurale</i>	<i>44</i>
<i>Posizionamento del catetere epidurale.....</i>	<i>47</i>
<i>Applicazione dell'anestesia epidurale.....</i>	<i>48</i>
PUNTURA SPINALE.....	51

ANESTESIA EPIDURALE E ANESTESIA SPINALE A CONFRONTO	52
<i>Controindicazioni dell'anestesia neuroassiale</i>	52
CAPITOLO 5: BLOCCHI NERVOSI PERIFERICI	53
BLOCCHI NERVOSI DELLA TESTA	53
<i>Blocchi nervosi del cavo orale</i>	53
<i>Blocchi nervosi dell'occhio</i>	67
<i>Blocchi nervosi dell'orecchio</i>	72
BLOCCHI NERVOSI DELL'ARTO TORACICO	74
ANALGESIA INTRA-ARTICOLARE DELL'ARTO TORACICO	84
ANESTESIA LOCOREGIONALE DEL TRONCO	86
BLOCCHI NERVOSI DELL'ARTO PELVICO	92
ANALGESIA INTRA-ARTICOLARE	104
CONCLUSIONI	106
BIBLIOGRAFIA	109

Abstract

Pain management in Veterinary Medicine is fundamental for a correct care of the patient and for both ethical and medical aspects as well. Pain control during perioperative and postoperative period allows to perform easy surgery and to facilitate a faster recovery after the surgery itself. Local anesthetic drugs used in local and regional blockade can completely block the transmission of nociceptive impulses, decreasing intraoperative nociception and postoperative pain while reducing the potential incidence of adverse effects that can be associated with the use of systemic drugs. In addition to that the use of local anesthetic techniques allows to reduce the intraoperative anesthetic requirements and decreases the postoperative need for systemic analgesia.

There are many different techniques to perform central nerve blocks or peripheral nerve blocks and many different approaches can be used. The choice of a particular technique depends on many factors: the experience of the operator, the type of surgery to perform and the systemic conditions of the patient. The success of the local anesthetic techniques also depends on the knowledge of the anatomical landmarks.

The use of the elettrolocator and ultrasound helps to perform the technique with more accuracy and safety. The use of elettrolocation helps to move the needle close to the nerve that has to be blocked. Ultrasound technique helps to visualize the anatomical structures and to guide the needle during its path towards the chosen nerve and thus reducing the risks of this practice. Actually, the use of elettrolocator and ultrasound is very common in clinical practice to perform locoregional anesthesia.

Introduzione

Una corretta analgesia durante l'esecuzione di procedure diagnostiche e chirurgiche riveste un ruolo di fondamentale importanza in medicina veterinaria, non solo da un punto di vista etico ma anche da un punto di vista medico, in quanto l'esecuzione di una procedura chirurgica o diagnostica in assenza di dolore determina una più facile esecuzione della procedura stessa ed un recupero post operatorio migliore e in tempi brevi.

Le tecniche di esecuzione dell'anestesia locoregionale e le tipologie di anestesia sono molteplici, esse differiscono per efficacia, impiego nella pratica clinica e facilità di esecuzione. Le tecniche di anestesia locoregionale consentono di bloccare lo stimolo dolorifico nel paziente agendo direttamente a livello delle fibre nervose. Questo tipo di anestesia è eseguita con successo in medicina umana già da diversi anni, mentre in medicina veterinaria l'impiego dell'anestesia locoregionale è utilizzato da meno tempo e presenta ancora diversi limiti nell'esecuzione.

L'obiettivo di questa tesi è descrivere le tecniche di anestesia locoregionale e il loro impiego nella pratica clinica illustrando non solo le procedure di esecuzione delle diverse tecniche ma analizzando anche i materiali e i farmaci necessari all'esecuzione di tale tipologia di anestesia.

Capitolo 1: Anestesia locale

La gestione del dolore in medicina veterinaria è una componente cruciale della corretta gestione del paziente. La combinazione dell'anestesia gassosa con l'anestesia locale (blended anesthesia) consente un elevato controllo del dolore del soggetto (1). L'anestesia locoregionale è l'unica tecnica che consente il blocco completo della trasmissione del dolore (nei pazienti coscienti) o della nocicezione (nei pazienti anestetizzati) consentendo così una profonda analgesia (1). Inoltre la somministrazione degli anestetici locali, se comparata alla somministrazione degli anestetici iniettabili, presenta generalmente una minor incidenza degli effetti collaterali dose-dipendenti (1). Per classificare le tecniche di anestesia locale e i farmaci anestetici locali che vengono utilizzati è necessaria una breve classificazione del sistema nervoso. Il sistema nervoso viene per convenzione suddiviso in sistema nervoso periferico e sistema nervoso centrale. Il canale vertebrale contiene lo spazio epidurale, il midollo spinale, le meningi e il fluido cerebrospinale (2). Da ogni metamero emergono due paia di radici nervose. Le radici dorsali veicolano gli stimoli afferenti, che dall'esterno del corpo vanno verso il canale spinale. Le radici ventrali invece veicolano le informazioni efferenti, che dal midollo spinale vanno verso la parte esterna del corpo. L'area del corpo che viene innervata da una specifica radice nervosa prende il nome di dermatomero (2). La collocazione dei diversi dermatomeri nel corpo consente all'anestesista di iniettare esattamente il farmaco nel corretto spazio epidurale o intratecale (2).

L'anestetico locale può essere inoculato perifericamente al nervo o alla fine del nervo stesso, applicato direttamente sulla cute sotto forma di pomata o di cerotti, iniettato all'interno dello spazio epidurale oppure somministrato per via endovenosa in uno spazio delimitato da un laccio emostatico (3).

Applicazione topica

Formulazioni di anestetici locali vengono utilizzate con lo scopo di desensibilizzare il derma per procedure come il posizionamento di un catetere endovenoso periferico, di un catetere arterioso, e per prelievi di sangue (2). Per facilitare l'assorbimento della crema ed evitare il leccamento, la zona in cui è stata applicata la crema viene bendata (2).

Per l'anestesia superficiale della cute possono essere utilizzati anche anestetici locali sotto forma di spray che consentono di effettuare procedure come biopsie e l'incisione di ascessi (4).

Gli anestetici locali possono anche essere applicati sotto forma di gocce (ad esempio la proparacaina) direttamente sulla congiuntiva per bloccare il dolore causato, ad esempio, da una cheratocongiuntivite, ricordando, però, che un uso prolungato può causare un ritardo nella guarigione della cornea (5).

Esistono anche cerotti a base di lidocaina utilizzati per alleviare il dolore post operatorio conseguente ad ovarioisterectomie o emilaminectomie (6).

Applicazione su ferite aperte

Anestetici locali in forma liquida possono essere applicati direttamente a contatto con ferite aperte (4). L'anestetico può essere spruzzato sulla ferita usando una siringa oppure tramite l'applicazione di spugne chirurgiche precedentemente immerse nell'anestetico locale (4). Gli anestetici locali solitamente utilizzati per questo tipo di procedure sono lidocaina 2% e bupivacaina 0,5% (5). Dopo l'applicazione dell'anestetico è sufficiente aspettare circa 2 minuti perché l'anestetico penetri nelle terminazioni nervose (5). Questa tecnica è solitamente utilizzata per la chiusura di piccole ferite o come analgesia post-operatoria in caso di ferite chirurgiche (5).

Infiltrazioni

Attraverso molteplici iniezioni di anestetico nel sottocute o nel derma è possibile desensibilizzare derma, ipoderma e muscoli superficiali di una determinata area (7). Si anestetizzano strati diversi a seconda della profondità dell'iniezione (7). Questa tecnica è utilizzata per la sutura di piccole ferite, o per la rimozione di piccole lesioni della cute, oppure per anestetizzare la linea di taglio prima di una chirurgia (7). Prevede l'utilizzo di lidocaina (0,5% o 2%) di cui va prima calcolato il volume massimo iniettabile (5). Il volume dipende dall'area da desensibilizzare ma solitamente si usano 2-5 mg/kg (5). Per favorire l'operazione è possibile effettuare una prima iniezione, aspettare che l'anestetico agisca, e poi effettuare le altre iniezioni nell'area già precedentemente desensibilizzata in modo che il paziente avverta solo la prima iniezione (5). È consigliabile non utilizzare questo tipo di blocco in prossimità di lesioni cancerose o ascessi per evitare la diffusione di cellule neoplastiche o batteri (7).

Catetere a diffusione

Per questa procedura si utilizzano cateteri a diffusione fenestrati, (*figura 1*) posizionati durante la chirurgia così che, terminata la procedura, si possano somministrare anestetici locali che vadano ad agire anche in profondità (3). Gli anestetici utilizzati in questo caso sono la lidocaina, che può essere somministrata sotto forma di boli o in infusione continua, oppure la bupivacaina somministrata in boli ogni 6-12 ore. I cateteri a diffusione possono essere utilizzati dopo chirurgie auricolari, sternotomie, ferite traumatiche o amputazione di arti.

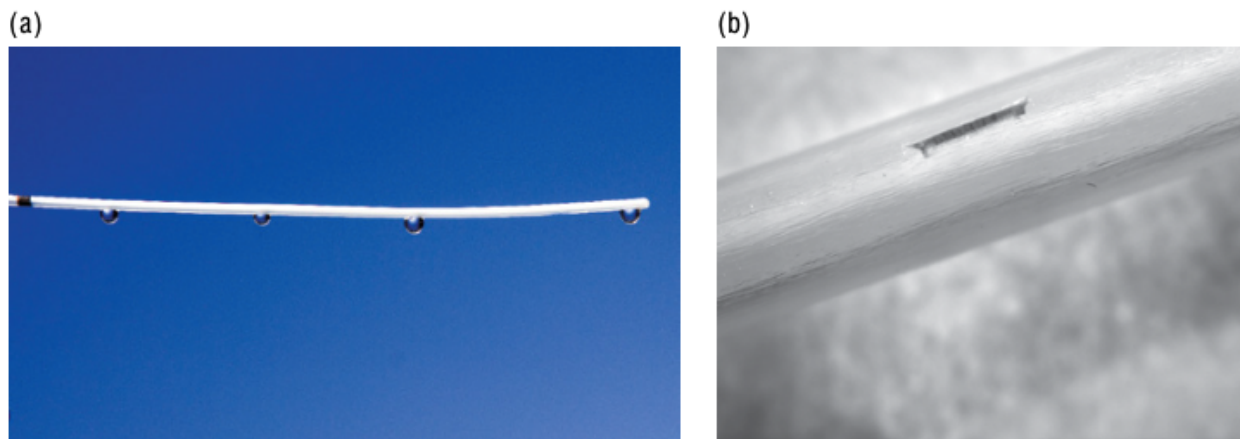


Figura 1: Catetere a diffusione fenestrato (2013) Campoy L., Read M., Small animal regional anesthesia and analgesia, p. 58

Blocco nervoso periferico

I blocchi nervosi periferici sono effettuati in pazienti già anestetizzati o sedati per garantire la precisione dell'iniezione (5). Durante questa procedura occorre mantenere la sterilità; prima di iniettare l'anestetico locale, per verificare il corretto posizionamento dell'ago, si deve aspirare con la siringa in modo da escludere l'inoculazione intravasale (5). Per evitare di danneggiare il nervo si devono evitare le iniezioni di anestetico nella guaina mielinica (4). Il corretto posizionamento dell'ago può essere effettuato tramite i punti di repere oppure utilizzando degli ausili tecnici che consentano una maggiore precisione dell'iniezione quali l'elettrostimolatore nervoso, oppure l'ultrasonografia (7).

Anestesia regionale endovenosa (IVRA)

Si può utilizzare questo tipo di anestesia per anestetizzare l'estremità distale degli arti per chirurgie di breve durata (4). Prima della somministrazione dell'anestetico locale è necessario bloccare il flusso sanguigno all'arto sollevando l'arto stesso e applicando un bendaggio

compressivo (esmarchizzazione) (2). Successivamente si somministra l'unico anestetico locale somministrabile endovena, la lidocaina, che desensibilizzerà l'area distale al bendaggio (2).

Anestesia spinale ed epidurale

L'anestesia epidurale prevede la somministrazione del farmaco anestetico locale a livello dello spazio epidurale (spazio compreso tra la dura madre e la faccia interna del canale vertebrale) (2). La somministrazione del farmaco anestetico locale nello spazio subaracnoideo (spazio compreso tra la aracnoide e la pia madre) prende invece il nome di anestesia spinale (figura 2) (2).

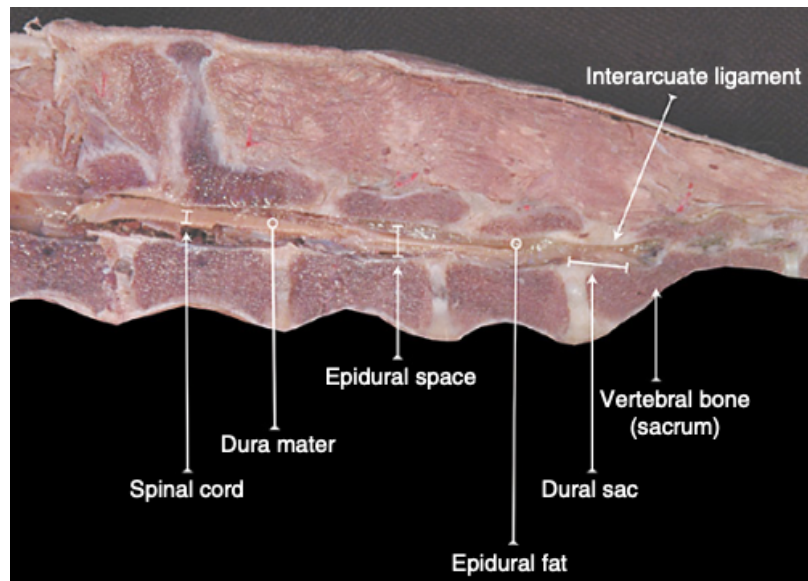


Figura 2: visione laterale su piano sagittale della parte lombare della colonna vertebrale del cane. Campoy L., Read M, *Small animal regional Anesthesia and Analgesia* (2015) pag. 228

Capitolo 2: Farmaci per l'anestesia loco-regionale

Gli anestetici locali sono farmaci che, se applicati ad un tessuto o ad una fibra nervosa in concentrazioni tali da non danneggiare il tessuto stesso, consentono di bloccarne la conduzione nervosa (11).

Caratteristiche generali

I farmaci anestetici locali vengono classificati secondo diversi criteri: la struttura chimica (esteri e ammidi), la durata d'azione (intermedia o lunga), la potenza (legata alla capacità di attraversare la membrana nervosa e, quindi, alla liposolubilità) e il tempo di latenza od "onset" (legato alle proprietà fisico-chimiche della molecola quali pK_a e liposolubilità) (8).

I farmaci anestetici locali presentano una struttura chimica comune (*figura 3*) caratterizzata da:

- **Polo idrofobo:** è costituito da un anello benzenico responsabile della liposolubilità della molecola (11).
- **Catena intermedia:** è composta da un numero variabile di atomi di carbonio, di lunghezza compresa tra 6-9 A (11).
- **Polo idrofilo:** costituito da un'ammina terziaria, responsabile della idrosolubilità della molecola (5). L'idrosolubilità determina il grado di dissociazione della molecola e il legame con i canali del sodio (8).

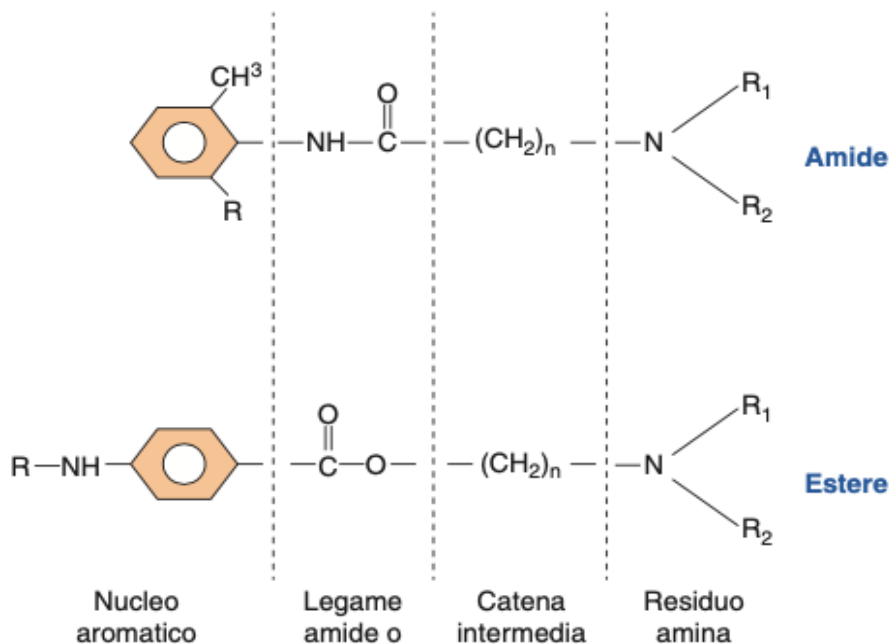


Figura 3: Struttura fondamentale degli anestetici locali (Vincent A., Bernard L., Léone M., 2019. *Farmacologia degli anestetici locali*, p.2).

La natura del legame tra il nucleo aromatico e la catena intermedia consente la distinzione degli anestetici locali in aminoesteri ed aminoamidi (5). Gli anestetici locali che appartengono al gruppo degli esteri sono: cocaina, procaina, tetracaina e benzocaina (5). Gli aminoesteri vengono idrolizzati nel plasma, nei globuli rossi, e nel fegato da parte di colinesterasi plasmatiche, ad eccezione della cocaina che è metabolizzata a livello epatico (5). Le aminoamidi (es.: lidocaina, ropivacaina) hanno, invece, una metabolizzazione più lunga e complessa rispetto a quella degli aminoesteri perché sono metabolizzate da sei sistemi di ossidasi presenti sia a livello epatico che a livello polmonare (8). La maggiore complessità nella metabolizzazione delle aminoamidi fa sì che esse diano con più facilità accumulo e conseguente tossicità (8).

Gli anestetici locali sono delle basi deboli con costante di dissociazione di 7,5-8,5 e peso molecolare compreso tra i 220 e i 350 Dalton (9). Oltre alla struttura chimica, altre quattro proprietà fisico-chimiche influenzano l'attività degli agenti anestetici locali: la lipofilia, il grado di legame con le proteine plasmatiche, la costante di dissociazione (pK_a) e il peso molecolare (9).

Lipofilia

Esiste una correlazione positiva tra la lipofilia dell'anestetico e la sua potenza. Per potenza di un anestetico si intende la quantità di farmaco necessaria a indurre l'effetto farmacologico (8). La lipofilia facilita la penetrazione del farmaco all'interno della membrana del nervo e ne promuove il sequestro all'interno di compartimenti liposolubili dei nervi come la mielina (7). Il rilascio dei farmaci dai compartimenti liposolubili a cui sono legati avviene lentamente, di conseguenza la lipofilia non solo determina la potenza del farmaco, ma contribuisce anche a diminuire la velocità dell'onset aumentando la durata dell'effetto del farmaco (7).

Legame con le proteine plasmatiche

Gli anestetici locali possiedono un alto grado di legame con le proteine, caratteristica che aumenta la durata d'azione dell'anestetico locale (7). Come nel caso di molti farmaci, solo la parte "libera" ovvero la parte non legata alle proteine risulta disponibile ed ha un effetto clinico (2). L'eliminazione di farmaci con alta affinità alle proteine plasmatiche risulta più lenta

di quella di farmaci con bassa affinità (2). Il grado di legame del farmaco con le proteine plasmatiche non influenza il legame con i canali del sodio (2).

pK_a

La costante di dissociazione (pK_a) corrisponde al valore di pH in cui il 50% del farmaco è presente in forma ionizzata e il restante 50% è presente in forma non ionizzata (9). Il sito di legame del farmaco con il canale del sodio è all'interno della cellula, per cui è necessario che il farmaco diffonda all'interno della cellula target per raggiungere il proprio sito di legame e svolgere la propria azione (9). La forma non ionizzata del farmaco è in grado di attraversare facilmente la membrana cellulare e, una volta all'interno della cellula, si lega con la proteina canale (9). In generale, farmaci con bassa pK_a hanno onset rapido perché a valori di pH fisiologico hanno un basso grado di ionizzazione; farmaci con alta pK_a hanno onset lento perché hanno un alto grado di ionizzazione (5).

Meccanismo d'azione

I farmaci anestetici locali agiscono bloccando in modo temporaneo e reversibile i canali del sodio impedendo il flusso degli ioni sodio all'interno degli assoni dei nervi (10). I canali del sodio sono canali voltaggio dipendenti, si aprono solo quando il potenziale di membrana della cellula raggiunge il valore soglia (9). I canali del sodio voltaggio dipendenti sono presenti in tre configurazioni: stato di riposo, stato di attivazione e stato di inattivazione (10). L'apertura del canale (stato attivo) è accompagnata dall'ingresso massivo degli ioni sodio all'interno della cellula, con depolarizzazione della membrana e avvio del potenziale d'azione (11). Quando la membrana è completamente depolarizzata la configurazione del canale cambia e diviene insensibile a qualsiasi stimolazione (inattivato) (11). In assenza di stimoli, il canale del sodio si trova allo stato di riposo (10).

Il canale del sodio è una glicoproteina di membrana composta da una subunità α associata ad una subunità β (9). La subunità α è costituita a sua volta da quattro domini omologhi di conformazione α -elicoidale e disposti simmetricamente (11). Il poro transmembrana selettivo per il sodio si trova all'interno della struttura simmetrica formata dai quattro domini omologhi della subunità α (11). Il recettore degli anestetici locali si trova anch'esso all'interno del poro transmembrana del canale del sodio (11). Per raggiungere il proprio sito di legame gli

anestetici locali prima attraversano la membrana cellulare in forma non ionizzata, quindi si ionizzano nuovamente per raggiungere l'interno del canale e il loro sito di legame attraverso la superficie citoplasmatica (figura 4) (12). Gli anestetici locali possono anche raggiungere il sito di legame direttamente attraverso il doppio strato fosfolipidico (11). In base al grado di ionizzazione e al pH della cellula l'anestetico locale agisce sul canale del sodio in forma ionizzata o non ionizzata (11). La forma non ionizzata si dissocia rapidamente dal recettore, mentre la forma ionizzata rimane fissata per un periodo più lungo (11). È quindi la forma ionizzata ad avere un ruolo preponderante nel blocco del canale del sodio (12).

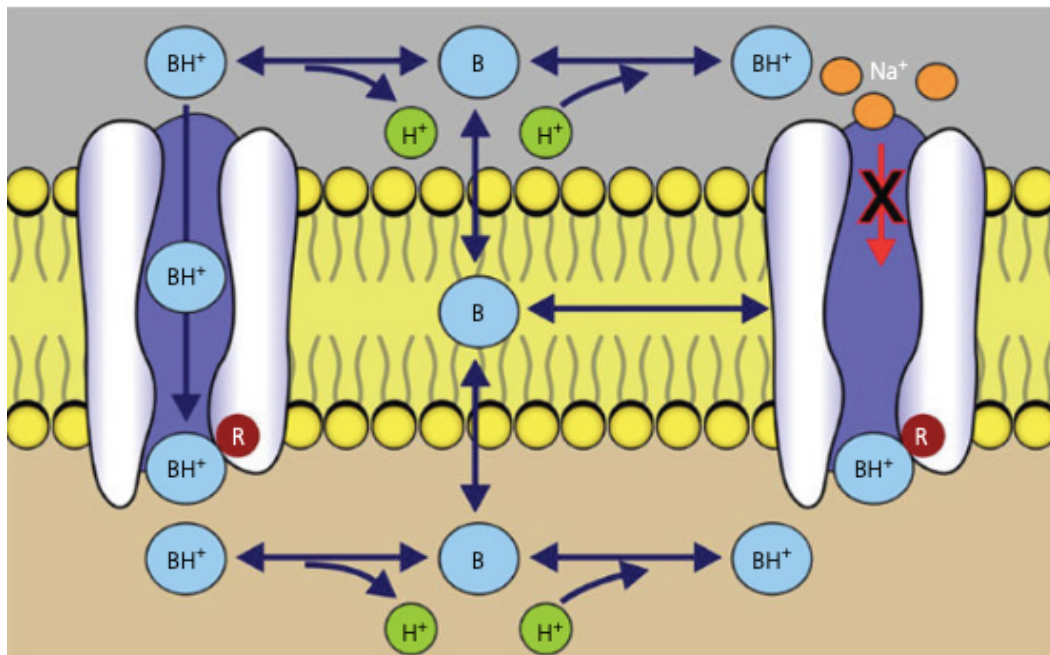


Figura 4: Passaggio della membrana plasmatica e legame con il canale del sodio da parte degli anestetici locali (B). Roja Garcia E. (2015), *Veterinary anesthesia and analgesia. The fifth edition of Lumb and Jones*, p.335

Il blocco della trasmissione dell'impulso nervoso segue un duplice meccanismo: tonico e fasico. Il blocco tonico si verifica in caso di frequenza di stimolazione lenta o di stimolazione singola (11). Il blocco fasico si verifica in caso di frequenza di stimolazione elevata o di stimolazioni ripetute: l'intensità del blocco aumenta gradualmente fino a raggiungere una fase di plateau che dipende dalla frequenza del blocco (11). Quando si parla di blocco fasico ci si riferisce alla fibra nervosa, lo stesso effetto si verifica anche sul canale del sodio e, in questo caso, si parla di effetto uso-dipendente (11). Ad un aumento di frequenza di stimolazione della fibra corrispondono più canali del sodio nello stato aperto-attivato e quindi un maggior numero di siti di legame accessibili per gli anestetici locali, il che determina un maggior effetto dell'anestetico sulla fibra (10).

Gli anestetici locali agiscono anche bloccando i canali del potassio e, in misura minore, quelli del calcio (12). I canali voltaggio-dipendenti del potassio partecipano alla ripolarizzazione della membrana permettendo l'uscita degli ioni potassio dalla cellula (12). Gli anestetici locali sono in grado di bloccare i canali voltaggio-dipendenti del potassio a concentrazioni otto o dieci volte superiori a quelle necessarie per il blocco dei canali del sodio (11). I canali del potassio sono presenti anche a livello cardiaco e il loro blocco sembra partecipare agli effetti aritmogeni degli anestetici locali (11). A concentrazioni ancora superiori di quelle necessarie per il blocco dei canali voltaggio-dipendenti del potassio, gli anestetici locali sono in grado di bloccare i canali del calcio (12). I canali del calcio determinano il rilascio di acetilcolina, che provoca l'innescamento del potenziale d'azione del neurone successivo per il proseguimento nella trasmissione dello stimolo (13). Il blocco dei canali del calcio favorisce gli effetti inotropi negativi degli anestetici locali (11).

Farmacocinetica e farmacodinamica

Gli studi di farmacocinetica e farmacodinamica degli anestetici locali hanno lo scopo di definire la relazione tra concentrazione plasmatica e tossicità al fine di stabilire le dosi di farmaco più sicure da utilizzare per una determinata procedura (11).

L'attività e la tossicità dei farmaci anestetici locali dipendono da vari fattori quali assorbimento sistemico, distribuzione, metabolismo ed escrezione (15).

Assorbimento

L'assorbimento sistemico dei farmaci anestetici locali dipende da numerosi fattori:

- Punto di iniezione. A livello del sito d'iniezione la vascolarizzazione della zona, l'estensione della superficie di assorbimento, la percentuale di grasso e la composizione dei tessuti adiacenti condizionano il riassorbimento del farmaco (11). L'assorbimento è rapido nei tessuti ampiamente vascolarizzati (15). In generale, la velocità di assorbimento dell'anestetico locale diminuisce con il seguente ordine: anestesia topica orofaringea, blocco intercostale, blocco intrapleurico, blocco caudale, blocco epidurale, blocco brachiale, blocco subaracnoideo e blocco sciatico-femorale (11).
- Proprietà fisico-chimiche: liposolubilità, legame proteico, pK_a , affinità tissutale e peso molecolare influiscono sul deflusso dell'anestetico dal sito d'iniezione, la diffusione e il trasporto vascolare (10).

- Caratteristiche fisiche: sono composte dal volume, dalla concentrazione e della velocità di iniezione dell'anestetico locale (11). La massa di anestetico locale iniettata è direttamente proporzionale alla concentrazione plasmatica raggiunta dall'anestetico (15). Esiste anche una relazione diretta tra velocità di iniezione del farmaco e concentrazione plasmatica dello stesso (15).
- Adiuvanti: l'aggiunta di vasocostrittori al farmaco anestetico locale riduce l'assorbimento e quindi anche la concentrazione plasmatica dello stesso (11). L'aggiunta di bicarbonato determina un rilascio di CO₂ che determina una vasodilatazione ed una alterazione del pH che aumenta la frazione ionizzata di anestetico locale con conseguente aumento della concentrazione plasmatica (2).
- Caratteristiche del paziente: l'assorbimento degli anestetici locali varia anche in relazione all'età del paziente, stato di gravidanza o la presenza di patologie (11).

Distribuzione

Dopo l'assorbimento l'anestetico locale viene rapidamente distribuito ai diversi organi, con una distribuzione maggiore agli organi maggiormente vascolarizzati (11). I farmaci anestetici locali di tipo esterico sono metabolizzati dalle colinesterasi plasmatiche, conseguentemente la loro distribuzione ai tessuti risulta minore rispetto a quella degli anestetici locali di tipo amidico che sono metabolizzati a livello epatico (10). L'associazione di un elevato flusso sanguigno locale e di un alto gradiente di concentrazione favorisce una iniziale distribuzione dei farmaci anestetici locali prima a encefalo, cuore, polmoni, fegato e i reni, per poi ridistribuirsi in tessuti meno vascolarizzati come muscoli o tessuto adiposo (11).

Metabolismo ed eliminazione

Il metabolismo dei farmaci anestetici locali dipende dalla loro configurazione chimica: gli anestetici locali di tipo esterico vengono metabolizzati nel plasma da specifiche pseudocolinesterasi, mentre gli anestetici locali di tipo amidico sono metabolizzati dal fegato e il loro metabolismo dipende strettamente dal flusso epatico (11). I metaboliti degli anestetici locali sono per lo più escreti attraverso le urine o la bile nel caso di metaboliti derivanti dalla metabolizzazione di amino-amidi (10).

Principali farmaci anestetici locali

Lidocaina

La lidocaina è un anestetico locale di tipo amidico (1). Presenta un onset rapido (1-2 min), ha un legame con le proteine del 70% per cui possiede una moderata durata d'azione (60-120 min) e una moderata tossicità (14). Ha proprietà vasodilatatrici e per questo si presta alla somministrazione con l'adrenalina che ne limita le concentrazioni plasmatiche, ne prolunga la durata d'azione e ne aumenta la potenza (3). La lidocaina si trova in formulazioni con concentrazioni di 0,5%, 1%, 1,5%, 2% (10). Si utilizza per infiltrazioni, blocchi nervosi periferici, blocchi epidurali o intratecali e per l'anestesia regionale intravenosa (10). Viene anche utilizzata in formulazioni spray per la desensibilizzazione della laringe prima dell'intubazione tracheale (10). La formulazione in crema EMLA® (Eutetic Mixture of Local Anesthetic) è composta da lidocaina 2,5% e prilocaina 2,5% (14). Non essendo un prodotto sterile può essere utilizzata solo sulla cute integra (14).

Mepivacaina

La mepivacaina è un anestetico locale di tipo amidico (2). Ha proprietà simili alla lidocaina pur essendo più potente (durata d'azione di circa 2 ore) e meno tossica (10). Si trova in soluzioni dall'1% al 2% (2). Non possiede proprietà vasodilatatrici per cui non necessita dell'aggiunta di un vasocostrittore (10). Viene utilizzata per procedure quali l'anestesia epidurale, i blocchi periferici e le infiltrazioni locali.

Bupivacaina

La Bupivacaina è un anestetico locale di tipo amidico. È un anestetico fortemente lipofilo, si lega alle proteine plasmatiche per il 79-90% (1). È quattro volte più potente della lidocaina ma presenta maggiore tossicità (10). Presenta breve onset (20-30 minuti) e lunga durata d'azione (3-10 ore). Viene usata in concentrazioni da 0,125% a 0,75% (2). Non si utilizza topicamente e non è raccomandata la somministrazione intravenosa perché presenta elevata cardiotossicità (10). Possiede azione aritmogena 16 volte superiore a quella della lidocaina (2). Si utilizza per blocchi nervosi periferici, anestesia epidurale e blocchi intratecali (10). L'opportuno utilizzo della bupivacaina consente di ottenere un certo grado di blocco differenziale, che è particolarmente utile in alcune situazioni cliniche, nelle quali si ricerca l'analgia senza blocco motorio (2).

Levobupivacaina

La levobupivacaina è un enantiomero della bupivacaina (contiene lo stesso numero di atomi degli stessi elementi ma con diversi arrangiamenti strutturali) (2). L'onset e la durata d'azione sono simili a quelli della bupivacaina ma la cardiotoxicità è molto ridotta (10). Somministrata per via epidurale, la levobupivacaina produce un blocco nervoso meno prolungato di quello sensitivo (15). Questa differenza non è stata osservata per il blocco nervoso periferico (15).

