

## Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

# Επισκληρίδιος αναισθησία και αναλγησία στην ιατρική των μικρών ζώων

**Τσιτσιλιάνου Α.** Κτηνίατρος, Κλινική Ζώων Συντροφιάς, Κτηνιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα | **Καζάκος Γ.** Κτηνίατρος, PhD, Αναπληρωτής Καθηγητής Αναισθησίας και Εντατικής Θεραπείας, Κλινική Ζώων Συντροφιάς, Κτηνιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα | **Κωτσιδου Μ.** Κτηνίατρος, Κλινική Ζώων Συντροφιάς, Κτηνιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

## Review

## Epidural anaesthesia and analgesia in small animal medicine

**Tsitsilianou AI.** DVM, Companion Animal Clinic, School of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece | **Kazakos G.** DVM, PhD, Associate Professor of Anesthesia and Intensive Unit Care, Companion Animal Clinic, School of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece | **Kotsidou M.** DVM, Companion Animal Clinic, School of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece

### Περίληψη

Η επισκληρίδιος αναισθησία - αναλγησία (ΕΑΑ) είναι μια συχνά εφαρμοζόμενη τεχνική επιχώριας αναισθησίας τόσο στην αναισθησία του ανθρώπου όσο και στην αναισθησία μικρών ζώων. Η επισκληρίδιος αναισθησία αναφέρεται στην έγχυση τοπικών αναισθητικών στον επισκληρίδιο χώρο για την περιεγχειρητική απευαισθητοποίηση ενός χειρουργικού πεδίου προκαλώντας αισθητικό, κινητικό και αυτόνομο αποκλεισμό. Η επισκληρίδιος αναλγησία αναφέρεται στην έγχυση οπιοειδών στον επισκληρίδιο χώρο για την περιεγχειρητική και μετεγχειρητική διαχείριση του πόνου. Η χρήση της στην κλινική πρακτική των μικρών ζώων παρέχει βέλτιστες συνθήκες για πληθώρα επεμβάσεων μαλακών μορίων και ορθοπεδικών επεμβάσεων. Η ΕΑΑ μπορεί να παρέχει καλύτερη ποιότητα αναισθησίας μειώνοντας τον πόνο και συνεπώς τις απαιτήσεις σε αναισθητικά και αναλγητικά. Ανάλογα με την επιλογή του φαρμάκου, η ΕΑΑ μπορεί να συμβάλει στην περιεγχειρητική σταθερότητα της αναισθησίας, καθώς και στη μετεγχειρητική άνεση του ασθενούς. Η ΕΑΑ σε σκύλους και γάτες εκτελείται σε διάφορες θέσεις ανάλογα με το επιθυμητό δερμοτόμιο που πρέπει να αναισθητοποιηθεί. Αυτό μπορεί να είναι αυχενικό, θωρακικό, οσφυϊκό, ιεροκοκκυγικό και κοκκυγικό. Η πιο συνηθισμένη θέση για επισκληρίδιο έγχυση είναι

### Abstract

Epidural anaesthesia - analgesia (EAA) is a frequently practised regional anaesthetic technique in both human and small animal anaesthesia. Epidural anaesthesia refers to the injection of local anaesthetics in the epidural space for perioperative desensitization of a surgical site producing sensory, motor and autonomic block. Epidural analgesia refers to the injection of opioids in the epidural space for perioperative and postoperative pain management. Its use in small animal clinical practice provides optimum conditions for a plethora of soft tissue and orthopaedic surgeries. EAA may provide a better quality of anaesthesia by decreasing pain and thus anaesthetic and analgesic requirements. Depending on the drug selection EAA can contribute to perioperative stability in anaesthesia, as well as postoperative patient comfort. EAA in dogs and cats is performed in various locations depending on the desired dermatome which needs to be anaesthetized. This can be cervical, thoracic, lumbar, sacro-coccygeal and coccygeal. The most common site for an epidural injection is between the seventh lumbosacral vertebra and the first sacral vertebra. Epidural administration of local anaesthetics and opioids can be implemented by a series of different techniques including the hanging drop technique, the loss of resistance, the detec-

μεταξύ του έβδομου οσφυϊκού σπονδύλου και του πρώτου ιερού σπονδύλου. Η επισκληρίδιος χορήγηση τοπικών αναισθητικών και οπιοειδών μπορεί να υλοποιηθεί με μια σειρά διαφορετικών τεχνικών, όπως η τεχνική της κρεμάμενης σταγόνας, η απώλεια αντίστασης, η ανίχνευση εξωσκληρίδιων κυμάτων πίεσης και άλλες. Για να επιτευχθεί η κρανιακή εξάπλωση του τοπικού αναισθητικού και ο επιθυμητός επισκληρίδιος αποκλεισμός απαιτείται ένας ελάχιστος όγκος  $0,2\text{mlkg}^{-1}$ . Ο όγκος αυτός μετράται συνήθως με βάση το σωματικό βάρος, αλλά υπάρχει και μια άλλη τεχνική που εξαρτάται από την απόσταση ινιακού λοβού - κοκκυγικού σημείου. Τα συνήθως χορηγούμενα τοπικά αναισθητικά περιλαμβάνουν τη λιδοκαΐνη, τη βουπιβακαΐνη, τη ροπιβακαΐνη. Έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί η μορφίνη, η βουπρενορφίνη, η μεθαδόνη και η τραμαδόλη. Ο επισκληρίδιος αποκλεισμός μπορεί να προκαλέσει ορισμένες παρενέργειες ανάλογα με την επιλογή του φαρμάκου, όπως υποαερισμό δευτερογενώς λόγω αναπνευστικής καταστολής, καρδιαγγειακή καταστολή, νευρολογικές επιπλοκές, κνησμό που σχετίζεται με τα οπιοειδή και κατακράτηση ούρων. Ορισμένες σημαντικές πιθανές επιπλοκές περιλαμβάνουν αποτυχία στην τεχνική, επιμόλυνση και σχηματισμό αιματώματος. Η παρούσα ανασκόπηση αποσκοπεί στην ενημέρωση σχετικά με την τεχνική της ΕΑΑ, τα συνήθως χορηγούμενα τοπικά αναισθητικά και τους συνδυασμούς τους, καθώς και τις πιθανές ανεπιθύμητες ενέργειες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Αν και αρχικά αποτελεί πρόκληση, είναι μια ελάχιστα επεμβατική τεχνική η οποία μπορεί να συμπεριληφθεί σε ένα ισορροπημένο αναισθησιολογικό πρωτόκολλο με σχέδιο περιεγχειρητικής διαχείρισης του πόνου.

tion of extradural pressure waves and more. A minimum volume of  $0,2\text{mlkg}^{-1}$  is required to achieve the cranial spread of the local anaesthetic and the desired epidural blockade. This volume is usually measured based on body weight, but there is also another technique depending on the occipito - coccygeal distance. The commonly administered local anaesthetics include lidocaine, bupivacaine, ropivacaine. Morphine, buprenorphine, methadone, and tramadol, have been used as well. The epidural blockade might induce some side effects depending on the drug selection, including hypoventilation secondary to respiratory depression, cardiovascular depression, neurological complications, opioid-related pruritus and urinary retention. Some important possible complications include technical failure, contamination and hematoma formation. This review aims to provide an update on the EAA technique, the commonly administered local anaesthetics and their combinations, and the possible adverse effects which should be taken into consideration. While initially challenging, is a minimally invasive technique which can be included in a balanced anaesthetic protocol with a perioperative pain management plan.

**Λέξεις ευρετηρίου:** αναισθησία, αναλγησία, επισκληρίδιος, οπιοειδή, τοπικά αναισθητικά

**MeSH keywords:** anaesthesia, analgesia, epidural, opioids, local anaesthetics

## Εισαγωγή

Η επισκληρίδιος έγχυση αναισθητικών και αναλγητικών φαρμάκων είναι μια συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνική επιχώριας αναισθησίας στην πρακτική των μικρών ζώων, η οποία παρέχει αναισθησία και αναλγησία σε διάφορες χειρουργικές επεμβάσεις. Η οσφυοϊερή επισκληρίδιος αναισθησία και αναλγησία παρέχει αναισθησία και αναλγησία ουραία του ομφαλού σε σκύλους και γάτες (Garcia - Pereira 2018). Η επισκληρίδιος αναισθησία πα-

## Introduction

Epidural injection of anaesthetic and analgesic drugs is a frequently used regional anaesthetic technique in small animal practice providing anaesthesia and analgesia to a number of surgical procedures. Lumbosacral epidural anaesthesia and analgesia provides anaesthesia and analgesia caudal to the umbilicus in dogs and cats (Garcia - Pereira 2018). Epidural anaesthesia provides preemptive analgesia by suppressing central sen-

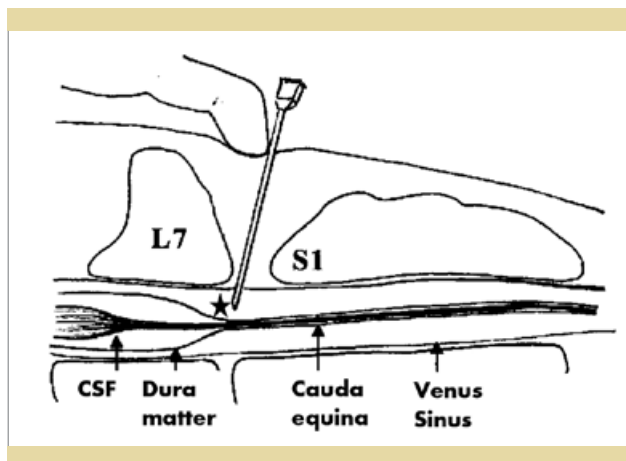
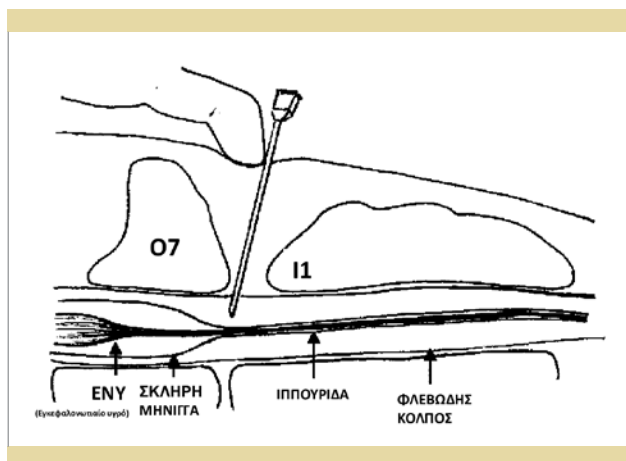
ρέχει προληπτική αναλγησία καταστέλλοντας την κεντρική ευαισθητοποίηση, μειώνοντας τον πόνο και τις απαιτήσεις σε εισπνευστικά ή/και οπιοειδή φάρμακα περιεγχειρητικά (Steagall et al. 2017). Επιπλέον, μειώνει την ανάγκη για μετεγχειρητική αναλγησία διάσωσης, καθώς και τις συγκεντρώσεις στο πλάσμα των βιοδεικτών που σχετίζονται με το στρες, της γλυκόζης και της κορτιζόλης, κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης (Romano et al. 2016, Steagall et al. 2017). Απλή, ασφαλής και φθηνή, η τεχνική αυτή παραμένει ένα χρήσιμο εργαλείο για τον κλινικό ιατρό με μάλλον χαμηλό ποσοστό επιπλοκών (Jones 2001).

Η παρούσα ανασκόπηση χωρίζεται στις ακόλουθες ενότητες:

- Ανατομία του επισκληρίδιου χώρου
- Φαρμακολογικές επιδράσεις των τοπικών αναισθητικών
- Όγκος και κατανομή στον επισκληρίδιο χώρο
- Καρδιαγγειακές επιδράσεις
- Μεταβολισμός και ορμόνες
- Τεχνική
  - Τοποθέτηση του ζώου
  - Ανατομικά ορόσημα για την οσφυοϊερή επισκληρίδιο αναισθησία
- Ενδείξεις και αντενδείξεις
- Μέθοδοι επιβεβαίωσης της τοποθέτησης της βελόνας στον επισκληρίδιο χώρο
- Βασικός εξοπλισμός για την επισκληρίδιο αναισθησία
- Ενέσιμος όγκος με βάση το σωματικό βάρος & το μήκος της σπονδυλικής στήλης
  - Σωματικό βάρος
  - Μήκος σπονδυλικής στήλης
- Συχνώς χορηγούμενα φάρμακα και συνδυασμοί φαρμάκων - Τοπικά αναισθητικά
- Οπιοειδή
- Ανεπιθύμητες αντιδράσεις

## Ανατομία του επισκληρίδιου χώρου (Εικόνα 1)

Ο σπονδυλικός σωλήνας περιλαμβάνει τον επισκληρίδιο χώρο, τις μήνιγγες (σκληρή μήνιγγα, αραχνοειδής και χοριοειδής μήνιγγα), το εγκεφαλονωτιαίο υγρό και τον νωτιαίο μυελό. Ο νωτιαίος μυελός διέρχεται μέσω του σπονδυλικού σωλήνα από τον εγκέφαλο έως την ουραία οσφυϊκή περιοχή που εκτείνεται στο κωνοειδές άκρο του μυελού (Jones 2001). Απώτερα του άκρου αυτού του



**Εικόνα 1.** Σχηματική απεικόνιση του επισκληρίδιου χώρου Αστéρι: Το άκρο της βελόνας φαίνεται στον επισκληρίδιο χώρο.

**Figure 1.** Schematic diagram of the epidural space Star: The tip of the needle is shown in the epidural space.

sitization, decreasing pain and inhalant and/or opioid requirements perioperatively (Steagall et al. 2017). Furthermore, it reduces the need for postoperative rescue analgesia, as well as the plasma concentrations of stress - related biomarkers, glucose and cortisol, during surgery (Romano et al. 2016, Steagall et al. 2017). Simple, safe, and inexpensive, this technique remains a useful tool for the clinician with a rather low rate of complications (Jones 2001).

This review is separated in the following sections:

- Anatomy of the epidural space
- Pharmacologic effects of local anaesthetics
- Volume and distribution within the epidural space

νωτιαίου μυελού βρίσκεται η ιππουρίδα. Η σκληρή μήνιγγα συνεχίζει ουραία μετά την απόληξη του νωτιαίου μυελού και σχηματίζει μια μεμβρανώδη θήκη που αναφέρεται ως μηνιγγικός σάκος. Ο μηνιγγικός σάκος τυπικά τελειώνει στο επίπεδο του 6<sup>ου</sup> οσφυϊκού σπονδύλου (O6) και του 7<sup>ου</sup> οσφυϊκού σπονδύλου (O7) στους περισσότερους σκύλους και μεταξύ του O7 και του 3<sup>ου</sup> ιερού σπονδύλου (I3) στις περισσότερες γάτες (Campoy 2013).

Ο επισκληρίδιος χώρος είναι η «δυσνητική» κοιλότητα που βρίσκεται μεταξύ της σκληρής μήνιγγας και των γύρω σπονδύλων. Περιλαμβάνει το εσωτερικό σπονδυλικό φλεβικό πλέγμα καθώς και συνδετικούς και λιπώδεις ιστούς. Ο επισκληρίδιος χώρος διευρύνεται στο επίπεδο του οσφυοϊερού μεσοσπονδύλιου χώρου παρέχοντας την ιδανική θέση για τη διενέργεια επισκληρίδιας αναισθησίας. Υπάρχουν πολλά σημεία για την επισκληρίδιο αναισθησία, όπως η αυχενική, η θωρακική, η οσφυϊκή, η ιεροκοκκυγική και η κοκκυγική, αλλά η παρούσα ανασκόπηση επικεντρώνεται κυρίως στην οσφυοϊερή επισκληρίδιο αναισθησία. Η οσφυοϊερή επισκληρίδιο έγχυση φαρμάκων σε σκύλους και γάτες πραγματοποιείται μεταξύ του O7 και του 1<sup>ου</sup> ιερού σπονδύλου (I1) (Jones 2001).

Ο ιεροκοκκυγικός μεσοσπονδύλιος χώρος χρησιμοποιείται για την επισκληρίδιο χορήγηση αναισθητικών διαλυμάτων σε γάτες με σκοπό την απευαισθητοποίηση της περιπρωκτικής χώρας. Δεδομένου ότι ο μηνιγγικός σάκος στις γάτες εκτείνεται ουραία μέχρι το 1<sup>ο</sup> ιερό τμήμα, ο ιεροκοκκυγικός μεσοσπονδύλιος χώρος είναι μια πλεονεκτική θέση όπου η επισκληρίδιο αναισθησία της επιθυμητής περιοχής μπορεί να γίνει με ασφάλεια και να αποφευχθεί η ακούσια πρόσβαση στον υπαραχνοειδή χώρο. Η ιεροκοκκυγική επισκληρίδιο προσπέλαση εξαλείφει τον πιθανό κίνδυνο διάτρησης του νωτιαίου μυελού ή ακούσιας ενδορραχιαίας έγχυσης (Garcia - Pereira, 2018).

## Φαρμακολογικές επιδράσεις των τοπικών αναισθητικών

Η επισκληρίδιο χορήγηση τοπικών αναισθητικών προκαλεί αισθητικό, κινητικό και αυτόνομο αποκλεισμό. Μετά την επισκληρίδιο χορήγηση, το αναισθητικό διάλυμα διαχέεται διαμέσου της σκληρής μήνιγγας και μέσω των μεσοσπονδύλιων τρημάτων για να δράσει στις νευρικές ρίζες και, τελικά, να αποκλείσει πολλαπλά παρασπονδυλικά νεύρα. Ο αισθητικός αποκλεισμός αποτρέπει την αλγαισθησία, ενώ ο κινητικός αποκλεισμός προκαλεί βαθιά χαλάρωση των σκελετικών μυών που οδηγεί σε απώλεια της κινητικής λειτουργίας (Campoy 2004, Steagall et al. 2017).

- Cardiovascular effects
- Metabolism and hormones
- Technique
  - Animal Positioning
  - Anatomic landmarks for lumbosacral epidural anaesthesia
- Indications and Contraindications
- Methods to confirm epidural needle placement
- Basic equipment for epidural anaesthesia
- Injected Volumes based on body weight & spinal length
  - Body weight
  - Spinal length
- Commonly administered drugs and drug combinations - Local anaesthetics
- Opioids
- Adverse Reactions

## Anatomy of the epidural space

(Figure 1)

The vertebral canal encompasses the epidural space, the meninges (the dura mater, the arachnoid, and the pia mater), the cerebrospinal fluid and the spinal cord. The spinal cord passes through the vertebral canal from the brain to the caudal lumbar region tapering into the conus medullaris (Jones 2001). Distal to this end of the spinal cord is the cauda equina. The dura mater continues caudally past the termination of the spinal cord and forms a membranous sheath referred to as the dural sac. The dural sac typically ends at the level of 6<sup>th</sup> lumbar vertebra (L6) and the 7<sup>th</sup> lumbar vertebra (L7) in most dogs, and between L7 and 3<sup>th</sup> sacral vertebra (S3) in most cats (Campoy 2013).

The epidural space is the “potential” cavity that lies between the dura mater and the surrounding vertebrae. It includes the internal vertebral venous plexus as well as connective and adipose tissues. The epidural space widens at the level of the lumbosacral intervertebral space providing the ideal location for the performance of epidural anaesthesia. There are many sites for epidural anaesthesia, including cervical, thoracic, lumbar, sacrococcygeal and coccygeal, but this review focuses mainly on lumbosacral epidural anaesthesia. Lumbosacral epidural injection of drugs in dogs and cats is performed between L7 and the 1<sup>st</sup> sacral vertebra (S1) (Jones 2001).

The sacrococcygeal intervertebral space is used for epidural delivery of anaesthetic solutions in cats for desensitization of the perianal area given

Η επίδραση των τοπικών αναισθητικών στον νευρωνικό ιστό σχετίζεται με το μέγεθος των νευρικών ινών και τη μυελίνωσή τους, την επιτυγχανόμενη συγκέντρωση του φαρμάκου και τη διάρκεια της επαφής. Οι μικρού μεγέθους, αμύελες νευρικές ίνες Α-δ και C, οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη μετάδοση του πόνου, μπλοκάρονται πιο αποτελεσματικά σε σύγκριση με τις εμμύελες ίνες Α-α και Α-β, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την ιδιοδεκτικότητα, την αίσθηση της πίεσης και την κινητική δραστηριότητα. Σύμφωνα με αυτό, μπορεί να επιτευχθεί αισθητικός αποκλεισμός με ελάχιστη έκπτωση της κινητικής λειτουργίας με την έγχυση χαμηλής συγκέντρωσης διαλυμάτων τοπικού αναισθητικού (Campoy 2004, Steagall et al. 2017). Παρ' όλα αυτά, αυτό δεν ισχύει πάντα, καθώς είναι δυνατόν η χαμηλή συγκέντρωση ενός τοπικού αναισθητικού να προκαλέσει κινητικό αποκλεισμό (Freire et al. 2010). Ο αισθητικός και κινητικός αποκλεισμός που προκαλούν τα τοπικά αναισθητικά επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της λιποδιαλυτότητας και της αγγειοδραστικότητας του ίδιου του τοπικού αναισθητικού, του σημείου έγχυσης και της χρησιμοποιούμενης δόσης. Η διαλυτότητα των λιπιδίων είναι ένας παράγοντας που μπορεί να συμβάλει στην έναρξη της δράσης, τη διάρκεια και την εξασθένηση της επισκληρίδιας αναισθησίας. Η προσθήκη αγωνιστών των αδρενεργικών υποδοχέων α-2 μαζί με τα τοπικά αναισθητικά έχει βραδύτερη έναρξη δράσης και βραδύτερη υποχώρηση του κινητικού αποκλεισμού από ό,τι η προσθήκη οπιοειδών. Για παράδειγμα, η μορφίνη έχει ταχύτερη έναρξη της δράσης και ταχύτερη υποχώρηση του κινητικού αποκλεισμού από ό,τι η δεξμεδετομιδίνη (Kamal and Talaat 2014).

## Όγκος και κατανομή στον επισκληρίδιο χώρο

Η έκταση του επισκληρίδιου αποκλεισμού εξαρτάται από την κρανιακή κατανομή των τοπικών αναισθητικών φαρμάκων και συσχετίζεται με τον εγχόμενο όγκο (Freire et al. 2010). Απαιτείται ένας ελάχιστος όγκος για να επιτευχθεί επισκληρίδιος αποκλεισμός και εάν δεν χορηγηθεί αυτός, η ενδεχόμενη αύξηση της συγκέντρωσης του τοπικού αναισθητικού δεν έχει περαιτέρω αποτέλεσμα. Δεν υπάρχει διαφορά εάν ο όγκος εγχύεται στον οσφυϊκό ή στον ιεροκοκκυγικό χώρο. Ωστόσο, η ταχύτητα έγχυσης επηρεάζει την κρανιακή εξάπλωση του διαλύματος τοπικού αναισθητικού και την πίεση που δημιουργείται στον επισκληρίδιο χώρο. Κατά τη χειροκίνητη χορήγηση του ενέσιμου υλικού, δημιουργούνται μεγάλα κύματα που ενισχύουν την

the fact that the dural sac in cats extends caudally as far as the 1<sup>st</sup> sacral segment, the sacrococcygeal intervertebral space is a beneficial location where the epidural anaesthesia of the desired area can be done safely and the inadvertent access to the subarachnoid space is prevented. The sacrococcygeal epidural approach eliminates the potential risk for cord puncturing or unintentional intrathecal injection (Garcia - Pereira, 2018).

## Pharmacologic effects of local anaesthetics.

Epidural administration of local anaesthetics produces sensory, motor and autonomic blockade. After epidural administration, the anaesthetic solution diffuses across the dura mater and through the intervertebral foramina to act on nerve roots and, finally, block multiple paravertebral nerves. Sensory blockade prevents the nociception, while motor blockade induces profound skeletal muscle relaxation leading to loss of motor function (Campoy 2004, Steagall et al. 2017).

The effect of local anaesthetics on neuronal tissue is related to the size of the nerve fibers and their myelination, the drug concentration achieved and the duration of contact. Small sized, unmyelinated A-δ and C nerve fibers, which are liable for pain transmission, are blocked more efficiently in comparison to myelinated A-α and A-β fibers, which are liable for proprioception, pressure sensation and motor activity. According to this, sensory blockade with minimum impairment of motor function can be achieved with the injection of low concentration of local anaesthetic solutions (Campoy 2004, Steagall et al. 2017). Nevertheless, this is not always true since it is possible that low concentration of a local anaesthetic to cause motor block (Freire et al. 2010). Sensory and motor blockade caused by local anaesthetics is influenced by various factors including lipid solubility and vasoactivity of the local anaesthetic itself, the site of injection and the dose used. Lipid solubility is a factor that can contribute to the onset of action, duration and wear off of the epidural anaesthesia. The addition of α-2 adrenoceptor agonists along with local anaesthetics has a slower onset of action and slower regression of motor blockade than the addition of opioids. An/ For example, morphine has a faster onset of action and a faster regression of motor blockade than dexmedetomidine (Kamal and Talaat 2014).

κρανιακή εξάπλωση του αναισθητικού διαλύματος στον επισκληρίδιο χώρο (Freire et al. 2010, Garcia-Pereira 2018). Η επισκληρίδιος έγχυση μπορεί να δημιουργηθεί μέσω της προώθησης ενός επισκληρίδιου καθετήρα και της χρήσης αντλίας έγχυσης, αλλά η περιγραφή αυτής της τεχνικής ξεπερνά τα όρια της ανασκόπησής μας (Sasauchi et al. 2016).

## Καρδιαγγειακές επιδράσεις

Οι συμπαθητικές ίνες εκφύονται από το 1<sup>ο</sup> θωρακικό τμήμα (Θ1) έως το 4<sup>ο</sup> οσφυϊκό τμήμα (Ο4) του νωτιαίου μυελού. Η επισκληρίδιος αναισθησία προκαλεί διαταραχή της νευρικής μετάδοσης εντός του νωτιαίου μυελού, των νωτιαίων νευρικών ριζών καθώς και των γαγγλίων της ραχιαίας ρίζας. Η επισκληρίδιος αναισθησία που επεκτείνεται από το επίπεδο της οπίσθιας θωρακικής και οσφυϊκής περιοχής (Θ5 -Ο4) προκαλεί τοπικό συμπαθητικό αποκλεισμό με αγγειακή διαστολή στην περιοχή της πυέλου και των οπίσθιων άκρων. Οι αυτόνομες επιδράσεις είναι κλινικά σημαντικές εάν ο συμπαθητικός αποκλεισμός των γαγγλίων εκτείνεται μεταξύ του 5<sup>ου</sup> θωρακικού τμήματος (Θ5) και του 3<sup>ου</sup> οσφυϊκού τμήματος (Ο3). Ο συμπαθητικός και κινητικός αποκλεισμός μπορεί να αποφευχθεί όταν τα οπιοειδή, όπως η μορφίνη, χορηγούνται επισκληρίδια για την περιεχειρητική αντιμετώπιση του πόνου. Οι αρνητικές καρδιαγγειακές επιδράσεις θα περιλαμβάνουν την αγγειοδιαστολή στα προσβεβλημένα δερματομία με επακόλουθη υπόταση. Ο συμπαθητικός αποκλεισμός οδηγεί σε περιφερική αγγειοδιαστολή και μειωμένη καρδιακή φλεβική επιστροφή προκαλώντας υπόταση και βραδυαρρυθμίες, το λεγόμενο «αντίστροφο» αντανακλαστικό Bainbridge (Crystal & Salem 2012). Όταν ο αποκλεισμός εκτείνεται στο επίπεδο του 2<sup>ου</sup> θωρακικού τμήματος (Θ2) έως το 4<sup>ο</sup> θωρακικό τμήμα (Θ4), ο καρδιακός ρυθμός και η καρδιακή συσταλτικότητα ενδέχεται να μειωθούν λόγω αποκλεισμού των συμπαθητικών νευρικών ινών της καρδιάς (Jones 2001, Campoy 2004).

## Μεταβολισμός και ορμόνες

Το χειρουργικό τραύμα προκαλεί φλεγμονή η οποία οδηγεί σε νευροενδοκρινική απόκριση που ενεργοποιεί το σύστημα ρενίνης-αγγειοτενσίνης και έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης της αδρενοκορτικοτροπικής ορμόνης, της κορτιζόλης, της επινεφρίνης, της νορεπινεφρίνης και της αντιδιουρητικής ορμόνης στο αίμα. Αυτή η «απάντηση-στρες» μπορεί να κατασταλεί πλήρως ή μερικώς, με νευραξονικό αποκλεισμό (Almeida et al. 2010). Οι νευραξονικοί αποκλεισμοί

## Volume and distribution within the epidural space

The extent of the epidural blockade depends on the cranial distribution of local anaesthetic drugs and is correlated with the injected volume (Freire et al. 2010). A minimum volume is required to achieve epidural blockade and unless that is administered, potential increase of the local anaesthetic concentration has no further effect. There is no difference whether the volume is injected in the lumbosacral or the sacrococcygeal space. However, the speed of injection affects the cranial spread of the local anaesthetic solution and the pressure generated in the epidural space. During the manual delivery of the injectate, large waves are generated and enhance the cranial spread of the anaesthetic solution in the epidural space (Freire et al. 2010, Garcia-Pereira 2018). The epidural injection can be established via the advancement of an epidural catheter and the use of an infusion pump, but the description of this technique extends the limits of our review (Sasauchi et al. 2016).

## Cardiovascular Effects

Sympathetic fibers arise from the 1<sup>st</sup> thoracic segment (T1) to the 4<sup>th</sup> lumbar segment (L4) of the spinal cord. Epidural anaesthesia causes disruption of nerve transmission within the spinal cord, the spinal nerve roots as well as the dorsal root ganglia. Epidural anaesthesia which is extended from the level of the low thoracic and lumbar region (T5 - L4) induces a local sympathetic blockade with vascular dilation in the pelvic area and hindlimbs. Autonomic effects are clinically significant if the ganglionic sympathetic blockade extends between the 5<sup>th</sup> thoracic segment (T5) and the 3<sup>rd</sup> lumbar segment (L3). Sympathetic and motor blockade may be avoided when opioids, like morphine, are administered epidurally for perioperative pain management. The negative cardiovascular effects will include vasodilation in the afflicted dermatomes with consequent hypotension. The sympathetic blockade leads to peripheral venodilation and reduced cardiac venous return causing hypotension and bradyarrhythmias, the so called "reverse" Bainbridge reflex (Crystal & Salem 2012). When blockade extends at the level of 2<sup>nd</sup> thoracic segment (T2) to 4<sup>th</sup> thoracic segment (T4), heart rate and cardiac contractility might be reduced by blockage of the cardiac accelerator nerve fibers (Jones 2001, Campoy 2004).

μπορεί να μειώσουν τις περιεγχειρητικές αρρυθμίες, καταστέλλοντας την «απάντηση-στρες» και μειώνοντας την απελευθέρωση επινεφρίνης και νορεπινεφρίνης (Campoy 2004). Η περιεγχειρητική αντίδραση-στρες συμβάλλει στη μετεγχειρητική ευαισθησία σε λοιμώξεις. Τα υψηλά επίπεδα κορτιζόλης και γλυκόζης στην κυκλοφορία που προκαλούνται από την αντίσταση στην ινσουλίνη μετά από χειρουργική διέγερση οδηγούν σε υψηλότερο κίνδυνο για μόλυνση του τραύματος και μειωμένη επούλωση του τραύματος. Η ολική καταστολή των επινεφριδικών και γλυκαιμικών αντιδράσεων μπορεί επίσης να έχει ευεργετική επίδραση στο ανοσοποιητικό σύστημα του ασθενούς και στη μετεγχειρητική ανάρρωση (Romano et al. 2016).