Ropivacaina

La ropivacaina è un anestetico locale di tipo amidico a lunga durata d'azione (14). È strutturalmente simile alla bupivacaina (1). Presenta liposolubilità intermedia tra quella della bupivacaina e quella della lidocaina mentre il legame proteico è simile a quello della bupivacaina (2). Possiede meno effetti cardiotossici e neurotossici rispetto alla bupivacaina (2). Gli effetti clinici sono simili a quelli della bupivacaina ma rispetto a quest'ultima il blocco motorio è meno profondo e di minore durata (10).

Tossicità sistemica

La tossicità degli anestetici locali è dovuta, in genere, ad una accidentale somministrazione intravascolare o ad un assorbimento massivo per via sistemica (1). Solitamente si manifestano prima gli effetti indesiderati a livello del sistema nervoso centrale a cui comunemente seguono quelli a livello cardiocircolatorio (2).

La gravità dei sintomi a livello del sistema nervoso centrale dipende dalle concentrazioni plasmatiche del farmaco anestetico locale:

- A basse concentrazioni plasmatiche gli anestetici locali hanno proprietà anticonvulsivanti e provocano sedazione del paziente (10).
- Ad elevate concentrazioni plasmatiche provocano nistagmo, tremori muscolari e convulsioni (2). Questa sintomatologia è causata dal blocco selettivo dei neuroni inibitori centrali, che provoca eccitazione del sistema nervoso centrale.
- A concentrazioni ancora più elevate provocano depressione generalizzata del sistema nervoso centrale e dei centri cardiorespiratori con conseguente ipoventilazione e arresto cardiocircolatorio (2).

La tossicità relativa di un anestetico locale è legata alla sua potenza (1). Tra gli anestetici locali più comunemente utilizzati, la più tossica è la bupivacaina seguita dalla lidocaina e dalla

mepivacaina (1). In caso di intossicazione da bupivacaina, i sintomi cardiocircolatori appaiono quasi contemporaneamente a quelli neurologici non rispettando il rapporto tra la concentrazione plasmatica di farmaco necessaria a produrre collasso cardiocircolatorio e quella necessaria a produrre convulsioni (2).

Il sistema cardiovascolare è molto più resistente agli effetti tossici degli anestetici locali rispetto al sistema nervoso centrale. I sintomi che compaiono a livello cardiovascolare sono bradicardia e allargamento dei complessi QRS e PR nell'ECG (10). Questi quadri possono complicarsi ulteriormente con la comparsa di tachicardia ventricolare, torsione di punta o fibrillazione ventricolare o asistolia (10). In caso di concentrazioni plasmatiche molto elevate si manifestano anche depressione dell'attività miocardica aggravata da vasodilatazione periferica che comporta collasso cardiovascolare (2). Gli effetti a livello cardiocircolatorio risultano essere maggiori per farmaci a lunga durata d'azione come bupivacaina e ropivacaina, rispetto a quelli a bassa durata d'azione come lidocaina e mepivacaina (10).

Spesso la somministrazione di farmaci anestetici locali di tipo esterico determina la formazione di metaemoglobina (1). La presenza di metaemoglobina è dovuta ad un danno ossidativo del ferro presente nell'emoglobina che fa sì che essa risulti inadatta a trasporto dell'ossigeno (11). Solitamente range del 10-20% di metaemoglobina sono ben tollerati dall'organismo, ma se si superano tali livelli compaiono i primi sintomi, e a livelli superiori al 70% si arriva alla morte del soggetto. Quando il livello di metaemoglobina è pari o superiore al 30% compaiono i seguenti sintomi: cianosi, dispnea, nausea, vomito e tachicardia (10). Se il livello di metaemoglobina supera il 55% compaiono letargia, stupor e shock (10). La terapia che solitamente viene impiegata per prima è la somministrazione di soluzione all'1% di blu di metilene 4mg/kg nel cane (10).

Gli anestetici locali raramente causano reazioni allergiche (11). Solitamente le reazioni allergiche possono essere causate dagli additivi quali metilparaben e metabisolfito (2). Farmaci anestetici locali di tipo esterico possono causare reazioni anafilattiche poiché danno come metabolita l'acido para-aminobenzoico (PABA) (10). La reazione anafilattica è caratterizzata da broncospasmo, edema delle alte vie respiratorie, vasodilatazione, aumento della permeabilità vascolare e comparsa di pomfi cutanei (10).

Tossicità locale

La somministrazione dell'anestetico locale può determinare una tossicità alle strutture vicine al sito d'inoculo tra cui la cellula nervosa, il miocita o il condrocita (11). La tossicità è legata alla concentrazione di farmaco anestetico locale o per inoculazione diretta a livello della struttura o per diffusione del farmaco dal sito di iniezione verso le strutture vicine (10).

Gli anestetici locali, la lidocaina in particolare, sono tossici per le cellule nervose, ed esposizioni a concentrazioni elevate di farmaco e per lunghi periodi di tempo possono causare danni irreversibili al nervo (11). Tali rischi però non sono rilevati se si utilizzano i farmaci alle giuste concentrazioni (10).

È possibile che si verifichi anche tossicità muscolare, effetto sempre dipendente dalla concentrazione di anestetico e dalla durata del contatto dell'anestetico con la fibra muscolare (1). È stata riscontrata una particolare tossicità nei muscoli dell'occhio del coniglio dopo la somministrazione di bupivacaina allo 0,75% (10). La tossicità degli anestetici locali a livello di cellule nervose è stata correlata ad una mancata regolazione dell'equilibrio del calcio intracellulare e ad una alterata regolazione del metabolismo mitocondriale (10). Nella maggior parte dei casi la mionecrosi indotta dagli anestetici locali risulta impercettibile (11). Secondo uno studio effettuato su maiali, farmaci come bupivacaina e ropivacaina tendono a causare una necrosi calcifica del muscolo scheletrico per cui bisogna restare attenzione al loro utilizzo (10).

La condrotossicità degli anestetici locali è stata dimostrata sia in vitro che in vivo ed è associata all'iniezione intra-articolare di anestetici locali (11). Il rischio di condrotossicità è legato alla durata dell'esposizione e alla concentrazione del farmaco a cui il condrocita viene esposto (10). Tra i farmaci anestetici locali, la mepivacaina sembra essere il farmaco che causa meno condrotossicità tra quelli comunemente utilizzati (10).

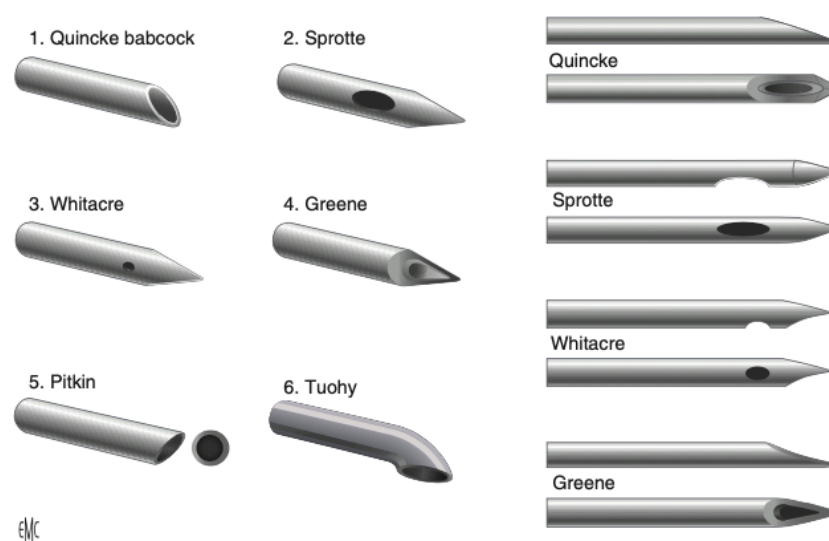
Capitolo 3: Materiali per l'anestesia locoregionale

Aghi

In medicina veterinaria sono utilizzati diversi tipi di aghi per l'anestesia locoregionale, essi sono scelti in base a forma della punta, lunghezza, numero di gauge (calibro) e assenza o presenza di isolamento (16). La scelta dell'ago dipende anche dalla taglia del paziente e dal tipo di blocco che si intende eseguire (16).

Gli **aghi ipodermici** a punta smussa sono indicati per la penetrazione di tessuti con scarsa resistenza e non consentono la percezione da parte dell'operatore dei tessuti perforati (16). Gli aghi ipodermici sono utilizzati per infiltrazioni o per blocchi nervosi superficiali, ad esempio per i blocchi dentali (16).

Gli **aghi spinali** (*figura 5*) sono aghi lunghi e provvisti di mandrino, sono utilizzati per l'esecuzione della puntura subaracnoidea (17). Il mandrino serve per evitare che i tessuti ostruiscano l'ago prima di raggiungere la dura madre (17). Esistono diverse tipologie di aghi spinali che si differenziano in base alla forma e all'angolo di inclinazione del bisello (17). Esistono aghi da 12 a 17 gradi di inclinazione, definiti a bisello lungo, e aghi da 30 a 45 gradi di inclinazione, definiti a bisello corto, che risultano meno appuntiti di quelli a bisello lungo (16). Gli aghi a punta arrotondata e bisello lungo (Green, Whitacre e Sprotte) sono meno traumatici di quelli a punta tagliente e bisello corto (Quinke) (16). Questa affermazione è stata confermata da diversi studi tra cui uno studio comparato sulle lesioni del nervo sciatico di conigli conseguenti all'utilizzo di aghi a bisello lungo (angolatura di 14°) e aghi a bisello corto (angolatura di 45°) (18).



EMC
Figura 5: Diverse tipologie di aghi spinali. Gaertner E. *Rachianestesia nell'adulto (ostetrica esclusa)*. EMC - Anestesia-Rianimazione 2019;24(1):1-23

La scelta della lunghezza e del calibro dell'ago varia a seconda del tipo di blocco da effettuare e delle dimensioni del paziente: aghi lunghi, soprattutto se di piccolo calibro, sono più difficili da maneggiare e da direzionare, spesso è necessario rimuoverli e ripetere l'operazione con nuovo materiale (16). È importante considerare anche il calibro dell'ago: aghi di piccolo calibro generalmente provocano meno dolore e meno danno tissutale rispetto ad aghi di calibro superiore, ma sono maggiormente inclini a piegarsi durante le procedure (16).

Gli **aghi epidurali** sono aghi dal calibro maggiore e con bisello curvo rispetto agli aghi spinali (17). Tali caratteristiche strutturali consentono di migliorare la percezione della perdita di resistenza, facilitare il passaggio e il posizionamento di un eventuale catetere, e ridurre il rischio di lesioni accidentali della dura madre (17). L'ago più comunemente impiegato in medicina veterinaria è il Tuohy (*figura 6*) (16). L'ago di Tuohy è utilizzato per procedure che prevedono singole iniezioni o per facilitare il posizionamento del catetere epidurale o peridurale (16). Questa tipologia di ago è prodotta in calibri compresi tra le 17 e 22 G e con lunghezza variabile da 9 a 12 cm (17). Gli Aghi da 22 G non consentono il passaggio del catetere al loro interno per cui sono utilizzati solo per la singola iniezione epidurale (16).

Altra tipologia di ago epidurale è l'ago di Hustead che presenta bisello con angolatura inferiore rispetto al Tuohy, che rende meno probabile il danneggiamento del catetere durante il passaggio dell'ago al suo interno; inoltre, l'angolatura maggiore consente di direzionare meglio il catetere lungo l'asse principale del canale epidurale (17). La maggior parte degli aghi epidurali presenta una scala centimetrata per tutta la lunghezza dell'ago in modo da consentire all'anestesista di calcolare la profondità di inserimento dell'ago durante la procedura (16). Gli aghi Tuohy presentano anche dei fori aggiuntivi che consentono l'inserimento contestuale di un ago spinale per eseguire l'anestesia combinata spinale-epidurale (16).

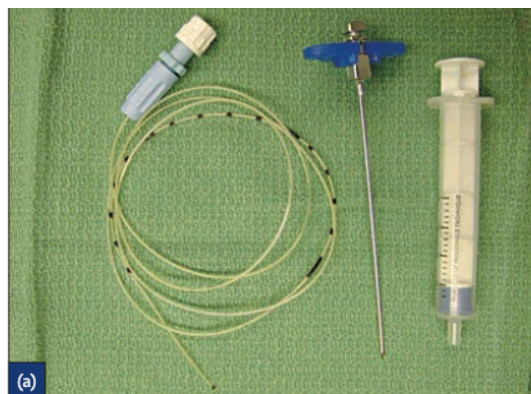


Figura 6: da sinistra: catetere epidurale, ago di Tuohy e siringa a bassa resistenza. Duke-Novakovski T., de Vries M., Seymour C., *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia* third edition

Gli **aghi per la stimolazione periferica** sono classificati in isolati e non isolati (19). Gli aghi isolati elettricamente sono isolati lungo tutto il corpo fatta eccezione per l'ultimo tratto della punta (17). L'impulso elettrico viene così trasmesso solo dalla punta e non da tutto il corpo dell'ago, consentendo una maggiore precisione e minor dispersione elettrica (17). Gli aghi non isolati oggi sono poco utilizzati perché l'assenza di materiale fa sì che questa tipologia di ago stimoli il nervo anche con il corpo stesso dell'ago, e non solo con la punta, aumentando le percentuali di fallimento del blocco (19). Inoltre, la corrente di stimolazione da impiegare con questa tipologia di ago è maggiore poiché si ha maggiore dispersione (17). Gli aghi hanno diametro variabile da 23 a 20 G e lunghezza variabile da 25 a 150 mm (17). In alcuni casi sono dotati di un attacco luer-lock per la connessione della siringa di anestetico e possono anche presentare una prolunga per facilitare la connessione della siringa evitando di muovere eccessivamente l'ago (16). In caso di utilizzo della prolunga nel calcolo di anestetico locale da somministrare va considerato anche lo spazio morto ovvero lo spazio vuoto costituito dalla lunghezza della prolunga (17). Un certo volume di anestetico locale serve a riempire lo spazio morto e non raggiunge il sito d'inoculo, tale volume deve essere calcolato prima della somministrazione del farmaco anestetico locale (17). L'ago può essere collegato al catodo tramite una pinza a coccodrillo oppure tramite un cavo proveniente dall'ago; questo ultimo metodo di collegamento è utilizzato nei modelli più moderni (17).

Siringhe a bassa resistenza

Le siringhe a bassa resistenza sono dotate di una riduzione dell'attrito tra il cilindro e il pistone (17). Questa caratteristica consente il loro impiego nella tecnica di perdita di resistenza durante la puntura epidurale (17).

Cateteri

Sono disponibili in commercio diversi tipi di cateteri utilizzati nei blocchi epidurali o nei blocchi nervosi periferici (17). La scelta di un determinato catetere per una procedura dipende anche dal tipo di materiale da cui il catetere è costituito (16). I cateteri in nylon, polivinile o poliamide sono oggi i cateteri più utilizzati in quanto combinano la flessibilità ad una buona rigidità (16). I cateteri sono classificati anche in base alla tipologia di punta: esistono cateteri ad una sola porta in punta oppure cateteri con fenestrazioni laterali e la punta chiusa (16). Questa seconda tipologia di cateteri è utilizzata per il posizionamento perineurale in quanto consentono di distribuire l'anestetico locale in un'area più ampia (16). I cateteri ad una sola porta in punta sono utilizzati maggiormente per il posizionamento epidurale (16). Per guidare l'inserimento del catetere ad una corretta profondità solitamente i cateteri presentano delle tacche graduate a intervalli di 0,5 o 1 cm per i primi 20 cm (19).

Dispositivi d'infusione

Si possono somministrare farmaci ad infusione continua sia quando si effettuano blocchi nervosi centrali sia quando si effettuano blocchi nervosi periferici (17). In medicina veterinaria, per via della difficoltà nell'evitare la dislocazione del catetere, vengono utilizzati maggiormente dispositivi ad infusione continua in caso di blocchi centrali (17). I sistemi più semplici sono i palloncini elastomerici (*figura 7*) che possono essere facilmente fissati al dorso del paziente attraverso un bendaggio e non necessitano di corrente elettrica per il loro funzionamento (17). I palloncini elastomerici sono dotati di un palloncino multistrato in cui sono stoccati i volumi di farmaco da utilizzare (16). Il palloncino multistrato è spesso protetto da un contenitore di plastica rigido in modo tale che non subisca danni (16). Il contenitore rigido permette inoltre di contenere le perdite di farmaco in caso di rottura del palloncino multistrato (16). Il palloncino è collegato ad una particolare linea d'infusione dotata di un tubo di controllo del flusso in grado di regolare la velocità del flusso del farmaco (16). Molti

palloncini elastomerici possiedono all'interno della linea d'infusione una membrana filtrante in grado di eliminare eventuali bolle d'aria, batteri e materiale particolato (16).



Figura 7: pompa elastomerica con linea di infusione. Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia* p.60

Stimolatore nervoso periferico

La corretta localizzazione dei nervi periferici è fondamentale per ottenere un blocco nervoso efficace (17). La localizzazione dei nervi periferici mediante i punti di repere anatomici costituisce una tecnica efficace e di facile applicazione ma risulta meno precisa della localizzazione tramite elettrostimolazione (17). L'elettrostimolazione prevede la contrazione del muscolo in seguito alla stimolazione elettrica del suo nervo motorio (19). L'elettrostimolazione garantisce un maggior successo del blocco nervoso periferico soprattutto nelle sedi di difficile accesso come il plesso brachiale, plesso lombare, e nervo femorale (19). Lo stimolatore nervoso periferico è in grado di erogare una corrente pulsata a frequenza variabile da 1 a 4 Hertz (Hz) e di intensità da 0 a 4-5 milliAmpere (mA) (17).

Dallo stimolatore (*figura 8*) fuoriescono due cavi di connessione che costituiscono il catodo (di colore nero) e l'anodo (di colore rosso) (17). L'anodo si fissa alla cute del paziente, di solito in posizione distale rispetto al decorso del nervo e al punto di inserimento dell'ago (19). Il catodo invece è connesso all'ago impiegato per la localizzazione del nervo (17).

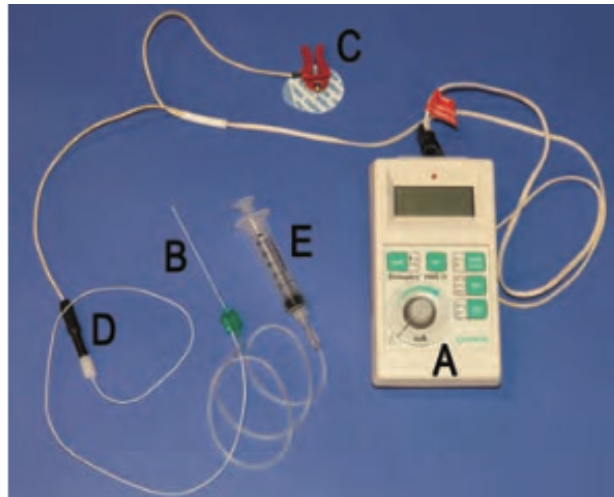


Figura 8: A. Stimolatore nervoso periferico, B. Ago isolato, C. Anodo, D. Catodo, E. Siringa. Lerche P., Aarnes T., Covery-Crump G., Martinez Taboada F., *Handbook of small animal regional anesthesia and analgesia techniques* pag. 8

La stimolazione nervosa e la conseguente contrazione muscolare dipendono da intensità della corrente selezionata, durata dello stimolo, distanza tra la punta dell'ago stimolante ed il nervo da stimolare, e dalla polarità della corrente (17). Il potenziale di membrana a riposo di un neurone è compreso tra -70 e -90 mV (19). Per produrre la contrazione muscolare la stimolazione nervosa deve aumentare il potenziale di membrana al di sopra di un valore soglia (circa -45 mV) (17). Sopra tale valore, aumentando l'intensità della stimolazione si aumenta la risposta contrattile, se le altre variabili sopra citate rimangono costanti (17). La potenza elettrica totale (E) trasmessa dal nervo, misurata in nanocoloumbs (nC), dipende dall'intensità della corrente (I) e dalla durata dello stimolo (t), secondo l'equazione (17):

$$E = I \times t$$

Nella stimolazione nervosa vanno distinti due importanti concetti: la reobase e la cronassia (19). Con il termine reobase si intende l'intensità minima di corrente necessaria a stimolare un nervo motorio con un impulso di lunga durata misurata in milliAmpere (19). La cronassia indica la durata minima di uno stimolo necessario a stimolare una fibra nervosa ad una corrente doppia rispetto a quella indotta dalla reobase (19). La cronassia è utile a comparare diversi nervi e diverse fibre nervose (17). Le fibre motorie A α hanno valore di cronassia tra 50 e 100 μ s; le fibre sensitive A δ e C hanno valori di cronassia rispettivamente di 170 e 400 μ s (17). Questo significa che le fibre motorie sono stimulate più facilmente rispetto a quelle sensitive, questo consente di ottenere una risposta motoria senza che il paziente avverta dolore o fastidio (17). Il posizionamento degli elettrodi ha un importante risvolto

pratico: quando il catodo è posto più vicino al nervo rispetto all'anodo è necessaria un'intensità di corrente inferiore per ottenere la stimolazione del nervo rispetto alla situazione inversa (19). La relazione tra l'intensità dello stimolo e la distanza dal nervo viene descritta dalla legge di Coulomb (17):

$$I=K (Q/r^2)$$

dove I indica l'intensità della corrente necessaria a produrre la contrazione muscolare, K è una costante che dipende dalla sostanza in cui i due punti (punta dell'ago e nervo) sono immersi, Q è la corrente minima necessaria per la stimolazione ed r è la distanza tra la punta dell'ago e il nervo (17). Dalla legge di Coulomb si evince che, essendo l'intensità inversamente proporzionale al quadrato della distanza, all'aumentare della distanza tra la punta dell'ago e il nervo, aumenterà in proporzione la quantità di corrente necessaria a determinare la contrazione muscolare (17). In termini pratici se si ottiene risposta motoria ad intensità di 0,2-0,3 mA significa che l'ago si trova molto più vicino al nervo rispetto a situazioni in cui la stessa risposta motoria si ottiene a intensità di 1 mA (17). Per evitare l'iniezione intraneurale è consigliato evitare di somministrare l'anestetico locale successivamente ad una risposta motoria ottenuta con correnti minori di 0,2 mA (17).

È utile seguire una check-list per allestire un carrello con tutti i materiali da utilizzare per effettuare l'anestesia locoregionale. Nella tabella riportata di seguito (*tabella 1*) è presente un esempio di check-list.

Materiale generico	Bocchi centrali	Blocchi periferici	Farmaci	Farmaci e strumenti per le emergenze
<ul style="list-style-type: none"> • Aghicannula (varie misure) • Cerotto • Tosatrice/rasoio • Materiale per disinfezione (betadine, clorexidina, alcool) • Siringhe (varie misure) • Aghi ipodermici • Sacche di fluidi • Deflussori • Prolunghe da infusione • Rubinetti a tre vie • Fili da sutura • Bisturi • Garze • Guanti sterili • Elastomeri per infusione continua • Teli sterili 	<ul style="list-style-type: none"> • Aghi spinali • Aghi epidurali • Siringhe a bassa resistenza • Cateteri da epidurale • Filtri • Connettori per siringa 	<ul style="list-style-type: none"> • Stimolatore nervoso • Aghi stimolanti di varie misure • Aghi ipodermici • Aghi spinali da 22G • Prolunghe da infusione (25 cm) 	<ul style="list-style-type: none"> • Lidocaina 2% • Mepivacaina 1,5% • Bupivacaina 0,5-0,75% • Ropivacaina 0,5-1% • Bicarbonato di sodio • Acqua sterile • Soluzione fisiologica • Morfina • Buprenorfina 	<ul style="list-style-type: none"> • Atropina • Adrenalina • Efedrina • Dopamina • Dobutamina • Noradrenalina • Midazolam • Propofol • Flumazenil • Naloxone • Rocuronio • Laringoscopio • Tubi orotracheali • Ambu bag • Maschera per ossigenoterapia

Tabella 1: Check list per allestimento di un carrello per effettuare anestesia locoregionale. Staffieri F., *Anestesia e analgesia locoregionale del cane e del gatto* p 27

Capitolo 4: Blocchi nervosi centrali: Anestesia neuroassiale

Con il termine anestesia neuroassiale si intende l'interruzione farmacologica della conduzione nervosa operata direttamente a livello del neurasse (21). Il blocco neuroassiale comprende sia la tecnica epidurale sia la tecnica spinale (22). Nell'anestesia spinale il farmaco è somministrato tra la pia madre e la membrana aracnoidea, in quello che è definito spazio subaracnoideo (21). Sinonimi di anestesia spinale sono anestesia intratecale e subaracnoidea (22). Nell'anestesia epidurale il farmaco è somministrato tra la dura madre e il canale vertebrale, in quello che è definito spazio epidurale (21). Sinonimi di anestesia epidurale sono anestesia extradurale e peridurale (22). A seconda del quantitativo di farmaco somministrato e del sito d'inoculo l'anestesia può realizzarsi a livello lombare o toraco-lombare (21).

Per la corretta esecuzione del blocco è fondamentale conoscere la struttura del midollo spinale in quanto il raggiungimento del proprio sito d'azione da parte del farmaco è strettamente dipendente dalle proprietà fisico-chimiche del farmaco stesso, dall'interazione che esso ha con le diverse strutture che proteggono e rivestono il tessuto nervoso e dal sito d'inoculo (21).

Il midollo spinale è la parte del sistema nervoso centrale situata nel canale vertebrale (23). Si estende dalla articolazione atlanto-occipitale fino alla regione sacrale (24). Come la colonna vertebrale, è suddiviso in cinque porzioni: cervicale, toracica, lombare, sacrale e coccigea (23). Le 5 porzioni a loro volta sono suddivise in segmenti (metameri) quante sono le vertebre (20). Nel cane sono presenti 36 o 37 segmenti spinali a seconda della razza o della taglia del soggetto, di cui: 8 cervicali, 13 toracici, 7 lombari, 3 sacrali e 6 o 7 coccigei (23). Da ogni segmento spinale emergono due paia di nervi, uno dorsale e uno ventrale (20). I blocchi neuroassiali solitamente sono eseguiti nella porzione lombosacrale (20). L'ingresso al canale vertebrale nella porzione lombosacrale prevede l'attraversamento delle seguenti strutture (*figura 9*):

- Cute;
- Sottocute;
- legamento sopraspinato, che decorre sulla sommità dei processi spinosi delle vertebre;
- legamento interspinoso, posizionato tra i processi spinosi delle vertebre;

- legamento giallo, costituisce la parete dorsale dello spazio epidurale andando anche a sigillare gli spazi intervertebrali (20).

All'interno del canale vertebrale si riconoscono lo spazio epidurale, tessuto adiposo, il plesso venoso e le strutture intratecali che sono le seguenti: il midollo spinale, le meningi e il liquido cefalorachidiano (24). Le meningi sono tre membrane che avvolgono e proteggono l'encefalo e il midollo spinale (20). Dalla più interna verso la più esterna troviamo:

- la pia madre, a stretto contatto con il midollo spinale (21). Attraverso di essa passano i vasi che portano nutrienti ed ossigeno al midollo spinale (20).
- l'aracnoide, intermedia e fibrosa, ha una struttura a maglie che la separa dalla pia madre (21). Tra la pia madre e l'aracnoide esiste uno spazio chiamato spazio subaracnoideo, in esso è contenuto il liquido cefalorachidiano (20). Quando si effettua l'anestesia spinale il farmaco viene somministrato a livello di questo spazio (20).
- la dura madre, più esterna a contatto con il canale vertebrale (22). Essa è composta da tessuto fibroso e conferisce rigidità ai vasi che raggiungono il midollo spinale (21). La dura madre termina più caudalmente rispetto al midollo spinale dando origine a quello che viene definito cono durale (23).

Tra la dura madre e la parete dorsale del canale vertebrale è presente lo spazio epidurale (20). Nello spazio epidurale sono presenti tessuto adiposo, tessuto connettivo lasso e il plesso venoso vertebrale interno (20). Quando si effettua l'anestesia epidurale il farmaco viene iniettato in questo spazio (20).

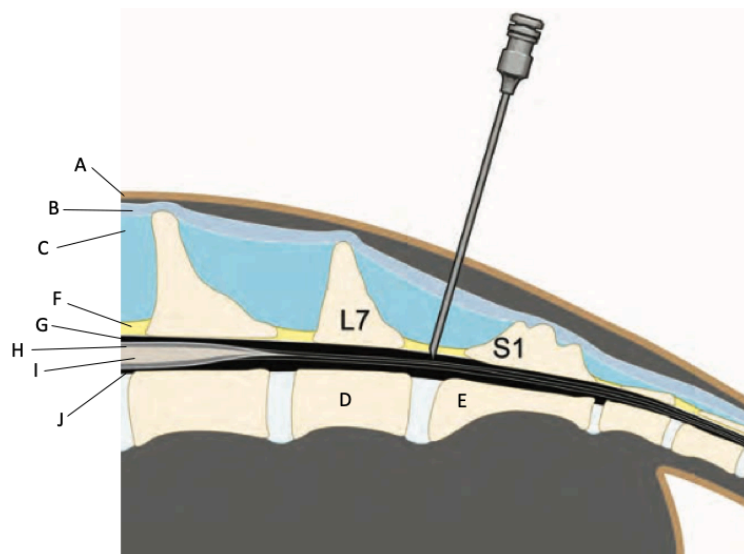


Figura 9. Sezione sagittale della parte lombare del midollo spinale di cane. A. cute, B. legamento sopraspinoso, C. legamento interspinoso, D. settima vertebra lombare, E. prima vertebra sacrale, F. legamento giallo, G. spazio epidurale, H. dura madre, I. midollo spinale, J. Spazio subaracnoideo con liquido cerebrospinale.

Alla nascita il midollo spinale si estende sino al sacro, durante la crescita non si sviluppa quanto la colonna vertebrale e, nei cani adulti di taglia grande raggiunge L6-L7, mentre nei cani di piccola taglia raggiunge L7-S1 (20). Se si effettuano iniezioni epidurali a questo livello è importante tenere in considerazione la presenza del sacco durale in quanto c'è il rischio di perforare il sacco ed entrare in contatto con il liquido cefalorachidiano (20). Tale circostanza va evitata in quanto il dosaggio dei farmaci utilizzati per l'anestesia epidurale è più elevato di quello per l'anestesia spinale (20).

Nell'ultimo tratto, da L1 fino L6-S1, il midollo spinale si assottiglia ed assume una forma conica che prende il nome di cono midollare (23). Al termine del cono midollare è presente quello che viene definito filum terminale, una struttura molto sottile, avvolta dal prolungamento della dura madre e quasi del tutto sprovvista di cellule nervose (23). Il filum terminale raggiunge le prime vertebre coccigee (23). I nervi sacrali hanno un andamento molto obliquo e ricoprono il filum terminale dando origine alla cauda equina (23).

In sezione trasversale il midollo spinale è costituito da un asse di sostanza grigia disposta ad H e rivestita dalla sostanza bianca (24). Considerando la conformazione della sostanza grigia all'interno della sostanza bianca, si riconoscono due corna dorsali, dove si trovano i principali recettori per i farmaci, e due corna ventrali unite a quelle del lato opposto dalla commessura grigia, che corrisponde alla parte trasversale dell'H (24). La sostanza bianca è composta per l'80% da lipidi per cui è l'ambiente ideale per la diffusione di sostanze lipofile come il fentanyl (22). La sostanza grigia, invece, è più idrofila rispetto alla bianca e, quindi, rappresenta l'ambiente preferenziale per la diffusione delle sostanze idrofile come la morfina (22). Un farmaco lipofilo come il fentanyl, per esempio, per poter raggiungere i propri recettori collocati nel corno dorsale della sostanza grigia del midollo spinale deve prima attraversare la sostanza bianca (22). L'attraversamento della sostanza bianca da parte di sostanze lipofile comporta un rapido assorbimento di queste a livello sistemico, per cui all'aumentare della lipofilità di una molecola ne diminuisce la biodisponibilità a livello midollare dopo somministrazione per via neuroassiale (22). Da ciò ne consegue che se si vuole ottenere un effetto analgesico immediato, ma di breve durata, è possibile utilizzare il fentanyl come farmaco da somministrare per via spinale mentre risulta del tutto inutile somministrare lo stesso farmaco per via epidurale in quanto solo una minima parte di esso raggiungerà il midollo spinale e gli effetti saranno per lo più dovuti all'assorbimento sistemico (22).