## Τεχνική επισκληρίδιας αναισθησίας

### Τοποθέτηση των ζώων

Η επισκληρίδιος αναισθησία μπορεί να διενεργηθεί στον κατεσταλμένο ή κατά προτίμηση αναισθητοποιημένο ασθενή σε στερνική ή πλάγια κατάκλιση. Η στερνική θέση είναι η προτιμώμενη, διότι προσφέρει καλύτερη απεικόνιση του επισκληρίδιου χώρου και, συνεπώς, υψηλότερο ποσοστό επιτυχίας λόγω της ευκολότερης αναγνώρισης του τελευταίου (Jones 2001, Martinez -Taboada and Redondo, 2017). Σε στερνική θέση, τα οπίσθια άκρα εκτείνονται κρανικά με τη σπονδυλική στήλη λυγισμένη σε κυφωτική θέση που επιτρέπει τη μέγιστη έκταση και την ευκολότερη αναγνώριση του οσφυοϊερού χώρου (Jones 2001). Τα περισσότερα από τα εμπορικά διαθέσιμα διαλύματα, είναι υπότονα σε θερμοκρασία σώματος. Η ολική αραίωση των τοπικών αναισθητικών αυξάνει την υποτονικότητα τους, εκτός εάν προστεθεί γλυκόζη ή υπέρτονος φυσιολογικός ορός. Η επισκληρίδιος έγχυση υπότονων διαλυμάτων προκαλεί τη μετανάστευση των τοπικών αναισθητικών σε μη εξαρτώμενες περιοχές, ενώ η έγχυση υπέρτονων διαλυμάτων προκαλεί μόνο τη μετανάστευση των τοπικών αναισθητικών σε εξαρτημένες περιοχές. Ωστόσο, τα υπέρτονα διαλύματα σχετίζονται μερικές φορές με υψηλότερη συχνότητα νευροτοξικότητας (Ganem et al. 1996).

### Ανατομικά ορόσημα για την οσφυοϊερή επισκληρίδιο αναισθησία

(Εικόνα 2) (Εικόνα 3) (Εικόνα 4)

Αφού τοποθετηθεί ο ασθενής είτε σε στερνική είτε σε πλάγια κατάκλιση, ανάλογα με την προτίμηση και την εμπειρία του κλινικού ιατρού, το τρίχω-

## Metabolism and hormones

Surgical trauma induces an inflammation which leads to a neuroendocrine response that activates the renin-angiotensin system and results in increases in adrenocorticotrophic hormone, cortisol, epinephrine, norepinephrine and vasopressin blood concentration. This “stress response” can be totally or partially suppressed, with neuraxial blockade (Almeida et al. 2010). The neuraxial blockades might reduce perioperative arrhythmias by suppressing the “stress response” and decreasing the release of epinephrine and norepinephrine (Campoy 2004). The perioperative stress response contributes to postoperative susceptibility to infections. High levels of cortisol and glucose in circulation caused by insulin resistance following surgical stimulation lead to higher risk for wound infection and impaired wound healing. The total suppression of the adrenal and glycaemic responses may also have a beneficial effect on the patient’s immune system and postoperative recovery (Romano et al. 2016).

## Epidural Anaesthesia Technique

### Animal Positioning

Epidural anaesthesia may be performed in the sedated, or preferably anaesthetized patient in sternal or lateral recumbency. The sternal recumbency is the preferred position because it offers a better visualization of the epidural space and thus, a higher success rate due to the easier identification of the latter (Jones 2001, Martinez -Taboada & Redondo, 2017). In sternal recumbency, the hind limbs are extended cranially with the spine flexed in a kyphotic position that allows the maximum extension and easier identification of the lumbosacral space (Jones 2001). Most of the commercially available solutions, are hypobaric at body temperature. The total dilution of the local anaesthetics increases their hypobaricity unless glucose or hypertonic saline are added. The epidural injection of hypobaric solutions provokes the migration of local anaesthetics to non dependent areas, while the injection of hyperbaric solutions provokes only the migration of local anaesthetics to dependent areas. However, hyperbaric solutions are sometimes related with higher incidence of neurotoxicity (Ganem et al. 1996).

### Anatomic landmarks for lumbosacral epidural anaesthesia

(Figure 2) (Figure 3) (Figure 4)



**Εικόνα 2. και 3.** Οι έξω λαγόνιες ακρολοφίες ψηλαφούνται με τον αντίχειρα και το μέσο δάκτυλο του ενός χεριού. Ο δείκτης του ίδιου χεριού ψηλαφεί την ακανθώδη απόφυση του έβδομου οσφυϊκού σπονδύλου (O7).

IC: Λαγόνιες Ακρολοφίες  
L7: 7<sup>ος</sup> Οσφυϊκός σπόνδυλος  
S: Ιερό οστό



**Figure 2. and 3.** The external iliac crests are palpated with the thumb and middle finger of one hand. The index finger of the same hand palpates the spinous process of the seventh lumbar (L7) vertebra.

IC: Iliac Crest  
L7: 7<sup>th</sup> Lumbar Vertebra  
S: Sacrum

μα πρέπει να κουρευτεί επαρκώς ώστε να εντοπιστούν τα ανατομικά σημεία αναφοράς για την ακριβή εισαγωγή της βελόνας. Η στερνική θέση επιτρέπει την καλύτερη απεικόνιση της οσφυοϊεράς περιοχής και είναι προτιμότερη για την τεχνική της κρεμάμενης σταγόνας. Η πλάγια θέση μπορεί να ενδείκνυται σε περιπτώσεις τραυματισμού του ασθενούς στην περιοχή της πυέλου (κατάγματα της πυέλου κ.λπ.). Ο εντοπισμός της θέσης γίνεται με τη χρήση της οπίσθιας ραχιαίας λαγόνιας άκανθας της πυέλου και των ραχιαίων ακανθωδών αποφύσεων του O7 και των αντίστοιχων του ιερού οστού (Camroy 2004). Οι έξω λαγόνιες ακρολοφίες ψηλαφούνται με τον αντίχειρα και το μεσαίο δάκτυλο του ενός χεριού. Ο δείκτης του ίδιου χεριού κατευθύνεται ουραία και ψηλαφεί την ακανθώδη απόφυση του O7 (Wetmore & Glowaski 2000). Μια νοητή γραμμή που ενώνει τις οπίσθιες ραχιαίες λαγόνιες άκανθες διασχίζει τη μέση γραμμή στην οσφυοϊερή συμβολή που μπορεί να ψηλαφηθεί ως κοίλανση μεταξύ τους (Valverde 2008). Το κυρίαρχο χέρι πρέπει να τοποθετεί τη βελόνα με ακρίβεια στη μέση γραμμή και ουραία της ακανθώδους απόφυσης του O7, κάθετα στο επίπεδο της πυέλου (Jones 2001). Ο εντοπισμός των ανατομικών σημείων μπορεί να είναι δύσκολος σε σκύλους με έντονη μυϊκή μάζα ή παχύσαρκους σκύλους και σκύλους με στρογγυλεμένα οπίσθια μέρη. Σε αυτούς τους ασθενείς, η νοητή γραμμή ακολουθεί τη μέση γραμμή μεταξύ του O6 και του O7 και διασχίζει τη



**Εικόνα 4.** Σε στερνική θέση, τα οπίσθια άκρα εκτείνονται κρανιακά με τη σπονδυλική στήλη λυγισμένη σε κυφωτική θέση. Οι έξω λαγόνιες ακρολοφίες ψηλαφούνται με τον αντίχειρα και το μεσαίο δάκτυλο του ενός χεριού. Ο δείκτης του ίδιου χεριού ψηλαφεί την ακανθώδη απόφυση του έβδομου οσφυϊκού σπονδύλου (O7). Η βελόνα εισάγεται κάθετα στο δέρμα.

**Figure 4.** In sternal recumbency, the hind limbs are extended cranially with the spine flexed in a kyphotic position. The external iliac crests are palpated with the thumb and middle finger of one hand. The index finger of the same hand palpates the spinous process of the seventh lumbar (L7) vertebra. The needle is introduced perpendicular to the skin.



Απόλυτες
1. Διαταραχές πήξης
2. Υπογκαιμικό σοκ
3. Νεοπλασία στην οσφυοϊερή χώρα
Σχετικές
1. Υπογκαιμία και δευτερογενής υπόταση
2. Απόφραξη του χώρου εξώθησης της αριστερής κοιλίας
3. Συγγενείς ανατομικές ανωμαλίες
4. Τραύμα στη σπονδυλική στήλη ή/και νευρολογικά ελλείμματα
5. Μολυσματικές δερματικές παθήσεις

**Πίνακας 1.**  
Αντενδείξεις.

Absolute
1. Coagulation disorders
2. Hypovolemic shock
3. Neoplasia at the lumbosacral area
Relative
1. Hypovolaemia and secondary hypotension
2. Left ventricular outflow obstruction
3. Congenital anatomic abnormalities
4. Spinal trauma and/ or neurological deficits
5. Infectious skin diseases

**Table 1.**  
Contraindications.

νοητή γραμμή που ενώνει τις λαγόνιες ακρολοφίες. Η ραχιαία ακανθώδης απόφυση του Ο7 ψηλαφάται και ο οσφυοϊερός χώρος προσδιορίζεται ως κοίλανση ακριβώς μπροστά από αυτήν (Jones 2001, Wetmore & Glowaski 2000).

Ειδικά στην ιεροκοκκυγική προσέγγιση, η γάτα τοποθετείται σε στερνική θέση με τα οπίσθια άκρα εκτεταμένα κраниκά. Ο ιεροκοκκυγικός χώρος μπορεί να ψηλαφηθεί μεταξύ του ιερού οστού και του πρώτου κοκκυγικού σπονδύλου. Οι Torruella et al. (2023) ανέφεραν ότι η κίνηση της ουράς προς τα πάνω και προς τα κάτω μπορεί να είναι ευεργετική για τη σωστή αναγνώριση του επισκληριδίου χώρου. Η υπόλοιπη τεχνική είναι η ίδια με την προαναφερθείσα.

## Ενδείξεις και αντενδείξεις

Η οσφυοϊερή και ιεροκοκκυγική ΕΑΑ θεωρείται ασφαλής και αποτελεσματική αναισθητική τεχνική σε διάφορες περιπτώσεις, όπως ορθοπεδικές επεμβάσεις, περιπρωκτικές και περιαιδοικές επεμβάσεις και άλλες επεμβάσεις μαλακών μορίων ουράιως του ομφαλού, όπως η καισαρική τομή (Camproy 2004, Bartel et al. 2016) (Πίνακας 1).

Η επισκληρίδιος αναισθησία έχει αρκετές αντενδείξεις. Οι διαταραχές της πήξης είναι μία από αυτές. Ο επισκληρίδιος χώρος έχει πολύ καλή αγωγή και η ακούσια εισαγωγή της βελόνας σε κάποιο αγγείο θα οδηγούσε σε σχηματισμό επισκληριδίου ή ακόμη και υπαραχνοειδούς αιματώματος (εάν η βελόνα διαπεράσει τη σκληρή μήνιγγα) με αποτέλεσμα τη συμπίεση της σπονδυλικής στήλης

After positioning the patient in either sternal or lateral recumbency depending on the clinician's preference and experience, the hair should be clipped over a sufficient area to identify the anatomic landmarks for accurate needle insertion. The sternal recumbency allows for a better visualization of the lumbosacral area, and it's more preferable for the hanging drop technique. The lateral recumbency may be indicated in cases of patient trauma in the pelvic area (pelvic fractures, etc). The site is located by using the caudal dorsal iliac spines of the pelvis and the dorsal spinous processes of the L7 and the corresponding of the sacrum (Campoy 2004). The external iliac crests are palpated with the thumb and the middle finger of one hand. The index finger of the same hand is directed caudally and palpates the spinous process of the L7 (Wetmore & Glowaski 2000). An imaginary line joining the caudal dorsal iliac spines crosses midline at the lumbosacral junction that can be palpated as a depression between them (Valverde 2008). The dominant hand must place the needle accurately on the midline and caudal to the L7 spinous process, perpendicular to the pelvis plane (Jones 2001). Identification of the anatomic landmarks may be difficult in heavily muscled or obese dogs and dogs with rounded hindquarters. In these patients, the imaginary line follows midline between the L6 and the L7 and crosses the imaginary line joining the iliac crests. The dorsal spinous process of the L7 is palpated and the lumbosacral space is determined as a depression directly rostral to it (Jones 2001, Wetmore

και την επακόλουθη νευρολογική επιβάρυνση των οπίσθιων άκρων. Η υπογκαιμία και η βαθιά υπόταση αποτελούν επίσης σχετικές αντενδείξεις και ο επισκληρίδιος αποκλεισμός δεν πρέπει να διενεργείται πριν ο ασθενής σταθεροποιηθεί αιμοδυναμικά (Wetmore & Glowaski 2000).

Μια άλλη σημαντική αντένδειξη της επισκληρίδιας αναισθησίας είναι η παρουσία οποιουδήποτε τύπου λοιμώδους δερματικής νόσου, όπως πυόδερμα ή δερματίτιδα, στο σημείο της έγχυσης. Η εισαγωγή παθογόνων μικροοργανισμών στον επισκληρίδιο χώρο θα έχει πιθανότατα επιβλαβή επίδραση στις νευρικές δομές. Οι ασθενείς με νεοπλασία στην οσφυοϊερή περιοχή αποκλείονται επίσης από την επισκληρίδιο παρακέντηση, καθώς η εισαγωγή νεοπλασματικών κυττάρων θα είχε ανεπιθύμητες συνέπειες, όπως η διασπορά νεοπλασματικών κυττάρων στον επισκληρίδιο χώρο (Campoy 2004). Επιπλέον, αν και δεν έχει αποδειχθεί, η επισκληρίδιος χορήγηση αναισθητικών σε ασθενείς με σοβαρή βακτηριαιμία ή σηψαιμία μπορεί να προκαλέσει αιματογενή μετάδοση της λοίμωξης στον επισκληρίδιο ή σπονδυλικό χώρο σε περίπτωση ακούσιας τοποθέτησης βελόνας ή καθετήρα (Campoy 2004). Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι στην ιατρική του ανθρώπου έχει πραγματοποιηθεί μία και μόνη επισκληρίδιος έγχυση σε περιπτώσεις σηψαιμίας και θεωρείται ωφέλιμη (Tyagi 2017).

Οι σχετικές αντενδείξεις της επισκληρίδιας αναισθησίας περιλαμβάνουν την απόφραξη του χώρου εξόδου της αριστερής κοιλίας, τις συγγενείς ανατομικές ανωμαλίες, το τραύμα της σπονδυλικής στήλης και τα νευρολογικά ελλείμματα (Wetmore & Glowaski 2000, Jones 2001). Οι ασθενείς με βαλβιδική αορτική στένωση, στένωση της μιτροειδούς ή υπερτροφική υποαορτική στένωση δεν έχουν την ικανότητα να αυξήσουν αποτελεσματικά την καρδιακή τους παροχή μετά από υπόταση συνεπεία επισκληρίδιας χορήγησης φαρμάκων και αυτή η περιορισμένη ανταπόκριση είναι επισφαλής. Παρ' όλα αυτά, εάν οι ασθενείς αυτοί είναι ιατρικά καλά και δεν παρουσιάζουν καρδιακή ανεπάρκεια, θα μπορούσαν να ωφεληθούν από μια επισκληρίδιο αναισθησία (Jones 2001, Campoy 2004). Οι συγγενείς ανατομικές ανωμαλίες παρουσιάζουν τεχνικές δυσκολίες στην επισκληρίδιο αναισθησία λόγω της πιθανής αλλαγής των ανατομικών ορόσημων που μπορεί να καταστήσουν πιο περίπλοκη την εισαγωγή της βελόνας στον επισκληρίδιο χώρο, όπως ο μεταβατικός οσφυοϊερός σπόνδυλος. Σε αυτές τις ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται πιο προηγμένες τεχνικές για την επιβεβαίωση του επισκληρίδιου χώρου (Jones 2001). Τέλος, σε περιπτώσεις τραύματος της σπον-

& Glowaski 2000).

In the sacrococcygeal approach particularly, the cat is placed in sternal recumbency with the hindlimbs extended cranially. The sacrococcygeal space can be palpated between the sacrum and the first coccygeal vertebrae. Torruella et al. (2023) stated that the moving of the tail up and down may be beneficial for the correct identification of epidural space. The rest of the technique is the same as mentioned above.

## Indications and contraindications

Lumbosacral and sacrococcygeal EAA is considered a safe and effective anaesthetic technique in various occasions, such as orthopedic procedures, peri-anal and peri-vulvar surgeries and other soft tissue surgeries caudal to the umbilicus, like caesarean section (Bartel et al. 2016, Campoy 2004) (Table 1).

Epidural anaesthesia has several contraindications. Coagulation disorders is one of those. The epidural space is very well vascularized and an inadvertent needle insertion in a vessel would lead to formation of an epidural or even a subarachnoid hematoma (if the needle penetrates the dura mater) resulting in spinal compression and subsequent neurological deterioration of the hindlimbs. Hypovolaemia and profound hypotension are also relative contraindications, and an epidural blockade should not be performed until the patient is haemodynamically stable (Wetmore & Glowaski 2000).

Another major contraindication of epidural anaesthesia is the presence of any type of infectious skin disease, such as pyoderma or dermatitis, at the site of injection. The introduction of pathogenic microorganisms in the epidural space will most likely have a deleterious effect on neural structures. Patients with neoplasia at the lumbosacral area are also excluded from epidural puncture, since the introduction of neoplastic cells would have undesirable consequences, such as scattering of neoplastic cells into the epidural space (Campoy 2004). In addition, although not proven, epidural administration of anaesthetics in patients with severe bacteraemia or sepsis may cause hematogenous transmission of the infection into the epidural or spinal space in case of inadvertent needle or catheter placement (Campoy 2004). However, it is worth mentioning that in human medicine a single epidural injection has been performed in cases of sepsis and it is considered to be beneficial (Tyagi 2017).

Relative contraindications of epidural anaesthe-

δυλικής στήλης ή/και νευρολογικών ελλειμμάτων, η επισκληρίδιος έγχυση φαρμάκων αντενδείκνυται με σκοπό την αποφυγή περαιτέρω επιπλοκών (Wetmore & Glowaski 2000).

## Μέθοδοι επιβεβαίωσης της τοποθέτησης της βελόνας στον επισκληρίδιο χώρο

Έχουν περιγραφεί διάφορες μέθοδοι για την επιβεβαίωση της σωστής τοποθέτησης της επισκληρίδιας βελόνας. Οι δύο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι περιλαμβάνουν την «απώλεια αντίστασης» (LOR) και την τεχνική της κρεμάμενης σταγόνας. Κατά την «απώλεια αντίστασης», η βελόνα εισάγεται κάθετα στο δέρμα ή υπό γωνία 30-45° στις γάτες και προωθείται απαλά μέχρι να γίνει αισθητή μια αίσθηση «κρίγμου», καθώς η βελόνα διαπερνά τον αρθρικό σύνδεσμο. Μετά την αφαίρεση του στυλεού και εφόσον δεν διαπιστωθεί αναρρόφηση εγκεφαλονωτιαίου υγρού (ENY) ή αίματος στη σύριγγα, τοποθετείται στην βάση της βελόνας μια σύριγγα γεμάτη με φυσιολογικό ορό ή με αέρα και εγχέεται στον επισκληρίδιο χώρο μικρός όγκος (0,25-0,50 ml ανάλογα με το σωματικό βάρος του ασθενούς) αέρα ή φυσιολογικού ορού. Η επαλήθευση της σωστής τοποθέτησης της βελόνας είναι θετική όταν η έγχυση του αέρα ή του υγρού πραγματοποιείται χωρίς αντίσταση (Valverde 2008, O'Hearn & Wright 2011, Adami & Gendron 2017).

Στην τεχνική «κρεμάμενης σταγόνας», η βελόνα προωθείται ακριβώς κοντά αλλά όχι μέσα στον επισκληρίδιο χώρο και ο στυλεός απομακρύνεται πριν η βελόνα διαπεράσει τον ωχρό σύνδεσμο. Μια σταγόνα φυσιολογικού ορού ή τοπικού αναισθητικού τοποθετείται στη συνέχεια στην βάση της βελόνας και η βελόνα προωθείται μέσω του ωχρού συνδέσμου έως ότου η σταγόνα αναρροφηθεί στον επισκληρίδιο χώρο λόγω της αρνητικής πίεσης που υπάρχει στον επισκληρίδιο χώρο. Αυτό επιβεβαιώνει την ακριβή τοποθέτηση της βελόνας (Valverde 2008). Για ορισμένους συγγραφείς η τεχνική της «κρεμάμενης σταγόνας» είναι μια αρκετά αξιόπιστη τεχνική όταν ο ασθενής είναι τοποθετημένος σε στερνική θέση (Martinez-Taboada & Redondo, 2017) (Εικόνα 5) (Εικόνα 6).

Υπάρχουν πιο εξελιγμένες μέθοδοι για την επαλήθευση της θέσης της βελόνας στην επισκληρίδιο αναισθησία. Μεταξύ αυτών είναι η χρήση νευροδιεγέρτη, η παρατήρηση των επισκληρίδιων κυμάτων πίεσης και η χρήση προηγμένων απεικονιστικών τεχνικών. Πραγματοποιείται με μια ηλεκτρικά μονωμένη σπονδυλική βελόνα που συνδέεται με



**Εικόνα 5.**

Μια σταγόνα φυσιολογικού ορού ή τοπικού αναισθητικού τοποθετείται στην πλήρη της βελόνας, μετά την αφαίρεση του στυλεού, και η βελόνα προωθείται μέσω του ωχρού συνδέσμου έως ότου η σταγόνα αναρροφηθεί στον επισκληρίδιο χώρο λόγω της αρνητικής πίεσης που υπάρχει στον επισκληρίδιο χώρο (τεχνική της κρεμάμενης σταγόνας). Αυτό επιβεβαιώνει την ακριβή τοποθέτηση της βελόνας.

LA: Ο μνήσκος των τοπικών αναισθητικών

**Figure 5.**

A drop of saline or local anaesthetic is placed in the hub of the needle, after the removal of the stylet, and the needle is advanced through the ligamentum flavum until the drop is aspirated into the epidural space due to the subatmospheric pressure that exists in epidural space (Hanging Drop Technique). This confirms the accurate placement of the needle.

LA: The Meniscus of Local Anaesthetics



**Εικόνα 6.**

Επαλήθευση της σωστής τοποθέτησης της βελόνας με την έγχυση αέρα ή υγρού χωρίς αντίσταση (Απώλεια Αντίστασης).

**Figure 6.**

Verification of correct needle placement with the injection of air or fluid with no resistance (Loss of Resistance).

μια κάθοδος νευροδιεγέρτη. Υπό βαθιά νάρκωση ή γενική αναισθησία, ο ασθενής τοποθετείται είτε σε πλάγια είτε σε στερνική θέση με τα οπίσθια άκρα εκτεταμένα προς τα εμπρός. Η άνοδος του νευροδιεγέρτη τοποθετείται στο δέρμα του ασθενούς πάνω από τον ημιτενοντώδη μυ του οπίσθιου άκρου. Η βελόνα συνδέεται με τον νευροδιεγέρτη και προωθείται απαλά πάνω από την οσφυοϊερή περιοχή. Η ηλεκτροδιέγερση βασίζεται στην αρχή ότι το ρεύμα που απαιτείται για την πρόκληση κινητικών αποκρίσεων μειώνεται καθώς η βελόνα εισάγεται στον επισκληρίδιο χώρο. Το ελάχιστο ηλεκτρικό κατώφλι (ΕΗΚ) για την πρόκληση μυϊκής συστολής των οπίσθιων άκρων και/ή εναλλαγών της ουράς όταν προσεγγίζεται ο επισκληρίδιος χώρος και διεγείρεται το επισκληρίδιο οσφυοϊερό πλέγμα είναι 0,3 mA στους σκύλους και 0,7mA στις γάτες, σε πλάτος παλμού 0,1ms. Αυτό θα επιβεβαιώσει τη σωστή τοποθέτηση της βελόνας στον επισκληρίδιο χώρο (Otero et al. 2015).

Η ανίχνευση των εξωμηνιγγικών κυμάτων πίεσης είναι μια άλλη πολλά υποσχόμενη τεχνική για την επαλήθευση της ακριβούς τοποθέτησης της βελόνας στον επισκληρίδιο χώρο. Πραγματοποιείται με έναν μετατροπέα πίεσης ο οποίος ανιχνεύει την παρουσία κυμάτων πίεσης μετά τη σωστή τοποθέτηση της βελόνας στον επισκληρίδιο χώρο (Adami & Gendron 2017). Μετά την εισαγωγή της σπονδυλικής βελόνας στον επισκληρίδιο χώρο, αυτή συνδέεται με έναν μετατροπέα πίεσης μέσω μιας γεμισμένης με υγρό, ανελαστικής γραμμής πίεσης και καταγράφονται οι τιμές της πίεσης. Αναμένεται αύξηση της πίεσης του εξωμηνιγγικού χώρου και ανιχνεύσιμα κύματα πίεσης μετά την εξωμηνιγγική χορήγηση συγκεκριμένης ποσότητας αποστειρωμένου φυσιολογικού ορού, επαληθεύοντας έτσι τη σωστή τοποθέτηση της βελόνας (Iff & Moens 2010). Τα επισκληρίδια κύματα πίεσης μοιάζουν με τις αρτηριακές κυματομορφές, οπότε όσο υψηλότερες είναι οι τιμές της πίεσης τόσο μεγαλύτερη είναι η δυνατότητα ανίχνευσής τους (Adami & Gendron 2017). Μια τελευταία αναβάθμιση αυτής της τεχνικής είναι ένα μόνιτορ συνεχούς πίεσης το οποίο εμφανίζει τις μετρήσεις πίεσης και παρέχει πληροφορίες σχετικά με το πάχος και τη διαμόρφωση του ιστού ή του χώρου όπου προωθείται η βελόνα. Κατά τη στιγμή που η σπονδυλική βελόνα εισάγεται στον επισκληρίδιο χώρο, ανιχνεύεται μια ξαφνική πτώση της πίεσης στο άκρο της βελόνας και αυτό μπορεί να απεικονιστεί στην οθόνη ή να μεταφραστεί σε ακουστικό σήμα (Sasauchi et al. 2016).

Η χρήση υπερήχων, αξονικής τομογραφίας με σκιαγραφικό, ακτινογραφίας και/ή ακτινοσκόπησης είναι πιο εξελιγμένες τεχνικές για την επαλή-

θεια include left ventricular outflow obstruction, congenital anatomic abnormalities, spinal trauma and neurological deficits (Wetmore & Glowaski 2000, Jones 2001). Patients with valvular aortic stenosis, mitral stenosis or hypertrophic subaortic stenosis lack the ability to raise their cardiac output effectively following hypotension consequent to epidural administration of drugs and this limited response is precarious. Nevertheless, if these patients are medically well controlled and they are not in heart failure, they could benefit from an epidural anaesthesia (Jones 2001, Campoy 2004). Congenital anatomic abnormalities present technical difficulties in epidural anaesthesia due to the potential change in anatomic landmarks that might make needle insertion in epidural space more complicated, like lumbosacral transitional vertebra. In these specific occasions, more advanced techniques for confirmation of the epidural space are used (Jones 2001). Finally, in cases of spinal trauma and/or neurological deficits, epidural injection of drugs is contraindicated in concept of avoiding further complications (Wetmore & Glowaski 2000).

## Methods to confirm epidural needle placement

Various methods have been described to confirm correct epidural needle. The two most widely used methods include the “loss of resistance” (LOR) and the hanging drop technique. In “loss of resistance”, the needle is introduced perpendicular to the skin, or at a 30–45° angle in cats, and it is advanced gently until a popping sensation is felt, as the needle pierces the ligamentum flavum. After the removal of the stylet, and if no aspiration of cerebrospinal fluid (CSF) or blood into the syringe is detected, a saline-filled or an air-filled syringe is placed to the hub of the needle, and a small volume (0.25 – 0.50 ml depending on the body weight of the patient) of air or saline is injected into the epidural space. Verification of correct needle placement is positive when injection of air or fluid is performed with no resistance (Valverde 2008, O’Hearn & Wright 2011, Adami & Gendron 2017).

In the “hanging drop” technique, the needle is advanced just close but not in the epidural space and the stylet is removed before the needle pierces the ligamentum flavum. A drop of saline or local anaesthetic is then placed in the hub of the needle and the needle is advanced through the ligamentum flavum until the drop is aspirated into the epidural space due to the subatmospheric pressure that exists in epidural space. This confirms the accurate placement of the needle (Valverde 2008).

θευση της σωστής θέσης της βελόνας στον επισκληρίδιο χώρο. Η καθοδηγούμενη με υπερήχους τοποθέτηση της επισκληρίδιας βελόνας και του καθετήρα σε σκύλους είναι μια εφικτή μέθοδος που απαιτεί μόνο τη γνωριμία με τις ανατομικές δομές της οσφυοϊεράς περιοχής με υπερήχους σε παραοβελιαίες και εγκάρσιες εικόνες. Μπορεί να εκτελεστεί σε φυσιολογικούς ασθενείς, σε παχύσαρκους ασθενείς και σε ασθενείς με ακτινολογικές ανωμαλίες στον οσφυοϊερό χώρο. Η κατανομή του σκιαγραφικού μέσου μπορεί επίσης να χρησιμεύσει ως μέθοδος επιβεβαίωσης μέσω της αξονικής τομογραφίας ή της ακτινοσκόπησης. Επιπλέον, υπάρχουν δύο τεχνικές που αξίζει να αναφερθούν για την επιβεβαίωση του επισκληρίδιου χώρου, η τεχνική Baraka και η επισκληριδιογραφία. Παρά το γεγονός ότι ως τεχνική ο χρυσός κανόνας είναι η επισκληριδιογραφία, για τη μέση κλινική η τεχνική της κρεμάμενης σταγόνας είναι μια αποδεκτή εναλλακτική λύση για την επισκληρίδια αναισθησία και αναλγησία (Adami & Gendron 2017).

## Βασικός εξοπλισμός για την επισκληρίδιο αναισθησία (Jones 2001)

- Κουρευτική μηχανή
- Διαλύματα χειρουργικής προετοιμασίας
- Βελόνα Tuohy (22-18-gauge) ή βελόνα σπονδυλικής στήλης (20-22-gauge, 2,5-7,5 cm)
- Βελόνα σπονδυλικής στήλης 22-21 gauge, 2,5 cm για μικρούς σκύλους και γάτες (Εικόνα 7)
- Βελόνα σπονδυλικής στήλης 20 gauge, 3,8 cm για σκύλους μεσαίου μεγέθους
- Βελόνα σπονδυλικής στήλης 18 gauge 7,5 cm για μεγάλους σκύλους
- Γυάλινη σύριγγα απώλειας αντίστασης
- Αποστειρωμένο ισότονο φυσιολογικό διάλυμα
- Διάλυμα τοπικού αναισθητικού χωρίς συντηρητικά με/χωρίς πρόσθετο
- Σύριγγες και βελόνες
- Αποστειρωμένα γάντια

## Ενέσιμος όγκος με βάση το σωματικό βάρος και το μήκος της σπονδυλικής στήλης

Υπάρχουν δύο μέθοδοι που χρησιμοποιούνται κυρίως για τον προσδιορισμό του όγκου των συ-



**Εικόνα 7.**  
Σπονδυλική βελόνα 22G<sup>3</sup>.

**Figure 7.**  
Spinal needle 22G<sup>3</sup>.

For some authors the “hanging drop” technique is a quite reliable technique when the patient is positioned in sternal recumbency (Martinez -Taboada & Redondo 2017) (Figure 5, Figure 6).

There are more sophisticated methods to verify needle position in epidural anaesthesia. Among those are the use of nerve stimulator, the observation of epidural pressure waves and the use of advanced imaging techniques. It is performed with an electrically insulated spinal needle that is attached to a neurostimulator cathode. Under deep sedation or general anaesthesia, the patient is positioned in either lateral or sternal recumbency with the pelvic limbs extended forward. The anode of the neurostimulator is placed on the patient’s skin over the semitendinosus muscle on the hind limb. The needle is connected to the nerve stimulator and is advanced gently over the lumbosacral area. Electrolocation is based on the principle that the current that is needed to induce motor responses decreases as the needle is introduced into the epidural space. The minimal electric threshold (MET) to generate hind limb muscular contraction and/or tail switches when the epidural space is approached and the epidural lumbosacral plexus is stimulated is 0.3 mA in dogs and 0.7 mA in cats, at a pulse width of 0.1ms. This will confirm the correct needle placement in the epidural space (Otero et al. 2015).

The detection of extradural pressure waves is another promising technique to verify the accurate needle placement into the epidural space. It is per-

νήθως χορηγούμενων φαρμάκων και συνδυασμών φαρμάκων στον επισκληρίδιο χώρο: το σωματικό βάρος και το μήκος της σπονδυλικής στήλης.