A livello del corno dorsale della sostanza grigia del midollo spinale giungono le fibre sensitive provenienti dalla periferia, ed è da qui che partono le fibre ascendenti che portano l'informazione a livello encefalico (22). Lo stimolo nervoso che giunge a livello del corno dorsale del midollo spinale può essere modulato (aumentato o diminuito) da diversi neurotrasmettitori (22). A livello del midollo spinale è infatti possibile trovare neurotrasmettitori eccitatori quali glutammato, aspartato, sostanza P, e neurotrasmettitori inibitori quali norepinefrina, acetilcolina, serotonina, che bilanciandosi tra di loro, consentono una efficace modulazione nell'ambito del processo nocicettivo (22). Nel corno dorsale sono presenti diversi tipi di recettori quali recettori per gli oppioidi, recettori α_2 adrenergici e recettori NDMA (21). Considerata la varietà di recettori e di neurotrasmettitori coinvolti nel processo di modulazione del dolore da parte del midollo spinale, sono stati studiati sempre più tecniche e farmaci in grado di raggiungere i recettori presenti nel canale midollare (22). I farmaci più comunemente utilizzati nell'anestesia neuroassiale sono gli anestetici locali cui seguono gli oppioidi, gli α_2 -agonisti e la ketamina (22). I farmaci anestetici locali agiscono bloccando reversibilmente i canali del sodio delle fibre nervose impedendo, quindi, la trasmissione degli impulsi periferici (22). Non avendo uno specifico sito d'azione, agiscono sia a livello del midollo spinale sia a livello dei nervi spinali all'interno del canale vertebrale (22). Per contro, oppioidi, α_2 -agonisti e ketamina presentano il loro sito d'azione recettoriale solo a livello del corno dorsale del midollo spinale (22). Per la specificità del loro sito d'azione, questi farmaci, indipendentemente dal loro sito d'inoculo (epidurale o subaracnoideo), devono raggiungere i recettori situati nel corno dorsale per esplicare la loro azione analgesica (22). Gli anestetici locali sono in grado di bloccare sia la componente sensitiva sia la componente motoria dei nervi spinali, determinando anche paralisi muscolare; le altre molecole, invece, agiscono solo sulla componente sensitiva senza coinvolgere quella motoria (22). L'utilizzo dell'anestesia neuroassiale consente un minor dosaggio dei farmaci anestetici nel loro insieme garantendo un'ottima analgesia (25). Questo tipo di anestesia può essere utilizzata per procedure chirurgiche caudali al diaframma, in alternativa all'anestesia generale in casi in cui il paziente non può essere sottoposto ad anestesia generale ma solo ad una leggera sedazione (25). L'anestesia neuroassiale può anche essere utilizzata in associazione all'anestesia generale, consentendo di ridurre il dosaggio di anestetico inalatorio con conseguente riduzione della possibilità di depressione cardiopolmonare (25).

Regolazione della biodisponibilità dei farmaci a livello neuroassiale

Il termine biodisponibilità indica la capacità di un farmaco di distribuirsi dal sito di somministrazione a quello d'azione (22). Le molecole attualmente utilizzate per l'anestesia neuroassiale agiscono principalmente a livello del corno dorsale del midollo spinale, dove sono presenti i recettori oppioidali, α -adrenergici e NMDA (22). I farmaci anestetici locali agiscono anche a livello dei nervi spinali (21). L'effetto dei farmaci iniettati dipende molto dalla densità dei recettori per i farmaci stessi, dalla struttura del farmaco e dalla localizzazione del recettore (26). Quando un farmaco è somministrato a livello epidurale non tutto il quantitativo è biodisponibile poiché una parte di esso è assorbito dalle vene e dal tessuto adiposo (26). È quindi possibile affermare che i farmaci somministrati a livello epidurale vengono assorbiti tramite tre vie:

1. Assorbimento sistemico attraverso il plesso venoso epidurale;
2. Assorbimento da parte del tessuto adiposo epidurale;
3. Assorbimento da parte del liquido cefalorachidiano e del midollo spinale (22).

Il grado di assorbimento del farmaco attraverso una delle vie precedentemente elencate dipende dalle proprietà fisico-chimiche del farmaco stesso (22). In generale la lipofilia di un farmaco aumenta il suo assorbimento a livello sistemico e a livello del tessuto adiposo epidurale favorendo anche il passaggio del farmaco dallo spazio epidurale a quello intratecale (21). Di conseguenza un farmaco altamente lipofilo, come il fentanyl, è assorbito maggiormente a livello del grasso e dei vasi rispetto ad un farmaco meno lipofilo, come la morfina, rendendolo quindi meno biodisponibile a livello di midollo spinale (27).

La presenza delle meningi rappresenta un ostacolo per l'assorbimento del farmaco a livello del midollo spinale (21). La dura madre è composta da fibre elastiche e da collagene ed è vascolarizzata da una fitta rete capillare che favorisce l'assorbimento dei farmaci quando questi diffondono attraverso di essa (22). L'importante ruolo della rete capillare della dura madre nell'assorbimento dei farmaci è stato dimostrato da studi condotti mediante la somministrazione di adrenalina, la quale provoca vasocostrizione riducendo il flusso ematico alla dura madre: è stato dimostrato che la riduzione del flusso è pari alla riduzione di assorbimento del farmaco (22). In passato si pensava che, essendo la dura madre la più spessa delle meningi, essa costituisca la barriera più importante per il passaggio dei farmaci a questo livello (22). In realtà recenti studi hanno dimostrato che la barriera più importante per l'assorbimento dei farmaci è costituita dalla membrana aracnoidea (22). L'aracnoide è

composta da diversi strati di cellule epiteliali connessi tra di loro che rendono impermeabile la membrana al passaggio di sostanze idrofile ed elettroliti (21). Il passaggio di un farmaco attraverso questa membrana dipende in modo particolare dalla lipofilia del farmaco stesso seguendo però quello che viene definito come un comportamento bifasico: lipofilia del farmaco e permeabilità della membrana risultano direttamente proporzionali fino al raggiungimento di un certo grado di lipofilia della sostanza; superato questo valore soglia il rapporto di proporzionalità si inverte e, all'aumentare della lipofilia del farmaco, la permeabilità della membrana si riduce (22). Seguendo quindi questo principio ne consegue che se si mettono a confronto un farmaco idrofilo come la morfina e il fentanyl, che invece ha un elevato grado di lipofilia, il grado di permeabilità della membrana risulta quasi lo stesso (22). La pia madre è invece composta da fibre collagene disposte a maglie piuttosto ampie e di conseguenza pone una minima resistenza alla diffusione dei farmaci (21).

Prima del raggiungimento del midollo spinale i farmaci, siano essi somministrati per via epidurale o per via subaracnoidea, diffondono necessariamente attraverso il liquido cefalorachidiano (20). Fattore determinante per la diffusione del farmaco all'interno del liquido cefalorachidiano è il movimento del liquor stesso (22). Il movimento del liquido cefalorachidiano dipende dalla funzionalità cardiaca: durante la sistole il liquido cefalorachidiano segue il movimento del midollo spinale, durante la diastole invece il flusso del liquido cefalorachidiano si dirige cranialmente (20). Muovendosi, il liquor trasporta con sé tutte le sostanze in sospensione al suo interno, compresi i farmaci che procedono in senso craniale al liquor e alla sua stessa velocità (22). Questo principio vale per tutti i farmaci, ciò che invece fa la differenza sull'entità della migrazione craniale è la velocità di allontanamento del farmaco dal liquor (22). Un farmaco che persiste maggiormente nel liquor (ad esempio farmaci idrofili come la morfina) viene spinto più cranialmente e, in alcuni casi, può anche raggiungere l'encefalo; un farmaco che invece viene immediatamente riassorbito dal midollo spinale (ad esempio farmaci lipofili come il fentanyl) permane per meno tempo nel liquor e di conseguenza non progredisce cranialmente (22). La diffusione del farmaco all'interno del liquor va sempre considerata poiché se, per esempio, in caso di chirurgia toracica si esegue la somministrazione epidurale di un oppioide idrofilo (come la morfina) a livello lombosacrale, per via della permanenza del farmaco a livello del liquido cefalorachidiano, ci si aspetta una migrazione craniale dello stesso che andrà quindi ad agire anche a livello di midollo toracico e cervicale (22). Invece la somministrazione di un oppioide lipofilo (come il fentanyl), con la

stessa modalità del caso precedente, risulta in questo caso inefficace poiché la molecola diffonde rapidamente al midollo a livello lombosacrale senza agire anche a livello di midollo toracico e cervicale (22). Per cui, se non si desidera una diffusione craniale dell'effetto analgesico, ma un'azione a livello di 2-3 metameri midollari è preferibile utilizzare un farmaco lipofilo rispetto ad uno idrofilo; questo tipo di analgesia prende il nome di analgesia segmentale (22).

Nel caso di anestesia spinale in cui la soluzione dell'anestetico locale è somministrata a livello intratecale, il fattore che influenza la diffusione del farmaco è la forza cinetica fornita alla soluzione dall'inoculazione (22). Se la somministrazione del farmaco avviene troppo velocemente e a pressione elevata aumenta la possibilità che il farmaco diffonda cranialmente (27). Per accertarsi di somministrare il farmaco correttamente si consiglia di aspirare una bolla d'aria nella siringa con cui si somministra il farmaco, prima di iniziare la somministrazione si orienta la siringa in modo che la bolla d'aria si sposti verso lo stantuffo (27). A questo punto si inizia la somministrazione del farmaco osservando la bolla: se la bolla non subisce schiacciamenti oltre al 50% significa che velocità e pressione d'inoculo sono corrette, se invece la bolla si deforma più del 50% è necessario modificare la velocità o la pressione d'inoculo (27). Se si utilizza questa tecnica è necessario prestare attenzione a non iniettare l'aria della bolla all'interno dello spazio intratecale (27).

Altro fattore determinante è la baricità della soluzione di anestetico locale (27). La baricità di un anestetico indica la densità dell'anestetico rispetto al liquido cefalorachidiano (27). Per l'anestesia spinale si usano soluzioni iperbariche che consentono il blocco di specifici metameri a seconda del posizionamento del paziente stesso; questo tipo di anestesia è definita anestesia spinale selettiva (22).

Farmaci

Nelle procedure di anestesia neuroassiale i farmaci utilizzati sono i seguenti: anestetici locali, oppioidi, α_2 agonisti e antagonisti dei recettori NDMA (21). Questi farmaci possono essere utilizzati da soli o in combinazione per ottenere il blocco della nocicezione tramite diversi meccanismi (20).

Anestetici locali

Gli anestetici locali sono i farmaci più utilizzati, essi determinano un blocco reversibile della conduzione nervosa a livello di midollo spinale attraverso tre meccanismi:

1. Blocco paravertebrale, attraverso il passaggio del farmaco dai fori intervertebrali;
2. Blocco del tratto intrarachideo delle radici dei nervi spinali dopo la diffusione attraverso la dura;
3. Azione diretta sulla superficie del midollo spinale (21).

Il midollo spinale è composto da fibre nervose sensitive, motrici ed ortosimpatiche e gli anestetici locali determinano un blocco di tipo sensoriale, motorio e simpatico (21). In generale, il blocco di conduzione determinato dagli anestetici locali dipende dal diametro delle fibre nervose, esprimendosi prima su quelle di piccolo diametro (21). Le fibre simpatiche risultano le più sensibili, vengono bloccate per prime e a concentrazioni basse di anestetico locale (22). Le fibre sensoriali sono bloccate successivamente e a concentrazioni di farmaco maggiori (22). Infine, fibre motorie e propriocettive sono le ultime ad essere bloccate e richiedono concentrazioni di farmaco ancora maggiori (22). Le fibre nervose vengono quindi bloccate dagli anestetici locali nel seguente ordine: fibre simpatiche, fibre sensitive e infine quelle motorie; al contrario la risoluzione del blocco coinvolgerà le fibre nel seguente ordine: prima le fibre motorie, a seguire le fibre sensitive e per ultime le fibre simpatiche; questo vale sia se si effettua l'anestesia epidurale sia l'anestesia spinale (22). Si devono poi considerare le conseguenze del blocco delle diverse fibre: il blocco dell'innervazione simpatica determina vasodilatazione delle zone innervate dal metamero di midollo bloccato (22). Se il blocco coinvolge numerosi metameri e se si estende molto cranialmente (da L3 a T3) può determinare importanti scompensi emodinamici con conseguente ipotensione (27). I metameri del midollo spinale dal L4 a T1 danno origine alla cosiddetta catena del simpatico (27). La catena del simpatico è responsabile del mantenimento del tono vascolare di arterie e vene del corpo (27). Il blocco dei nervi da L3 a T3 determina vasodilatazione, accumulo di sangue nel circolo venoso e conseguente diminuzione del ritorno venoso al cuore (27). È possibile prevenire tale effetto attraverso la somministrazione di fluidi prima di effettuare il blocco, e se ciò non è sufficiente, si può procedere con la somministrazione di vasocostrittori come efedrina, dobutamina o dopamina; per questo motivo bisogna valutare attentamente se eseguire un blocco centrale in un paziente con problemi emodinamici come in caso di emorragia, ipotensione, cardiopatie (22).

I farmaci anestetici locali sono in grado di bloccare i canali del sodio voltaggio dipendenti delle radici nervose (20) bloccando le fibre sensitive a basse concentrazioni mentre per il blocco delle fibre motorie sono necessarie concentrazioni più elevate di farmaco (20). La differenza di risposta agli anestetici locali da parte delle fibre nervose può essere così utilizzata per ridurre o evitare completamente il blocco dell'attività motoria (22). Spesso la paralisi del treno posteriore in fase post-operatoria può stressare i pazienti che, poiché non possono deambulare, possono autolesionarsi e/o compromettere l'esito di un intervento chirurgico (22).

Gli anestetici locali più comunemente utilizzati per i blocchi neuroassiali in medicina veterinaria sono **bupivacaina** e **ropivacaina** perché presentano maggiore selettività per le fibre sensoriali rispetto agli altri anestetici locali; sono metabolizzate a livello epatico ed escrete a livello renale (22). La riduzione della funzionalità epatica e/o la riduzione del flusso epatico possono determinare l'accumulo dei farmaci a livello sistemico con conseguente tossicità (22). La presenza di insufficienza renale al contrario non sembra aumentare l'incidenza di tossicità sistemica (22). La bupivacaina ha durata d'azione lunga (6-8 ore) e un'insorgenza d'azione di 15-20min (22). La ropivacaina ha durata d'azione di 2-4 ore con onset di 15 minuti (22).

Lidocaina e **mepivacaina** sono utilizzate meno per l'anestesia neuroassiale perché, a fronte di un rapido onset (5-10 minuti) hanno breve durata d'azione (60-90 minuti) (22). L'aggiunta di adrenalina alla soluzione prolunga la durata d'azione anche del 50% (22). In caso di parto cesareo, per via della maggior sensibilità agli anestetici locali determinata dal progesterone, che aumenta la diffusibilità dell'anestetico locale attraverso il tessuto nervoso, la dose di anestetico da somministrare deve essere ridotta (22). Oltre all'ipotensione un altro effetto indesiderato che si può avere in seguito alla somministrazione di anestetico locale è la bradicardia che può essere causata dall'eccessiva migrazione craniale del farmaco anestetico locale con interessamento dei segmenti toracici T1-T4 e conseguente compromissione della funzionalità dei nervi del simpatico deputati all'aumento della contrazione cardiaca e alla vasodilatazione dei vasi coronari (27). L'eccessiva diffusione craniale del farmaco anestetico locale può provocare anche un'improvvisa ipotensione che può causare bradicardia sino all'arresto cardiocircolatorio (27). In entrambi i casi la bradicardia è trattata mediante somministrazione di atropina (22). Altra possibile complicazione è la somministrazione

accidentale del farmaco anestetico locale direttamente in vena o nei tessuti paravertebrali, con conseguente tossicità sistemica (22).

Un farmaco anestetico locale di recente scoperta è **IQB-9302** (1-methylcyclopropyl-N-(2,6-dimethylphenyl)-2 piperidinecarboxamide), possiede proprietà simili alla bupivacaina ma con maggiore lipofilia e potenza (20). Somministrato per via epidurale a dosaggi di 0,5 mg/kg, 1,0 mg/kg e 1,5 mg/kg produce un blocco nocicettivo completo di durata di circa 6 ore (20). È stato effettuato uno studio comparato in vivo per valutare l'efficacia di IQB-9302 rispetto alla bupivacaina nel blocco epidurale (28). Nello studio sono state confrontate le differenze di durata e di intensità dei blocchi nocicettivo e motorio dati dai due farmaci (28). Dallo studio è emerso che IQB-9302 determina blocco nocicettivo e motorio più velocemente e con profondità maggiore rispetto alla bupivacaina (28). A differenza della bupivacaina, che determina blocco motorio di durata maggiore rispetto al blocco nocicettivo, il blocco motorio dato da IQB-9302 ha circa la stessa durata del blocco nocicettivo; questo è sicuramente un vantaggio poiché nel periodo post operatorio è preferibile una ripresa della funzione nocicettiva e motoria quasi in contemporanea (28). Attualmente IQB-9302 non è molto utilizzato in medicina veterinaria ma si stanno eseguendo degli studi per un suo eventuale impiego in anestesia epidurale a livello toracico (28).

Oppioidi

Dopo gli anestetici locali, i farmaci più comunemente utilizzati per l'anestesia neuroassiale in medicina veterinaria sono gli oppioidi (21).

Gli oppioidi, legandosi ai propri recettori, inibiscono il rilascio dei neurotrasmettitori eccitatori bloccando la trasmissione dell'impulso nocicettivo ai recettori presenti a livello encefalico (20).

Gli oppioidi hanno come sito d'azione i recettori localizzati a livello del corno dorsale della sostanza grigia del midollo spinale (22). In funzione del grado di liposolubilità, queste molecole, una volta raggiunto il liquido cefalorachidiano, diffondono più cranialmente riuscendo anche a raggiungere i centri sovraspinali e di conseguenza parte del loro effetto è mediato da un'azione encefalica (22). Una quota di farmaco, invece, è assorbita a livello del plesso venoso epidurale e dei vasi spinali agendo poi a livello sistemico, con conseguenti effetti simili a quelli ottenuti tramite somministrazione sistemica (22). La somministrazione sistemica di oppioidi può comportare sedazione, bradicardia, depressione respiratoria,

defecazione, ritenzione urinaria e ileo. Al contrario, la somministrazione spinale degli oppioidi comporta non solo una riduzione degli effetti sistemici ma anche una maggiore durata d'effetto e il mantenimento dell'attività motoria (22).

La **morfina** è il farmaco oppioide più comunemente utilizzato per l'anestesia neuroassiale, è caratterizzata da elevata potenza e lunga durata d'azione: nel cane 0,1 mg/kg per via epidurale è caratterizzata da un onset di 20-60 minuti e una durata d'azione di 16-24 ore (22). Nel cane è riportata anche una riduzione della concentrazione minima alveolare di isofluorano di circa il 27% (30). La morfina è un farmaco idrofilo per cui tende a dare accumulo a livello del liquido cefalorachidiano, con conseguente maggiore durata dell'effetto e aumento della probabilità di diffusione del farmaco cranialmente al sito d'inoculo (29). Questo effetto spiega come basse dosi di morfina (0,1 mg/kg) somministrate a livello epidurale diano un effetto analgesico di maggiore durata rispetto alla somministrazione di morfina a livello sistemico (29). In rari casi, nel cane, sono stati riportati, dopo la somministrazione di morfina, depressione respiratoria e ancora meno frequente prurito; entrambi gli effetti possono essere controllati mediante la somministrazione di naloxone per via sistemica (22). Altro effetto indesiderato che si può verificare nel cane è la ritenzione urinaria: nel caso in cui si verifici, è necessaria la cateterizzazione del paziente per svuotare la vescica (22).

Il **metadone** è stato somministrato sperimentalmente nello spazio epidurale nei cani ad una dose di 0,5 mg/kg ed è stata poi osservata una diminuzione della concentrazione alveolare minima di isofluorano del 30% (30). È stata somministrata anche una dose inferiore di metadone (0,3 mg/kg) con tecnica epidurale in pazienti ricoverati per il controllo del dolore, ma non sono state osservate differenze dalla somministrazione di metadone endovena ai fini analgesici (30). Nel cane il metadone può aumentare il tono vescicale e diminuire la compliance vescicale (22).

Il **fantanyl** somministrato per via epidurale presenta un elevato assorbimento sistemico e per questo motivo non presenta grandi vantaggi rispetto alla somministrazione sistemica; è utilizzato con somministrazione intratecale in quanto, a causa del suo rapido assorbimento, penetra rapidamente nel midollo dando un effetto analgesico immediato che può favorire l'azione di anestetici locali ed oppioidi a più lento onset (22).

La **buprenorfina** è caratterizzata da onset di circa 60 min ed effetto analgesico simile alla morfina, determinando meno frequentemente ritenzione urinaria (22). Spesso la buprenorfina può essere associata alla lidocaina per ottenere una azione analgesica sinergica

(20). Questa combinazione di farmaci è stata valutata sperimentalmente durante l'intervento di ovarioisterectomia (20). Un gruppo di soggetti è stato sottoposto ad intervento utilizzando come anestesia generale l'infusione continua di propofol ed è stata eseguita una iniezione intramuscolo di buprenorfina alla dose di 15 µg/kg (20). Nel secondo gruppo è stato utilizzato lo stesso protocollo del primo ma è stata somministrata per via epidurale una soluzione di buprenorfina (5 µg/kg) e lidocaina 2% (4,4 mg/kg) (20). È stato dimostrato che la dose di propofol necessaria per mantenere l'anestesia nel secondo gruppo è diminuita del 55% (20).

α₂ agonisti

Gli α₂ agonisti sono la terza classe di farmaci più comunemente impiegata in medicina veterinaria per l'anestesia neuroassiale; essi sono in grado di ridurre lo stimolo nocicettivo agendo sui recettori α₂ adrenergici localizzati a livello del corno dorsale del midollo spinale, e come gli oppioidi non alterano la funzionalità motoria (22).

Tra i farmaci α₂ agonisti quelli che hanno dato i migliori risultati con somministrazione neuroassiale sono la **xilazina** e la **medetomidina** (22). La xilazina a dosi di 0,1 mg/kg, 0,2 mg/kg o 0,4 mg/kg determina una riduzione della concentrazione minima alveolare di isofluorano rispettivamente pari al 8%, 22% e 33% (20). Ha onset d'azione di circa 30min e durata dell'effetto fino a 3 ore (26). La medetomidina somministrata per via epidurale a dosi di 15 µg/kg consente di ottenere una durata dell'effetto analgesico di 4-8 ore (26).

Effetto indesiderato importante dei farmaci α₂ agonisti è l'elevato assorbimento sistemico che comporta bradicardia e sedazione (22). L'effetto analgesico conseguente alla somministrazione neuroassiale è maggiore rispetto a quello ottenuto dopo somministrazione sistemica ma solitamente sono comunque impiegati in associazione con altri farmaci come gli oppioidi (22).

Antagonisti dei recettori NDMA

La **ketamina** presenta effetti a livello spinale determinando analgesia attraverso il blocco dei recettori NDMA (20). Questo farmaco ha effetto maggiore in caso di stimoli algici cronici e di conseguenza è utilizzato per lo più come adiuvante di altri farmaci piuttosto che come unico farmaco analgesico (22). Nel cane presenta onset di 20-30 minuti e una durata d'azione fino a 6 ore (22). In uno studio condotto su cani sottoposti a chirurgia degli arti posteriori è stata valutata l'efficacia analgesica della ketamina durante e 12 ore dopo l'intervento (29). Dallo

studio è emerso che la somministrazione di ketamina nel periodo preoperatorio non causa variazioni emodinamiche notevoli e consente di ridurre l'utilizzo di farmaci analgesici sia durante l'intervento che nel post operatorio ma, essendo potenzialmente un farmaco neurotossico, i bassi dosaggi impiegati (2mg/kg) non consentono di ottenere una totale analgesia, per cui la ketamina deve essere utilizzata in associazione ad altri farmaci (29).

Combinazioni di farmaci

Anestetici locali, oppioidi e α_2 agonisti sono molecole in grado di ridurre la nocicezione per via neuroassiale mediante meccanismi diversi e, quindi, l'associazione di due o più di queste molecole consente di ottenere un'ottima analgesia riducendo gli effetti indesiderati dei singoli farmaci (29). La scelta della combinazione dei farmaci dipende anche dal tipo (ad esempio blocco sensitivo o blocco sensitivo e motorio) e dalla durata dell'effetto che si vuole ottenere (27).

Il trattamento epidurale standard è l'associazione di anestetici locali e oppioidi poiché è dimostrato il loro sinergismo: gli oppioidi sono in grado di migliorare l'analgesia fornita dagli anestetici locali consentendo di diminuirne il dosaggio evitando, quindi, il blocco motorio (20). Anche l'associazione di anestetici locali e α_2 agonisti consente di ottenere buoni effetti analgesici: gli α_2 agonisti aumentano l'effetto degli anestetici locali consentendo una riduzione di questi e impedendo così il blocco motorio. La durata dell'effetto analgesico dato dalla combinazione tra α_2 agonisti e anestetici locali è, però, ridotta rispetto a quella ottenuta dalla combinazione tra anestetici locali ed oppioidi per cui si utilizza solo nei casi in cui non possono essere impiegati gli oppioidi (22). Quando si esegue la somministrazione di farmaci per via neuroassiale va sempre considerata la tossicità che i farmaci possono dare al tessuto nervoso: ad esempio gli anestetici locali sono potenzialmente neurotossici ma solo a concentrazioni molto elevate rispetto a quelle utilizzate per l'anestesia neuroassiale (22).

Anestesia epidurale

Prima di eseguire la puntura epidurale l'animale deve essere sedato o sottoposto ad anestesia generale (preferibilmente gassosa) ed è necessario avere un accesso venoso per somministrare una fluidoterapia in caso di necessità (27). Fondamentale è monitorare la pressione arteriosa del paziente tramite un accesso arterioso per rilevare un'eventuale ipotensione causata dagli anestetici locali (22).

La via d'accesso allo spazio epidurale nel cane e nel gatto è lo spazio intervertebrale lombosacrale compreso tra L7-S1 per i seguenti motivi:

- Risulta essere uno spazio più ampio rispetto agli spazi intervertebrali lombari e toracici (22);
- L'ampiezza dello spazio può essere aumentata con l'estensione in direzione craniale degli arti posteriori (22);
- Nei cani, fatta eccezione per quelli di piccola taglia, il sacco durale termina cranialmente a L7, per cui nei cani di piccola taglia l'approccio ideale è L7-S1 mentre nei soggetti di grossa taglia si può procedere anche tra L5-L6 ed L6-L7 (21).

Fattore determinante per la corretta esecuzione della procedura è il posizionamento del paziente in decubito laterale (*figura 10*) o sternale (*figura 11*), con gli arti posteriori estesi cranialmente in modo da ampliare lo spazio intervertebrale e permettere una più facile esecuzione della puntura (27). Il posizionamento del paziente influisce anche sulla distribuzione del farmaco anestetico locale, soprattutto per gli anestetici locali e meno per gli oppioidi, i quali, una volta raggiunto il liquido cefalorachidiano, diffondono in tutto il midollo (22). In alternativa a questa tecnica è possibile somministrare il farmaco nella posizione più conveniente per l'operatore per poi posizionare il paziente in funzione della zona da anestetizzare (22).

La procedura è eseguita nel pieno rispetto delle regole di asepsi: l'area va tricotomizzata, si esegue uno scrub chirurgico, l'operatore indossa guanti sterili e è consigliato il posizionamento di un telo sterile (22) (*figure 10 e 11*).



Figura 10. Paziente in decubito laterale dopo tricotomia e scrub chirurgico, prima dell'esecuzione dell'anestesia epidurale. Campoy L., Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag. 237



Figura 11. Paziente posizionato in decubito sternale. Campoy L., Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag. 237

Se il paziente è sveglio (procedura sconsigliata) o anche solo a un piano anestesiológico superficiale, per evitare movimenti nell'infissione dell'ago, è consigliato infiltrare la zona con anestetico locale prima di eseguire la procedura (22).

Nel caso in cui il paziente sia posizionato in decubito sternale i processi spinosi dorsali delle vertebre saranno facili da palpare anche nei soggetti in sovrappeso (27). In altri casi, invece, è preferibile posizionare il paziente in decubito laterale (ad esempio nel caso in cui il soggetto abbia delle fratture pelviche o femorali) sebbene in questo decubito sia più difficile palpare i processi spinosi dorsali delle vertebre, soprattutto nei pazienti sovrappeso (27). La scelta del decubito laterale o sternale dipende dall'operatore e dal tipo di intervento che si deve effettuare; da studi condotti su cadaveri non è stata riportata alcuna differenza di assorbimento del farmaco in relazione al decubito (30).

L'approccio tipico per l'esecuzione della anestesia epidurale nel cane e nel gatto è quello cosiddetto "lombosacrale", in cui l'ago è posizionato cranialmente a L7, ma esistono anche gli approcci intralombare e sacrococcigeo.

Approccio lombosacrale

In questa tecnica il posizionamento dell'ago avviene tra L7 ed S1 (27). Per poter individuare lo spazio intervertebrale lombosacrale (*figura 12*), dopo aver posizionato il paziente in decubito laterale o sternale, utilizzando il pollice e il dito medio della mano si procede alla palpazione delle ali dell'ileo; la linea immaginaria tra le due dita passa attraverso lo spazio intervertebrale L6-L7 (20). A questo punto con l'indice della stessa mano si palpano i processi spinosi delle vertebre lombari (27). Subito caudalmente al processo spinoso di L7 è possibile apprezzare una depressione che corrisponde allo spazio lombosacrale; il punto d'inserzione dell'ago corrisponde al punto medio della depressione (21). Se si impiega un ago epidurale a punta smussa è bene eseguire una prima incisione della cute per facilitare la penetrazione dell'ago (22). L'infissione dell'ago avviene con un'angolazione di 90° rispetto alla superficie cutanea (22). Le strutture attraversate dall'ago sono, nell'ordine, cute, sottocute, legamento sovraspinoso, legamento interspinoso, legamento giallo: superato quest'ultimo si raggiunge lo spazio epidurale (22). Per avvertire il passaggio dei diversi tessuti è necessario procedere lentamente, il legamento giallo è il tessuto che oppone maggior resistenza durante la procedura; al superamento di questo si avverte una netta perdita di resistenza, da alcuni autori descritta come un "pop" (27). A questo punto è necessario verificare il corretto

posizionamento dell'ago (vedi successivo paragrafo "verifica del corretto posizionamento dell'ago epidurale") poiché può capitare che, nonostante si percepisca chiaramente il cosiddetto "pop", non si sia raggiunto lo spazio epidurale (27). In alcuni casi, se la direzione iniziale dell'ago non è corretta, l'ago raggiunge la superficie dorsale degli archi vertebrali e non può più procedere poiché incontra l'osso (22). In questi casi si retrae l'ago e si cambia l'inclinazione fino al raggiungimento dello spazio intervertebrale (22).

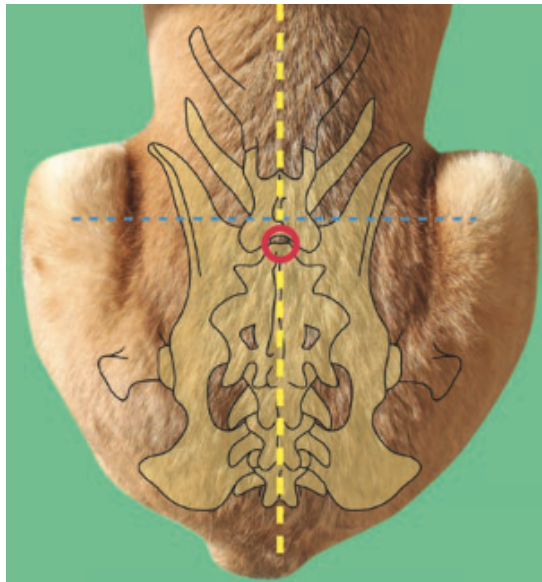


Figura 12. Punti di repere dell'approccio lombosacrale. Il cerchio rosso indica il punto d'inserzione dell'ago per effettuare la puntura epidurale; la linea tratteggiata orizzontale corrisponde alla linea immaginaria tra creste iliache; la linea tratteggiata gialla corrisponde ai processi spinosi delle vertebre. Duke-Novakovski T., de Vries M., Seymour C., BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia third edition, pag. 154.

Approccio intralombare

Per effettuare questo approccio è necessario individuare il margine dorsale del processo spinoso caudale al punto in cui si vuole effettuare l'iniezione (27). Si procede poi inserendo l'ago lateralmente alla linea mediana con un'inclinazione craniale di 45° (figura 13) (27). L'ago va fatto avanzare fino a che non si supera il processo articolare craniale della vertebra e si raggiunge lo spazio intervertebrale (27). A questo punto l'ago penetra il legamento giallo ed entra nello spazio epidurale (27).

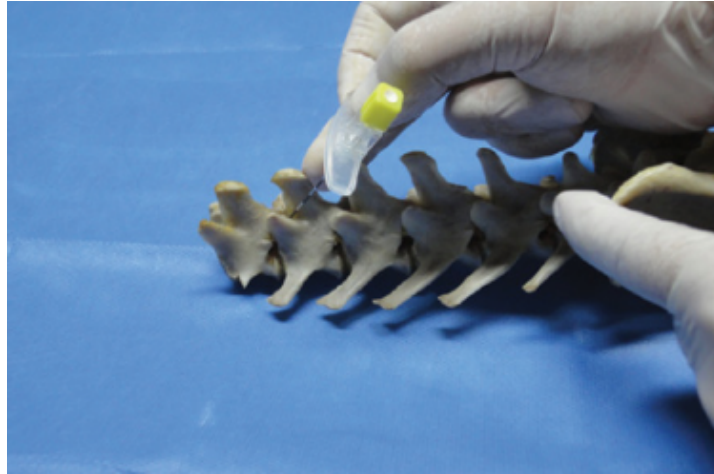


Figura 13. Inserimento dell'ago epidurale con approccio intralombare. Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia* pag. 243

Approccio sacrococcigeo

Dopo aver posizionato l'animale in decubito laterale o dorsale, si palpano i processi spinosi delle vertebre coccigee per individuare la prima e la seconda vertebra coccigea (27). Per facilitare la localizzazione dell'articolazione tra le prime due vertebre coccigee si può muovere la coda dell'animale in alto e in basso in modo che si possa creare una depressione palpabile corrispondente all'articolazione (27). Individuata l'articolazione, si procede all'inserimento dell'ago con un angolo di 45° in posizione caudale rispetto al processo spinoso della prima vertebra coccigea (figura 14) (27). In questa zona la muscolatura e il legamento giallo sono poco sviluppati per cui si incontrerà poca resistenza all'avanzamento dell'ago (27).

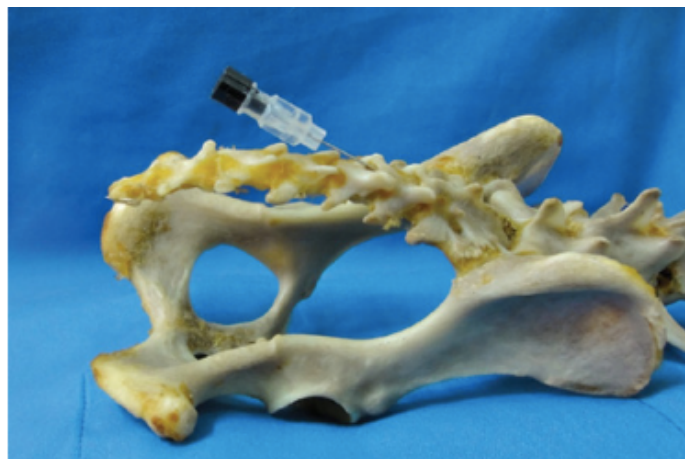


Figura 14. Inserimento di un ago epidurale con approccio sacrococcigeo. Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, pag 244

Verifica del corretto posizionamento dell'ago epidurale

Per la verifica del corretto posizionamento dell'ago si possono eseguire diverse tecniche:

1. **Tecnica della goccia pendente:** la tecnica della goccia pendente può essere utilizzata solo con il paziente in decubito sternale (27); consiste nella rimozione dello stiletto dell'ago prima del raggiungimento del legamento giallo (22). Dopo la rimozione dello stiletto, l'ago è riempito con soluzione fisiologica fino ad ottenere un menisco di soluzione che deborda dal cono dell'ago (27). A questo punto si fa procedere l'ago, al raggiungimento dello spazio epidurale, essendo esso a pressione leggermente negativa, la soluzione fisiologica presente all'interno dell'ago verrà assorbita (22). Questa tecnica consente anche di individuare una possibile accidentale puntura della dura madre; in questo caso la soluzione non verrà aspirata ma uscirà dal cono dell'ago (22). Si possono anche ottenere dei falsi negativi in quanto, nonostante il corretto posizionamento epidurale del bisello, non avviene comunque l'aspirazione (22). Le principali cause di falsi negativi sono la parziale o totale occlusione della punta dell'ago e particolari stati dello spazio epidurale quali pressione non sufficientemente negativa o eccesso di grasso (27). In questi casi, se si ha la sensazione di essere nello spazio epidurale ma il test continua ad essere negativo si procede con l'esecuzione di un altro test (22).
2. **Tecnica della perdita di resistenza:** essa prevede la verifica del corretto posizionamento dell'ago mediante l'inoculazione di una piccola quantità di soluzione fisiologica o di aria (22). In caso di posizionamento corretto dell'ago non si dovrebbe avvertire alcuna resistenza all'inoculazione; al contrario, in caso di scorretto posizionamento, i legamenti o il tessuto muscolare dovrebbero opporre resistenza all'inoculazione (27). È indicato utilizzare per questo tipo di tecnica le siringhe a bassa resistenza poiché, in caso di scorretto posizionamento dell'ago, consentono di osservare il ritorno dello stantuffo alla posizione iniziale dopo il tentativo di inoculazione di fisiologica o aria (22). Bisogna prestare attenzione ad una eccessiva inoculazione di aria in quanto la bolla d'aria che si crea può compromettere la corretta distribuzione dell'anestetico locale all'interno dello spazio epidurale (22).
3. **Tecnica della bolla d'aria:** essa prevede di aspirare dell'aria con una siringa piena di fisiologica in modo da creare una bolla (22). Dopo il collegamento della siringa all'ago, la bolla si andrà a posizionare nella parte più dorsale della siringa stessa, a contatto

con lo stantuffo (22). A questo punto, si osserva la forma della bolla al momento dell'inoculazione della soluzione fisiologica:

- Se l'ago non è posizionato correttamente la resistenza è notevole e quindi la bolla verrà schiacciata deformandosi (22);
- Se l'ago invece è posizionato nello spazio epidurale all'inoculazione della soluzione fisiologica non ci sarà resistenza e quindi la bolla non si deformerà (22)

4. **Tecniche di diagnostica per immagini:** per valutare il corretto posizionamento dell'ago si possono utilizzare la tradizionale radiografia o la fluoroscopia (22). Queste tecniche solitamente sono utilizzate nella fase di apprendimento della metodica poiché nella pratica clinica determinano una perdita di tempo con incremento del rischio per il paziente (22).
5. **Elettrolocazione:** l'elettrostimolazione di un nervo è utile per identificare il corretto posizionamento dell'ago nello spazio epidurale (18). La tecnica prevede di inserire attraverso la cute, fino a raggiungere lo spazio epidurale, un ago isolato elettricamente e collegato al catodo dello stimolatore nervoso (32). L'anodo è posizionato nel muscolo semitendinoso dell'arto pelvico (32). Una volta verificato, tramite la tecnica della goccia pendente o della perdita di resistenza, che l'ago sia stato posizionato correttamente è applicata una corrente di intensità pari a 1-3 mA, con frequenza di 1-2 Hz e pulsazione di 0,1 ms (32). A questo punto, se l'ago è stato posizionato correttamente, è possibile osservare la contrazione ritmica dei muscoli dell'arto pelvico e della coda (32).
6. **Osservazione delle onde di pressione epidurale:** dopo aver posizionato l'ago a livello epidurale si utilizza un trasduttore di pressione precedentemente calibrato e posizionato a livello del processo trasverso di L7 (32). Il trasduttore di pressione, a sua volta, è collegato a un monitor che consente di vedere le onde di pressione se presenti (32). La presenza delle onde indica il corretto posizionamento dell'ago nello spazio epidurale (32).

Per calcolare la quantità di farmaco da somministrare per l'anestesia epidurale esistono due metodi, uno in cui si considera il peso del soggetto e l'altro in cui si misura la lunghezza della colonna vertebrale (27). Basandosi sul peso dell'animale, molti testi raccomandano un volume

finale totale pari a 0,2 mg/kg (1 ml ogni 5 kg) per blocchi che coinvolgono la parte caudale dell'addome, gli arti pelvici e la regione pelvica, mentre si utilizzano volumi minori (1 ml ogni 7 kg), se si effettuano procedure limitate solamente agli arti posteriori (27). Volumi ancora minori, pari a 1 ml ogni 10 kg, si utilizzano se si effettuano procedure limitate alla coda e alla regione perineale (27).

Per calcolare il volume totale di anestetico da somministrare basandosi sulla lunghezza della colonna vertebrale si procede misurando la lunghezza della colonna dall'occipitale fino alla prima vertebra coccigea (27). Esiste una correlazione tra la progressione craniale del farmaco somministrato a livello epidurale e la lunghezza della colonna e, sulla base di questa relazione, è stato sviluppato un diagramma (*figura 15*) da seguire (27). Il diagramma è stato sviluppato utilizzando la ropivacaina come farmaco ma è stato constatato che anche utilizzando gli altri farmaci non ci sono sostanziali variazioni (27). Il volume totale di farmaco da inoculare è quindi calcolato in ml/cm come segue:

- 0,05 ml/cm servono a bloccare il 30-35% della lunghezza della colonna;
- 0,1 ml/cm servono a bloccare il 55-60% della lunghezza della colonna;
- 0,15 ml/cm servono a bloccare il 70-75% della lunghezza della colonna (27).

Questa tecnica è molto utile per calcolare il volume totale di farmaco da utilizzare in animali con colonna vertebrale particolarmente lunga, come i bassotti, oppure in animali obesi (27).

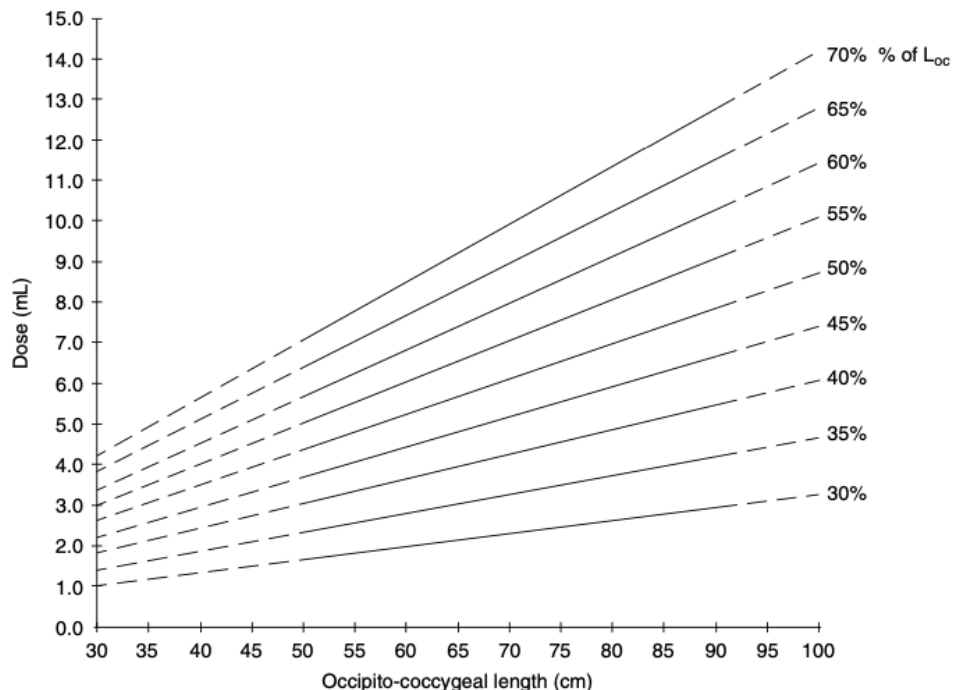


Figura 15. Diagramma della relazione tra volume di farmaco da iniettare (Dose ml) e la lunghezza della colonna dall'occipite alla prima vertebra coccigea (Occipito-coccygeal length cm). In: Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, pag 248.

Posizionamento del catetere epidurale

Dopo aver posizionato l'ago epidurale (es.: ago di Tuohy) a livello dello spazio epidurale, si può decidere di procedere con il posizionamento di un catetere epidurale (*figura 16*) che consente di eseguire un trattamento analgesico a lungo termine mediante la somministrazione di boli aggiuntivi o di infusione continua di farmaci (18). Altra indicazione per il posizionamento di un catetere epidurale è il raggiungimento di metameri midollari più craniali, tale procedura è però sconsigliata a causa delle possibili complicanze che possono insorgere (22). Tenendo fermo l'ago con una mano con l'altra si estrae il mandrino, a questo punto si inserisce il catetere delle dimensioni adeguate (18). Si potrebbe rilevare una certa resistenza all'avanzamento del catetere al difuori del bisello dell'ago in quanto per poter uscire deve effettuare una leggera curvatura; inoltre può capitare che il bisello dell'ago sia entrato solo parzialmente all'interno dello spazio epidurale per cui lo spazio a disposizione per la fuoriuscita del catetere dal bisello risulta ridotto (18). In questi casi è sufficiente far avanzare l'ago di qualche millimetro nello spazio epidurale per consentire l'avanzamento del catetere (22). Una volta superato il bisello, il catetere non dovrebbe incontrare alcun tipo di resistenza, in caso contrario si deve sospendere la procedura (22). Ci possono essere anche altre cause che impediscono l'avanzamento del catetere quali posizionamento non adeguato dell'ago, fuoriuscita dai fori intervertebrali, e attorcigliamento nello spazio epidurale (22). In questi casi si può procedere retraendo leggermente il catetere per poi farlo avanzare nuovamente ma si deve prestare attenzione poiché la punta del bisello potrebbe tagliare il catetere stesso (22). Spesso è più conveniente ripetere la procedura dall'inizio; per evitare il taglio del catetere da parte del bisello dell'ago, si consiglia di estrarre catetere ed ago contemporaneamente (22). Per verificare il posizionamento corretto del catetere al termine della procedura, è indispensabile eseguire un esame radiografico (27). Dopo aver posizionato correttamente il catetere, prima dell'estrazione dell'ago, si connette il raccordo per la siringa all'estremità esterna del catetere e si aspira, in questo modo si esclude il posizionamento all'interno di un vaso o nello spazio subaracnoideo (22). Nel caso di posizionamento intravascolare il blocco non sarà efficace e si rischia la tossicità sistemica (22). Nel caso di posizionamento nello spazio subaracnoideo si ottiene il blocco ma si rischia una sua ampia estensione con conseguenti complicazioni cardiovascolari e respiratorie (22). Per verificare il corretto posizionamento del catetere sono utilizzate anche tecniche di diagnostica per immagini (32). Dopo aver

posizionato il catetere epidurale si procede alla somministrazione del mezzo di contrasto (32). Generalmente i mezzi di contrasto più sicuri da utilizzare per questa tecnica sono gli iodati non ionici (iopamidolo, omeprolo, ioesolo), che riducono il rischio di convulsioni in caso di somministrazione nello spazio subdurale (32). Dopo la somministrazione del mezzo di contrasto si effettuano delle radiografie in decubito latero-laterale e in decubito dorso-ventrale in modo da poter valutare la diffusione del mezzo di contrasto che può localizzarsi nello spazio epidurale, nello spazio subdurale oppure assumere una localizzazione errata (32). Dopo il test di verifica del corretto posizionamento del catetere, si può procedere con l'inoculazione dell'anestetico iniziando prima con la somministrazione di un terzo del volume, verificando l'inizio dell'insorgenza del blocco (22). Questa procedura è un'ulteriore conferma del corretto posizionamento ma risulta inefficace se il paziente si trova in anestesia generale (22). Posizionato correttamente il catetere, si procede all'estrazione dell'ago (22). A questo punto si taglia il catetere a 10 cm dalla cute del paziente e alla sua estremità si posizionano il raccordo per la siringa e il filtro antibatterico; si fissa poi il catetere con dei punti di sutura e infine lo si copre con un leggero bendaggio per impedirne la dislocazione, la contaminazione e il danneggiamento (18).



Figura 16. Posizionamento del catetere epidurale in un cane. Campoy L, Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag 245

Applicazione dell'anestesia epidurale

L'anestesia epidurale si effettua in caso di operazioni chirurgiche caudali al diaframma, solitamente è utilizzata per chirurgie ortopediche dell'arto pelvico, per amputazioni dell'arto o della coda e durante il parto cesareo (33). La risposta neurologica del paziente al blocco

epidurale è valutata basandosi su dati oggettivi quali la deambulazione e/o la risposta agli stimoli (34). Nello specifico si valuta la capacità di sorreggere il peso da parte degli arti posteriori, il riflesso di flessione dell'arto, il dolore digitale, e il dolore scrotale (34). La capacità di supportare il peso del corpo dell'animale dipende dai muscoli estensori del ginocchio che sono innervati da nervi (principalmente nervi safeno e femorale) le cui radici nervose originano da L4-L5 (34). Il riflesso flessorio invece è garantito dalla mobilità dei muscoli flessori della gamba e del piede (34). Le radici nervose dei muscoli flessori originano da L6-L7 a S1-S2; il principale nervo che innerva tale regione è il nervo ischiatico con le sue diramazioni (34). Il dolore digitale evocato da uno stimolo (ad esempio lo schiacciamento del dito con una pinza emostatica) consente di capire in base alla risposta del soggetto allo stimolo (ad esempio se il soggetto muove il dito dopo lo stimolo algico) se il blocco è stato ottenuto correttamente o no (34). Il terzo, quarto e quinto dito sono innervati da diramazioni del nervo peroneo comune e del nervo tibiale, entrambi diramazioni del nervo ischiatico (34). Il primo e secondo dito invece sono innervati dal nervo peroneo superficiale le cui radici nervose originano da L4-L5 (34). In base a quali dita vengono anestetizzate, è possibile capire l'estensione del blocco: se tutte le dita sono anestetizzate allora il blocco epidurale si estende sino L4-L5; se invece sono anestetizzati solo il terzo, quarto e quinto dito il blocco non si estende oltre L5-L6 (34). Il dolore scrotale invece consente di valutare se il blocco ha raggiunto S1-S3, sedi d'origine delle radici del nervo pudendo (34). La coda è innervata dai nervi coccigei le cui radici originano da S3 alla seconda vertebra coccigea (34). Il blocco della coda indica che il blocco sacrale si estende fino alla seconda vertebra coccigea (34).

È stato dimostrato che l'utilizzo dell'anestesia epidurale per alcuni interventi chirurgici consente di ottenere una buona analgesia intraoperatoria, un recupero post operatorio rapido e una diminuzione della richiesta di analgesici sistemici nel post-operatorio (33).

Si utilizza l'anestesia epidurale lombosacrale per interventi ortopedici dell'arto pelvico quali ricostruzione dell'articolazione del ginocchio (TKJR: total knee joint reconstruction), ricostruzione del legamento crociato craniale (ACLR: anterior cruciate ligament reconstruction), e TPLO (tibial plateau leveling osteotomy) (35). In uno studio retrospettivo sono state messe a confronto l'anestesia epidurale con il blocco nervoso periferico del nervo femorale (35). Entrambe le tecniche di anestesia locoregionale conferiscono una buona analgesia intraoperatoria ma differiscono leggermente nel post-operatorio (35). Sebbene l'anestesia epidurale possa causare ipotensione, ritenzione urinaria e prurito nel post

operatorio, è stato dimostrato che a 24-48 ore dall'intervento, basandosi sulla scala del dolore, il gruppo di soggetti trattato con anestesia epidurale aveva un punteggio minore (35). È stato dimostrato che nelle brevi passeggiate effettuate a 24 ore dall'intervento e nella capacità di estensione del ginocchio a 2-3 giorni dall'intervento il gruppo trattato con anestesia epidurale ha ottenuto risultati migliori poiché non presentava dolore al muscolo quadricipite femorale causato dal blocco nervoso periferico (35). Altro dato suggestivo emerso dallo studio è stato che il livello plasmatico di catecolamine e di altri ormoni dello stress nel post operatorio è risultato minore nei soggetti sottoposti ad anestesia epidurale (35).

L'anestesia epidurale lombosacrale è utilizzata per interventi di parto cesareo (36). In uno studio sono stati confrontati tre protocolli anestesiolgici diversi che prevedevano tutti l'induzione dell'anestesia con propofol mentre il mantenimento è stato eseguito nel primo gruppo con infusione continua di propofol, nel secondo gruppo con sevofluorano e nel terzo con propofol e anestesia epidurale fino all'estrazione dei cuccioli e dopo è stata proseguita con sevofluorano (36). Nel gruppo in cui è stata applicata anche l'anestesia epidurale è stata utilizzata una dose inferiore di anestetico intravenoso ed inalatorio, non è stato necessario somministrare oppioidi durante la chirurgia e la frequenza cardiaca delle madri si è mantenuta più bassa durante l'intervento rispetto a quella delle madri sottoposte ad anestesia con gli altri protocolli (36). Per quanto riguarda la vitalità dei feti immediatamente dopo l'estrazione, misurata con la scala di Apgar, i feti nati dalle madri sottoposte ad anestesia epidurale sono risultati più vitali e sono state necessarie meno cure neonatali (36).

L'anestesia epidurale sacrococcigea si effettua principalmente per le procedure di cateterizzazione dei gatti maschi con ostruzione uretrale (37). In questi casi l'anestesia epidurale consente di ottenere un'ottima anestesia ed analgesia con meno effetti indesiderati rispetto a quelli che si otterrebbero se l'animale venisse sottoposto ad anestesia generale (37). Gli animali con ostruzione uretrale presentano squilibri acido-base ed elettrolitici che aumentano il rischio di complicazioni, incluso l'arresto cardiocircolatorio, se sottoposti ad anestesia generale (37).

Puntura Spinale

Nel cane e nel gatto la puntura spinale è eseguita a livello lombare (L6-L7) (22). A differenza dell'anestesia epidurale, con l'anestesia spinale si ottiene una anestesia più profonda e con onset più rapido (27). La preparazione del paziente per la puntura spinale è identica a quella epidurale, l'ingresso dell'ago deve avvenire tra L6-L7, lo spazio intervertebrale è individuato mediante palpazione dei processi spinosi delle vertebre lombari (27). A causa dell'inclinazione caudocraniale dei processi spinosi dorsali delle vertebre lombari, anche l'inclinazione dell'ago dovrebbe essere caudocraniale con un angolo di 45-60° rispetto alla superficie cutanea (22). Individuato lo spazio intervertebrale desiderato, si procede con l'avanzamento dell'ago spinale nei tessuti; il raggiungimento dello spazio epidurale lo si avvertirà mediante la perdita di resistenza (27). A questo punto si può procedere secondo due modalità:

1. Far avanzare l'ago sino alla superficie ventrale del canale vertebrale (attraversando il midollo spinale), estrarre il mandrino e infine estrarre lentamente l'ago fino ad osservare la fuoriuscita del liquido cefalorachidiano (22); in questo caso si è nello spazio subaracnoideo ventrale (22).
2. Estrarre il mandrino e far avanzare lentamente l'ago per verificare il raggiungimento dello spazio subaracnoideo dorsale mediante la fuoriuscita del liquido cefalorachidiano; in questo caso si è nello spazio subaracnoideo dorsale (22).

L'anestesia spinale è utilizzata per interventi ortopedici dell'articolazione del ginocchio o prossimali ad essa (38), amputazione della coda, interventi chirurgici della regione sacrococcigea ed esplorazioni chirurgiche della pelvi e dell'ano (39). Rispetto all'anestesia epidurale, l'anestesia spinale conferisce una maggiore analgesia intraoperatoria, ha un onset più rapido e una risoluzione del blocco motorio più veloce rispetto all'anestesia epidurale (38). È possibile combinare l'anestesia epidurale con quella spinale in modo da ottenere un blocco nervoso con rapido onset d'azione, una buona analgesia intraoperatoria e un buon rilassamento muscolare a cui si aggiunge, grazie all'utilizzo del catetere epidurale, un aumento della durata dell'effetto analgesico che può essere mantenuto anche nel post-operatorio (39). Il volume totale di farmaco da somministrare in caso di anestesia spinale si calcola in base al peso del soggetto e non deve superare gli 0,05 ml/kg (27).

Anestesia epidurale e anestesia spinale a confronto

- Il blocco epidurale è di più facile esecuzione rispetto al blocco spinale e comporta minor rischio di danno al tessuto nervoso (22);
- I farmaci somministrati per via epidurale hanno durata d'azione maggiore rispetto agli stessi utilizzati per via spinale (27);
- I farmaci somministrati per via epidurale possono causare con più facilità il blocco incompleto o asimmetrico per via dell'interferenza del grasso e dei vasi presenti a livello epidurale (22);
- l'anestesia spinale determina analgesia più completa ed efficace rispetto alla via epidurale poiché i farmaci non devono attraversare la dura per poter agire sul loro sito d'azione (38);
- il posizionamento corretto dell'ago nell'anestesia spinale è valutabile in modo più oggettivo grazie alla presenza del liquido cefalorachidiano (27);
- la via epidurale richiede un dosaggio maggiore di farmaco per ottenere un effetto clinico paragonabile alla via subaracnoidea (37).

Controindicazioni dell'anestesia neuroassiale

La presenza di coagulopatie o nel caso in cui il paziente sia sottoposto a terapia anticoagulante aumenta il rischio di formazione di ematoma epidurale o subaracnoideo, nel caso in cui si lesionasse accidentalmente un vaso (27). La compressione delle strutture nervose che ne consegue può portare a danni neurologici che possono anche permanere nel tempo (22).

In pazienti emodinamicamente instabili il blocco simpatico conseguente all'inoculazione di anestetici locali può causare problemi se le condizioni emodinamiche non vengono corrette prima dell'esecuzione del blocco (22).

La presenza di infezioni a livello del sito di passaggio dell'ago può comportare conseguenze gravi nel caso in cui l'infezione fosse veicolata dall'ago a livello midollare (27).

Alterazioni anatomiche congenite o acquisite possono alterare i punti di repere e quindi, in questi casi, è necessaria una certa esperienza per effettuare il blocco (22).

Un'eccessiva diffusione craniale del farmaco somministrato per via neuroassiale può causare la sindrome di Horner che comporta anisocoria, ptosi palpebrale, miosi, enoftalmo e procidenza della terza palpebra (27). Solitamente la sindrome si risolve spontaneamente al cessare dell'effetto dei farmaci (27).

Capitolo 5: Blocchi nervosi periferici

I blocchi nervosi periferici sono una tecnica di anestesia regionale che prevede l'iniezione del farmaco anestetico locale in prossimità del nervo in modo da bloccarne la conduzione (18). Questa tecnica consente di ottenere una buona analgesia intraoperatoria e post operatoria in molte parti del corpo quali la testa, gli arti e il tronco (18).

Blocchi nervosi della testa

Consentono di ottenere una buona analgesia per le principali strutture anatomiche della testa (18):

- Cavità orale
- Occhio
- Orecchio

Blocchi nervosi del cavo orale

Per effettuare i blocchi della cavità orale è necessario che l'animale sia in anestesia generale, poiché i siti d'iniezione del farmaco per effettuare il blocco sono localizzati in profondità (40). Il blocco nervoso a livello del cavo orale è indicato per estrazioni dentali, inserimento di impianti dentali, fistole oronasali, difetti del palato, difetti di chiusura, riparazione di eventuali fratture della mandibola o della mascella, biopsie e chirurgia oncologica del cavo orale (ad esempio mandibolectomie o maxillectomie) (40).

In caso di utilizzo di anestetici locali a lunga durata d'azione, l'effetto dell'anestetico può durare anche dopo la fine dell'intervento facilitando il decorso post-operatorio (40).

I farmaci anestetici locali utilizzati in odontoiatria veterinaria sono di tipo ammidico come bupivacaina (0,5-0,75%), ropivacaina (0,5-1%) e lidocaina (2%) (41). Molti farmaci anestetici locali causano vasodilatazione, che può a sua volta determinare un aumento dell'assorbimento del farmaco, una diminuzione della durata d'azione e un aumento della concentrazione plasmatica del farmaco con potenziale tossicità (40). Per evitare una eccessiva vasodilatazione è consigliato aggiungere all'anestetico locale farmaci con azione vasoconstrictrice come adrenalina o epinefrina (41). È fondamentale non superare la dose tossica di anestetico locale, soprattutto nei pazienti di piccola taglia (41). Il calcolo del volume totale di anestetico da iniettare si basa sul peso dell'animale e sul numero di nervi da bloccare

(40). In linea generale per ciascun blocco non va superato un volume totale di 0,2-0,25 ml nel gatto, 0,2-0,8 ml nel cane e 1,5-2 ml nei molossoidi (41).

Topografia dei nervi del cavo orale

Per poter effettuare i blocchi nervosi del cavo orale è importante conoscere la topografia dei nervi e le strutture che essi vanno ad innervare (40).

L'innervazione dei denti, dell'osso e dei tessuti molli del cavo orale e della faccia, è garantita dal nervo **trigemino** (40). Il ramo motorio del nervo trigemino, il nervo mandibolare, innerva i muscoli della masticazione e gli altri muscoli della regione della faccia (40). Le tre branche sensitive del trigemino (nervo oftalmico, nervo mascellare e nervo mandibolare) innervano la cute della faccia, la mucosa degli occhi, del naso e della cavità orale, fatta eccezione per la faringe e la base della lingua (40). La faringe è innervata dal nervo glossofaringeo mentre la base della lingua è innervata dal nervo vago (40).

Il **nervo mascellare** (*figura 17*) decorre ventralmente all'occhio, presenta come foro d'uscita il foro rotondo, scavato tra l'ala e il corpo del basisfenoide (42). Dal foro rotondo procede nel canale alare per poi portarsi, fuoriuscendo dal foro alare rostrale, nella porzione caudale della fossa pterigopalatina, da qui decorre rostralmente sulla superficie dorsale del muscolo pterigoideo mediale (40). Nella parte craniale della fossa pterigopalatina emette due diramazioni: il **nervo zigomatico** e il **nervo pterigopalatino**, per proseguire poi come **nervo infraorbitale** a livello del foro mascellare (40).

Il **nervo infraorbitale** emette i rami alveolari superiori caudali, i rami alveolari superiori medi e il ramo incisivo superiore (40). Dal ramo incisivo superiore derivano i rami alveolari superiori rostrali (42). I rami alveolari superiori caudali nascono invece dalla fossa pterigopalatina, decorrono in direzione rostroventrale e raggiungono gli alveoli dei molari superiori attraverso i fori alveolari della mascella (42). I rami alveolari superiori medi nascono dal canale infraorbitale e si portano agli alveoli dei premolari superiori (42). Il nervo infraorbitale prima di uscire dal foro infraorbitale, che si trova dorsalmente alla radice distale del terzo premolare, emette il ramo incisivo superiore (40). Il **nervo incisivo superiore** decorre rostralmente e dorsalmente nella mascella ed innerva le radici degli incisivi, del canino e dei primi tre premolari (40). Il **nervo infraorbitale** decorre nel canale infraorbitale ed esce dal foro infraorbitale, si divide nei rami nasali esterni e interni e nei rami labiali superiori; tali diramazioni innervano i tessuti molli della porzione rostrale della testa (40).

Il **nervo pterigopalatino** è una delle diramazioni del nervo mascellare, origina a livello della fossa pterigopalatina e decorre sulla faccia dorsale del muscolo pterigoideo mediale (42). Subito dopo la sua origine si divide in tre rami: nervo nasale caudale, nervo palatino maggiore e nervo palatino minore (42). Il nervo palatino minore decorre sul margine rostrale del muscolo pterigoideo mediale ed innerva il palato molle (40). Il nervo palatino maggiore poco dopo il suo inizio si dirama nel nervo palatino accessorio, questi nervi innervano il palato duro (40). Il nervo nasale caudale, accompagnato dall'arteria sfenopalatina, entra nella cavità nasale attraverso il foro sfenopalatino ed innerva la mucosa nasale della parte ventrale della cavità nasale, il seno mascellare e il palato (40).

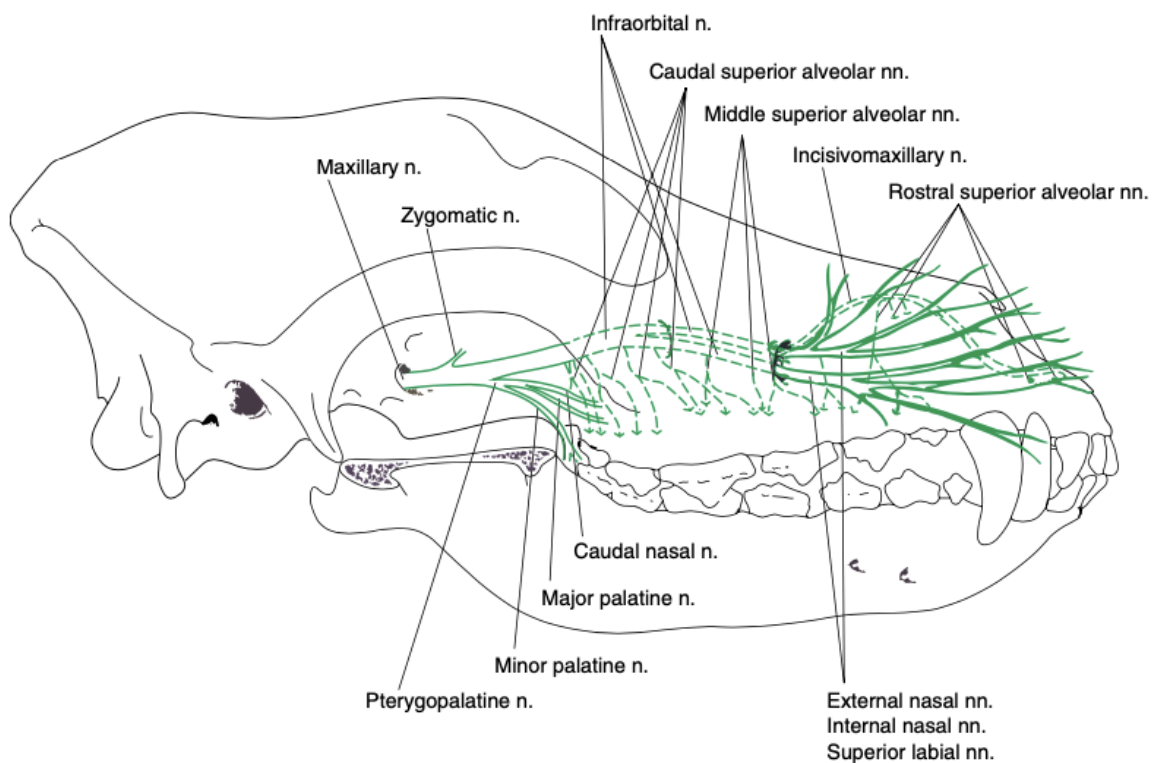


Figura 17. Topografia del nervo mascellare e delle sue ramificazioni nel cane. Campoy L., Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag 122.