### Βάρος σώματος

Ανάλογα με τον επιθυμητό αποκλεισμό και την επιλογή του φαρμάκου, οι δόσεις των τοπικών αναισθητικών προσαρμόζονται αναλόγως ώστε να αποκλεισθεί σημαντικός αριθμός νωτιαίων νεύρων. Η εξάπλωση των τοπικών αναισθητικών βασίζεται κυρίως στον όγκο που εγχέεται εντός του επισκληρίδιου χώρου. Συνηθίζεται η προσθήκη φυσιολογικού ορού 0,9% για να επιτευχθεί ο όγκος που απαιτείται για την εξασφάλιση της εξάπλωσης της επισκληρίδιας αναισθησίας και αναλγησίας προς τα εμπρός. Ο τυπικός τελικός όγκος για τα τοπικά αναισθητικά είναι συνήθως 0,2 mL kg<sup>-1</sup> με βάση το σωματικό βάρος. Για παράδειγμα, εάν ένας ασθενής ζυγίζει 20kg, ο τελικός όγκος που θα χορηγηθεί επισκληρίδια θα είναι 4ml με βάση το σωματικό βάρος. Ο όγκος αυτός εγχέομενος στο O<sub>7</sub>, -I, μεσοσπονδύλιο διάστημα μπορεί να επιτύχει αποκλεισμό μέχρι τη θωρακοοσφυϊκή περιοχή (Freire et al. 2010). Μικρότεροι όγκοι από 0,2mL kg<sup>-1</sup>, οι οποίοι εκτείνονται έως τον O<sub>3</sub>, επιτυγχάνουν αισθητικό αποκλεισμό της πυέλου και των πυελικών άκρων, ενώ μεγαλύτεροι όγκοι από 0,2mL kg<sup>-1</sup>, οι οποίοι εκτείνονται έως τη θωρακοοσφυϊκή περιοχή, αποκλείουν την αισθητική νύρωση της κοιλιάς (Valverde & Skelding 2019).

### Μήκος σπονδυλικής στήλης

Το συνολικό μήκος της σπονδυλικής στήλης (Loc) υπολογίζεται από τον ινιακό κόνδυλο έως τον πρώτο κοκκυγικό σπόνδυλο. Όταν το μήκος της σπονδυλικής στήλης χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του όγκου της επισκληρίδιας αναισθησίας, υπολογίζεται ως mLcm L<sub>oc</sub><sup>-1</sup>. Ένας όγκος 0,05 mLcm L<sub>oc</sub><sup>-1</sup> προσφέρει αποκλεισμό μέχρι το επίπεδο του O<sub>1</sub>. Ένας όγκος 0,1 mL cm L<sub>oc</sub><sup>-1</sup> προσφέρει αποκλεισμό μέχρι το επίπεδο των Θ<sub>9</sub> -Θ<sub>10</sub>. Ένας όγκος 0,15 mL cm L<sub>oc</sub><sup>-1</sup> προσφέρει αποκλεισμό μέχρι το επίπεδο των Θ<sub>4</sub> -Θ<sub>5</sub>. Για παράδειγμα, εάν η ινιακή-κοκκυγική απόσταση ενός ασθενούς είναι 30 cm, ο τελικός όγκος που θα χορηγηθεί επισκληρίδια θα είναι 1,5 ml για να επιτευχθεί κρανιακός αποκλεισμός μέχρι το επίπεδο του O<sub>1</sub> (Otero et al. 2010).

Οι υπολογιζόμενοι όγκοι με βάση το μήκος της σπονδυλικής στήλης σε σχέση με το σωματικό βάρος τείνουν να είναι υψηλότεροι στους μικρούς, μεσαίους και μεγάλους σκύλους με δείκτη σωματικής κατάστασης (BCS 2,3), ενώ στους μεγάλους (BCS 4,5) και τους γιγάντιους σκύλους η διαφορά δεν είναι κλινικά σημαντική. Παρ' όλα αυτά, το

formed with a pressure transducer which detects the presence of pressure waves after the correct needle placement in the epidural space (Adami & Gendron 2017). Following the insertion of the spinal needle into the epidural space, it is connected to a pressure transducer via a fluid filled, non-distensible pressure line and the pressure values are recorded. An increase in extradural space pressure and detectable pressure waves is anticipated after the extradural administration of a specific amount of sterile saline, therefore verifying the correct needle placement (Iff & Moens 2010). The epidural pressure waves are like arterial waveforms, so the higher the pressure values the greater the possibility to detect them (Adami & Gendron 2017). A latest update of this technique is a continuous pressure monitor which displays pressure readings and provides information on the thickness and the conformation of the tissue or space where the needle is advanced. By the time the spinal needle is inserted into the epidural space, a sudden drop in needle tip pressure is detected and this can be visualized on display or translated into an acoustic signal (Sasauchi et al. 2016).

The use of ultrasound, contrast CT imaging, radiography and/or fluoroscopy are more sophisticated techniques for verifying the correct needle position in the epidural space. Ultrasound-guided epidural needle and catheter placement in dogs is a feasible method which only requires the acquaintance of the ultrasound anatomic structures of the lumbosacral area in parasagittal and transverse images. It can be performed in normal patients, obese patients and patients with radiographic abnormalities at the lumbosacral space. Contrast medium distribution can also serve as a confirmation method via CT examination or fluoroscopy visualization. In addition, there are two techniques worth to be mentioned for confirmation of the epidural space, the Baraka technique and epidurography. Despite the fact that the gold standard technique is epidurography, for the average clinic the hanging drop technique is an acceptable alternative for epidural anaesthesia and analgesia. (Adami & Gendron 2017).

### Basic equipment for epidural anaesthesia (Jones 2001)

- Clippers
- Surgical preparation solutions
- Tuohy needle (22-18-gauge) or spinal needle (20-22-gauge, 2.5-7.5-cm)
- 22-21 gauge spinal needle, 2.5 cm for small dogs

BCS επηρεάζει σημαντικά τον επισκληρίδιο όγκο του ενέσιμου υλικού και πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη (Valverde & Skelding 2019). Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν πολλά στοιχεία σχετικά με τη χρήση του μήκους της σπονδυλικής στήλης, οι συγγραφείς συμφωνούν ότι πρέπει να δοθεί προσοχή λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέθοδος αυτή ακολουθείται από μεγαλύτερο όγκο σε μικρούς και μεσαίους σκύλους. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

## Συχνώς χορηγούμενα φάρμακα και συνδυασμοί φαρμάκων - Τοπικά αναισθητικά

Ένας αριθμός τοπικών αναισθητικών διαφόρων συγκεντρώσεων, δόσεων και συνδυασμών έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη της επισκληρίδιας αναισθησίας, προκαλώντας ένα ευρύ φάσμα αισθητικών και κινητικών αποκλεισμών. Η λιδοκαΐνη 2% είναι ένα συχνά χρησιμοποιούμενο τοπικό αναισθητικό φάρμακο που μπορεί να χορηγηθεί επισκληρίδια και να προκαλέσει γρήγορη απευαισθητοποίηση με καλή χαλάρωση των μυών. Η τυπική δόση είναι 5mg/kg ή 2,5 mg kg<sup>-1</sup> με την προσθήκη επινεφρίνης (1:200.000), μόνη της και σε συνδυασμό αντίστοιχα. Ο χρόνος έναρξης είναι 4 - 6 λεπτά και η διάρκεια δράσης διαρκεί 1 ώρα (Steagall et al. 2017).

Η βουπιβακαΐνη είναι το πιο κοινό τοπικό αναλγητικό που χρησιμοποιείται τόσο σε σκύλους όσο και σε γάτες για την πρόκληση μακράς διάρκειας ουραίας αναλγησίας (Ferreira et al. 2018). Η βουπιβακαΐνη μπορεί να βρεθεί ως ρακεμικό μείγμα 50:50 των εναντιομερών της, της δεξτροβουπιβακαΐνης και της λεβοβουπιβακαΐνης. Η λεβοβουπιβακαΐνη, ένα συνθετικό εναντιοκαθαρό διάλυμα, έχει παρόμοια διάρκεια δράσης και δοσοεξαρτώμενο βαθμό αναλγησίας και κινητικού αποκλεισμού σε σύγκριση με την παραδοσιακή ρακεμική βουπιβακαΐνη (Cerasoli et al. 2017). Η λεβοβουπιβακαΐνη προκαλεί επίσης λιγότερες αρρυθμίες και καρδιοτοξικότητα από αντίστοιχες συγκεντρώσεις βουπιβακαΐνης (Groban et al. 2001). Δεν υπάρχει συμφωνία μεταξύ των αναφορών σχετικά με τις δόσεις, τις συγκεντρώσεις και τους όγκους της βουπιβακαΐνης (Freire et al. 2010) Μια επισκληρίδιος έγχυση 0,25 % ή 0,75 % βουπιβακαΐνης (0,5 - 1 mg kg<sup>-1</sup>) προκαλεί αισθητικό αποκλεισμό μέχρι το επίπεδο του O3 ή του O4, αντίστοιχα (Duke et al. 2000). Ο χρόνος έναρξης είναι 5-15 λεπτά και η διάρκεια δράσης είναι 4-12 ώρες (Campoy et al 2013, Steagall et al. 2017, Grubb & Lobprise 2020).

Η ροπιβακαΐνη είναι ένα τοπικό αναλγητικό αμινοαμιδίου νέας γενιάς, μορφολογικά παρόμοιο με

and cats (Figure 7)

- 20 gauge spinal needle, 3.8 cm for medium sized dogs
- 18 gauge spinal needle 7.5 cm for large dogs
- Loss of resistance glass syringe
- Sterile isotonic saline solution
- Preservative-free local anaesthetic solution with/without adjuvant
- Syringes and needles
- Sterile gloves

## Injected Volumes based on body weight & spinal length

There are two methods which are mainly used to determine the volume of the commonly administered drugs and drug combinations into the epidural space: body weight and spinal length.

### Bodyweight

Depending on the desired blockade and the drug choice, the doses for local anaesthetics are adjusted accordingly to block a significant number of spinal nerves. The spread of local anaesthetics is mainly based on the volume injected within the epidural space. It is common the addition of 0.9% saline to reach the volume needed to ensure the rostral spread of epidural anaesthesia and analgesia. The typical final volume for local anaesthetics is usually 0.2 mL kg<sup>-1</sup> based on body weight. In example, if a patient weights 20kg, the final volume administered epidurally would be 4 ml based on body weight. This volume injected at the L7-S1 intervertebral space can achieve a blockade up to the thoracolumbar area (Freire et al. 2010). Smaller volumes than 0.2mL kg<sup>-1</sup>, which extend to L3, achieve sensory blockade to the pelvis and the pelvic limbs, while larger volumes than 0.2mL kg<sup>-1</sup>, which extend to the thoracolumbar area, block sensory innervation to the abdomen. (Valverde & Skelding 2019).

### Spinal length

The total vertebral column length (Loc) is calculated from the occipital condyle to the first coccygeal vertebra. When the spinal column length is used to measure the epidural anaesthetic volume, it is calculated as mLcmLoc<sup>-1</sup>. A volume of 0.05 mLcm Loc<sup>-1</sup> offers a block up to the level of L1. A volume of 0.1 mL cm Loc<sup>-1</sup> offers a block up to the level of T<sub>9</sub>-T<sub>10</sub>. A volume of 0.15 mL cm Loc<sup>-1</sup> offers a block up to the level of T<sub>4</sub>-T<sub>5</sub>. In example, if a patie't's occipito-coc-

τη βουπιβακαΐνη. Παρά τη χαμηλότερη λιποδιαλυτότητα της ροπιβακαΐνης, φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική στον αποκλεισμό των ινών Αδ και C (Duke et al. 2000). Η λιγότερο καρδιοτοξική και αρρυθμιογόνος ροπιβακαΐνη παρέχει ενισχυμένη περιεγχειρητική αναλγησία με επαρκή αποκλεισμό της αισθητικής λειτουργίας, όταν χορηγείται σε επισκληρίδιο μείγμα με οπιοειδή (Groban et al. 2001, Bosmans και συν. 2012). Η επισκληρίδιος ροπιβακαΐνη 0,75 % μόνη της με τη χρήση 1,65 mg kg<sup>-1</sup> μπορεί επίσης να παρέχει επιτυχή αισθητικό αποκλεισμό στα δερμοτόμια O5 - O7 (Duke et al. 2000), ενώ παράγει κινητικό αποκλεισμό μικρότερης διάρκειας. Ο χρόνος έναρξης είναι 7-15 λεπτά και η διάρκεια δράσης είναι 5 - 8 ώρες (Campoy et al. 2013, Steagall et al. 2017, Grubb & Loprsie 2020).

## Οπιοειδή

Η επισκληρίδιος χορήγηση οπιοειδών παρέχει αξιόλογη προληπτική αναλγησία, ενώ ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο ανεπιθύμητων ενεργειών που συνδέονται με τη συστηματική χορήγηση των ίδιων φαρμάκων (Troncy et al. 2002). Η μορφίνη, ένα οπιοειδές χωρίς συντηρητικά, με χαμηλή λιποδιαλυτότητα, προκαλεί μεγαλύτερης έντασης και διάρκεια δράσης επισκληρίδια αναλγησία (Wetmore & Glowaski 2000, Valverde 2008). Η επισκληρίδιος έγχυση μορφίνης σε δόση 0,1 mg kg<sup>-1</sup> με χρήση 0,1 ml kg<sup>-1</sup> θα μπορούσε επίσης να συνδυαστεί με τοπικά αναισθητικά παρέχοντας καλύτερης ποιότητας αναλγησία και επαρκή έλεγχο του πόνου. Η επισκληρίδιος έγχυση μορφίνης χωρίς συντηρητικά μπορεί να χορηγηθεί μόνη της σε περιπτώσεις όπου πρέπει να αποφευχθεί ο κινητικός και συμπαθητικός αποκλεισμός. Ο χρόνος έναρξης είναι 45 - 90 λεπτά και η διάρκεια δράσης διαρκεί από 12 έως 24 ώρες (Kona - Boun et al. 2006, Steagall et al. 2017). Παρόλο που τα οπιοειδή δεν προκαλούν συμπαθητικό ή κινητικό αποκλεισμό, η χορήγηση μορφίνης μπορεί να έχει ορισμένες παρενέργειες, όπως έμετο, ήπια καρδιαγγειακή και αναπνευστική καταστολή, κνησμό, καθυστερημένη έκφυση τριχώματος και κατακράτηση ούρων (Troncy et al. 2002).

Η υδροχλωρική οξυμορφίνη είναι ένα άλλο οπιοειδές χωρίς συντηρητικά, το οποίο είναι περισσότερο λιποδιαλυτό και 10 φορές πιο ισχυρό επισκληρίδια από τη μορφίνη. Χορηγείται σε 0,1 mg kg<sup>-1</sup> σε συνδυασμό με 0,75% βουπιβακαΐνη 1 mg kg<sup>-1</sup> σε τελικό όγκο 0,2 ml kg<sup>-1</sup> που εγχύεται στον οσφυοϊερό χώρο. Ο χρόνος έναρξης της δράσης οξυμορφίνης είναι 20 - 40 λεπτά και η διάρκεια δράσης είναι από 6 έως 10 ώρες (Steagall et al. 2017). Δεδομένου ότι η οξυμορφίνη προκαλεί μια

cygeal distance is 30 cm, the final volume administered epidurally would be 1.5 ml to reach a cranial block to the level of L1 (Otero et al. 2010).

The calculated volumes based on length of the vertebral column versus body weight tend to be higher in small, medium and large body score condition score (BCS 2.3) dogs, while in large (BCS 4.5) and giant dogs the difference isn't clinically relevant. Nevertheless, BCS significantly affects the epidural volume of injectate and it should always be taken into consideration (Valverde & Skelding 2019). Since there is not much evidence on the use of spinal length the authors agree that attention should be paid considering that this method is followed by higher volume in small and medium dogs. Further research is needed.

## Commonly administered drugs and drug combinations – Local anaesthetics

A number of local anaesthetics of various concentrations, doses, and combinations have been used for the development of epidural anaesthesia, triggering a wide spectrum of sensory and motor blockades. Lidocaine 2% is a frequently used local anaesthetic drug that can be administered epidurally to produce a quick desensitization with good relaxation of the muscles. The typical dose is 5mg/kg or 2.5 mg kg<sup>-1</sup> with the addition of epinephrine (1:200.000), alone and in combination respectively. The onset of time is 4 - 6 minutes and the duration of action lasts 1 hour (Steagall et al. 2017).

Bupivacaine is the most common local analgesic that is used in both dogs and cats to induce long-lasting caudal analgesia (Ferreira et al. 2018). Bupivacaine can be found as a 50:50 racemic mixture of its enantiomers, dextrobupivacaine and levobupivacaine. Levobupivacaine, a synthetic enantiopure solution, has a similar duration of action and a dose-dependent degree of analgesia and motor blockade compared to traditional racemic bupivacaine (Cerasoli et al. 2017). Levobupivacaine also produces fewer arrhythmias and cardiotoxicity than equivalent concentrations of bupivacaine (Groban et al. 2001). There is no agreement among the references regarding bupivacaine doses, concentrations, and volumes (Freire et al. 2010) An epidural injection of 0.25% or 0.75% bupivacaine (0.5 - 1 mg kg<sup>-1</sup>) induces a sensory blockade up to the level of the L3 or L4, respectively (Duke et al. 2000). The onset time is 5 - 15 minutes, and the duration of action is 4 - 12 hours (Grubb & Lobprise 2020, Steagall et al. 2017, Campoy et al 2013).



κεντρικά διαμεσολαβούμενη αύξηση του πνευμονογαστρικού τόνου, είναι μάλλον αναμενόμενη η μείωση του καρδιακού ρυθμού, η παροδική υπόταση και η ενδεχόμενη αναπνευστική καταστολή. Η οξυμορφίνη μπορεί να προκαλέσει βαθύτερη τμηματική επίδραση σε σύγκριση με τη μορφίνη λόγω της ενδιάμεσης λιποδιαλυτότητας και της συνακόλουθης ταχείας συστηματικής απορρόφησης μετά από επισκληρίδιο έγχυση. Ως εκ τούτου, η επισκληρίδιος χορήγησή της είναι προτιμότερη για χειρουργικές επεμβάσεις που αφορούν τα οπίσθια άκρα και την ουραία κοιλιακή χώρα (Torske et al. 1999). Η οξυμορφίνη παραμένει ένα από τα πιο ακριβά οπιοειδή στην κτηνιατρική κλινική πρακτική. Ωστόσο, υπάρχουν οικονομικότερες εναλλακτικές λύσεις στη χρήση της οξυμορφίνης, όπως η υδρομορφίνη, η δράση της οποίας βρίσκεται μεταξύ μορφίνης και οξυμορφίνης (Pettifer & Dyson 2000).

Η μεθαδόνη είναι ένα άλλο οπιοειδές αναλγητικό του οποίου η επισκληρίδιος χορήγηση προκαλεί πιο βαθιά και παρατεταμένη αναλγησία από την παρεντερική χορήγησή του (Campagnol et al. 2012). Η μεθαδόνη μέσω της επισκληρίδιας οδού αμβλύνει την αλγαισθησία χωρίς κινητικές επιδράσεις και μπορεί να επιτρέψει τη μείωση των απαιτήσεων σε εισπνεόμενο αναισθητικό για χειρουργικές επεμβάσεις όπου λαμβάνει χώρα παρατεταμένη τραυματική διέγερση (Campagnol et al. 2012). Η επισκληρίδιος έγχυση της μεθαδόνης σε δόση 0-0,5 mg kg<sup>-1</sup> έχει έναρξη δράσης 10 έως 20 λεπτά και η διάρκεια της αναλγησίας της διαρκεί έως και 7 ώρες (Bosmans et al. 2012). Αν και οι καρδιοαναπνευστικές και ηρεμιστικές επιδράσεις της ενδοφλέβια ή επισκληρίδια χορηγούμενης μεθαδόνης είναι παρόμοιες, η επισκληρίδιος οδός παρέχει αναλγητική δράση μεγαλύτερης διάρκειας με επίκεντρο συγκεκριμένα δερμοτόμια (Campagnol et al. 2012).

Η φεντανύλη είναι ένα οπιοειδές που χρησιμοποιείται συχνά στην ανθρώπινη ιατρική, το οποίο μπορεί να προστεθεί σε συνδυασμό με άλλα τοπικά αναισθητικά, όμως λόγω της υψηλής λιποφιλικότητάς του παρέχει μικρή διάρκεια δράσης (Saritas et al. 2014, Steagall et al. 2017).

Η βουτορφανόλη και η βουπρενορφίνη είναι οπιοειδή με υψηλή λιποδιαλυτότητα που προκαλούν κυρίως τμηματική νωτιαία αναλγησία. Η βουτορφανόλη σε δόση 0,25 mg kg<sup>-1</sup> θα μπορούσε να επιλεγεί για επισκληρίδιο χορήγηση λόγω της έλλειψης καρδιαγγειακών παρενεργειών. Ο χρόνος έναρξής της είναι 10 έως 20 λεπτά και η διάρκεια της δράσης της διαρκεί από 3 έως 4 ώρες. Η βουπρενορφίνη στη δόση των 4μg kg<sup>-1</sup> είναι μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση της επισκληρί-

Ropivacaine is a new generation amino amide local analgesic, morphologically similar to bupivacaine. Despite ropivacaine's lower liposolubility, it appears to be more effective in blocking A and C fibers (Duke et al. 2000). The less cardiotoxic and arrhythmogenic ropivacaine provides an enhanced perioperative analgesia with sufficient blockade of the sensory function, when administered in an epidural mixture with opioids (Groban et al. 2001, Bosmans et al. 2012). Epidural ropivacaine 0.75% alone using 1.65 mg kg<sup>-1</sup> can also provide a successful sensory blockade at dermatomes L5 - L7 (Duke et al. 2000), while producing a motor blockade of shorter duration. The onset time is 7-15 minutes, and the duration of action is 5 - 8 hours (Campoy et al. 2013, Steagall et al. 2017, Grubb & Lopsrie 2020).

## Opioids

The epidural administration of opioids provides worth-mentioning preventive analgesia, while minimizing the risk of adverse effects associated with systemic administration of the same drugs (Troncy et al. 2002). Morphine, a preservative-free opioid with low lipid solubility, is more potent epidurally inducing a higher degree and duration of action (Wetmore & Glowaski 2000, Valverde 2008). The epidural injection of morphine at 0.1 mg kg<sup>-1</sup> using 0.1 ml kg<sup>-1</sup> could also be combined with local anaesthetics providing better quality analgesia and adequate pain control. The epidural injection of preservative free morphine can be delivered alone in cases where motor and sympathetic block should be avoided. The onset of time is 45 - 90 minutes and the duration of action lasts from 12 to 24 hours (Kona - Boun et al. 2006, Steagall et al. 2017). Even though opioids don't cause sympathetic or motor blockade, the administration of morphine can still have some side effects including vomiting, mild cardiovascular and respiratory depression, pruritus, delayed hair growth and urinary retention (Troncy et al. 2002).

Oxymorphone hydrochloride is another preservative-free opioid, which is more lipid soluble and 10 times more potent epidurally than morphine. It is administered at 0.1 mg kg<sup>-1</sup> in combination with 0.75% bupivacaine 1 mg kg<sup>-1</sup> at the final volume of 0.2 ml kg<sup>-1</sup> injected at the lumbosacral space. Oxymorphone's onset time is 20 - 40 minutes and the duration of action lasts from 6 to 10 hours (Steagall et al. 2017). Since oxymorphone induces a central mediated increase in vagal tone, a decrease in heart rate, transient hypotension and contingent respiratory depression are rather anticipated. Oxymorphone may induce a more profound segmen-

διας μορφίνης με την ίδια αναλγητική δράση και διάρκεια δράσης (Smith & Kwand 2001, Towers 2020). Ο χρόνος έναρξης της δράσης της είναι μικρότερος από 45 - 60 λεπτά και η διάρκεια δράσης της διαρκεί έως και περισσότερο από 24 ώρες. Η επισκληρίδιος χορήγηση βουπρενορφίνης προκαλεί μακροχρόνια αναλγησία με χαμηλή πιθανότητα κατακράτησης ούρων και επαρκή ανταλγαισθητική δράση (Steagall et al. 2017, Towers 2020). Με βάση την έννοια της πολυτροπικής αναλγησίας, η βουπρενορφίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό είτε με βουπιβακαΐνη είτε με  $\alpha 2$  αδρενεργικούς παράγοντες, όπως η μεδετομιδίνη, αναπτύσσοντας τη συνέργεια τοπικών αναισθητικών και οπιοειδών που παρέχει ταχεία έναρξη και ενισχυμένη αναλγησία (Steagall et al. 2009, Bartel et al. 2016, Towers 2020).

Οι  $\alpha 2$  αδρενεργικοί αγωνιστές, όπως η μεδετομιδίνη και η δεξμεδετομιδίνη, είναι γνωστοί για τις ανταλγαισθητικές τους ιδιότητες και τη συνεργική τους αλληλεπίδραση με τα οπιοειδή στο νωτιαίο μυελό. Παρά την εξέχουσα καταστολή της καρδιαγγειακής λειτουργίας που προκαλούν οι  $\alpha 2$  - αδρενεργικοί αγωνιστές και την αναπνευστική καταστολή που προκαλούν τα οπιοειδή, ο επισκληρίδιος συνδυασμός τους παρέχει μεγαλύτερη διάρκεια αναλγησίας με λιγότερες παρενέργειες, καθώς απαιτούνται χαμηλότερες δόσεις για να παραχθεί ο επιθυμητός αποκλεισμός (Branson et al. 1993). Η μεδετομιδίνη σε δόση  $10\mu\text{g kg}^{-1}$  σε συνδυασμό με μορφίνη σε δόση  $0,11\text{ mg kg}^{-1}$  μπορεί να προσφέρει αναλγησία έως και 13 ώρες (Branson et al. 1993). Η δεξμεδετομιδίνη, το ενεργό εναντιομερές του ρακεμικού μείγματος μεδετομιδίνης, παρατείνει ομοίως τη διάρκεια και ενισχύει τη δράση των τοπικών αναισθητικών μέσω των  $\alpha 2\text{A}$  αδρενοϋποδοχών με ελάχιστη επίδραση στην κινητική λειτουργία (Yoshitomi et al. 2008). Η επισκληρίδιος χορήγηση δεξμεδετομιδίνης σε δόση 3 - 6  $\mu\text{g kg}^{-1}$  συμβάλλει στη μείωση της MAC του ισοφλουρανίου με δοσοεξαρτώμενο τρόπο, η οποία μπορεί να διαρκέσει έως και 4,5 ώρες. Ωστόσο, η δεξμεδετομιδίνη μπορεί να προκαλέσει βραδυκαρδία ή/και αύξηση της αρτηριακής πίεσης (Campagnol et al. 2007).

Η κεταμίνη είναι ένας μη ανταγωνιστικός ανταγωνιστής του υποδοχέα N-μεθυλο-D-ασπαρτικού και μειώνει την υπερδιέγερση του νωτιαίου μυελού και την αλγαισθησία. Βρίσκεται στο εμπόριο ως ρακεμικό μείγμα δύο εναντιομερών, της S(+) κεταμίνης και της R(-) κεταμίνης. Η S(+) κεταμίνη είναι το αριστερόστροφο οπτικό ισομερές και η R(-) κεταμίνη είναι το δεξιόστροφο οπτικό ισομερές. Η S(+) κεταμίνη έχει 4 φορές μεγαλύτερη συγγένεια για τους υποδοχείς N-μεθυλο-D-ασπαρτικού από

tal effect compared to morphine due to its intermediate lipid solubility and consequent rapid systemic absorption following epidural injection. Therefore, its epidural administration is preferable for surgeries regarding the hindlimb and caudal abdomen Torske et al. 1999). Oxymorphone remains one of the most expensive opioids in veterinary clinical practice. However, there are more economic alternatives to the use of oxymorphone, such as hydromorphone, whose action stands between morphine and oxymorphone (Pettifer & Dyson 2000).

Methadone is another opioid analgesic whose epidural administration induces a more profound and prolonged analgesia than its parenteral administration (Campagnol et al. 2012). Methadone via the epidural route obtunds nociception without motor effects and it may permit decreases in the inhalant anaesthetic requirements for surgical procedures where prolonged nociceptive stimulation takes place (Campagnol et al. 2012). The epidural injection of methadone at the dose of 0–0.5  $\text{mg kg}^{-1}$  has an onset of action of 10 to 20 minutes and its duration of analgesia lasts up to 7 hours (Bosmans et al. 2012). Although cardiopulmonary and sedative effects of intravenously or epidurally administered methadone are similar, the epidural route provides an analgesic effect of longer duration centered on specific dermatomes (Campagnol et al. 2012).

Fentanyl is an opioid frequently employed in human medicine, which can be added in combination with other local anaesthetics, because of its high lipophilicity provides only a short duration of action (Saritas et al. 2014, Steagall et al. 2017).

Butorphanol and buprenorphine are opioids with high lipid solubility which mainly produce a segmental spinal analgesia. Butorphanol at the dose of 0.25  $\text{mg kg}^{-1}$  might be selected for epidural administration due to its lack of cardiovascular side effects. Its onset of time is 10 to 20 minutes and its duration of action lasts from 3 to 4 hours. Buprenorphine at the dose of 4 $\mu\text{g kg}^{-1}$  is a promising alternative to epidural morphine with equal analgesic effect and duration of action (Smith & Kwand 2001, Towers 2020). Its onset of time is less than 45 - 60 minutes and its duration of action lasts up to and greater than 24 hours. The epidural administration of buprenorphine induces long term analgesia with low incident of urinary retention and adequate antinociceptive effect (Steagall et al. 2017, Towers 2020). Based on the concept of multimodal analgesia, buprenorphine may be used in combination with either bupivacaine or  $\alpha 2$  adrenergic agents, such as medetomidine, deploying the synergism of local anaesthetics and opioids that pro-

Φάρμακο	Δόση	Τελικός όγκος (ml/kg)	Χρόνος έναρξης (min)	Διάρκεια Αναλγησίας (h)	Αναφορές
Λιδοκαΐνη 2%	5mg kg <sup>-1</sup> ή 2.5 mg kg <sup>-1</sup> + επινεφρίνη (1:200.000)	0.25 ml kg <sup>-1</sup>	4 - 6 λεπτά	1 ώρα	Steagall et al. 2017
Βουπιβακαΐνη 0,25%, 0,5%, 0,75%	1 - 1.65 mg kg <sup>-1</sup>	0.2 ml kg <sup>-1</sup>	5 - 15 λεπτά	4 - 12 ώρες	Grabb et al. 2020
Ροπιβακαΐνη 0,5%, 0,75%	1 - 1.65 mg kg <sup>-1</sup>	0.22 ml kg <sup>-1</sup>	7 - 15 λεπτά	5 - 8 ώρες	Grabb et al. 2020
Μορφίνη	0.1 mg kg <sup>-1</sup>	0.1 ml kg <sup>-1</sup>	45 - 90 λεπτά	12 - 24 ώρες	Steagall et al. 2017
Βουπρενορφίνη	4 μg kg <sup>-1</sup>	0.2 ml kg <sup>-1</sup>	60 λεπτά	16 - 24 ώρες	Steagall et al. 2017
Τραμαδόλη	1 - 2 mg kg <sup>-1</sup>	0.2 ml kg <sup>-1</sup>	20 - 30 λεπτά	6 - 12 ώρες	Almeida et al. 2010
Μεθαδόνη	0.1 - 0.3 mg kg <sup>-1</sup>	0.2 ml kg <sup>-1</sup>	30 - 40 λεπτά	8 - 12 ώρες	Campagnol et al. 2012
Φεντανύλη	1 - 10 μg kg <sup>-1</sup>	0.2 ml kg <sup>-1</sup>	15 - 20 λεπτά	3 - 5 hours	Wetmore & Glowaski 2000

Πίνακας 2.

Συχνώς χρησιμοποιούμενα επισκληρίδια αναισθητικά και αναλγητικά σε σκύλους.

την R(-) κεταμίνη. Η επισκληρίδιος χορήγηση κεταμίνης σε ρακεμικό μείγμα ή μόνο της S(+) κεταμίνης σε δόσεις 1 - 3 mg kg<sup>-1</sup> μπορεί να χρησιμοποιηθεί προληπτικά σε συνδυασμό με οπιουειδή ή άλλα τοπικά αναισθητικά για τη θεραπεία της υπεραλγησίας που ακολουθεί την χειρουργική τομή. Παρόλο που το ισομερές S(+) είναι 2-4 φορές πιο ισχυρό από τη ρακεμική μορφή, το τελευταίο έχει βαθύτερη αναλγητική δράση με παρατεταμένη περίοδο αποκατάστασης (Duque et al. 2004). Η προληπτική έγχυση κεταμίνης μπορεί να προσφέρει κινητικό, αισθητικό και συμπαθητικό αποκλεισμό με ελάχιστες αιμοδυναμικές επιδράσεις και καρδιοαναπνευστική καταστολή. Επιπλέον, η κεταμίνη μετά από επισκληρίδιο ένεση μπορεί να προκαλέσει σιαλόρροια, νυσταγμό, συνειδητό έλλειμμα ιδιοδεκτικότητας, αταξία και κατάκλιση μικρότερης διάρκειας από την περίοδο της αναλγησίας (DeRossi et al. 2009).