Il **nervo mandibolare** (figura 18) garantisce l'innervazione motoria dei muscoli della masticazione e del muscolo miloioideo, e l'innervazione sensitiva dei tessuti duri e molli della mandibola (denti dell'arcata inferiore, mucosa orale e labbro inferiore), della lingua, di parte della cute della testa e la mucosa della parte intraossea del condotto uditivo esterno (40). Il nervo mandibolare esce dal cranio attraverso il foro ovale, si porta medialmente all'articolazione temporo-mandibolare, tra i muscoli tensore del velo palatino e pterigoideo laterale (42). Portandosi laterorostralmente passa sulla faccia ventrale del muscolo

ptorigoideo laterale, incrocia l'arteria mascellare e termina tra i due muscoli pterigoidei (42).

Nel suo tragitto emette le seguenti diramazioni:

- Nervo meningeo
- Nervo masticatore, innerva il muscolo digastrico, il massetere e i muscoli temporali profondi
- Nervi pterigoidei laterali e mediali, innervano i muscoli pterigoidei
- Nervo tensore del velo palatino, innerva il muscolo tensore del velo palatino
- Nervo buccale, innerva cute e mucosa della guancia
- Nervo auricolotemporale, innerva il meato acustico esterno, la membrana timpanica, la ghiandola parotide, la pinna dell'orecchio e la cute della faccia
- Nervo miloioideo, innerva il muscolo digastrico, la cute del labbro inferiore e della guancia, il muscolo miloioideo e la regione intermandibolare caudale
- Nervo linguale, branca rostrale della biforcazione terminale del nervo mandibolare
- Nervo alveolare inferiore, branca terminale caudale del nervo mandibolare (42). Origina a livello della fossa pterigopalatina (42). Inizialmente è situato tra la branca della mandibola e il muscolo pterigoideo mediale, si porta poi verso il foro mandibolare attraverso il quale penetra nel canale della mandibola (42). Nel canale della mandibola decorre ventrale alle radici dentali ed emette i rami alveolari inferiori rostrali, medi e caudali che innervano il labbro inferiore e la regione intramandibolare (39). Il nervo alveolare inferiore esce dal canale mandibolare attraverso i fori mentali caudali medi e rostrali (41). Dai fori mentali prosegue come nervo mentale (o mentoniero) caudale, medio e rostrale e va ad innervare il labbro inferiore e la mucosa orale (41).

Per via della complessità dell'innervazione della cute, della mucosa buccale e della regione intramandibolare è impossibile desensibilizzare completamente il cavo orale e le cavità nasali (41).

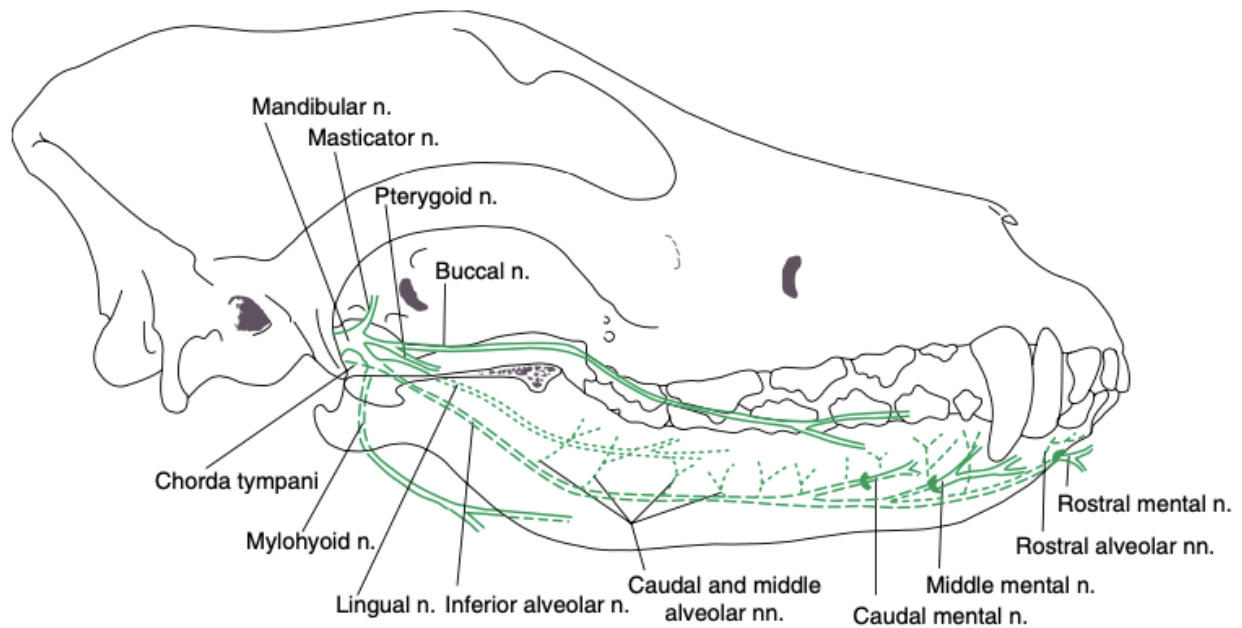


Figura 18. Topografia del nervo mandibolare e sue diramazioni nel cane. Campoy L., Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag 134

Blocco del nervo mascellare

Il blocco del nervo mascellare consente di desensibilizzare la mascella, l'osso incisivo, il palato, i denti della mascella, la gengiva, la mucosa orale e parzialmente la mucosa nasale del lato corrispondente al nervo (43). I blocchi del nervo mascellare avvengono alla cieca, basandosi solo sui punti di repere anatomici (40). Il blocco del nervo mascellare si effettua alla sua estremità distale, prima di entrare nel forame mascellare, rostralmente alla fossa pterigopalatina (40). Il nervo decorre, in rapporto con l'arteria mascellare, medialmente all'arcata zigomatica, ventrale al bulbo oculare, dorsomediale alla ghiandola salivare zigomatica e dorsomediale alla tuberosità mascellare e al molare superiore (40). Anche la vena facciale in alcuni casi può passare in prossimità del nervo per cui si deve far attenzione a non perforarla con l'ago (43).

Approccio transcutaneo extraorale /sottozigomatico

Con questo approccio l'ago è inserito tra il margine caudale della mascella e il processo coronoideo della mandibola, rostroventrale all'arcata zigomatica (figura 19) (40). Tali strutture sono facilmente individuabili mediante palpazione (40). L'ago è inserito perpendicolarmente alla cute nella fossa pterigopalatina (40). A questo punto si procede all'aspirazione, per evitare l'accidentale iniezione intravasale (43). Se la prova di aspirazione è negativa si può procedere all'iniezione lenta del farmaco anestetico locale (41).

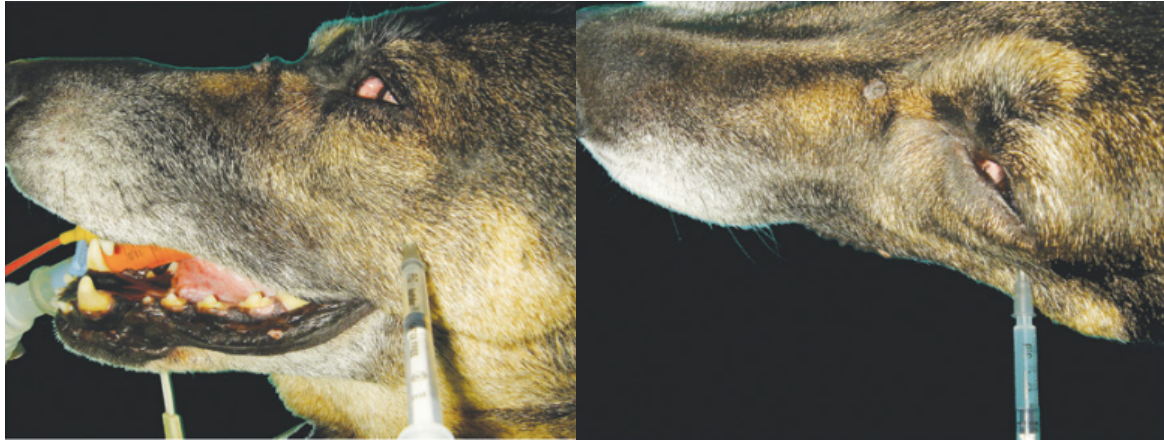


Figura 19. Blocco del nervo mascellare con approccio extraorale. Campoy L., Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag 128

Approccio intraorale/transmucosale (attraverso la tuberosità mascellare)

L'ago è inserito all'interno della cavità orale tra l'ultimo molare superiore e la tuberosità mascellare (figura 20) (40). Con l'animale in anestesia generale, utilizzando un apribocca, l'operatore introduce la mano non dominante all'interno del cavo orale per palpare la tuberosità mascellare (40). A questo punto l'ago è inserito tra il dito dell'operatore e l'osso mascellare, il più perpendicolarmente possibile al palato o in direzione leggermente mediale (40). La profondità d'inserzione dell'ago nei cani varia da 25-30mm a seconda della taglia del soggetto (40). Una volta infilato l'ago si procede all'aspirazione per evitare l'inoculazione intravasale, se l'aspirazione è negativa si può poi procedere all'inoculazione del farmaco anestetico locale (40). In alcuni soggetti, per via della ridotta mobilità dell'articolazione temporo-mandibolare, non è possibile ottenere il corretto angolo d'inserzione dell'ago (40). Nell'applicazione di questa tecnica si deve far attenzione a non lesionare la ghiandola salivare zigomatica (40).



Figura 20. Blocco del nervo mascellare on approccio intraorale transmucosale. BSAVA dentistry and oral surgery. Pag 134.

Approccio infraorbitale

L'ago è inserito nel canale infraorbitale passando attraverso il foro intraorbitale (43). Il canale infraorbitale è posizionato dorsalmente alla radice distale del terzo premolare superiore (41). Il raggiungimento del foro intraorbitale può avvenire attraverso la cute della parte prossimale della guancia (approccio extraorale) o direttamente attraverso la mucosa vestibolare (approccio intraorale) (*figura 21*) (40). Una volta raggiunto il foro infraorbitale, l'ago avanza nel canale infraorbitale fino al raggiungimento della fossa pterigopalatina (43). L'avanzamento dell'ago deve avvenire parallelamente al palato per evitare di danneggiare l'occhio (43). Per via della lunga distanza d'inserimento dell'ago le possibilità di danneggiare le strutture vascolonervose contenute nel canale infraorbitale sono elevate (40).



Figura 21. Blocco del nervo mascellare con approccio infraorbitale e intraorale. Campoy L., Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag 129

Blocco del nervo infraorbitale

Il blocco del nervo infraorbitale desensibilizza denti, mascella, osso incisivo, labbro superiore e la mucosa orale omolaterale al sito d'iniezione (43). Punto di repere per questo blocco è il forame infraorbitale che si trova sulla faccia laterale della mascella, rostroventrale all'occhio, dorsale alla radice prossimale del terzo premolare superiore, subito rostrale alla radice mesiale del quarto premolare (40). Nel cane è facilmente palpabile sia attraverso la cute sia attraverso la mucosa della mascella a circa metà lunghezza della stessa (40).

Con il pollice della mano non dominante si individua il foro infraorbitale, a questo punto si inserisce l'ago sotto il pollice in modo da farlo entrare nel canale infraorbitale (blocco intraorale/transmucosale) (*figura 22*) (40). Il foro infraorbitale può essere individuato anche

seguendo caudalmente il fascio neurovascolare infraorbitale che si palpa passando il dito sul margine laterale della mascella in direzione dorsoventrale (approccio extraorale/transcutaneo) (40). In base alla profondità di inserzione dell'ago si può bloccare la parte più craniale o più caudale del nervo (questa distinzione è in realtà più didattica che pratica) (40). Se il farmaco anestetico è depositato a livello del forame o caudalmente ad esso, sono bloccati i rami alveolari superiori caudali e quindi i denti del quadrante mascellare corrispondente (41). Se il farmaco anestetico è depositato a metà o cranialmente al canale infraorbitale è bloccato il ramo incisivo superiore e di conseguenza i primi premolari, gli incisivi e il canino (41). Prima dell'inoculazione del farmaco si procede alla prova di aspirazione per evitare l'inoculazione intravasale (40). Dopo l'inoculazione del farmaco anestetico si esercita una leggera pressione sul punto d'inoculo per circa 30-60 secondi in modo da evitare la fuoriuscita del farmaco da sito d'inoculo (41).



Figura 25. Blocco del nervo infraorbitale nel cane. Duke-Novakovski T., de Vries M., Seymour C., BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia third edition pag 275.

Blocco dei nervi palatini caudali e rostrali

Il blocco dei nervi palatini consente di desensibilizzare l'osso e la mucosa del palato molle e duro omolaterale al sito d'iniezione (40). Il punto di repere per eseguire blocco dei nervi palatini caudali è la fossa pterigopalatina (40). Per eseguire il blocco dei nervi pterigopalatini rostrali il punto di repere è il forame palatino maggiore, che si trova a livello della radice distale del quarto premolare superiore nei mesocefali, oppure a livello della radice mesiale del primo molare nei brachicefali (40). Il forame non può essere palpato per cui per individuare il corretto punto d'inoculo è necessario far riferimento ai punti di repere anatomici (40).

Approccio intraorale dalla tuberosità mascellare

Il punto d'infissione dell'ago si trova all'interno del cavo orale caudalmente all'ultimo molare e alla tuberosità mascellare, il più perpendicolare possibile al palato duro (40).

Approccio extraorale sottozigomatico

Il paziente deve essere posizionato in decubito laterale (40). Il punto d'infissione dell'ago si trova tra il margine caudale della mascella e il processo coronoideo della mandibola, ventralmente alla porzione rostrale dell'arcata zigomatica (40).

Approccio intraorale infraorbitale

Il punto d'inserzione dell'ago è a livello della fossa pterigopalatina e consente il raggiungimento del canale infraorbitale (40). Non è un approccio molto utilizzato per via delle elevate possibilità di danneggiamento delle strutture vascolonervose presenti all'interno del canale infraorbitale (40).

Approccio intraorale rostrale o approccio al nervo palatino maggiore

Per effettuare questo blocco è preferibile posizionare il paziente in decubito dorsale con la bocca aperta (40). L'ago è posizionato tra il rafe mediano e l'arcata dentale, a livello della radice mesiale del quarto premolare superiore (*figura 23*) (40). L'ago è fatto avanzare con un angolo di 30-45° in direzione caudale fino al raggiungimento del forame (40). Una volta raggiunto il sito d'inoculo si procede all'aspirazione per evitare l'iniezione intravasale (40). L'inoculazione del farmaco anestetico deve essere eseguita molto lentamente poiché iniezioni rapide comportano danno ischemico del tessuto molle del palato e dolore localizzato nel sito d'inoculo (40).



Figura 23. Blocco del nervo palatino rostrale con approccio intraorale rostrale in un cane. Campoy L., Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag 131

Blocco del nervo alveolare inferiore caudale

Consente di desensibilizzare il corpo della mandibola, i denti della mandibola, la mucosa orale e il labbro inferiore (41). Se il farmaco anestetico raggiunge il nervo linguale con questo blocco è possibile desensibilizzare anche i tessuti molli e il periostio della faccia linguale della mandibola, il pavimento della bocca e i due terzi rostrali della lingua (40). Il farmaco anestetico è iniettato a livello del forame mandibolare che si trova sul margine ventrale del ramo della mandibola, a circa metà tra l'ultimo molare e il processo angolare della mandibola, in corrispondenza dell'incisura mandibolare (41). In alcuni soggetti non è semplice trovare il forame mandibolare, in questi casi alcuni autori suggeriscono di tracciare una linea immaginaria (*figura 24*) passante per l'angolo laterale dell'occhio, la metà dell'arcata zigomatica e il margine ventrale della mandibola (40).

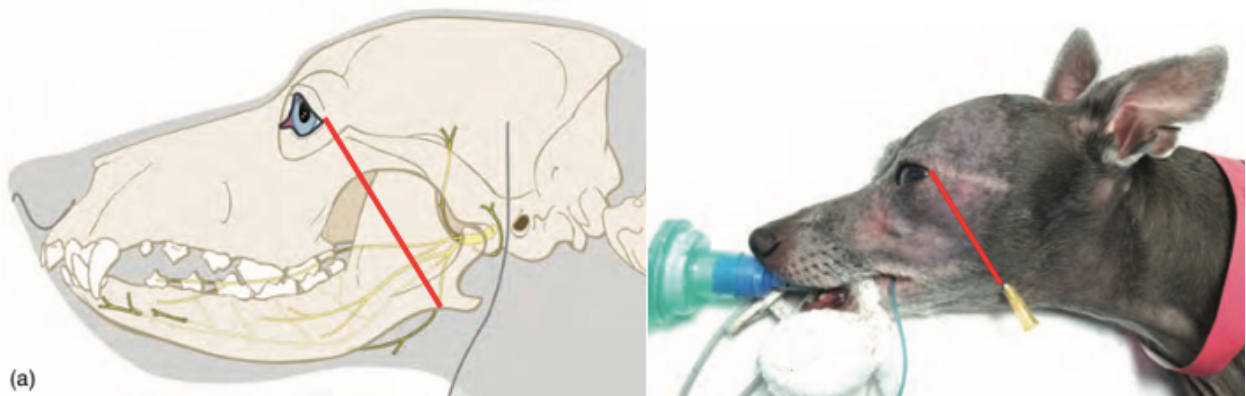


Figura 64. Blocco del nervo alveolare inferiore nel cane. La linea rossa corrisponde alla linea immaginaria passante per l'angolo laterale dell'occhio, la metà dell'arcata zigomatica e il margine ventrale della mandibola. Handbook of small animal regional anesthesia and analgesia techniques pag 45.

Approccio intraorale

Per effettuare questo tipo di approccio è necessario che la bocca del paziente sia mantenuta aperta tramite l'utilizzo di un apribocca e la lingua sia spostata di lato (40). Si fa procedere il dito della mano non dominante all'interno del cavo orale, lungo la mandibola in direzione ventrocaudale fino ad individuare il forame mandibolare, circa a metà tra l'angolo della mandibola e l'ultimo molare (*figura 25*) (43). Si procede all'inserimento dell'ago nel forame mandibolare, con un angolo di 20-25° rispetto al margine dorsale della mandibola (41). L'ago è fatto avanzare in direzione ventrocaudale (41). È importante non far avanzare l'ago medialmente attraverso la lingua per evitare il blocco accidentale del nervo linguale (43).

Questo tipo di approccio non è semplice da eseguire per via del poco spazio, è preferibile quindi utilizzare l'approccio extraorale (43).



Figura 25. Blocco caudale del nervo alveolare inferiore nel cane. Campoy L., Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag 135

Approccio extraorale

Il paziente è posizionato in decubito laterale, appoggiando sul lato opposto a quello in cui si effettua il blocco, e con la bocca aperta (40). Si individua il punto d'inserzione dell'ago tramite due tecniche: palpando la depressione caudale al margine ventrale della mandibola (*figura 26*) oppure a metà della linea immaginaria che passa tra l'ultimo molare e l'angolo della mandibola (43). L'ago è fatto avanzare attraverso la cute in direzione dorsocaudale (41).

Per via della vicinanza del nervo linguale al nervo alveolare inferiore, è possibile che si desensibilizzi inavvertitamente anche il nervo linguale con conseguente desensibilizzazione della lingua (40). Il blocco accidentale del nervo linguale può portare ad autotraumatismi della lingua nel post operatorio (40).



Figura 26. Blocco caudale del nervo alveolare inferiore con approccio extraorale. Duke-Novakovski T., de Vries M., Seymour C., BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia third edition pag 276

Blocco del nervo mentoniero medio e del nervo alveolare inferiore craniale

In questo blocco l'anestetico locale è inoculato a livello del foro mentale medio, in modo da desensibilizzare gli incisivi inferiori, i canini inferiori e i primi premolari inferiori ipsilaterali al sito d'inoculo (41). Uno studio sperimentale condotto su cani ha dimostrato che la maggior parte dei tessuti valutati (giunzione mucogengivale, giunzione mucocutanea e denti mandibolari) presentavano comunque un certo grado di sensibilità anche dopo il blocco del nervo mentoniero mediale (40). È quindi preferibile utilizzare il blocco del nervo mentoniero mediale solo per procedure brevi e poco invasive come biopsie e riparazioni di piccole lacerazioni, mentre per procedure più invasive come estrazioni ed emimadibolectomie è preferibile utilizzare il blocco del nervo alveolare inferiore (40).

I nervi mentonieri sono tre: caudale, medio e rostrale; solitamente il blocco si esegue solo per il nervo mentoniero medio (40). Il foro mentoniero medio nel cane è collocato ventralmente alla radice mesiale del secondo premolare inferiore, a livello dell'apice della radice del canino inferiore (40).

Per effettuare il blocco è necessario individuare il foro mentoniero mediale facendo scivolare in direzione rostrocaudale il dito della mano non dominante nella regione del primo premolare (40). In questo modo si dovrebbe percepire una leggera depressione corrispondente al foro mentoniero mediale (*figura 27*) (40). A questo punto l'ago è inserito attraverso la mucosa del frenulo labiale, avanzando caudalmente in direzione mediale (40). Una volta raggiunto il foro mentoniero mediale si procede all'aspirazione e, in caso di aspirazione negativa, si inocula il farmaco anestetico (43). Per eseguire il blocco del nervo alveolare inferiore rostrale si procede allo stesso modo, ma l'ago è inserito nel foro mentoniero medio ad una profondità inferiore rispetto al blocco precedentemente descritto (40).

Nei pazienti di piccola taglia il blocco del nervo alveolare inferiore rostrale è sconsigliato per via dell'elevato rischio di danneggiamento iatrogeno del nervo mentoniero medio (40).



Figura 27. Blocco del nervo mentoniero medio. Duke-Novakovski T., de Vries M., Seymour C., BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia third edition pag 277.

Nella seguente tabella (*tabella 2*) sono riportati i blocchi più adatti da eseguire durante le diverse chirurgie del cavo orale (43).

Nome del blocco	Nervi desensibilizzati	Interventi chirurgici
Blocco del nervo mascellare	<ul style="list-style-type: none"> • Nervo mascellare • Nervo infraorbitale • Nervo alveolare caudale, medio e rostrale • Nervo pterigopalatino • Nervo palatino maggiore e minore • Nervo nasale caudale 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrazioni dentali dei denti di tutta l'emimascella • Biopsie dei tessuti duri e molli dell'emimascella • Rinoscopie e biopsie del naso • Chirurgie del palato • Escissioni chirurgiche di guancia e labbra • Procedure di endodonzia • Fratture della mascella
Blocco del nervo alveolare inferiore	<ul style="list-style-type: none"> • Nervo alveolare inferiore • Nervo alveolare caudale, medio e rostrale • Nervo mentale caudale, medio e rostrale 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrazioni dentali dell'emimandibola • Mandibolectomie • Chirurgie periodontali • Procedure di endodonzia • Fratture della mandibola
Blocco del nervo infraorbitale	<ul style="list-style-type: none"> • Nervo infraorbitale • Nervo alveolare caudale, medio e rostrale 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrazioni dentali dei denti premolari, canino e incisivi omolaterali al blocco • Biopsie dei tessuti molli e duri del cavo orale • Maxillectomie • Chirurgie periodontali • Procedure di endodonzia
Blocco del nervo mentoniero	<ul style="list-style-type: none"> • Nervo mentoniero • Nervo infraorbitale (possibile blocco della porzione rostrale) • Nervo alveolare inferiore (possibile blocco della porzione rostrale) 	<ul style="list-style-type: none"> • Riparazione di lacerazioni della mucosa della porzione rostrale della mandibola • Gengivectomie • Biopsie dei tessuti molli • Non è raccomandato per estrazioni e procedure invasive

Tabella 2. Indicazioni chirurgiche per i vari blocchi.

Splash block

La tecnica splash block (blocchi a spruzzo) prevede di spruzzare il farmaco anestetico nel sito chirurgico, ad esempio sull'alveolo dentale dopo l'estrazione, oppure lungo il sito di taglio dopo una mandibolomia (40). Questa tecnica non può essere utilizzata come unica tecnica analgesica ma consente di ottenere un'ulteriore analgesia nei casi in cui la chirurgia sia stata più complicata del previsto oppure qualora i blocchi nervosi effettuati in precedenza non abbiano funzionato totalmente o anche solo parzialmente (40).

Anestesia per infiltrazione

Consiste nell'inoculazione del farmaco anestetico in sede sottomucosale, appena dorsalmente al dente d'interesse (40). La siringa è mantenuta parallela all'asse maggiore del dente, evitando il contatto con l'osso o il periostio, è a questo punto iniettata una piccola quantità di farmaco anestetico (40).

Blocchi nervosi dell'occhio

I blocchi retrobulbari sono utilizzati in medicina veterinaria per interventi chirurgici quali enucleazione, eviscerazione e chirurgie intraoculari (45). Per riuscire ad eseguire i blocchi correttamente, limitando i rischi per l'operatore e per l'animale, è necessario sottoporre il soggetto ad anestesia generale (45).

L'occhio, gli annessi oculari e l'orbita sono riccamente innervati, per questo motivo chirurgie oculari e patologie oculari possono causare molto dolore al soggetto (45).

I farmaci consigliati per questo tipo di anestesia sono farmaci a breve durata d'azione come la lidocaina al 2% (41). È consigliato non superare come dose massima i 2 ml (41).

Innervazione dell'occhio

L'orbita è una cavità presente nel cranio che contiene il bulbo oculare e gli annessi oculari; l'asse dell'orbita varia a seconda della morfologia del cranio del soggetto (45). L'orbita è composta per 4/5 da osso, la restante parte è chiusa dal legamento orbitale (45). Questo legamento si trova dorsolaterale all'orbita e nei brachicefali costituisce una larga porzione dell'orbita stessa (45). I vasi ed i nervi che afferiscono all'occhio passano attraverso dei fori presenti all'interno dell'orbita; per i blocchi nervosi dell'occhio sono importanti il canale otico e il forame orbitale (45). Attraverso il canale ottico passano il **nervo ottico (II)** e l'arteria oftalmica interna (45). Attraverso il forame orbitale invece passano il **nervo oculomotore (III)**, il **nervo trocleare (IV)**, il **nervo abducente (VI)**, il **nervo oftalmico** (ramo del trigemino) e l'arteria orbitale esterna (45). Rostralmente al forame orbitale si trova il canale alare che consente il passaggio del nervo zigomatico, ramo del nervo mascellare, e dell'arteria mascellare (45). Il canale etmoidale invece consente il passaggio nel nervo etmoidale e dell'arteria etmoidale esterna (45).

Il **nervo oftalmico** conferisce l'innervazione sensitiva della cornea e degli annessi cutanei dell'occhio, l'innervazione motoria è invece garantita dal **ramo auricolopalpebrale** del nervo facciale (VII) che innerva il muscolo orbicolare e i muscoli retrattori ed elevatori dell'angolo dell'occhio (45). I muscoli extraoculari sono invece innervati dai nervi oculomotore (III), trocleare (IV) e abducente (VI) (45).

Blocco retrobulbare

Il blocco retrobulbare consente di bloccare l'innervazione dell'occhio data dai nervi oculomotore, trocleare, oftalmico e abducente e dai nervi cigliari (41). L'obiettivo del blocco è di raggiungere l'apice dell'orbita all'interno del cono delimitato dai muscoli extraoculari (41). Il blocco retrobulbare è utilizzato in caso di enucleazione, eviscerazione o chirurgia intraoculare (45).

Se il blocco è eseguito con successo determina la centralizzazione dell'occhio, lieve esoftalmo e midriasi (41).

Approccio attraverso la palpebra inferiore

Un ago spinale 22 gauge è inserito attraverso la cute o la congiuntiva, con un'inclinazione di 10°-20°, tra il margine laterale e il terzo medio della palpebra inferiore. L'ago è fatto avanzare attraverso l'area retrobulbare lungo il pavimento dell'orbita fino a perforare la fascia orbitale (*figura 28*) (45). Nei cani la perforazione della fascia si avverte con uno scoppietto o "popping". Successivamente l'ago è orientato dorsalmente e fatto avanzare per 1-2 cm attraverso l'apice dell'orbita (41). Prima di iniettare l'anestetico locale è consigliata l'aspirazione per evitare l'inoculazione intravascolare del farmaco (45). A questo punto si procede all'iniezione lenta dell'anestetico locale (41).

Se si incontra molta resistenza nella procedura si consiglia di retrarre leggermente l'ago e di reindirizzarlo in quanto si potrebbe essere venuti in contatto con la parte ossea dell'orbita (45).

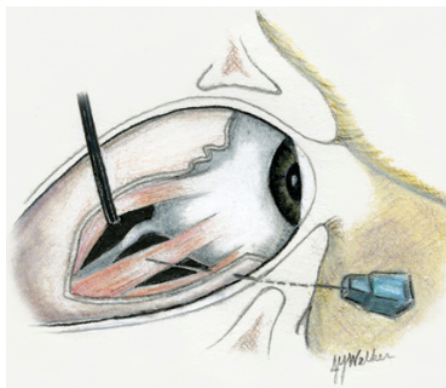


Figura 28. Blocco retrobulbare con approccio attraverso la palpebra inferiore. Campoy L., Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag 111.

Approccio perimandibolare

Attraverso questo approccio l'ago è posizionato ventralmente al processo zigomatico a livello dell'angolo laterale dell'occhio (41) (*figura 29 B*). Una volta posizionato, si fa procedere l'ago in direzione mediodorsale e caudale fino al raggiungimento dello spazio retrobulbare (45).

Approccio attraverso l'angolo laterale

Attraverso questo approccio l'ago è inserito attraverso la congiuntiva a livello dell'angolo laterale dell'occhio (45). Dopo aver posizionato l'ago lo si fa procedere attraverso lo spazio retrobulbare orientandolo in direzione ventromediale (41).

Approccio combinato: peribulbare inferiore e superiore

Questo approccio prevede due punti d'inserimento dell'ago, uno dorsale e uno ventrale al bulbo oculare (*figura 29 A*) (41). Il punto dorsale si trova a livello della palpebra superiore, a metà tra l'angolo laterale e l'angolo mediale dell'occhio (41). Il punto ventrale si trova a livello della palpebra inferiore, a metà tra l'angolo laterale e l'angolo mediale dell'occhio (41). A questo punto si fa procedere l'ago tra il margine dell'orbita e il bulbo oculare, fino al raggiungimento dell'area retrobulbare (45).

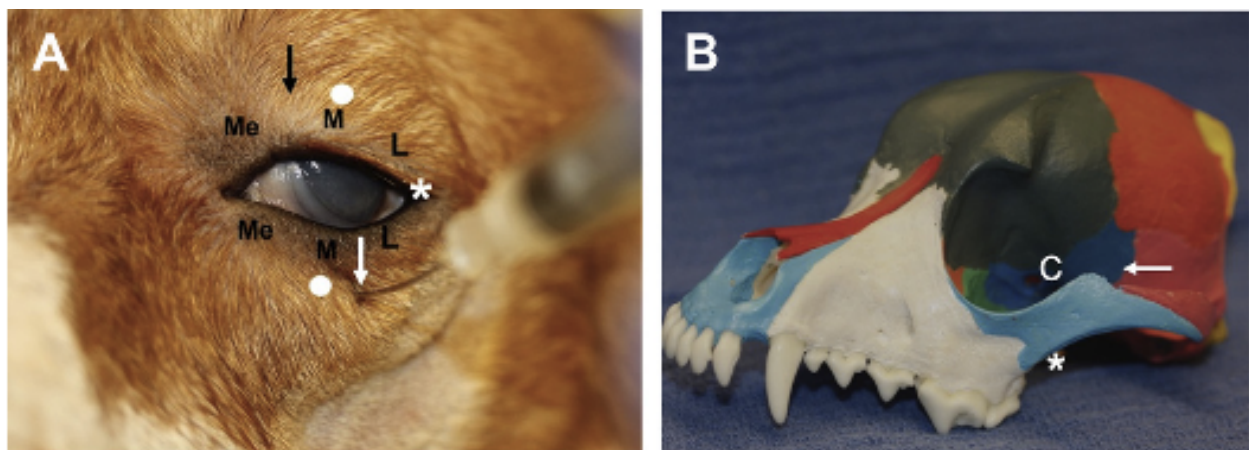


Figura 29. FIGURA A: Punti di iniezione del blocco retrobulbare. I due punti bianchi indicano i punti d'inserzione dell'ago nell'approccio combinato peribulbare superiore e inferiore. L'approccio attraverso l'angolo mediale è invece segnalato con un asterisco bianco. FIGURA B: rappresentazione dei punti d'inserzione dell'ago nell'approccio perimandibolare (segnalato con un asterisco bianco)

Tra i diversi approcci descritti, nel cane è preferibile utilizzare l'approccio tramite la palpebra inferiore perché consente di ottenere la dilatazione della pupilla e la rotazione centrale del

bulbo oculare, è di facile esecuzione, e consente una anestesia completa dello spazio retrobulbare intraconale senza complicazioni (45).

Il blocco retrobulbare riduce il movimento oculare durante gli interventi chirurgici, ottenendo anche un buon miorilassamento (45).