Η τραμαδόλη είναι ένα ρακεμικό μείγμα δύο εναντιομερών [(+) και (-)], του οποίου η αναλγητική δράση προκύπτει κυρίως από τη δράση του εναντιομερούς M1. Η επισκληρίδιος χορήγηση τραμαδόλης σε δόση 1 - 2 mg kg<sup>-1</sup> σε συνδυασμό με τοπικά αναισθητικά παράγει επαρκή ενδοκαί μετεγχειρητική αναλγησία για 6 έως 12 ώρες (Almeida et al. 2010). Η επισκληρίδιος τραμαδόλη δεν ενέχει κίνδυνο αναπνευστικής καταστολής σε

vides rapid onset and enhanced analgesia (Steagall et al. 2009, Bartel et al. 2016, Towers 2020).

Alpha-2 adrenergic agonists, such as medetomidine and dexmedetomidine, are well known for their antinociceptive properties and their synergistic interaction with opioids in the spinal cord. Despite the prominent depression of cardiovascular function caused by α2 - adrenergic agonists and the respiratory depression caused by opioids, their epidural combination provides a longer duration of analgesia with fewer side-effects, since lower doses are required to produce the desired blockade (Branson et al. 1993). Medetomidine at the dose of 10μg kg<sup>-1</sup> combined with morphine at the dose of 0.11 mg kg<sup>-1</sup> can provide analgesia up to 13 hours (Branson et al. 1993). Dexmedetomidine, the active enantiomer of the racemic mixture medetomidine, similarly prolongs the duration and enhances the action of local anaesthetics via α-2A adrenoceptors with minimal effect on motor function (Yoshitomi et al. 2008). The epidural administration of dexmedetomidine at 3 - 6 μg kg<sup>-1</sup> contributes to isoflurane MAC reduction in a dose-dependent fashion which may last up to 4.5 hours. Nevertheless, dexmedetomidine may induce bradycardia and/or an increase in arterial blood pressure (Campagnol et al. 2007).

Ketamine is a noncompetitive N-methyl D-aspartate receptor antagonist and reduces spinal cord

Drug	Dose	Final volume (ml/kg)	Onset time (min)	Duration of analgesia(h)	References
Lidocaine 2%	5mg kg <sup>-1</sup> or 2.5 mg kg <sup>-1</sup> + epinephrine (1:200.000)	0.25 ml kg <sup>-1</sup>	4 - 6 min	1 hour	Steagall et al. 2017
Bupivacaine 0.25%, 0.5%, 0.75%	1 - 1.65 mg kg <sup>-1</sup>	0.2 ml kg <sup>-1</sup>	5 - 15 min	4 - 12 hours	Grabb et al. 2020
Ropivacaine 0.5%, 0.75%	1 - 1.65 mg kg <sup>-1</sup>	0.22 ml kg <sup>-1</sup>	7 - 15 min	5 - 8 hours	Grabb et al. 2020
Morphine	0.1 mg kg <sup>-1</sup>	0.1 ml kg <sup>-1</sup>	45 - 90 min	12 - 24 hours	Steagall et al. 2017
Buprenorphine	4 µg kg <sup>-1</sup>	0.2 ml kg <sup>-1</sup>	60 min	16 - 24 hours	Steagall et al. 2017
Tramadol	1 - 2 mg kg <sup>-1</sup>	0.2 ml kg <sup>-1</sup>	20 - 30 min	6 - 12 hours	Almeida et al. 2010
Methadone	0.1 - 0.3 mg kg <sup>-1</sup>	0.2 ml kg <sup>-1</sup>	30 - 40 min	8 - 12 hours	Campagnol et al. 2012
Fentanyl	1 - 10 µg kg <sup>-1</sup>	0.2 ml kg <sup>-1</sup>	15 - 20 min	3 - 5 hours	Wetmore & Glowaski 2000

Table 2.

Commonly used epidural anaesthetics and analgesics in dogs.

σύγκριση με άλλα οπιοειδή, όπως η μορφίνη, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν ήπια καρδιοαναπνευστική καταστολή Υπάρχουν ενδείξεις ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ της συστηματικής έναντι της επισκληρίδιας χορήγησης της τραμαδόλης (Mastrocinque et al. 2012) (Πίνακας 2).

## Ανεπιθύμητες ενέργειες

Οι ανεπιθύμητες ενέργειες που σχετίζονται με την επισκληρίδιο αναισθησία είναι σπάνιες όταν οι προϋπάρχουσες αντενδείξεις εντοπίζονται εγκαίρως. Οι περισσότερες επιπλοκές υποχωρούν γρήγορα μετά τη διακοπή της φαρμακευτικής δράσης με ελάχιστες πρόσθετες παρεμβάσεις (Wetmore & Glowaski 2000).

Η πιο συχνή επιπλοκή είναι ο υποαερισμός που οφείλεται σε αναπνευστική καταστολή λόγω του αποκλεισμού του φρενικού νεύρου. Η αναπνευστική παράλυση έχει μεγαλύτερη συχνότητα στους παχύσαρκους ασθενείς λόγω της περίσσειας επισκληρίδιου λίπους και του περιορισμένου επισκληρίδιου χώρου. Ο γρήγορος ρυθμός χορήγησης και η θέση του ασθενούς με το κεφάλι προς τα κάτω ευθύνονται συχνά για την κρανιακή μετανάστευση του τοπικού αναισθητικού σε πιο απομακρυσμένα νευροτόμια (Savvas et al. 2016). Η ακούσια χορήγηση τοπικών αναισθητικών στον

hyperexcitability and nociception. It is commercially found as a racemic mixture of two enantiomers, S(+) ketamine and R(-) ketamine. S(+) ketamine is the left-handed optical isomer and R(-) ketamine is the right-handed optical isomer. The S(+) ketamine has a 4 times greater affinity for N-methyl D-aspartate receptors than R(-) ketamine. Epidural administration of ketamine in a racemic mixture or S(+) ketamine alone at doses of 1 - 3 mg kg<sup>-1</sup> can be used pre-emptively in combination with opioids or other local anaesthetics for treatment of post-incisional hyperalgesia. Even though the S(+) isomer is 2-4 times more potent than the racemic form, the later has a more profound analgesic effect with a prolonged recovery period (Duque et al. 2004). The preventive injection of ketamine can provide motor, sensory and sympathetic blockade with minimal hemodynamic effects and cardiorespiratory depression. Furthermore, ketamine following epidural injection might induce ptialism, nystagmus, conscious proprioception deficit, ataxia and recumbency of shorter duration than the period of analgesia (DeRossi et al. 2009).

Tramadol is a racemic mixture of two enantiomers [(+) and (-)], whose analgesic effect results primarily from the action of M1 enantiomer. The epidural administration of tramadol at the dose of - 1 - 2 mg kg<sup>-1</sup> in combination with local anaesthetics

υπαραχνοειδή χώρο μπορεί επίσης να προκαλέσει αναπνευστική καταστολή που αποδίδεται στην πρόσθια διασπορά του φαρμάκου μέσω του εγκεφαλονωτιαίου υγρού. Έτσι, οι συνήθεις επισκληρίδιες δόσεις των τοπικών αναισθητικών θα πρέπει να μειώνονται στο μισό εάν η βελόνα τοποθετηθεί στον υπαραχνοειδή χώρο (Jones 2001). Εάν εμφανιστεί αναπνευστική καταστολή λόγω τοπικών αναισθητικών ή επισκληρίδιας μορφίνης, θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με υποβοηθούμενο αερισμό και χαμηλή δόση ναλοξόνης (0,005-0,02 mg kg<sup>-1</sup> iv) ή ναλβουφίνης (0,03-0,1 mg kg<sup>-1</sup>) για να μεταβληθούν οι συστηματικές επιδράσεις αντίστοιχα (Wetmore & Glowaski 2000).

Η καρδιαγγειακή καταστολή που οφείλεται στον αποκλεισμό των συμπαθητικών ινών ή στην προς τα εμπρός εξάπλωση του τοπικού αναισθητικού στα τέσσερα ανώτερα θωρακικά δερμοσώματα είναι μια άλλη ανεπιθύμητη ενέργεια. Ο συνολικός όγκος των τοπικών αναισθητικών που εγχέονται επισκληρίδια πρέπει να εκτιμάται προσεκτικά και να αποφεύγεται η χρήση όγκων που υπερβαίνουν τα 0,2 ml kg<sup>-1</sup> (Bosmans et al. 2011). Η μετα-επισκληρίδιος βραδυκαρδία και η υπόταση που οδηγούν σε μειωμένη φλεβική επιστροφή, χαμηλή καρδιακή παροχή και συστηματική αγγειακή αντίσταση ως αποτέλεσμα του εκτεταμένου συμπαθητικού αποκλεισμού μπορεί να είναι οι προκαταρκτικές αιτίες καρδιακής ανακοπής, ιδίως σε ασθενείς με μη θεραπευμένη υποογκαιμία. Η υπόταση μπορεί να αντιμετωπιστεί με την αύξηση της χορήγησης κρυσταλλοειδών υγρών και τη μείωση των συγκεντρώσεων του εισπνευστικού αναισθητικού, εάν βρίσκονται υπό γενική αναισθησία. Η θεραπεία μπορεί να περιλαμβάνει τη χορήγηση αγγειοσπαστικών παραγόντων, όπως εφεδρίνη (0,05 mg kg<sup>-1</sup> iv bolus) ή ντοπαμίνη (5-10 µg kg<sup>-1</sup> CRI) ή αντιχολινεργικών παραγόντων, όπως ατροπίνη (0,02-0,04 mg kg<sup>-1</sup> iv), εάν είναι εμφανής η υπόταση που προκαλείται από βραδυκαρδία (Savvas et al. 2006, Steagall et al. 2017). Αποτελεί κοινή πεποίθηση ότι η υπόταση μπορεί να προληφθεί με την προφόρτιση με κρυσταλλοειδές διάλυμα (Wetmore & Glowaski 2000, Jones 2001). Η υπόταση μπορεί επίσης να αντιμετωπιστεί με την ενδοφλέβια χορήγηση φαινυλεφρίνης, ενός ισχυρού αγωνιστή των α1 αδρενεργικών υποδοχέων με συνεχή ρυθμό έγχυσης 0,5 - 1 µg kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> (Murphy et al. 2020, Cannarozzo et al. 2023).

Ο υψηλός συμπαθητικός αποκλεισμός μπορεί επίσης να οδηγήσει σε νευρολογικές επιπλοκές, όπως σύνδρομο Horner, αντανακλαστικά τύπου Shiff- Sherrington, μυϊκές συσπάσεις, σπασμούς και κώμα λόγω της τοξικότητας των τοπικών αναισθητικών στο κεντρικό νευρικό σύστημα (Jones

produces adequate intra- and post- operative analgesia for 6 to 12 hours (Almeida et al. 2010). Epidural tramadol poses no risk of respiratory depression in comparison to other opioids, such as morphine, which may induce a mild cardiorespiratory depression. There is evidence that there is no significant difference between the systemic versus the epidural administration of tramadol (Mastrocinque et al. 2012) (Table 2).

## Adverse Effects

Adverse effects associated with epidural anaesthesia are rare when preexisting contraindications are identified in time. Most of the complications rapidly resolve after cessation of the drug effect with minimal additional interventions (Wetmore & Glowaski 2000).

The most common complication is hypoventilation secondary to respiratory depression due to the blockade of the phrenic nerve. The respiratory paralysis has a higher prevalence in obese patients due to the excess of epidural fat and the limited epidural space. The rapid administration rate and the head-down position of the patient are often responsible for the cranial migration of local anaesthetic to more distant neurotomes (Savvas et al. 2016). The inadvertent administration of local anaesthetics into the subarachnoid space may also provoke respiratory depression attributable to the anterior spread of the drug through the cerebrospinal fluid. Thus, the normal epidural doses of local anaesthetics should be halved if the needle is placed into the subarachnoid space (Jones 2001). If respiratory depression due to local anaesthetics or epidural morphine occurs, it should be treated with assisted ventilation and low-dose naloxone (0.005-0.02 mg kg<sup>-1</sup> iv) or nalbuphine (0.03-0.1 mg kg<sup>-1</sup>) to alter the systemic effects respectively (Wetmore & Glowaski 2000).

Cardiovascular depression due to blockade of sympathetic fibers or to the rostral spread of local anaesthetic to the upper four thoracic dermatomes is another adverse effect. The total volume of local anaesthetics injected epidurally should be carefully assessed and the use of volumes exceeding the 0.2 ml kg<sup>-1</sup> should be avoided (Bosmans et al. 2011). Post-epidural bradycardia and hypotension leading to decreased venous return, poor cardiac output and systemic vascular resistance as a result of extensive sympathetic blockade may be the preliminary causes of cardiac arrest, especially in patients with untreated hypovolemia. Hypotension may be treated by increasing crystalloid fluid administration and decreasing vaporizer concentrations

2001, Bosmans et al. 2011). Το σύνδρομο Horner μπορεί να προκληθεί όταν τα τοπικά αναισθητικά εξαπλώνονται σε περισσότερα κρανιακά νευροτόμια ή σε περίπτωση ακούσιας ενδορραχιαίας ή υποσκληρίδιας έγχυσης (Freire et al. 2010). Μυϊκές συσπάσεις στα οπίσθια άκρα και την ουρά και μυοκλονία μπορεί να εμφανιστούν μετά από επισκληρίδιο ή υπαραχνοειδή έγχυση οπιοειδών, ιδίως μορφίνης (Kona Boun et al. 2003). Η σοβαρότητα των σπασμών μπορεί να αντιμετωπιστεί μετά από επισκληρίδιο χορήγηση ναλοξόνης ή συστηματική χορήγηση οπιοειδών και ηρεμιστικών. Επιπλέον, η τοπική νευροτοξικότητα λόγω ακούσιας τοποθέτησης της βελόνας στο νωτιαίο μυελό ή σε μεγάλες νευρικές ρίζες στην ιππουρίδα μπορεί να οδηγήσει σε άμεση νευρική βλάβη προκαλώντας νευρικά ελλείμματα (Wetmore & Glowaski 2000).

Τα επισκληρίδια οπιοειδή είναι κυρίως υπεύθυνα για μια σειρά από παρενέργειες. Τόσο η επισκληρίδιος μορφίνη όσο και η υδρομορφίνη μπορεί να προκαλέσουν έμετο και ναυτία, οι οποίες μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά με τη χρήση μαροπιτάντης (1mg kg<sup>-1</sup> sc) (Troncy et al. 2002). Έχει επίσης παρατηρηθεί κνησμός μετά από επισκληρίδιο ή ενδορραχιαία έγχυση μορφίνης. Η χορήγηση ονδανσετρόνης, ναλοξόνης ή ακόμη και χαμηλών δόσεων προποφόλης μπορεί να αποτελέσει αποτελεσματική θεραπεία στον κνησμό που σχετίζεται με τα οπιοειδή (Troncy et al. 2012). Η κατακράτηση ούρων μπορεί να εμφανιστεί μετά τη χορήγηση οπιοειδών λόγω της χάλασης του εξωστήρα μυός που μπορεί να προκαλέσει αυξημένη χωρητικότητα και μειωμένη συσταλτικότητα της ουροδόχου κύστης (Kona Boun et al. 2003). Η κατακράτηση ούρων μπορεί να αντιμετωπιστεί με ήπια χειροκίνητη κένωση της ουροδόχου κύστης μετά τη χειρουργική επέμβαση και πριν από την αποσωλήνωση του ασθενούς. Αυτό θα μειώσει την ατονία του εξωστήρα μυός και τη δυσφορία που σχετίζεται με τη διάταση της ουροδόχου κύστης (Kona Boun et al. 2003). Η τοποθέτηση ουροκαθετήρα μπορεί να διευκολύνει τη συνεχή κένωση μέχρι να επανέλθει η φυσιολογική λειτουργία. Άλλες πιθανές επιπλοκές των επισκληρίδιων οπιοειδών, κυρίως όταν χορηγούνται από επισκληρίδιο καθετήρα, περιλαμβάνουν αλωπεκία ή καθυστέρηση στην έκφυση του τριχώματος (Valverde 2008). Οι επιπλοκές αυτές μπορούν επίσης να παρατηρηθούν και με την επισκληρίδιο χορήγηση τοπικών αναισθητικών (Guererro et al. 2014).