L'errato posizionamento dell'ago nel sito d'inoculo porta ad una inadeguata anestesia ed analgesia dell'occhio (45). Oltre a questa complicazione le altre complicazioni che il blocco retrobulbare può causare sono:

- Perforazione del bulbo oculare (45).
- Iniezione intravascolare, se non si aspira prima dell'iniezione del farmaco è possibile iniettare il farmaco nell'arteria oftalmica (45)
- Iniezione intratecale, il nervo ottico è in stretto contatto con le meningi, un'accidentale iniezione del farmaco a questo livello può comportare il contatto dell'anestetico locale con lo spazio subaracnoideo (45). In questo caso però la pressione esercitata per l'iniezione è elevata per cui se la si avverte è necessario reindirizzare l'ago (45).
- Emorragia retrobulbare, dovuta all'accidentale perforazione di uno dei vasi del bulbo oculare (45)
- Danno al nevo ottico, danno ai muscoli estrinseci dell'occhio, causati dalla penetrazione dell'ago in una di queste strutture e dalla tossicità dei farmaci anestetici locali (45).
- Ptosi palpebrale e/o cheratite, questo effetto indesiderato avviene in caso di utilizzo di elevati volumi di anestetico locale oppure nei soggetti brachicefali per via della scarsa profondità dell'orbita (45).

Uno studio ha analizzato l'effetto analgesico post operatorio del blocco retrobulbare, con approccio attraverso la palpebra inferiore, in un gruppo di cani sottoposti ad enucleazione (46). In tutti i cani è stata eseguita una premedicazione con idromorfone (derivato semisintetico della morfina) e midazolam (46). L'induzione dell'anestesia è stata effettuata mediante la somministrazione endovena di propofol e per il mantenimento dell'anestesia generale è stato utilizzato l'isoflurano (46). Venti minuti prima dell'inizio della chirurgia ad un gruppo di cani (gruppo controllo) è stata inoculata della soluzione fisiologica tramite iniezione retrobulbare mentre ad un secondo gruppo è stata somministrata, utilizzando la stessa metodica, bupivacaina (46). A 30 minuti dalla fine dell'intervento a 9 cani su 11 appartenenti

al gruppo controllo è stata somministrata una dose di idromorfone perché presentavano dolore (46). Nel gruppo che invece ha ricevuto il blocco nervoso con bupivacaina, non è stata richiesta ulteriore analgesia per le prime 24 ore (46). Inoltre, il recupero post operatorio del gruppo controllo è stato più lento rispetto a quello del gruppo in cui è stato effettuato il blocco nervoso con bupivacaina (46).

Blocco peribulbare

Il blocco peribulbare desensibilizza il bulbo oculare e i tessuti perioculari, incluse le palpebre (41). In questa tecnica il farmaco anestetico è iniettato all'esterno del cono delimitato dai muscoli extraoculari (41). I volumi di anestetici locali utilizzati in questa tecnica sono maggiori a quelli utilizzati nel blocco retrobulbare, di conseguenza l'utilizzo di questo blocco aumenta il rischio di tossicità e di incremento della pressione intraoculare (41). Questa tecnica è sconsigliata in caso di interventi in cui c'è un alto rischio di rottura del bulbo oculare come in caso di asportazione di un glaucoma; viene utilizzata invece in caso di enucleazione (41).

La tecnica prevede l'inserimento subcongiuntivale dell'ago in due diversi punti: a livello della palpebra superiore, in posizione dorsomediale, e a livello della palpebra inferiore in posizione ventrolaterale (41). A questo punto si fa procedere l'ago tra i muscoli extraorbitali e l'osso (41).

Questa tecnica ha principalmente due vantaggi: il rischio di perforazione del bulbo oculare è ridotto ed è di facile esecuzione (45). Dopo la rimozione dell'occhio, per ottenere la stessa analgesia data dal blocco retrobulbare, è necessario spruzzare dell'anestetico locale a livello del nervo ottico (45).

Blocchi nervosi dell'orecchio

I blocchi nervosi effettuati per l'orecchio sono il blocco del nervo grande auricolare e il blocco del nervo auricolotemporale (43).

Non è possibile ottenere una completa desensibilizzazione dell'orecchio con i soli blocchi nervosi per cui è necessario aggiungere ad essi altri metodi di controllo del dolore durante gli interventi chirurgici auricolari quali ablazione totale del condotto uditivo esterno, rimozione di corpi estranei o pulizia dell'orecchio (43).

Innervazione dell'orecchio

L'innervazione sensitiva dell'orecchio è assicurata dal **nervo facciale**, dal **ramo auricolare del nervo vago**, dal **nervo auricolotemporale** (ramo del mandibolare) e dal **secondo paio di nervi cervicali** (42). Il ramo dorsale del secondo paio di nervi cervicali prende il nome di nervo occipitoauricolare mentre il ramo ventrale prende il nome di nervo grande auricolare (41). Il nervo occipitoauricolare e il nervo grande auricolare assieme al trigemino e al nervo facciale innervano la parte caudolaterale della pinna (41). Il nervo auricolotemporale assicura l'innervazione sensitiva della parte medioventrale della pinna e della membrana timpanica (41).

Blocco del nervo grande auricolare

Il nervo grande auricolare è un nervo superficiale localizzato ventralmente all'ala dell'atlante e caudale alla bolla timpanica (*figura 30*) (41). Per facilitare il posizionamento dell'ago ventralmente all'ala dell'atlante e caudale alla bolla timpanica si utilizza come punto di repere il canale auricolare verticale posizionato rostralmente al punto d'inserzione dell'ago e che è possibile individuare tramite palpazione (43). Una volta posizionato, si fa procedere l'ago attraverso la cute in direzione ventro-rostrale (41).



Figura 30. Blocco del nervo grande auricolare. Le dita dell'operatore sono posizionate sui punti di repere anatomici. Lerche P., Aarnes T., Covery-Crump G., Martinez Taboada F., Handbook of small animal regional anesthesia and analgesia techniques pag 51.

Blocco del nervo auricolotemporale

Il sito d'inserzione dell'ago si trova tra il punto più caudale dell'arcata zigomatica e rostralmente al canale auricolare verticale (43). Una volta posizionato, si fa procedere l'ago dritto tra l'osso e il canale auricolare (41).

Blocchi nervosi dell'arto toracico

I blocchi dell'arto toracico sono praticati da oltre 50 anni (45). Per poterli eseguire correttamente e minimizzare gli errori è indispensabile conoscere l'innervazione dell'arto (47).

Innervazione dell'arto toracico

L'innervazione dell'arto toracico è garantita dai nervi del **plesso brachiale** costituito dai rami ventrali dei nervi spinali C6, C7, C8 e T1 (48). In alcuni cani può coinvolgere anche i nervi C5 e T2 (47). I nervi spinali, una volta usciti dal forame intervertebrale, si dirigono in direzione caudolaterale e decorrono nello spazio intramuscolare formato dal muscolo scaleno e dal muscolo lungo del collo, per poi portarsi verso la loggia ascellare andando a formare il plesso brachiale (47). Il plesso brachiale è localizzato a livello della loggia ascellare, cranialmente alla prima costa, ventralmente al muscolo scaleno ventrale e dorsalmente ai muscoli pettorali (47). Il plesso brachiale conferisce l'innervazione di quasi tutto l'arto toracico fatta eccezione per alcuni muscoli (trapezio, omotrasversario, brachiocefalico e romboide) e la cute della regione dorsale alla scapola (47).

Il nervo frenico decorre sul margine ventrale del muscolo scaleno, medialmente al plesso brachiale, per poi entrare nel mediastino tra la prima e la seconda costa per innervare il diaframma (47).

I nervi più importanti del plesso brachiale sono:

- **Nervo soprascapolare**, decorre lungo il margine craniale della scapola e innerva i muscoli sopraspinoso ed infraspinoso (47)
- **Nervo sottoscapolare**, innerva i muscoli sottoscapolari (47)
- **Nervo muscolocutaneo**, decorre, accompagnato dall'arteria brachiale, sulla faccia mediale del braccio, innerva i muscoli coracobrachiale, bicipite brachiale e brachiale (47)
- **Nervo ascellare**, innerva i muscoli brachiocefalico, grande rotondo, piccolo rotondo e deltoide (47)
- **Nervo radiale**, innerva i muscoli tricipite, anconeo, estensore radiale del carpo, estensore digitale comune delle dita, estensore ulnare del carpo, supinatore del dito, abduuttore del dito e ulnare laterale (47)
- **Nervo mediano**, innerva i muscoli flessore radiale del carpo, flessore superficiale del dito e flessore profondo del dito (47)

- **Nervo ulnare**, innerva i muscoli flessore ulnare del carpo e flessore profondo del carpo (47)

Per desensibilizzare la spalla e l'omero è necessario utilizzare il blocco cervicale paravertebrale, o il blocco del plesso brachiale per via ascellare (47). Per bloccare l'articolazione del gomito, il radio e l'ulna si utilizza il blocco del plesso brachiale (47). Per procedure che coinvolgono il carpo si utilizza invece un blocco più prossimale bloccando i nervi radiale, mediano, ulnare e muscolocutaneo (47).

Blocco per via paravertebrale

Questa tecnica prevede di bloccare i rami ventrali dei nervi spinali C6, C7, C8, T1 a livello della loro emergenza dal forame intervertebrale o comunque il più prossimale possibile (49). Questo blocco fornisce analgesia e rilassamento muscolare per interventi chirurgici che coinvolgono la scapola, la spalla e il braccio (47). Per poter bloccare i nervi C6 e C7 si utilizzano come punti di reperi il margine craniale e caudale del processo trasverso della sesta vertebra cervicale (49). Per poter bloccare invece i nervi C8 e T1 si utilizzano come punti di reperi il margine craniale e caudale della testa della prima costa (49).

Esistono tre diverse tecniche per eseguire il blocco:

1. Alla cieca (tecnica descritta da Lemke e Creighton nel 2008)
2. Mediante l'uso del neurostimolatore
3. Mediante l'utilizzo dell'ultrasonografia

In tutte le tecniche il soggetto, in anestesia generale, è posizionato in decubito laterale con l'arto toracico interessato dal blocco in posizione superiore (4).

Tecnica alla cieca

Il blocco alla cieca secondo la tecnica di Lemke e Creighton prevede di identificare mediante la palpazione il processo trasverso della sesta vertebra cervicale (49). A questo punto si inserisce l'ago a 2-3 cm dal piano sagittale, dorsalmente al processo trasverso della sesta vertebra cervicale, e lo si fa procedere in direzione dorso-ventrale con un angolo di 35-45° rispetto al piano orizzontale, fino a raggiungere il sesto processo trasverso cervicale (*figura 31*) (49). Procedendo in questo modo si riduce la possibilità di inserire l'ago nello spazio epidurale (47). Una volta raggiunto il processo trasverso la punta dell'ago è orientata

cranialmente al processo trasverso per raggiungere il margine craniale dello stesso, si procede quindi alla somministrazione del farmaco anestetico in modo da bloccare il nervo C6 (49). Dopo aver bloccato C6 si procede al blocco di C7 direzionando caudalmente la punta dell'ago, fino a raggiungere il margine caudale del processo trasverso della sesta vertebra cervicale (49). Per bloccare i nervi C8 e T1, sempre dislocando caudalmente la spalla, si procede alla palpazione della prima costa individuandone la testa (49). A questo punto si inserisce l'ago a 2-3cm dal piano mediano con un'inclinazione di 90° dal piano orizzontale fino a raggiungere la testa della prima costa (49). Si posta poi l'ago cranialmente fino a raggiungere il margine craniale della testa della costa e si procede all'inoculazione del farmaco anestetico per il blocco di C8 (47). Per il blocco di T1 invece, una volta raggiunta la testa della prima costa, si sposta l'ago caudalmente fino a raggiungere il margine caudale della prima costa e si procede poi all'inoculazione del farmaco anestetico per il blocco di T1 (*figura 31*) (49). Questa tecnica non può essere praticata in pazienti obesi, in cui i punti di repere non sono palpabili (4). Prima dell'inoculazione del farmaco anestetico va sempre fatta la prova di aspirazione per evitare l'inoculazione intravenosa del farmaco (47). Questa tecnica è attualmente la meno utilizzata poiché non si può verificare con certezza la corretta posizione dell'ago (4).

Tecnica tramite utilizzo del neurostimolatore

La tecnica effettuata con l'utilizzo del neurostimolatore prevede l'impiego degli stessi punti di repere della tecnica descritta precedentemente, ma in questo caso si utilizza un ago isolato elettricamente connesso ad un elettrostimolatore (49). Inizialmente la stimolazione del nervo avviene ad una intensità di circa 1-2 mA per poi essere diminuita progressivamente fino ad ottenere la contrazione del muscolo anche a 0,3 mA (47). A seconda del nervo stimolato si ottengono le seguenti contrazioni muscolari:

- La stimolazione di C6 determina adduzione e abduzione della spalla
- La stimolazione di C7 determina flessione del gomito e della spalla
- La stimolazione di C8 determina contrazione del tricipite, estensione del gomito, del carpo e delle dita
- La stimolazione di T1 determina la flessione del carpo e delle dita

Una volta ottenuta una corretta stimolazione si procede alla prova di aspirazione per evitare l'iniezione intravascolare e, se questa risulta negativa, si procede all'inoculazione del farmaco anestetico (48).

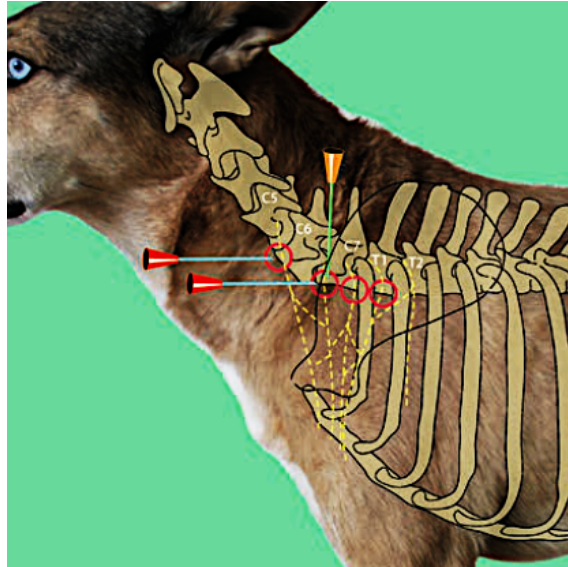


Figura 31. Diversi approcci al blocco paravertebrale, gli aghi blu indicano l'approccio alla cieca al blocco di C8 e T1, l'ago verde indica l'approccio alla cieca secondo la tecnica di Lemke e Creighton. Duke-Novakovski T., de Vries M., Seymour C., BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia third edition pag 150

Tecnica mediante l'utilizzo dell'ultrasonografia

È una tecnica di più recente introduzione rispetto alle tecniche descritte precedentemente, essa prevede l'utilizzo di un ecografo per individuare lo spazio in cui inserire l'ago (48). Con il paziente in decubito laterale si procede al posizionamento della sonda parallela all'asse longitudinale del muscolo scaleno, craniale alla prima costa e vicina all'articolazione costocondrale con il marker della sonda orientato cranialmente (48). Si procede poi alla dislocazione della spalla e al contemporaneo movimento della sonda caudalmente, fino a visualizzare la prima costa che si presenta come una struttura iperecogena (48). A questo punto si sposta la sonda dorsalmente fino a visualizzare i nervi C6, C7, C8 e T1 medialmente al muscolo scaleno (48). I nervi si presentano come strutture iperecogene di forma rotonda (48). Una volta visualizzate le strutture si procede all'inserimento ecoguidato dell'ago procedendo come nelle tecniche descritte sopra (48). La tecnica ecoguidata consente di visualizzare il corretto posizionamento dell'ago e anche l'iniezione e la diffusione del farmaco anestetico vicino al nervo stesso (48). Per un'ulteriore conferma del corretto posizionamento dell'ago si può utilizzare la tecnica ecoguidata con un ago isolato in modo da verificare il corretto posizionamento dello stesso anche con l'elettrostimolazione (48).

Le complicazioni che possono comparire a seguito di questo blocco sono molteplici:

- Puntura accidentale della vena giugulare, della carotide e della arteria ascellare (48)

- Puntura esofagea (48)
- Perforazione della pleura e possibile pneumotorace o iniezione intrapleurica del farmaco anestetico (48)
- Diffusione epidurale cervicale del farmaco anestetico con conseguente ipoventilazione e bradicardia (48)
- Neuropatia (48)
- Blocco del nervo frenico con conseguente paresi emidiaframmatica (47)

Blocco del plesso brachiale

Questo tipo di blocco consente di anestetizzare l'arto toracico distalmente all'omero (50). È quindi indicato per procedure che coinvolgono il gomito, avambraccio e carpo (50).

Esistono due tecniche per effettuare il blocco:

- Mediante neurostimolatore periferico (47)
- Tecnica combinata, mediante neurostimolatore ed ecografo (47)

Tecnica mediante neurostimolatore

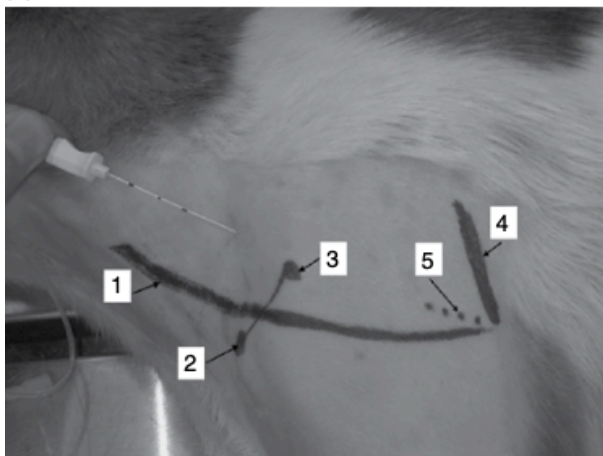
La tecnica che prevede l'utilizzo del neurostimolatore consente di individuare il corretto posizionamento dell'ago grazie all'osservazione della contrazione dei diversi muscoli innervati da specifici nervi (48). Essendo un posizionamento accurato anche le dosi di farmaco anestetico da utilizzare sono minori (48). Per effettuare questo blocco si posiziona il paziente in decubito laterale con l'arto da bloccare posizionato superiormente (48). Dopo aver preparato la zona in cui è inserito l'ago seguendo le regole di asepsi, si procede tracciando due linee immaginarie (*figura 32*): una passante per l'acromion e il tubercolo maggiore dell'omero, l'altra, perpendicolare alla prima, passante per il margine craniale dell'acromion (48). La seconda linea corrisponde alla direzione da conferire all'ago per effettuare il blocco (47). Per poter valutare la profondità massima di inserzione dell'ago si tracciano altre due linee: una passante per la prima costa e la seconda passante per la giugulare (47). L'intersezione di queste due linee indica la parte caudale del plesso brachiale (47). È molto importante individuare la parte caudale del plesso poiché in questa zona passano i vasi ascellari e quindi aumentano le possibilità di effettuare un'accidentale iniezione intravasale (47). A questo punto si introduce l'ago medialmente alla scapola, cranialmente all'acromion in direzione

ventrocaudale (48). Il corretto posizionamento dell'ago è confermato dalla contrazione dei seguenti muscoli:

- Contrazione del muscolo bicipite brachiale con conseguente flessione del gomito per via della stimolazione del nervo muscolocutaneo (48). Quando si ottiene questa risposta la punta dell'ago non si trova in prossimità dell'arteria ascellare e quindi la possibilità di un'accidentale iniezione intravasale è minore (48). Se si effettua il blocco a questo livello però aumenta la possibilità di non ottenere un blocco completo poiché possono non essere bloccati i nervi ulnare e mediale (48).
- Contrazione del tricipite brachiale con conseguente estensione del gomito per via della stimolazione del nervo radiale (48). L'inoculazione del farmaco anestetico a questo livello determina una distribuzione più omogenea del farmaco anestetico ma aumenta la possibilità di iniezione intravascolare per via della vicinanza con l'arteria ascellare (48).

La contrazione dei muscoli deve avvenire ad una corrente di 0,3-0,5 mA (48). Il volume raccomandato di farmaco anestetico da iniettare è di 0,25-0,3 ml/kg (47).

(a)



(b)



Figura 32. Figura a: sono indicati tutti i punti di repere utilizzati per effettuare il blocco del plesso brachiale nel cane. Il sito d'inserzione dell'ago è craniale all'acromion e la direzione dell'ago è perpendicolare alla linea che collega l'acromion (3) al tubercolo maggiore dell'omero (2). Sono poi indicate la linea passante per la vena giugulare (1), la linea passante per la prima costa (4) e il punto in cui sono presenti i nervi del plesso brachiale (5). Nella figura b sono invece riportate la linea tra l'acromion e il tubercolo maggiore dell'omero (linea verticale) e la linea passante per la giugulare (linea orizzontale) che indica la direzione che deve assumere l'ago. Campoy L., Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag 153.

Tecnica combinata: ultrasonografia ed elettrostimolatore

Questa tecnica risulta più accurata poiché consente la visualizzazione diretta dei nervi e delle strutture che li circondano verificando anche la corretta distribuzione dell'anestetico locale e minimizzando il rischio di iniezione intravasale (48). La tecnica prevede il posizionamento del

soggetto in decubito dorsale, a questo punto si posiziona la sonda lungo il piano parasagittale, nella fossa della regione ascellare, che si trova tra il manubrio dello sterno e il tubercolo sopraglenoideo della scapola (47). Si procede poi modificando la posizione della sonda fino a visualizzare le seguenti strutture:

- L'arteria e la vena ascellare, che in sezione trasversale appaiono come due strutture anecogene di forma circolare (47). L'arteria ha anche un movimento pulsatile (48).
- I nervi del plesso brachiale, che sono visualizzati come strutture con diversi gradi di iperecogenicità localizzate dorsalmente ai vasi (48).

A questo punto si procede inserendo l'ago isolato elettricamente attraverso il muscolo pettorale, laterale alla vena giugulare e in direzione caudodorsale (48). Seguendo con la sonda il percorso dell'ago si arriva fino al raggiungimento dei nervi del plesso brachiale (47). Si verifica il corretto posizionamento dell'ago tramite la risposta muscolare conseguente alla neurostimolazione dei diversi nervi, come precedentemente descritto nella tecnica con neurotrasmettitore e infine si incola il farmaco anestetico (47). Il volume totale da iniettare è di 0,15-0,2 ml/kg (47).

Si possono avere diverse complicazioni conseguenti a questa tecnica tra cui:

- Paralisi del nervo conseguente ad un trauma causato dalla punta dell'ago o alla compressione esercitata dalla formazione di un eventuale ematoma (48). La paralisi può essere reversibile o permanente (48).
- Pneumotorace iatrogeno causato dalla perforazione del torace con l'ago (48)
- Blocco accidentale del nervo frenico con conseguente emiparesi diaframmatica (48)

In uno studio condotto su un gruppo di cani, è stata valutata l'efficacia del blocco del plesso brachiale durante i seguenti interventi all'arto toracico: artrodesi dell'articolazione del carpo, fissazione interna conseguente a frattura di radio e dell'ulna, rimozione di una placca dell'osso (51). Per tutti i cani la premedicazione è stata eseguita con acepromazina iv, l'induzione con propofol, e per il mantenimento è stato utilizzato l'isoflurano (51). È stato poi effettuato il blocco del plesso brachiale con l'utilizzo di neurostimolatore ma nel primo gruppo di cani il blocco è stato eseguito mediante l'iniezione di lidocaina e bupivacaina mentre nel secondo gruppo il blocco è stato eseguito mediante l'iniezione di soluzione fisiologica (gruppo di controllo) (51). Durante l'intervento chirurgico la concentrazione di isoflurano è stata mantenuta tra il 2-4 % e, in caso di aumento acuto della frequenza cardiaca oltre il 20%, è

stato somministrato 1 µg/kg di fentanyl (51). Durante la chirurgia del gruppo di controllo è stato necessario somministrare più fentanyl rispetto al gruppo che ha ricevuto il blocco con lidocaina e bupivacaina (51). Anche nel post-operatorio al gruppo controllo è stata somministrata una maggiore dose di metadone e per più volte (51). Il gruppo che ha ricevuto il blocco con i farmaci anestetici non ha manifestato dolore prima di 8 ore dall'esecuzione del blocco (51).

Blocco dei nervi radiale, ulnare, mediale e muscolocutaneo

Il blocco dei nervi radiale, ulnare, mediale e muscolocutaneo consente di bloccare l'arto toracico distalmente al gomito (49). Il nervo radiale emerge tra il capo mediale e laterale del bicipite brachiale, laterocaudalmente alla metà dell'omero (47). I nervi muscolocutaneo, mediale e ulnare decorrono, accompagnati dall'arteria brachiale, medialmente all'arto toracico (47). Per eseguire la procedura il paziente è posizionato in decubito laterale con l'arto in cui si deve eseguire il blocco posto a contatto con il tavolo se si deve eseguire il blocco dei nervi muscolocutaneo, mediale e laterale, oppure con l'arto interessato dal blocco posto in alto se si deve eseguire il blocco del nervo radiale (47). Il sito di posizionamento dell'ago per effettuare il blocco del nervo radiale si trova lateralmente all'arto toracico, tra il capo lungo del muscolo tricipite e il muscolo brachiale, caudale all'omero (47). Il sito di posizionamento dell'ago per eseguire il blocco dei nervi muscolocutaneo, mediale e ulnare è invece situato sul lato mediale dell'arto (47).

Blocco del nervo radiale

Il paziente è posizionato in decubito laterale con l'arto interessato posizionato sopra e il gomito bloccato (48). L'ago è inserito tra il muscolo brachiale e il capo laterale del tricipite brachiale (*figura 33*) (48). Per verificare il corretto posizionamento dell'ago si procede alla stimolazione del nervo evocando le seguenti risposte:

- Contrazione del tricipite brachiale e conseguente estensione del gomito (48)
- Contrazione dei muscoli estensori del carpo e delle dita (48)

A questo punto si procede con l'iniezione del farmaco anestetico locale in un volume pari a 0,1 ml/kg (48).

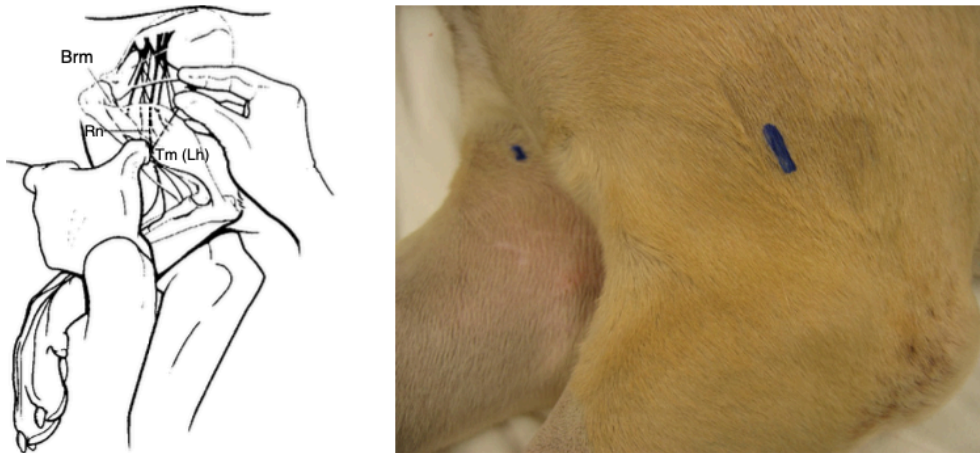


Figura 33. Blocco del nervo radiale. Nella foto a sinistra Tm (Lh) indica il capo laterale del muscolo bicipite brachiale, Rn indica il nervo radiale e Brm è il muscolo brachiale. Nella foto a destra è indicato il punto d'inserzione dell'ago. Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia* pag 160

Blocco dei nervi muscolocutaneo, ulnare e mediano

Il paziente è posizionato in decubito dorsale o in decubito laterale sul lato in cui si deve eseguire il blocco e il gomito flessa di 90° (48). Il punto d'inserzione dell'ago è posizionato sul lato mediale dell'arto (*figura 34*), tra il muscolo bicipite brachiale e il capo laterale del muscolo tricipite brachiale (48). Si procede alla palpazione dell'arteria brachiale che decorre sul terzo distale del braccio tra il muscolo bicipite brachiale e il capo mediale del muscolo tricipite brachiale (48). L'ago isolato elettricamente è inserito cranialmente all'arteria brachiale per stimolare rispettivamente il nervo muscolocutaneo e caudalmente all'arteria brachiale per stimolare i nervi ulnare e mediano (47). Dalla stimolazione dei nervi si ottengono le seguenti risposte muscolari:

- Contrazione dei muscoli brachiale e bicipite brachiale con conseguente flessione del gomito se si stimola il nervo muscolocutaneo (48)
- Contrazione dei muscoli flessori del carpo e delle dita con flessione del carpo e pronazione della mano se si stimolano i nervi mediano e ulnare (48).

Il volume di anestetico raccomandato per il blocco del nervo radiale è pari a 0,1 ml/kg mentre per i nervi mediano e ulnare è di 0,15 ml/kg (47).

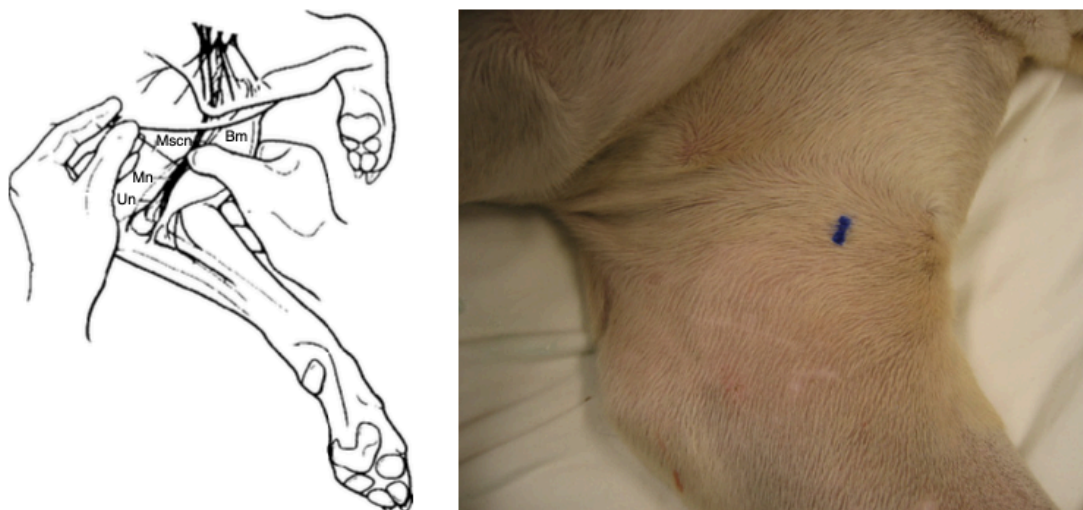


Figura 34. Blocco dei nervi muscolocutaneo, ulnare e mediano. Nella foto a sinistra Bm, indica il muscolo bicipite brachiale; Un, indica il nervo ulnare; Mn, indica il nervo mediano e Mscn indica il nervo muscolocutaneo.

Il blocco si può eseguire anche mediante l'utilizzo dell'ecografia che può essere combinata alla neurostimolazione per ottenere un blocco di precisione maggiore (47).

Per eseguire il blocco del nervo radiale con ultrasonografia si posiziona la sonda in posizione laterale a metà dell'omero e si evidenziano l'omero, il bicipite brachiale e il tricipite brachiale (48). Si muove la sonda fino ad individuare il nervo radiale tra i muscoli sopra elencati (48). A questo punto si introduce l'ago cranialmente al muscolo brachiale e si segue mediante la sonda il suo percorso fino al raggiungimento del nervo (48). A questo punto o si procede con la tecnica dell'elettrostimolazione sopra descritta oppure si procede all'aspirazione e poi alla somministrazione del farmaco anestetico (48).

Per eseguire invece il blocco dei nervi muscolocutaneo, ulnare e mediano si posiziona la sonda in posizione mediale a metà dell'omero fino a visualizzare le seguenti strutture: arteria e vena brachiale, l'omero, il muscolo brachiale e il capo accessorio del tricipite brachiale (48). Si aggiusta la sonda fino a visualizzare il nervo muscolocutaneo cranialmente all'arteria brachiale e caudalmente al bicipite brachiale (48). I nervi ulnare e mediano invece devono essere visualizzati tra l'arteria e la vena brachiale (48). A questo punto si inserisce l'ago cranialmente o caudalmente al braccio fino al raggiungimento dei nervi (48). Si procede quindi con la tecnica dell'elettrostimolazione sopra descritta oppure si procede all'aspirazione e poi alla somministrazione del farmaco anestetico (48).

I nervi radiale, ulnare e mediano possono anche essere bloccati a livello interdigitale, in questo caso si procede preparando l'estremità distale dell'arto seguendo le norme di asepsi (50). Il nervo mediano e la branca palmare del nervo ulnare sono bloccati inserendo l'ago medialmente all'osso accessorio del carpo (50). Il ramo dorsale del nervo ulnare è bloccato inserendo l'ago lateralmente e prossimalmente all'osso accessorio del carpo (50). I rami superficiali del nervo radiale possono essere bloccati inserendo l'ago sulla faccia dorso-mediale dell'estremità prossimale del carpo (48).

Analgesia intra-articolare dell'arto toracico

La somministrazione intra-articolare di farmaci anestetici locali a livello dell'articolazione del gomito e della spalla consente di ottenere un certo grado di analgesia nel periodo intraoperatorio e post-operatorio (47). Questa tecnica analgesica non è sufficiente nel controllo del dolore durante e dopo interventi chirurgici a carico dell'articolazione ma risulta utile se associata ad altre tecniche analgesiche in quanto riduce la dose e il numero di iniezioni di farmaco analgesico durante e dopo la chirurgia (47). L'analgesia intra-articolare è anche utilizzata in caso di dolore cronico (ad esempio in caso di osteoartrite), e anche per confermare la diagnosi di dolore intra-articolare (47). Il farmaco più utilizzato per effettuare queste procedure è la bupivacaina 0,5% ad un dosaggio di 0,5 mg/kg (47).

Analgesia dell'articolazione del gomito

Con la mano non dominante si procede alla palpazione dell'articolazione del gomito, e con un dito si palpa l'epicondilo mediale dell'omero (47). Il punto d'inserzione dell'ago si trova appena caudalmente all'epicondilo mediale (47). Si procede inserendo l'ago nell'articolazione e si verifica il corretto posizionamento tramite l'aspirazione del liquido sinoviale (47). A questo punto si procede con l'inoculazione del farmaco anestetico (47).

Analgesia dell'articolazione scapolo-omerale

Con la mano non dominante si procede alla palpazione della cresta del tubercolo maggiore dell'omero e alla palpazione dell'acromion (47). Il punto d'inserzione dell'ago si trova craniocaudale alla cresta del tubercolo maggiore dell'omero, l'ago è fatto avanzare con un angolo di 70° in direzione medio-caudale sino al raggiungimento dello spazio intra-articolare (47). Per verificare il corretto posizionamento dell'ago si procede con l'aspirazione del liquido

sinoviale e, in caso di aspirazione positiva, si procede all'inoculazione dell'anestetico locale (47).

Anestesia locoregionale del tronco

L'anestesia locoregionale del tronco prevede l'esecuzione di blocchi nervosi che coinvolgono il torace e la parte craniale dell'addome (52). L'anestesia locoregionale del torace è molto utile perché spesso i pazienti devono sottoporsi ad interventi molto dolorosi, come sternotomie o toracotomie, spesso eseguiti in pazienti che presentano già dolore, ad esempio soggetti che hanno subito traumi al torace (52). Nella maggior parte dei casi queste situazioni di dolore si traducono in una diminuzione della ventilazione, l'animale non riesce a respirare correttamente poiché prova dolore nel movimento della cassa toracica (52). In soggetti in queste condizioni l'anestesia generale è molto rischiosa, inoltre anche la gestione del dolore durante e dopo l'intervento risulta essere fondamentale per un corretto e rapido recupero (52). L'utilizzo delle tecniche di anestesia locoregionale consente di effettuare una anestesia generale più superficiale e di gestire meglio il dolore intra e post operatorio (52).

Innervazione del torace

Il torace è innervato dai nervi spinali toracici che, come tutti i nervi spinali, sono costituiti da un ramo dorsale e un ramo ventrale, il ramo ventrale è quello interessato dai blocchi nervosi periferici (53). Il ramo ventrale, detto nervo intercostale, origina dal foro intervertebrale, si porta poi in direzione laterocaudale dove, in stretto rapporto con l'arteria e la vena intercostale, raggiunge il margine caudale della costa corrispondente (54). I nervi intercostali emettono molte ramificazioni durante il loro percorso, ciò comporta una sovrapposizione dei territori innervati da ciascun nervo, per questo motivo quando si esegue il blocco è necessario bloccare anche il nervo precedente e quello successivo al nervo interessato (54).

Blocco nervoso intercostale

Il blocco nervoso intercostale è un blocco nervoso relativamente semplice da eseguire, è indicato per l'analgesia in pazienti sottoposti a chirurgia toracica mediante toracotomia, in caso di fratture costali o di altre lesioni alla gabbia toracica (53). In questo tipo di blocco i punti di reperi sono le coste, facili da individuare anche in pazienti sovrappeso (52). In alcuni casi il blocco nervoso intercostale può essere effettuato anche durante la chirurgia, visualizzando direttamente i nervi da bloccare (52). I nervi intercostali decorrono, accompagnati ai vasi intercostali, lungo il margine craniale della costa corrispondente (52). È quindi di fondamentale importanza l'aspirazione prima dell'esecuzione del blocco, per evitare

un'accidentale inoculazione intravasale (52). Il blocco nervoso intercostale consente di desensibilizzare lo spazio o gli spazi intercostali di un lato della cassa toracica (52). Per ottenere un blocco efficace devono essere bloccati almeno tre nervi consecutivi, questo si traduce nella pratica clinica nel blocco del nervo intercostale che innerva direttamente il sito d'incisione più i due nervi precedenti e i due nervi successivi al nervo selezionato (53). Per evitare il danneggiamento del nervo e dei tessuti circostanti è preferibile l'utilizzo di aghi corti e sottili (22-24 gauge) sia per la tecnica alla cieca sia per la tecnica che prevede l'utilizzo del neurostimolatore (52).

Tecnica alla cieca

Per eseguire tale procedura il paziente è posizionato in decubito laterale (52). Con la mano non dominante si procede alla palpazione delle coste partendo dall'ultima costa (la tredicesima) e portandosi cranialmente (52). Per identificare la linea mediana invece si procede alla palpazione dei processi trasversi delle vertebre toraciche (52). Lo spazio intercostale interessato è preparato rispettando le norme di asepsi (52). A questo punto si posiziona l'ago prossimalmente alla costa e lo si fa procedere perpendicolarmente al rachide con inclinazione di 30-45° dal piano orizzontale (*figura 35*), a 1-1,5 cm dal piano mediale, direzionando la punta verso la superficie laterale della costa (52). Una volta toccato l'osso si direziona l'ago verso il margine caudale della costa (53). Raggiunto il margine caudale si procede all'aspirazione per evitare l'inoculazione intravasale e, se l'aspirazione è negativa, si procede con l'inoculazione del farmaco (53).



Figura 35. Punto d'inserzione dell'ago nel blocco nervoso intercostale. La linea bianca indica la costa e la linea gialla indica la posizione del nervo intercostale. Campoy L., Read M, Small animal regional anesthesia and analgesia pag 174.

Tecnica con neurostimolatore

Per migliorare la precisione nell'inserzione dell'ago è possibile utilizzare la tecnica alla cieca combinata alla tecnica con neurostimolatore (48). Dopo aver posizionato l'ago a livello del margine caudale della costa, seguendo la tecnica alla cieca descritta precedentemente, si procede alla stimolazione del nervo con una corrente di 0,5 mA, ad una potenza di 1-2 Hz e una durata di 0,1 ms (52). Se l'ago è posizionato correttamente si osserva una contrazione ritmica dei muscoli intercostali presenti lungo tutto lo spazio intercostale interessato dal blocco (52). Questa tecnica è utile anche nei pazienti obesi in cui è difficile palpare lo spazio intercostale (52).

I blocchi intercostali sono relativamente facili da eseguire e, se eseguiti correttamente, comportano un rischio minimo di complicazioni per il paziente (52). Una delle complicazioni di questo blocco è l'accidentale iniezione intravasale del farmaco anestetico che può facilmente essere evitata aspirando prima di eseguire il blocco (52). Altra complicazione è lo pneumotorace, causato dall'eccessiva introduzione dell'ago all'interno del torace fino al punto di perforare la pleura e i polmoni (53). Il blocco intercostale è il blocco nervoso maggiormente associato ad elevato assorbimento sistemico del farmaco anestetico, quindi la tossicità sistemica può essere una complicazione del blocco (53).

I blocchi intercostali sono utilizzati come tecnica analgesica in caso di mastectomie delle ghiandole mammarie toraciche, per la rimozione di masse dalla parete toracica e per la gestione del dolore in caso di fratture costali (48).

Blocco intrapleurico

Questo tipo di blocco prevede la somministrazione del farmaco anestetico all'interno dello spazio pleurico, tra la pleura parietale e viscerale, ottenendo analgesia a livello del torace e della porzione craniale dell'addome (ad esempio in caso di pancreatiti) (52). Nei cani la somministrazione intrapleurica di farmaci anestetici consente di ottenere una buona analgesia, migliora la ventilazione del paziente, e, in caso di posizionamento di un catetere intrapleurico, consente di ottenere analgesia prolungata nel tempo (52). Una volta somministrato nello spazio intrapleurico, il farmaco si distribuisce in maniera omogenea grazie al movimento dei polmoni durante gli atti respiratori (52). La distribuzione del farmaco all'interno dello spazio intrapleurico è anche dipendente dalla forza di gravità, dopo la somministrazione del farmaco il paziente deve essere posizionato in modo tale che il farmaco

si distribuisca ai nervi che devono essere bloccati: se il paziente deve essere sottoposto a sternotomia dopo la somministrazione del farmaco è posizionato in decubito sternale, se invece deve essere sottoposto a toracotomia, dopo la somministrazione del farmaco il paziente deve essere posizionato in decubito laterale poggiandolo dal lato in cui si deve effettuare la toracotomia (53). Nel cane l'unico farmaco attualmente utilizzato per eseguire tale procedura è la bupivacaina la cui somministrazione non deve superare la dose totale di 2 mg/kg (53). Sono stati effettuati diversi studi in cui è stata confrontata l'efficacia analgesica della bupivacaina somministrata nello spazio intrapleurico con quella data dalla somministrazione sistemica di oppioidi durante chirurgie toraciche (53). Dallo studio è emerso che la somministrazione intrapleurica di bupivacaina conferisce un maggior grado di analgesia rispetto alla somministrazione sistemica di oppioidi (53).

Tecnica alla cieca

La procedura si esegue posizionando il paziente in decubito laterale (52). Con la mano non dominante si procede alla palpazione dal settimo al decimo spazio intercostale (52). Si procede poi alla preparazione della zona dal sesto al decimo spazio intercostale rispettando le regole di asepsi (52). L'ago del catetere è fatto avanzare lungo il margine laterale della settima o della ottava costa (52). Una volta raggiunto l'osso l'ago è spostato sul margine craniale della costa in modo da superare i muscoli intercostali (52). Il passaggio dell'ago sul margine craniale della costa consente di ridurre al minimo l'accidentale danneggiamento di nervi e vasi intercostali (52). L'avanzamento dell'ago del catetere deve avvenire lentamente in modo da percepire il perforamento della pleura con un "pop" (52). A questo punto si fa avanzare il catetere nello spazio intrapleurico, essendo il catetere più morbido dell'ago il rischio di danneggiare i polmoni si riduce (52). Si sfilava poi il mandrino e si collega l'ago ad una siringa contenente 2-3 ml di fisiologica (52). Se il catetere è posizionato correttamente, il volume di soluzione fisiologica contenuto nella siringa inizia a diminuire lentamente perché la soluzione è attirata all'interno dello spazio intrapleurico dalla pressione negativa presente in esso (52). Per verificare il corretto posizionamento del catetere è possibile utilizzare anche la tecnica della goccia pendente (vedi capitolo 4, paragrafo "verifica del corretto posizionamento del catetere") (52). Se il catetere è stato posizionato in maniera corretta si procede alla somministrazione del farmaco anestetico (52). Il farmaco anestetico più utilizzato per queste procedure è la bupivacaina, la cui dose massima totale non deve superare gli 1,5 mg/kg (52).

L'inoculazione del farmaco attraverso il catetere deve avvenire molto lentamente (1-2 minuti) (52). A questo punto si può procedere a posizionare il paziente nel decubito che favorisce meglio la distribuzione del farmaco ai nervi interessati dal blocco (52).

Nel caso in cui il catetere intrapleurico non venga subito rimosso si procede alla fissazione dello stesso alla cute in modo da poterlo utilizzare anche dopo l'intervento (52).

Le complicazioni conseguenti a tale procedure sono: pneumotorace, danneggiamento dei polmoni, dislocazione del catetere, tossicità sistemica data dal rapido assorbimento del farmaco anestetico, blocco del nervo frenico (che decorre molto vicino alla pleura) che determina il blocco del diaframma e conseguenti problemi respiratori (52).

In uno studio condotto su 26 cani sono stati confrontati gli effetti analgesici della bupivacaina, somministrata tramite blocco intrapleurico, e della buprenorfina somministrata endovena (55). Per l'induzione dell'anestesia sono stati utilizzati diazepam ed etomidato, mentre per il mantenimento è stato utilizzato l'isoflurano (55). I cani sono stati sottoposti a toracotomia degli spazi intercostali dal quarto all'ottavo, a seconda della patologia sottostante (55). Prima della fine della chirurgia ai cani del gruppo selezionato per ricevere analgesia tramite catetere intrapleurico (gruppo 1) è stato posizionato il catetere a livello dello spazio intercostale interessato dalla chirurgia (55). Alla fine della chirurgia, 10 minuti prima dell'estubazione, è stato iniziato il protocollo analgesico per ciascun gruppo:

- Gruppo 1: buprenorfina endovena ogni 6 ore
- Gruppo 2: bupivacaina tramite catetere intrapleurico ogni 4 ore

Nel post operatorio sono stati valutati i seguenti parametri: frequenza respiratoria, frequenza cardiaca, temperatura, dolore stimato tramite pain score e saturazione di ossigeno del sangue misurata tramite emogasanalisi arterioso (55).

I cani del gruppo 2 (trattati con bupivacaina) non hanno manifestato aumento della frequenza cardiaca nelle 24 ore successive all'intervento mentre i soggetti del gruppo 1 hanno manifestato aumento della frequenza cardiaca a 4, 6, 8 e 24 ore dall'intervento (55). I soggetti del gruppo 1 hanno manifestato un aumento della frequenza respiratoria nell'immediato post-operatorio, mentre i soggetti del gruppo 2 hanno manifestato aumento della frequenza respiratoria solo dopo 4 ore dalla fine dell'intervento (55). I soggetti del gruppo 1 hanno manifestato a 0, 4, 6, 8 e 24 ore un pain score sempre maggiore rispetto a quello calcolato sui soggetti del gruppo 2 (55). Dall'emogasanalisi, effettuata a 2 e 6 ore dall'intervento, è emerso

che i soggetti del gruppo 1 sono stati ipossiemicici per il 60% del tempo a differenza dei soggetti del gruppo 2 che lo sono stati solo per il 21% del tempo (55). Dallo studio è emerso che entrambi i protocolli analgesici sono risultati efficaci ma il blocco intrapleurico con bupivacaina è risultato migliore rispetto alla somministrazione endovena di buprenorfina, sia per il livello maggiore di analgesia apportato sia per l'aumento di ossigenazione dei soggetti (55).

Blocchi nervosi dell'arto pelvico

L'arto pelvico è innervato dal plesso nervoso lombare e dal plesso nervoso sacrale ed entrambi i plessi nervosi possono essere totalmente o parzialmente bloccati al fine di fornire una buona anestesia o analgesia dell'arto pelvico (56). Come per gli altri blocchi precedentemente descritti anche in questo caso è fondamentale conoscere bene l'anatomia in modo da ridurre le complicazioni e aumentare le possibilità di riuscita del blocco (56).

Innervazione dell'arto pelvico

I nervi del plesso lombare originano dai rami ventrali dei nervi spinali L4-L6 (56). I nervi che costituiscono il plesso lombare sono:

- **Ileoipogastrico**
- **Ileoinguinale**
- **Genito-femorale**
- **Cutaneo laterale del femore**
- **Femorale**, origina dalla parte craniale del plesso, a livello di L4-L6, decorre lateralmente al muscolo grande psoas e si porta sulla superficie mediale della coscia, occupando il trigono femorale (18). Il trigono femorale è uno spazio intermuscolare delimitato cranialmente dal muscolo sartorio, caudalmente dal muscolo pettineo e prossimalmente dal muscolo ileopsoas (18). Il nervo femorale attraversa il trigono femorale accompagnato dall'arteria e dalla vena femorale che decorrono caudalmente ad esso (18). A questo livello emette il nervo safeno per poi proseguire distalmente, sulla superficie mediale della regione della coscia e del ginocchio, fornendo i rami per l'innervazione dei muscoli mediali della coscia stessa (sartorio, pettineo, gracile e adduttori della coscia) (18).
 - Nervo safeno, è un ramo del nervo femorale, decorre superficialmente nel trigono femorale accompagnato dall'arteria e la vena safena (57). Si distribuisce sulla la regione mediale della coscia, del ginocchio, del tarso e del metatarso, fino a raggiungere la prima articolazione interfalangea (57). Nel cane è un nervo solo sensitivo (57).
- **Otturatorio**

I nervi del plesso sacrale originano dai rami ventrali L6-S2, innervano l'arto pelvico e alcuni organi del bacino (57). I nervi del plesso sacrale sono:

- **Nervi glutei ventrali**
 - Craniale
 - Caudale
- **Nervo cutaneo caudale del femore**
- **Nervo pudendo**
- **Nervi rettali caudali**
- **Nervo sciatico**, detto anche **nervo ischiatico**, decorre tra il grande trocantere del femore e la tuberosità ischiatica dell'ischio (56). Lungo il suo decorso fornisce i rami motori ai muscoli gluteo profondo, gemelli, otturatore interno e l'articolazione dell'anca (56). A circa metà del femore si divide nel nervo peroneo comune (laterale) e nel nervo tibiale craniale (mediale) che però rimangono strettamente associati fino al cavo popliteo dove si separano definitivamente (57). Il blocco del nervo ischiatico consente di desensibilizzare l'articolazione del ginocchio e le regioni dell'arto distali ad essa (4). Se associato al blocco del nervo femorale si ottiene la desensibilizzazione della parte distale dell'arto pelvico a partire da circa metà del femore (4).
 - Nervo peroneo comune, innerva la cute della parte laterale di ginocchio e tibia e fornisce un ramo motorio per l'innervazione dei muscoli abduzione caudale e tibiale craniale. A livello della fibula diventa superficiale ed emette altre due diramazioni: il nervo peroneo superficiale e il nervo peroneo profondo, deputate all'innervazione del tarso, metatarso e parte dorsale delle dita (57).
 - Nervo tibiale, i rami del nervo tibiale innervano i muscoli semitendinoso, semimembranoso, gastrocnemio, flessore superficiale delle dita (57). Una volta raggiunta la regione plantare del tarso si suddivide nei nervi digitali comuni plantari che nella regione metatarso-falangea diventeranno i nervi digitali propri plantari (57). Il nervo tibiale e il nervo peroneo comune sono bloccati per eseguire procedure della parte distale dell'arto pelvico (4).

Blocco del plesso lombare

Il blocco del plesso lombare è chiamato anche blocco del compartimento dello psoas (56). È un blocco nervoso di difficile esecuzione a causa della profondità a cui sono localizzati i nervi e degli elevati rischi che il blocco comporta (56). Il blocco del plesso lombare consente di desensibilizzare l'emipelvi, il femore, l'articolazione femoro-tibiale, la cute dorsomediale del tarso e il primo dito (56). Le aree della cute del grande trocantere e dell'anca possono non essere bloccate se si utilizza solo il blocco del plesso lombare perché spesso il nervo cutaneo laterale della coscia, che origina dal ramo ventrale di L4, e il nervo cutaneo caudale che origina dai rami ventrali di S1-S2 non sono interessati dal blocco (56).

Tecnica mediante l'utilizzo del neurostimolatore

Esistono molteplici variazioni della stessa tecnica descritte da diversi autori (56).

Tecnica standard

Il paziente è posizionato in decubito laterale con l'arto interessato dal blocco in posizione superiore (56). Dopo aver preparato l'area compresa tra i processi spinosi e i processi laterali di L4-L7 seguendo le regole di asepsi, si procede alla palpazione dei punti di repere (56). In questo caso i punti di repere sono i processi spinosi L5-L6 e il margine ventrale del muscolo psoas maggiore (58). L'ago è inserito in posizione parasagittale al processo spinoso di L5 e in direzione craniocaudale (56). Se l'ago durante il suo avanzamento incontra il processo trasverso di L5 deve essere riposizionato direzionandolo più caudalmente (57). Partendo da un'intensità di 2-3 mA si fa avanzare l'ago fino a quando si verifica la contrazione del muscolo quadricipite femorale, che determina movimento anteriore del femore (57). Si ottiene il posizionamento ottimale dell'ago quando il muscolo quadricipite si contrae ad un'intensità di 0,8-1 mA, se si verifica contrazione anche ad intensità inferiore o pari a 0,2 mA l'ago deve essere riposizionato per via del rischio di migrazione epidurale del farmaco anestetico (57). A questo punto si procede all'inoculazione del farmaco anestetico, il volume massimo di farmaco somministrabile non deve superare 0,4 ml/kg (58).

Tecnica laterale pre-iliaca

Con il paziente posizionato in decubito laterale si procede alla preparazione, seguendo le regole di asepsi, dell'area laterale e medio-dorsale delle regioni lombosacrale e glutea (59). Si procede tracciando due linee: la prima dal processo spinoso di L6, perpendicolare alla colonna vertebrale e in direzione dorsoventrale; la seconda partendo dalla parte più craniale della cresta iliaca, parallela alla spina dorsale (*figura 35*) (59). Il punto d'inserzione dell'ago si trova all'intersezione delle due linee (59). L'ago è fatto avanzare attraverso il muscolo ileocostale dei lombi, in direzione caudomediale con inclinazione di 30-45° (59). La stimolazione del nervo avviene con intensità di 1 mA e, se l'ago è posizionato correttamente, si verifica la contrazione del muscolo quadricipite femorale (56). Se con la stimolazione si contraggono anche i muscoli ileocostale dei lombi, sartorio, gracile o pettineo si deve riposizionare l'ago (56). Se l'ago è posizionato correttamente si procede con l'inoculazione del farmaco anestetico ad un dosaggio di 0,1 ml/kg (56).

Con questa tecnica si riduce la possibilità di migrazione epidurale del farmaco rispetto alla tecnica tradizionale, in più, non essendoci strutture vascolari in prossimità del sito d'inoculo, le possibilità di iniezione intravascolare sono ridotte (56).

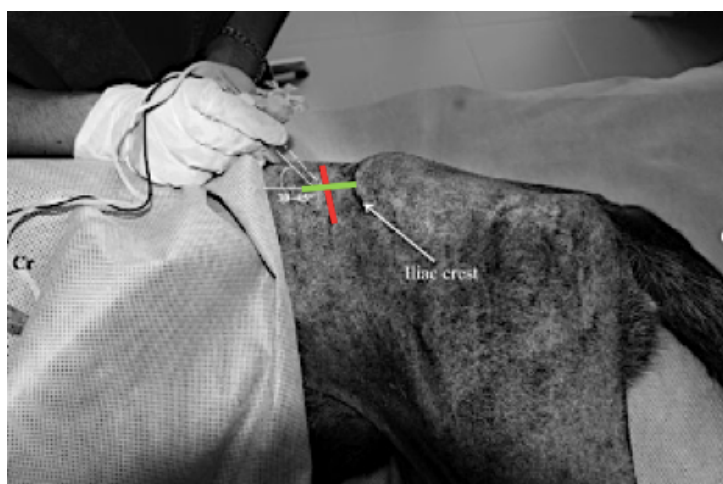


Figura 35. Approccio laterale pre-iliaco al nervo femorale. In rosso si vede la linea passante per il processo trasverso di L6 mentre la linea che parte dalla cresta iliaca e parallela alla spina dorsale è colorata di verde. Portela D. A., Otero P. E., Brignanti A., Romano M., Corletto F., Breggi G. (2012), Femoral nerve block: a novel psoas compartment lateral pre-iliac approach in dogs pag 196.

Tecnica combinata: ultrasonografia ed elettrolocazione

Con questa tecnica è possibile stimare la profondità del plesso prima dell'inserzione dell'ago (56). Tramite questa valutazione si evita di introdurre l'ago troppo in profondità con conseguente perforazione della cavità peritoneale, della vena cava, dell'aorta e dei reni in essa contenuti (56).

Il paziente è posizionato in decubito laterale sul lato in cui non si deve effettuare il blocco (56). Si procede alla preparazione dell'area L4-L7 seguendo le norme di asepsi (56). Si individuano con la sonda i punti di repere anatomici (56). Per poter individuare il muscolo ileopsoas si procede visualizzando per primo il sacro, per poi spostare cranialmente la sonda fino all'area L7-L5 (56). In questo modo l'operatore è in grado di visualizzare i processi trasversi e i corpi delle vertebre L5-L7, i muscoli psoas e la distanza tra la cute e il muscolo ileopsoas (56). Si introduce l'ago isolato elettricamente attraverso il muscolo ileopsoas con direzione medio-laterale in modo da minimizzare il rischio di iniezione nello spazio epidurale (56). Con la sonda si segue il percorso dell'ago (56). Si stimola il nervo con una corrente di 1-2 Hz e, se l'ago è posizionato correttamente, si ottiene la contrazione del muscolo quadricipite femorale (56). Si procede con l'inoculazione del farmaco anestetico che è seguita tramite la sonda per verificarne la corretta distribuzione in prossimità del nervo (56). Il volume di farmaco raccomandato è di 0,4 ml/kg, volumi maggiori possono dare un blocco più completo ma aumentano i rischi di tossicità (56).

Blocco continuo dei muscoli psoas

Questa tecnica prevede l'inserimento di un catetere nell'area dei muscoli psoas in modo da poter garantire una buona analgesia anche nel post-operatorio (56). La tecnica di inserimento del catetere è uguale alla tecnica standard del blocco del plesso brachiale (56). Il piano anestesilogico prevede la somministrazione di un primo bolo di anestetico locale pari a 0,3-0,4 ml/kg, seguito da infusione continua di anestetico a 0,05 ml/kg/h (56). I farmaci anestetici locali utilizzati per questo tipo di procedura sono: bupivacaina 0,12-0,25 % (0,05 µg/ml di soluzione) combinata con dexmedetomidina oppure ropivacaina 0,2 % combinata con dexmedetomidina (0,5 µg/ml di soluzione) (56). Il paziente deve essere continuamente monitorato poiché vi è il rischio di tossicità sistemica e di assorbimento epidurale del farmaco;

inoltre come complicazioni della procedura possiamo avere la perforazione della vena cava e dell'aorta addominale (56).

Blocco del nervo femorale

Il blocco del nervo femorale è considerato un blocco nervoso di media difficoltà di esecuzione, consente di bloccare l'arto pelvico a partire dal terzo medio della coscia fino al ginocchio (57). Rispetto al blocco del plesso lombare vengono esclusi l'emipelvi e la testa del femore (57). Spesso a questa tecnica è associato il blocco del nervo ischiatico in modo da ottenere l'analgia di tutto l'arto pelvico distale al femore (56).

Tecnica tramite neurostimolatore

Questa tecnica prevede l'utilizzo di due approcci diversi (56).

Tecnica Campoy

Il paziente è posizionato in decubito laterale dal lato opposto a quello di esecuzione del blocco (56). L'arto da bloccare è abdotto a 90° ed esteso caudalmente (56). Si procede individuando il trigono femorale e l'arteria femorale, quest'ultima è individuata mediante la palpazione del polso femorale (56). Il sito d'inserzione dell'ago si trova nel trigono femorale, craniale all'arteria femorale (57). Seguendo le norme di asepsi si procede alla preparazione dell'area del sito d'inserzione dell'ago (56). Si inserisce l'ago isolato elettricamente nel cavo inguinale nella parte mediale della coscia (57). L'ago è inserito cranialmente all'arteria femorale ed è fatto avanzare in direzione ventrocraniale attraverso il muscolo ileopsoas, con un angolo di 20-30° dalla superficie della coscia (56). Il nervo femorale si trova medialmente al muscolo sartorio in posizione superficiale, a 1-3 cm dalla cute a seconda della taglia del soggetto (56). Si procede con la stimolazione del nervo a 1 mA e, se l'ago è posizionato correttamente, si osserva la contrazione del muscolo quadricipite femorale con conseguente estensione dell'articolazione del ginocchio (56). Si procede con la stimolazione del nervo ad intensità sempre minore fino ad ottenere la contrazione del muscolo anche ad una corrente di 0,4 mA (56). Si procede quindi alla prova di aspirazione e, in caso di prova negativa, all'inoculazione del farmaco anestetico con un dosaggio di 0,2 ml/kg (56). Se con la stimolazione si contrae anche il muscolo sartorio l'ago va riposizionato perché, se posizionato troppo superficialmente, l'ago stimola direttamente il muscolo sartorio (56).

In alcuni casi la diramazione del nervo safeno avviene prossimalmente al sito d'inoculo del farmaco e, di conseguenza, è possibile che il ramo cutaneo non sia anestetizzato (56). Se il soggetto deve essere sottoposto ad una chirurgia che riguarda l'articolazione del ginocchio è preferibile associare al blocco del nervo femorale anche il blocco del nervo sciatico poiché l'efficacia dell'analgesia del blocco del nervo femorale su tale articolazione dipende dal livello di irritazione/trauma a cui è sottoposto il nervo peroneo comune durante l'intervento chirurgico (56).

Tecnica Mahler

In questa tecnica il paziente è posizionato in decubito laterale dal lato dell'arto su cui si deve effettuare il blocco (56). Si procede preparando il punto d'inserzione dell'ago seguendo le norme di asepsi (56). Si procede individuando l'arteria femorale attraverso la palpazione del polso femorale, e si segue l'andamento dell'arteria il più prossimalmente possibile al trigono femorale (60). Si inserisce l'ago isolato elettricamente cranialmente all'arteria facendolo avanzare attraverso il muscolo ileopsoas con un angolo di 20-30° rispetto alla coscia (*figura 36*) (60). Il nervo femorale si trova sulla superficie mediale del muscolo sartorio (56). Si procede con la stimolazione del nervo a 1 mA e, se l'ago è posizionato correttamente, si osserva la contrazione del muscolo quadricipite femorale con conseguente estensione dell'articolazione del ginocchio (60). La stimolazione del nervo è effettuata ad intensità sempre minore fino ad ottenere la contrazione del muscolo anche ad una corrente di 0,4 mA (56). Si esegue la prova di aspirazione e, in caso di prova negativa, si effettua l'inoculazione del farmaco anestetico con un dosaggio di 0,1 ml/kg (56).

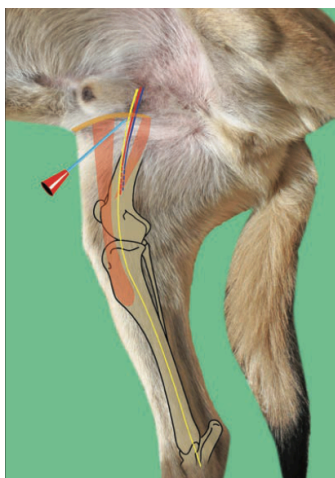


Figura 36. Punto d'inserzione dell'ago secondo la tecnica di Mahler. BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia third edition pag 152.

Tecnica combinata: ultrasonografia e neurostimolazione

Anche in questo caso la tecnica è eseguita seguendo diversi approcci descritti da diversi autori (56).

Approccio dal trigono femorale

Il paziente è posizionato in decubito laterale sul lato opposto a quello di esecuzione del blocco (56). L'arto da bloccare è abdotto a 90° ed esteso caudalmente (56). La sonda è posizionata a livello del trigono femorale, perpendicolare al decorso dell'arteria femorale, identificata come una struttura ipoecogena di forma circolare e pulsatile (56). La vena femorale solitamente non è visibile (56). Il nervo femorale si presenta come una struttura iperecogena di forma nodulare, localizzato cranialmente e in profondità rispetto all'arteria femorale, a diretto contatto con il muscolo sartorio (56). In alcuni casi è possibile visualizzare il muscolo retto femorale situato cranialmente al nervo femorale e la fascia iliaca, che si presenta come una struttura iperecogena lineare situata superficialmente al nervo femorale (56). Dopo aver preparato l'area d'inserzione dell'ago seguendo le regole di asepsi si procede all'inserimento dell'ago attraverso i muscoli sartorio e retto femorale (56). Si segue il percorso dell'ago con la sonda e, una volta raggiunto il nervo femorale, si procede alla sua stimolazione ad una corrente di 0,4 mA (56). Se l'ago è posizionato correttamente si verifica la contrazione del muscolo quadricipite femorale (56). Il volume di anestetico da somministrare è di 0,1 ml/kg ma, se durante la lenta somministrazione monitorata ecograficamente, si osserva che tutto il nervo è circondato dal farmaco prima di aver somministrato tutto il volume calcolato precedentemente, si può somministrare anche un volume minore di farmaco (56). Le principali complicazioni in questa tecnica sono la perforazione della vena, dell'arteria e del nervo femorale (56).

Approccio ventrale soprainguinale

Il paziente è posizionato in decubito dorsale con l'arto da anestetizzare in estensione (56). La sonda è posizionata perpendicolarmente alla linea mediana, appena craniale al capezzolo inguinale (56). Partendo da questo punto la sonda è spostata lateralmente fino a visualizzare il nervo femorale lungo l'asse corto della sonda (56). La sonda è spostata cranialmente seguendo il nervo femorale, a questo punto l'ago isolato elettricamente è inserito partendo da una posizione laterale (56).

Il volume di farmaco da iniettare è di 0,1 ml/kg ma può essere ridotto in base al monitoraggio ecografico (56).

Blocco del nervo sciatico

È considerato un blocco di difficoltà intermedia (56). Consente di desensibilizzare la porzione laterocaudale dell'articolazione del ginocchio, della tibia, del tarso, del metatarso e delle dita (ad eccezione del primo dito) (56). Se combinato al blocco del nervo femorale consente di bloccare tutto l'arto pelvico a partire dalla metà distale del femore (56).

Tecnica mediante l'utilizzo del neurostimolatore

Questa tecnica prevede l'utilizzo di approcci diversi (56).

Approccio laterale

Il paziente è posizionato in decubito laterale sul lato opposto a quello dell'arto da anestetizzare (56). L'arto da bloccare è esteso in posizione neutra e l'area tra il grande trocantere e la tuberosità ischiatica è preparata seguendo le regole di asepsi (56). A questo punto si procede tracciando una linea immaginaria tra il grande trocantere e la tuberosità ischiatica; il punto d'inserzione dell'ago si trova ad un terzo della linea dalla parte del grande trocantere (58). L'ago isolato elettricamente è inserito con un angolo di 45° dalla superficie cutanea per una profondità di 1-2 cm (57). L'intensità della corrente inizialmente è pari a 1 mA (57). Durante il decorso dell'ago è possibile osservare la contrazione del muscolo bicipite femorale per via della diretta stimolazione di esso da parte dell'ago e non per via della stimolazione del nervo sciatico; è quindi importante non interrompere l'avanzamento dell'ago (56). Quando l'ago raggiunge il nervo sciatico si verifica la dorsoflessione o l'estensione del piede (57). Si diminuisce l'intensità della corrente fino ad arrivare a 0,4 mA, in caso di mancata risposta muscolare si procede al riposizionamento dell'ago (56). Una volta posizionato correttamente l'ago si procede alla somministrazione del farmaco anestetico ad un volume di 0,05-0,1 ml/kg (56). Se si verifica la contrazione dei muscoli semitendinoso e semimembranoso senza movimento del piede significa che l'ago è posizionato caudalmente

e, la somministrazione del farmaco anestetico a questo livello può comportare il fallimento del blocco in quanto il farmaco non riesce a raggiungere il nervo sciatico (56).

Approccio transgluteale

Questo tipo di approccio è considerato facile da eseguire ed ha un basso rischio di complicazioni (56). Il paziente è posizionato in decubito laterale sul lato opposto a quello di esecuzione del blocco (56). L'area compresa tra l'ala dell'ileo, la tuberosità ischiatica, fino al piano mediale è preparata seguendo le norme di asepsi (56). Si procede tracciando una linea immaginaria (*figura 37*) che collega la parte dorsale della spina dell'ileo con la tuberosità ischiatica (60). Si traccia poi una seconda linea, perpendicolare alla prima, passante per il terzo medio caudale della prima linea; ed una terza linea, passante dorsalmente alla spina dell'ileo, parallela all'asse lungo del corpo del paziente, che interseca la seconda linea (60). Il sito d'inserzione si trova tra le due intersezioni delle linee (56). L'ago isolato elettricamente è inserito in direzione cranioventrale attraverso la superficie del muscolo gluteo superficiale (56). L'intensità della corrente inizialmente è pari a 1 mA (50). Durante il percorso dell'ago è possibile che si verifichi la contrazione dei muscoli glutei per via della stimolazione diretta degli stessi da parte dell'ago (56). Si deve comunque procedere con l'avanzamento dell'ago fino a raggiungere il nervo sciatico, la cui stimolazione determina la contrazione dei muscoli bicipite femorale, semimembranoso, gastrocnemio e dei muscoli flessori ed estensori delle dita (56).

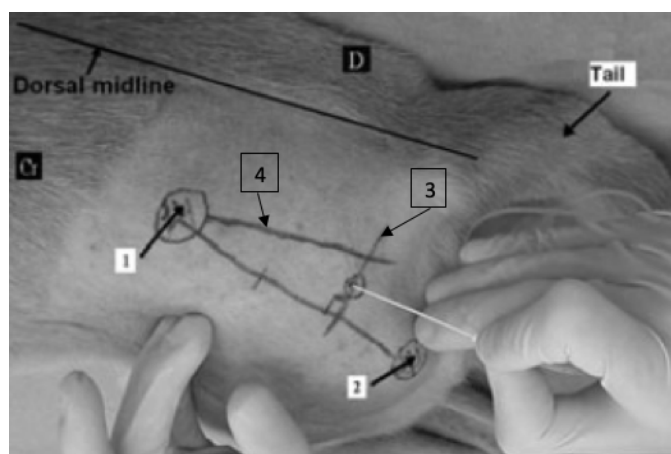


Figura 37. Punti di repere anatomici per effettuare il blocco del nervo sciatico sinistro secondo la tecnica di Mahler. La prima linea collega la parte dorsale della spina dell'ileo (1) alla tuberosità ischiatica (2). Una seconda linea perpendicolare al terzo distale della prima linea (3). Una terza linea che parte dalla parte dorsale della linea dell'ileo, parallela all'asse lungo del paziente (dorsal midline), che incrocia la seconda linea (3).

Approccio parasacrale

Con questo approccio il farmaco è iniettato a livello delle radici dei nervi del plesso sacrale andandole a desensibilizzare prima dell'origine del nervo sciatico (56). Il paziente è posizionato in decubito laterale sul lato opposto di quello dell'arto da bloccare (56). Si traccia una linea immaginaria tra il margine craniale della cresta iliaca e la tuberosità ischiatica (56). Si divide la linea in tre parti, il punto d'inserzione dell'ago è a livello della giunzione del terzo craniale con il terzo mediale della linea (56). Si prepara l'area d'inserzione dell'ago seguendo le regole di asepsi e si fa avanzare l'ago sino ad ottenere la contrazione dei muscoli gastrocnemio ed estensori e flessori delle dita (56). Si procede con la somministrazione del farmaco anestetico ad un volume pari a 0,05 ml/kg (56).

Tecnica combinata: ultrasonografia e neurostimolazione

Esistono diversi approcci per effettuare questa tecnica

Approccio di Campoy

Il paziente è posizionato in decubito laterale sul lato opposto a quello in cui si esegue il blocco e con l'arto da bloccare in posizione naturale (56). Dopo aver preparato l'area d'inserzione dell'ago seguendo le regole di asepsi, si procede al posizionamento della sonda che è orientata craniocaudalmente alla porzione laterale della coscia, appena distale alla tuberosità ischiatica (61). In questo modo è possibile visualizzare il nervo sciatico lungo l'asse corto della sonda (61). Con questo orientamento è possibile visualizzare il muscolo bicipite femorale a lato del nervo sciatico, in profondità, medialmente al bicipite femorale si visualizzano i muscoli semimembranoso e adduttori (61). Il nervo sciatico può anche essere individuato come una struttura piccola discoidale iperecogena con un disco centrale ipoecogeno, collocato medialmente al bicipite femorale e cranialmente al muscolo semitendinoso (61). Il sito d'inserzione dell'ago è localizzato caudalmente alla coscia appena distalmente alla tuberosità ischiatica e al grande trocantere (50). L'ago è fatto procedere in direzione caudocraniale attraverso il muscolo semimembranoso e medialmente alla fascia del muscolo bicipite femorale (56). Una volta raggiunto il nervo sciatico si procede alla stimolazione con una corrente di 0,4 mA (61). Se l'ago è posizionato correttamente si osserva la dorsoflessione del piede (corrispondente alla stimolazione del nervo tibiale), oppure alla estensione del piede

(corrispondente alla stimolazione del nervo peroneo comune) (56). A questo punto si procede all'iniezione del farmaco anestetico con un volume di 0,05-0,1 ml/kg (56).

Tecnica di Shilo

Il paziente è posizionato in decubito laterale sul lato opposto di quello dell'arto da bloccare (62). Dopo aver preparato il sito d'inserzione dell'ago seguendo le regole di asepsi, si posiziona la sonda a livello del grande trocantere e si identifica il nervo sciatico (56). Si segue l'andamento del nervo spostando la sonda prossimalmente, fino al punto in cui il nervo incrocia l'ileo, appena caudalmente all'articolazione sacroiliaca (62). In questo punto il nervo è visualizzato lungo l'asse corto della sonda come una struttura ipoecogena di forma circolare con al centro una struttura circolare iperecogena, situata medialmente all'ileo e laterale all'arteria glutea caudale (62). Si fa avanzare l'ago seguendo il suo andamento con l'ecografo e si verifica il suo corretto posizionamento tramite elettrostimolazione (56). Se l'ago è posizionato correttamente si osserva la dorsoflessione del piede (corrispondente alla stimolazione del nervo tibiale), oppure alla estensione del piede (corrispondente alla stimolazione del nervo peroneo comune) (56). A questo punto si procede all'iniezione del farmaco anestetico con un volume di 0,05-0,1 ml/kg (56).

In uno studio condotto su un gruppo di cani sottoposti ad intervento di osteotomia di livellamento del piatto tibiale (TPLO) è stata studiata l'efficacia del blocco del plesso lombare e del blocco del nervo sciatico rispetto ad un gruppo in cui non è stata effettuata anestesia locoregionale (63). I cani sono stati divisi in due gruppi: il primo gruppo ha ricevuto il blocco del plesso lombare o del nervo sciatico, mentre il secondo gruppo non ha ricevuto alcun tipo di anestesia locoregionale (gruppo controllo) (63). In entrambi i gruppi per l'induzione dell'anestesia è stata effettuata la somministrazione endovenosa di propofol mentre per il mantenimento dell'anestesia è stato utilizzato l'isoflurano (63). Sia per l'esecuzione del blocco del plesso lombare sia per il blocco del nervo sciatico è stata utilizzata la tecnica combinata ultrasonografia ed elettrostimolazione e come farmaco anestetico locale è stata utilizzata la ropivacaina (63). Durante l'intervento sono stati valutati la frequenza cardiaca, la saturazione di ossigeno, la pressione arteriosa e la temperatura (63). Nel post operatorio invece per la valutazione del dolore è stata utilizzata una VAS (63). Dallo studio è emerso che, nel gruppo in cui sono stati effettuati i blocchi nervosi, il livello di analgesia sia nel periodo intraoperatorio

sia nel periodo post-operatorio è risultato migliore; in particolare si è notata una bassa richiesta di ulteriore somministrazione di analgesici durante la chirurgia, una bassa incidenza di ipotensione e un migliore recupero post-operatorio (63).

Analgesia intra-articolare

L'anestesia intra-articolare è praticata per l'analgesia dell'articolazione dell'anca e del ginocchio nel cane, è utilizzata sia nel controllo del dolore perioperatorio sia in caso di dolore cronico (ad esempio in casi di osteoartrite) (56). I principali farmaci utilizzati nell'analgesia intra-articolare sono la lidocaina, la mepivacaina, la bupivacaina o la ropivacaina (56). In caso di analgesia intraoperatoria ai farmaci precedentemente elencati è aggiunta anche l'epinefrina che consente di minimizzare le emorragie durante la procedura chirurgica (56). L'iniezione intra-articolare di anestetici locali consente di ottenere analgesia solo delle strutture intra-articolari (56). Questo tipo di tecnica non può essere utilizzata come unico protocollo analgesico ma consente di ridurre la dose e l'intervallo di somministrazione degli altri farmaci analgesici (56).

Analgesia intra-articolare per l'articolazione del ginocchio

Per seguire questa tecnica il paziente è posizionato in decubito dorsale o laterale con l'articolazione del ginocchio flessa (56). Si procede con la preparazione, seguendo le regole di asepsi, dell'area compresa tra la patella e la tuberosità tibiale (56). Si inserisce l'ago lateralmente al legamento patellare, a metà tra la tuberosità tibiale e la parte craniale della patella (56). Quando l'ago raggiunge l'articolazione, per verificare il corretto posizionamento dell'ago, si deve osservare la presenza del liquido sinoviale all'interno del cono dell'ago (56). L'assenza del liquido sinoviale non indica necessariamente lo scorretto posizionamento dell'ago, in questo caso si procede collegando una siringa con 1-2 ml di anestetico locale all'ago e iniettando 1 ml di anestetico (56). Subito dopo si rimuove la siringa e, se il farmaco esce dal cono dell'ago, significa che il posizionamento è corretto (56). Dopo aver verificato il corretto posizionamento dell'ago si procede all'iniezione di 1-6 ml di farmaco anestetico locale a seconda della taglia del soggetto (56). Una certa resistenza durante l'inoculazione del farmaco anestetico conferma il corretto posizionamento dell'ago all'interno dell'articolazione

(56). L'iniezione intra-articolare può anche essere effettuata durante la chirurgia, in questo modo si ha una visione diretta dello spazio intra-articolare (56).

Analgesia intra-articolare per l'articolazione dell'anca

Per eseguire questa tecnica il paziente è posizionato in decubito laterale dal lato opposto rispetto a quello dell'articolazione da bloccare (56). Si esegue la preparazione del sito d'inserzione dell'ago seguendo le regole di asepsi (56). Nei cani di media taglia l'ago è inserito 5 mm craniale e 15 mm prossimale al grande trocantere (56). La restante parte della procedura è uguale a quanto descritto per il ginocchio (56).

Le iniezioni intra-articolari non presentano molte complicazioni o rischi, le complicazioni che possono insorgere sono: infezione nel sito d'inoculo dell'anestetico locale (soprattutto se non si rispettano le regole di asepsi), mancata iniezione del farmaco all'interno dell'articolazione, lacerazione della cartilagine articolare o dei legamenti intra-articolari (56).

Conclusioni

In questo lavoro sono state analizzate le tecniche di esecuzione, i materiali, i farmaci utilizzati e gli effetti dell'anestesia locoregionale. Ciò che rende vantaggiosa questa procedura è la capacità di bloccare completamente la trasmissione del dolore nei pazienti coscienti e di bloccare la nocicezione nei pazienti sottoposti ad anestesia generale (64). L'assenza di dolore nel periodo pre, intra e post operatorio consente una miglior esecuzione dell'intervento chirurgico, o della procedura diagnostica, a cui è sottoposto il soggetto e un miglior recupero post operatorio che spesso esita in una più rapida guarigione (65).

La valutazione del successo dell'analgesia indotta dall'anestesia locoregionale in medicina veterinaria si effettua basandosi su alcuni dati oggettivi quali (66):

- Frequenza respiratoria. Se non sottoposti a ventilazione assistita, i soggetti in cui è stata effettuata l'anestesia locoregionale hanno presentato variazioni minori nella frequenza respiratoria rispetto ai soggetti in cui è stata effettuata l'anestesia generale (55, 51).
- Frequenza cardiaca. In caso di anestesia generale, con oppioidi ad esempio, è riportata una maggior bradicardia rispetto all'anestesia locoregionale (55, 63).
- Miorilassamento. Consente una più facile esecuzione della procedura chirurgica (35). È possibile ottenere un buon miorilassamento sia con le tecniche di anestesia locoregionale sia con i normali protocolli utilizzati in anestesia generale (35).
- Concentrazione del cortisolo sierico. È stato dimostrato che il livello di cortisolo sierico misurato nel post operatorio è meno elevato in soggetti sottoposti ad anestesia neuroassiale, seguono poi i soggetti sottoposti a blocchi nervosi periferici ed infine i soggetti che hanno ricevuto analgesia sistemica (35).
- Presenza di movimenti riflessi. Applicando uno stimolo doloroso sulla zona interessata da chirurgia o procedura diagnostica si ottiene risposta motoria in caso di analgesia inefficace (35). Solitamente non ci sono variazioni di risposta motoria in caso di anestesia locoregionale o di anestesia generale (35).

La corretta esecuzione del blocco consente di utilizzare una minor concentrazione di farmaco anestetico durante il mantenimento dell'anestesia generale e di somministrare dosaggi minori di farmaci analgesici per via sistemica, evitando in questo modo gli effetti indesiderati ad essi associati (64).

Le nuove tecniche di esecuzione dei blocchi nervosi, utilizzate sia per i blocchi periferici sia per i blocchi centrali, consentono, tramite l'utilizzo dell'elettrolocazione e dell'ultrasonografia, di individuare con precisione il punto di somministrazione del farmaco anestetico. In questo modo è possibile utilizzare dosaggi minori di farmaco, riducendone l'onset d'azione e il riassorbimento sistemico per via della vicinanza tra il sito di somministrazione e il sito d'azione dei farmaci (48).

Per i blocchi nervosi periferici attualmente la tecnica che utilizza la combinazione dell'elettrolocazione e dell'ultrasonografia è quella che determina maggiori vantaggi: tramite l'ultrasonografia è possibile seguire direttamente il percorso dell'ago attraverso le principali strutture anatomiche e visualizzare la diffusione del farmaco nel sito d'inoculo, mentre l'elettrolocazione è utilizzata come ulteriore conferma del corretto posizionamento dell'ago attraverso l'evocazione della risposta motoria conseguente allo stimolo elettrico a cui è sottoposto il nervo (48). Gli ultimi studi però si stanno concentrando sempre più nell'individuare tecniche che prevedano l'utilizzo unicamente dell'ultrasonografia, in modo tale da semplificare la tecnica di esecuzione dell'anestesia locoregionale, riducendone ulteriormente i tempi e aumentando la precisione del sito d'inoculo e di conseguenza riducendo i rischi nell'esecuzione della stessa (61). Sono proprio la difficoltà e le tempistiche di esecuzione del blocco a rendere più difficoltoso l'utilizzo dell'anestesia locoregionale nella pratica clinica, soprattutto in caso di pazienti che necessitano di essere sottoposti ad interventi chirurgici urgenti nei quali è fondamentale iniziare la chirurgia nel più breve tempo possibile (67). La criticità di questa procedura risiede in gran parte nell'esperienza e nella manualità dell'operatore, come riportato in diversi articoli alcune tecniche di anestesia locoregionale possono essere eseguite solamente da personale altamente specializzato (56). Inoltre, le tecniche di anestesia locoregionale possono essere eseguite solo in pazienti sottoposti ad anestesia generale poiché i movimenti del soggetto possono compromettere la riuscita del blocco e della procedura a cui il soggetto è sottoposto (64). Sottoporre il paziente ad anestesia generale comporta anche che la verifica della corretta riuscita del blocco si possa stabilire solo dopo l'inizio dell'intervento (67). In caso di insuccesso del blocco si procede all'esecuzione della procedura sottoponendo il paziente ad anestesia generale, è quindi fondamentale preparare un eventuale piano anestesilogico sistemico da applicare in caso di fallimento dell'anestesia locoregionale (67). In medicina umana invece la corretta esecuzione

dell'anestesia locoregionale è testata prima dell'inizio dell'intervento attraverso delle prove di sensibilità che prevedono la collaborazione del paziente (67).

Per quanto riguarda i materiali e i farmaci da utilizzare per eseguire l'anestesia locoregionale un vantaggio importante è che, dati i dosaggi ridotti dei farmaci utilizzati sia per il mantenimento dell'anestesia sia per la gestione dell'analgesia nel post operatorio, i costi dei farmaci impiegati in anestesia locoregionale sono ridotti (67).

Per quanto riguarda l'impiego dell'elettrostimolatore e dell'ultrasonografia sicuramente il costo dei macchinari è elevato (67). Nel caso dell'ultrasonografia, però, non è necessario utilizzare un macchinario che consenta di visualizzare nel dettaglio le diverse strutture, ma è sufficiente poter individuare il nervo e le strutture in prossimità di esso (67).

In conclusione, la tecnica di anestesia locoregionale è sicuramente una tecnica vantaggiosa sotto molti aspetti e, se eseguita correttamente, consente di ottenere un'ottima analgesia nei pazienti sottoposti a procedure chirurgiche e diagnostiche dolorose. Questa procedura anestesiológica presenta molte potenzialità di miglioramento sia per quanto riguarda le tecniche utilizzate, sia per quanto riguarda le diverse tipologie di blocchi da effettuare. In medicina umana attualmente è una tecnica impiegata con successo in molte procedure sia diagnostiche che chirurgiche. Visti i successi di applicazione di tale procedura in medicina umana anche in medicina veterinaria potrà essere utilizzata con frequenza sempre maggiore sebbene il paziente dovrà essere sottoposto sempre ad anestesia generale o quantomeno a sedazione.

Bibliografia

1. Campoy L, Schroeder K. (2013) General considerations. In: Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, Wiley-Blackwell, Oxford, United Kingdom, 11-17.
2. Valverde A. (2018), Local anesthetic techniques. In: Mathews K, Sinclair M, Steele A, Grubb T., *Analgesia and Anesthesia for the ill or injured dog and cat*, John Wiley & sons, Inc, Hoboken, USA, 171-201.
3. Lerche P. (2016), Chapter 1: Introduction. In: Lerche P., Aarnes T., Covery-Crump G., Martinez Taboada F., *Handbook of small animal regional anesthesia and analgesia techniques*, Wiley Blackwell, Oxford, United Kingdom, 1-12.
4. Duke-Novakovski T (2016) Chapter 11: Pain management II: local and regional anaesthetic techniques. In: Duke-Novakovski T., de Vries M., Seymour C., *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia third edition*, BSAVA British Small Animal Veterinary Association, Gloucester, United Kingdom 143-158.
5. Re Bravo V., Aprea F., Bhalla R.J., De Gennaro C., Cherubini G. B., Corletto F, Vettorato F., (2018), Effect of 5% transdermal lidocaine patches on postoperative analgesia in dogs undergoing hemilaminectomy. *Journal of Small Animal Practice*, 1-6.
6. Grubb T, Lobarise H (2020), Local and Regional anaesthesia in dogs and cats: Descriptions of specific local and regional techniques (Part 2). *Veterinary Medicine science*; 6, 218-234.
7. Martin-Flores M (2013) Clinical Pharmacology and toxicology of local anesthetics and Adjuncts. In: Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, Wiley-Blackwell, Oxford, United Kingdom, 25-40.
8. Barletta M, Reed R. (2019), Local Anesthetics Pharmacology and special preparations. *Vet Clinics: Small Animal practice*; 49, 1109-1125.
9. Roja Garcia E (2015), Local Anesthetics. In: Grimm A., Lamont L., Tranquilli W., Greene S., Robertson S., *Veterinary Anesthesia and analgesia, the fifth edition of Lumb and Jones*, John Wiley & sons, Ames, Iowa (USA), 332-354.
10. Vincent A., Bernard I., Léone M. (2019), Farmacologia degli anestetici locali. *EMC-Anestesia e rianimazione*; 24, 1-17.
11. Yanagidate F., Strichartz G.R. (2016), Local Anesthetics. In: *Stein C, Handbook of experimental Pharmacology*, vol. 177. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 95-127.
12. Nelson D., Cox M. (2015), Capitolo 12: Biosegnalazione. In: Nelson D., Cox M., *Principi di biochimica di Lehninger*, Zanichelli editore, Bologna, Italia, 447-512.
13. Borer-Weir K. (2014), Chapter 5: Analgesia. In: Clarke K. W., Trim C. M., Hall L. W. *Veterinary Anesthesia*, Saunders Elsevier, London, United Kingdom 102-126.
14. Thomas J.M., Schug S.A. (1999), Recent advantages in the pharmacokinetics of local anesthetics. *Clinical Pharmacokinetics*; 36 (1): 67-83.
15. Read M. (2013), Equipment for Loco-regional anaesthesia and analgesia. In: Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, Wiley-Blackwell, Oxford, United Kingdom, 41-65.
16. Staffieri F. (2013), Strumenti per l'anestesia locoregionale. In: Staffieri F., *Anestesia e analgesia locoregionale del cane e del gatto*, Poletto editore, Milano, Italia, 17-27

17. Selander D., Dhunér K.G., Lundborg G. (1976). Peripheral nerve injury due to injection needles used for regional anesthesia. *Acta anesthesiologica Scandinavica*; 21, 182-188.
18. Campoy L., Read M., Peralta S. (2015), Canine and feline local anesthetic and analgesic techniques. In: Grimm A., Lamont L., Tranquilli W., Greene S., Robertson S., *Veterinary Anesthesia and analgesia, the fifth edition of Lumb and Jones*, John Wiley & sons, Ames, Iowa (USA), 825-853.
19. Raw R, Read M., Campoy L. (2013), Peripheral nerve stimulators. In: Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, Wiley-Blackwell, Oxford, United Kingdom, 66-77.
20. Valverde A. (2008), Epidural analgesia and anesthesia in dogs and cats. *Vet Clinics: Small Animal practice*; 38, 1205-1230.
21. Dolera M., Magnoni L., Marchesetti A. (2002). Anestesia neuroassiale nel cane e nel gatto. *Veterinaria*; 1, 35-42.
22. Staffieri F. (2013), Blocchi nervosi centrali. Anestesia epidurale e spinale. In: Staffieri F., *Anestesia e analgesia locoregionale del cane e del gatto*, Poletto editore, Milano, Italia, 17-27.
23. Barone R (2006), Midollo spinale. In: *Anatomia comparata dei mammiferi domestici. Volume 6 neurologia*, Edagricole, Bologna, Italia, 97-150.
24. Bortolami R., Callegari E., Clavenzani P., Beghelli V. (2009), Sistema nervoso. In: Bortolami R., Callegari E., Clavenzani P., Beghelli V. *Anatomia e fisiologia degli animali domestici* Edagricole, Milano, Italia, 467-546.
25. Torske K. E., Dyson D. (2000), Epidural analgesia and anesthesia. *Veterinary clinics of north America: small animal practice*, 30, 4-8.
26. Jones R.S. (2001), Epidural analgesia in the dog and cat. *Veterinary Journal*; 161, 123-131.
27. Otero P.E., Campoy L. (2013), Epidural and Spinal Anesthesia. In: Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, Wiley-Blackwell, Oxford, United Kingdom, 227-259.
28. Gómez de Segura I., Vazquez I., De Miguel E. (2000), Antinociceptive and motor blocking action of epidurally administered IQB-9302 and bupivacaine in the dog. *Regional anesthesia and pain medicine*; 25, 522-528.
29. Steagall P.V.M., Simon B.T., Teixeira Neto F.J., Luna S.P.L. (2017), An update on drugs used for lumbosacral epidural anesthesia and analgesia in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*; 4, article 68.
30. Clarke K.W., Trim C.M., Hall L.W. (2014), Anaesthesia of the dog: Local analgesia. In: Clarke K. W., Trim C. M., Hall L. W., *Veterinary Anaesthesia* (Eleventh edition), Saunders Elsevier, Philadelphia, United States, 473-498.
31. Son W., Kim J., Seo J., Yoon J., Choi M., Lee L. Y., Lee I. (2011), Cranial epidural spread of contrast medium and new methylene blue dye in sternally recumbent anesthetized dogs. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*; 38, 510-515.
32. Adami C., Gendron K. (2017), What is the evidence? The issue of verifying correct needle position during epidural anaesthesia in dogs. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*; 30, 1-7.

33. Ferreira J. P. (2018), Epidural anaesthesia-analgesia in the dog and cat: considerations, technique and complications. *Companion Animal*; 23, 628-636.
34. Lebeaux M. I. (1973), Experimental epidural anaesthesia in the dog with lignocaine and bupivacaine. *British journal of anaesthesia*; 45, 459-555.
35. Fowler S. J., Symons J., Sabato S., Myles P. S. (2008), Epidural analgesia compared with peripheral nerve blockade after major knee surgery: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *British Journal of anaesthesia*; 2, 154-164.
36. Batista J. M. V., Pérez R., Zagorskaia A., Jouanisson E., Díaz-Bertrana L. (2017), Comparison of 3 anesthetic protocols for the elective cesarean section in the dog: effects on the bitch and the newborn puppies. *Animal reproduction science*; 190, 53-62.
37. O'Hearn A. K., Wright B. D. (2011), Coccygeal epidural with local anesthetic for catheterization and pain management in the treatment of feline urethral obstruction. *Journal of emergency and critical care*; 21, 50-52.
38. Sarotti D., Rabozzi R., Franci P. (2015), Comparison of epidural versus intrathecal anaesthesia in dogs undergoing pelvic limb surgery. *Veterinary anaesthesia and analgesia*; 42, 405-413
39. Novello L., Corletto F. (2006), Combined spinal-epidural anesthesia in dog. *Veterinary surgery*; 35,191-197.
40. Gracis M. (2013), The oral cavity. In: Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, Wiley-Blackwell, Oxford, United Kingdom, 119-140.
41. Staffieri F. (2013), Blocchi periferici. Testa. In: Staffieri F., *Anestesia e analgesia locoregionale del cane e del gatto*, Poletto editore, Milano, Italia, 58-73
42. Barone R (2006), Nervi cranici. In: *Anatomia comparata dei mammiferi domestici. Volume 7 neurologia*, Edagricole, Bologna, Italia, 9-131
43. Castejón-Gonzales A. C., Reiter A. M. (2019), Locoregional anesthesia of the head. *Veterinary clinics: small animal practice*; 49, 1041-1061.
44. Grubb T., Lobprise H. (2020), Local and regional anaesthesia in dogs and cats: descriptions of specific local and regional techniques (part 2). *Veterinary medicine and science*; 6, 218-234.
45. Giuliano E. A., Walsh K. P. (2013), The eye. In: In: Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, Wiley-Blackwell, Oxford, United Kingdom, 103-118
46. Myrna K., Bentley E., Smith L. J. (2010), Effectiveness if injection of local anesthetic into the retrobulbar space for postoperative analgesia following eye enucleation in dogs. *Journal of the American veterinary medical association*; 237, 174-177.
47. Campoy L., Read M. R. (2013), The thoracic limb. In: In: Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, Wiley-Blackwell, Oxford, United Kingdom, 141-165.
48. Portela D. A., Romano M, Otero P. E. (2019), Locoregional anesthesia of the thoracic limbs and thorax in small animals. *Veterinary clinics: small animal practice*; 49, 1063-1083
49. Staffieri F. (2013), Blocchi periferici. Arto anteriore. In: Staffieri F., *Anestesia e analgesia locoregionale del cane e del gatto*, Poletto editore, Milano, Italia, 74-92

50. Covey-Crump G. (2016), Regional anesthetic blocks of the limbs. In: Lerche P., Aarnes T., Covey-Crump G., Martinez Taboada F., *Handbook of small animal regional anesthesia and analgesia techniques*, Wiley Blackwell, Oxford, United Kingdom, 53-74.
51. Wenger S., Moens Y, Jaggin N, Schatzmann U. (2005), Evaluation of the analgesic effect of lidocaine and bupivacaine used to provide a brachial plexus block for forelimb surgery in 10 dogs. *Veterinary record*; 156, 639-642
52. Read M. R., Schroeder C. A. (2013), The trunk. In: Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, Wiley-Blackwell, Oxford, United Kingdom, 167-198
53. Staffieri F. (2013), Blocchi periferici. Torace. In: Staffieri F., *Anestesia e analgesia locoregionale del cane e del gatto*, Poletto editore, Milano, Italia, 93-98.
54. Barone R (2006), Nervi spinali. In: *Anatomia comparata dei mammiferi domestici. Volume 7 neurologia*, Edagricole, Bologna, Italia, 133-275.
55. Conzemius M. G., Brockman D. J., King L. G., Perkowski S. Z. (1994), Analgesia in dogs after intercostal thoracotomy: a clinical trial comparing intravenous buprenorphine and intrapleural bupivacaine. *Veterinary surgery*; 23, 291-298.
56. Campoy L., Mahler S. (2013), The pelvic limb. In: Campoy L., Read M, *Small animal regional anesthesia and analgesia*, Wiley-Blackwell, Oxford, United Kingdom, 199-225
57. Staffieri F. (2013), Blocchi periferici. Arto posteriore. In: Staffieri F., *Anestesia e analgesia locoregionale del cane e del gatto*, Poletto editore, Milano, Italia, 98-110.
58. Campoy L., Martin-Flores M., Looney A. L., Hollis N. E., Ludders J. W., Stewart J. E., Gleed R. D., Asakawa M. (2008), Distribution of a lidocaine-methylene blue solution staining in brachial plexus, lumbar plexus and sciatic nerve blocks in the dog. *Veterinary Anaesthesia and analgesia*; 35, 348-354.
59. Portela D. A., Otero P. E., Brignanti A., Romano M., Corletto F., Breggi G. (2012), Femoral nerve block: a novel psoas compartment lateral pre-iliac approach in dogs. *Veterinary anesthesia and analgesia*; 40, 194-204.
60. Mahler S. P., Adogwat A.O. (2008), Anatomical and experimental studies of brachial plexus, sciatic, and femoral nerve-location using peripheral nerve stimulation in the dog. *Veterinary anesthesia and analgesia*; 35, 80-89.
61. Campoy L., Bezuidenhout A. J., Gleed R. D., Martin-Flores M., Raw R. M., Santare C. L., Jay A. R., Wang A. L. (2010), Ultrasound-guided approach for axillary brachial plexus, femoral nerve, and sciatic nerve blocks in dogs. *Veterinary anesthesia and analgesia*; 17, 144-151.
62. Shilo Y., Pascoe P. J., Cissell D., Johnson E. G., Kass P. H., Wisner E. R. (2010), Ultrasound-guided nerve blocks of the pelvic limb in dogs. *Veterinary anesthesia and analgesia*; 17, 460-470.
63. Marolf V., Spadavecchia C., Müller N., Sandersen C., Rohrbach H. (2021), Opioid requirements after locoregional anaesthesia in dogs undergoing tibial plateau levelling osteotomy: a pilot study. *Veterinary anaesthesia and analgesia*; 48, 398-406.
64. Grubb T., Lobprise H. (2020), Local and regional anaesthesia in dogs and cats: overview of concepts and drugs (part 1). *Veterinary medicine and science*; 6, 209-217.
65. Vettorato E., Bradbrook C., Gurney M., Aprea F., Clark L., Corletto F. (2012), Pheripheral nerve blocks of the pelvic limb in dogs: a retrospective clinical study. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology*; 25, 314-320.

66. Romano M., Portela D. A., Breggi G, Otero P. (2016), Stress-related biomarkers in dogs administered in regional anaesthesia or fentanyl for analgesia during stifle surgery. *Veterinary anaesthesia and analgesia*; 43, 44-54,
67. Campoy L. (2009), Ultrasound guidance for peripheral nerve blocks? *Veterinary regional anaesthesia and pain medicine*; 7, 11-14.