## Συμπέρασμα

Η επισκληρίδιος αναισθησία και αναλγησία μπορεί να αποτελέσει μια σχετικά απλή αναλγητική τε-

if under general anaesthesia. The treatment may include the administration of vasopressors, such as ephedrine (0.05 mg kg<sup>-1</sup> iv bolus) or dopamine (5-10 µg kg<sup>-1</sup> CRI) or anticholinergic agents, such as atropine (0.02-0.04 mg kg<sup>-1</sup> iv), if bradycardia-induced hypotension is evident (Savvas et al. 2006, Steagall et al. 2017). It is a common belief that hypotension might be prevented by preloading with a crystalloid solution (Wetmore & Glowaski 2000, Jones 2001). Hypotension may also be treated with the intravenous administration of phenylephrine, a potent α1 adrenergic receptor agonist at a continuous rate infusion of 0.5 - 1 µg kg<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> (Murphy et al. 2020, Cannarozzo et al. 2023).

High sympathetic blockade may also lead to neurological complications including Horner's syndrome, Shiff- Sherrington like reflexes, muscular twitches, convulsions and coma due to local anaesthetics central nervous system toxicity (Jones 2001, Bosmans et al. 2011). Horner's syndrome may be induced when local anaesthetics spread to more cranial neurotomes or in the incidence of inadvertent intrathecal or subdural injections (Freire et al. 2010). Muscular twitches in the hind limbs and tail, and myoclonus may occur following epidural or subarachnoid injection of opioids, especially morphine (Kona Boun et al. 2003). The severity of the spasms may be treated after epidural naloxone administration or systemic opioids and sedatives administration. Moreover, local neurotoxicity due to inadvertent placement of the needle in the spinal cord or large nerve roots in the cauda equina may lead to direct nerve damage inducing neural deficits (Wetmore & Glowaski 2000).

Epidural opioids are mainly responsible for a series of side effects. Both epidural morphine and hydromorphone may induce vomiting and nausea which can be effectively treated with the use of maropitant (1mg kg<sup>-1</sup> sc) (Troncy et al. 2002). Pruritus has also been encountered following epidural or intrathecal morphine injection. The administration of ondansetron, naloxone, or even low doses of propofol can be an effective treatment to opioid-related pruritus (Troncy et al. 2012). Urinary retention may occur after opioid administration because of the detrusor muscle relaxation that can cause increased capacity and reduced contractility of the urinary bladder (Kona Boun et al. 2003). Urinary retention can be treated with gentle manual bladder expression after surgery and before patient extubation. This will decrease the atony of the detrusor muscle and the discomfort associated with bladder distension (Kona Boun et al. 2003). The placement of a urinary catheter may facilitate continuous emptying until normal function resumes.

χνική για μια ποικιλία χειρουργικών επεμβάσεων, όπως η καισαρική τομή, οι ορθοπεδικές επεμβάσεις στα οπίσθια άκρα και οι επεμβάσεις μαλακών μορίων ουραία του ομφαλού. Η επισκληρίδιος χορήγηση τοπικών αναισθητικών σε συνδυασμό με οπιοειδή μειώνει τις απαιτήσεις σε αναισθητικό και αναλγητικό και παρέχει αποτελεσματική αναλγησία με ελάχιστες παρενέργειες και καλή ποιότητα ανάρρωσης. Μετά από κατάλληλη εκπαίδευση, η επισκληρίδιος αναισθησία μπορεί να αποτελέσει μέρος ενός ισορροπημένου πρωτοκόλλου αναισθησίας που παρέχεται σε κτηνιατρικούς ασθενείς.

### Σύγκρουση συμφερόντων

Οι συγγραφείς δεν δηλώνουν σύγκρουση συμφερόντων.

---

### Υποσημειώσεις

a: Spinocan®, B. Braun Melsungen AG

### Footnotes

a: Spinocan®, B. Braun Melsungen AG



### Υπεύθυνη αλληλογραφίας:

Τσιτσιλιάνου Αλεξάνδρα  
altsitsilianou@gmail.com

### Corresponding author:

Tsitsilianou Alexandra  
altsitsilianou@gmail.com

Other potential complications of epidural opioids, mostly when administered by an epidural catheter, include alopecia or delayed hair growth and localized cutaneous reaction, all reported with a low incidence (Valverde 2008). These complications can also be seen with the epidural administration of local anaesthetics as well (Guererro et al. 2014).

## Conclusion

Epidural anaesthesia and analgesia can be a relatively simple analgesic technique for a variety of surgical procedures including cesarean section, orthopedic hindlimb procedures and soft tissue surgeries caudal to the umbilicus. The epidural administration of local anaesthetics in combination with opioids reduces the anaesthetic and analgesic requirements and provides an effective analgesia with minimum side effects and good quality recovery. Following adequate training, epidural anaesthesia can be a part of a balanced anaesthetic protocol provided in veterinary patients.

### Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest.

## Βιβλιογραφία / References

- Adami C, Gendron K (2017) What is the evidence? The issue of verifying correct needle position during epidural anaesthesia in dogs. *Vet Anaesth Analg* 44 (2), 212-218.
- Almeida RM, Escobar A, Maguilnik S (2010) Comparison of analgesia provided by lidocaine, lidocaine-morphine or lidocaine-tramadol delivered epidurally in dogs following orchiectomy. *Vet Anaesth Analg* 37 (6), 542-549.
- Bartel AK, Campoy L, Martin-Flores M, Gleed RD, Walker KJ, Scanapico CE, Reichard AB (2016) Comparison of bupivacaine and dexmedetomidine femoral and sciatic nerve blocks with bupivacaine and buprenorphine epidural injection for stifle arthroplasty in dogs. *Vet Anaesth Analg* 43 (4), 435-43.
- Bosmans T, Piron K, Oosterlinck M, Gasthuys F, Duchateau L, Waelbers T, Samoy Y, Van Vynckt D, Polis I (2012) Comparison of analgesic efficacy of epidural methadone or ropivacaine/methadone with or without pre-operative oral tepoxalin in dogs undergoing tuberositas tibiae advancement surgery. *Vet Anaesth Analg* 39 (6), 618-27.
- Bosmans T, Schauvliege S, Gasthuys F, Duchateau L, Marcilla MG, Gadeyne C, Polis I (2011) Cardiovascular effects of epidural administration of methadone, ropivacaine 0.75% and their combination in isoflurane anaesthetized dogs. *Vet Anaesth Analg* 38 (5), 494-504.
- Branson KR, Ko JC, Tranquilli WJ, Benson J & Thurmon JC (1993) Duration of analgesia induced by epidurally administered morphine and medetomidine in dogs. *J Vet Pharmacol Ther* 16 (3), 369-372.
- Campagnol D, Teixeira Neto FJ, Giordano T, Ferreira TH, Monteiro ER (2007) Effects of epidural administration of dexmedetomidine on the minimal alveolar concentration of isoflurane in dogs. *Am J Vet Res* 68 (12), 1308-18.
- Campagnol D, Teixeira-Neto J, Peccinini R G, Oliveira F A, Alvaides R K, & Medeiros L Q (2012) Comparison of the effects of peridural or intravenous methadone on the minimum alveolar concentration of isoflurane in dogs. *Vet J* 192 (3), 311-315.
- Campoy L (2004) Epidural and spinal anaesthesia in the dog. *In Pract* 26 (5), 262-269.
- Campoy L & Read M R (2013) *In: Small animal regional anaesthesia and analgesia*. John Wiley & Sons & Blackwell Publishing, Ames, Iowa, USA, p. 288.
- Cannarozzo C J, Araoz J, Martin-Flores M (2023) Phenylephrine and norepinephrine increase blood pressure through opposing physiologic mechanisms in isoflurane-anesthetized dogs receiving acepromazine. *Am J Vet Res* 5, 1-7.
- Cerasoli I, Tutunaru A, Cenani A, Ramirez J, Detilleux J, Balligand M, Sandersen C (2017) Comparison of clinical effects of epidural levobupivacaine morphine versus bupivacaine morphine in dogs undergoing elective pelvic limb surgery. *Vet Anaesth Analg* 44 (2), 337-345.
- Crystal G J and Salem M R (2012) The Bainbridge and the “reverse” Bainbridge reflexes: history, physiology, and clinical relevance. *Anesth Analg* 114(3), 520-532.
- DeRossi R, Benites AP, Ferreira JZ, Neto JM, (2009) Hermeto LCEffects of lumbosacral epidural ketamine and lidocaine in xylazine-sedated cats. *J S Afr Vet Assoc* 80 (2), 79-83.
- Duke T, Caulkett NA, Ball SD, Remedios AM (2000) Comparative analgesic and cardiopulmonary effects of bupivacaine and ropivacaine in the epidural space of the conscious dog. *Vet Anaesth Analg* 27 (1), 13-21.
- Duque JC, Valadao CA, Farias A, De Almeida RM, Oleskovicz N (2004) Pre-emptive epidural ketamine or S (+) ketamine in post-incisional pain in dogs: a comparative study. *Vet Surg* 33 (4), 361-367.
- Ferreira JP (2018) Epidural anaesthesia–analgesia in the dog and cat: considerations, technique and complications. *UK-Vet Comp Anim* 23 (11), 628 – 636.i
- Cavalcanti RL, Noel-Morgan J (2010) Bupivacaine 0.25% and methylene blue spread with epidural anesthesia in dog. *Ve Anaest Anal* 37 (1), 63-69.
- Ganem EM, Vianna PT (1996) Marques M Neurotoxicity of sub-arachnoid hyperbaric bupivacaine in dogs. *Reg Anaesth* 21 (3), 234-238.
- Garcia - Pereira FL (2018) Epidural anesthesia and analgesia in small animal practice: An update. *Vet J* 242, 24 – 32.
- Gorgi AA, Hofmeister EH, Higginbotham MJ, Kent M (2006) Effect of body position on cranial migration of epidurally injected methylene blue in recumbent dogs. *Am J Vet Res* 67 (2), 219-21.
- Groban L, Deal DD, Vernon JC, James RL, Butterworth J (2001) Cardiac resuscitation after incremental overdosage with lidocaine, bupivacaine, levobupivacaine, and ropivacaine in anesthetized dogs. *Anesth Analg* 92(1), 37-43.
- Grubb T, Lobprise H (2020) Local and regional anaesthesia in dogs and cats: Overview of concepts and drugs (Part 1), *Vet Med Sc* 6 (2), 209-217.
- Kalchofner Guerrero KS, Guerrero TG, Schweizer-Kölliker M, Ringer SK, Hässig M, Bettschart-Wolfensberger R (2014) Incidence of delayed hair re-growth, pruritus, and urinary retention after epidural anaesthesia in dogs. *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere* 42 (2), 94 – 100.
- Iff I, Moens Y (2008) Two cases of bradyarrhythmia and hypotension after extradural injections in dogs. *Vet Anaesth Analg* 35 (3), 265-269.
- Iff I, Moens YP (2010) Evaluation of extradural pressure waves and the ‘lack of resistance’ test to confirm extradural needle placement in dogs. *Vet J Sep* 185 (3), 328-331.
- Jones R S (2001) Epidural analgesia in the dog and cat. *Vet J* 161(2), 123-131.
- Kamal M, Talaat, SM (2014) Comparative study of epidural morphine and epidural dexmedetomidine used as adjuvant



- to levobupivacaine in major abdominal surgery. *Eg J Anaesth* 30 (2), 137-141.
- Kona-Boun JJ, Cuvelliez S, Troncy E (2006) Evaluation of epidural administration of morphine or morphine and bupivacaine for postoperative analgesia after premedication with an opioid analgesic and orthopedic surgery in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 229 (7), 1103-1112.
  - Kona-Boun JJ, Pibarot P, Quesnel A (2003) Myoclonus and urinary retention following subarachnoid morphine injection in a dog. *Vet Anaesth Analg* 30 (4), 257-264.
  - Martinez-Taboada F, Redondo JI (2017) Comparison of the hanging-drop technique and running-drip method for identifying the epidural space in dogs. *Vet Anaesth Analg* 44 (2), 329-336.
  - Mastrocinque S, Almeida TF, Tatarunas AC, Imagawa VH, Otsuki DA, Matera JM, Fantoni DT (2012) Comparison of epidural and systemic tramadol for analgesia following ovariohysterectomy. *J Am Anim Hosp Assoc* 48 (5), 310-319.
  - Murphy, KM, Rishniw, M, Silverstein, DC (2022) Use of vasopressors for treatment of vasodilatory hypotension in dogs and cats by Diplomates of the American College of Veterinary Emergency and Critical Care. *J Vet Emerg Crit Care* 32 (6), 714-722.
  - O'Hearn AK, Wright BD (2011) Coccygeal epidural with local anesthetic for catheterization and pain management in the treatment of feline urethral obstruction. *J Vet Emerg Crit Care* 21 (1), 50-52.
  - Otero P, Tarragona L, Ceballos M, Portela D (2010) Epidural cephalic spread of a local anesthetic in dogs: a mathematical model using the column length. *Vet Anaesth Analg* 37. In: *Proceedings of the 10th World Congress of Veterinary Anaesthesia 2009 Glasgow, Scotland*, p. 35.
  - Otero PE, Verdier N, Zaccagnini AS, Fuensalida SE, Tarragona L, Portela DA (2015) The use of a nerve stimulation test to confirm sacrococcygeal epidural needle placement in cats. *Vet Anaesth Analg* 42 (1), 115-118.
  - Pettifer G, Dyson D (2000) Hydromorphone: a cost-effective alternative to the use of oxymorphone. *Can Vet J* 41(2), 135-137.
  - Romano M, Portela DA, Breggi G, Otero PE (2016) Stress-related biomarkers in dogs administered regional anesthesia or fentanyl for analgesia during stifle surgery. *Vet Anaesth Analg* 43 (1), 44-54.
  - Saritas ZK, Saritas TB, Pamuk K, Korkmaz M, Demirkan I, Yaprakci MV, Sivaci RG (2014) Comparison of the effects of lidocaine and fentanyl in epidural anesthesia in dogs. *Bratisl Lek Listy* 115 (8), 508-13.
  - Sasauchi K, Sunada K, Nakamura T (2023) Long-Term Evaluation of Continuous Epidural Anesthesia in an Improved Canine Model. *Anesth Pain Med* 6 (4), e35458.
  - Savvas I, Anagnostou T, Papazoglou LG, Raptopoulos D (2006) Successful resuscitation from cardiac arrest associated with extradural lidocaine in a dog. *Vet Anaesth Analg* 33 (3), 175-178.
  - Smith LJ, Yu JK (2001) A comparison of epidural buprenorphine with epidural morphine for postoperative analgesia following stifle surgery in dogs. *Vet Anaesth Analg* 28 (2), 87-96.
  - Steagall PV, Millette V, Mantovani FB, Gilbert P, Luna SP, Duke-Novakovski T (2009) Antinociceptive effects of epidural buprenorphine or medetomidine, or the combination, in conscious cats. *J Vet Pharmacol Ther* 32(5), 477-484.
  - Steagall PVM, Simon BT, Teixeira Neto FJ, Luna SPL (2017) An update on drugs used for lumbosacral epidural anesthesia and analgesia in dogs. *Front Vet Sci* 12 (4), 68.
  - Torske KE, Dyson DH, Conlon PD (1999) Cardiovascular effects of epidurally administered oxymorphone and an oxymorphonebupivacaine combination in halothane-anesthetized dogs. *Am J Vet Res* 60, 194-200.
  - Torruella X, Potter J, Huuskonen V (2023) Sacrococcygeal epidural administration of 0.5% bupivacaine in seven cats undergoing pelvic or hind limb orthopaedic procedures. *Ir Vet J* 76 (1), 1.
  - Towers T (2020) Comparison of epidural morphine and buprenorphine for hindlimb orthopedic surgery in dogs. *Veterinary Evidence* 5(2).
  - Troncy E, Junot S, Keroack S, Sammut V, Pibarot P, Genevois JP, Cuvelliez S (2002) Results of preemptive epidural administration of morphine with or without bupivacaine in dogs and cats undergoing surgery: 265 cases (1997-1999). *J Am Vet Med Assoc* 221 (5), 666-672.
  - Tyagi A (2017) Thoracic epidural block in sepsis: looking beyond the known. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 33 (2), 148-150.
  - Valverde A, Skelding A (2019) Comparison of calculated lumbosacral epidural volumes of injectate using a dose regimen based on body weight versus length of the vertebral column in dogs. *Vet Anaesth Analg* 46 (1), 135-140.
  - Valverde A (2008) Epidural analgesia and anesthesia in dogs and cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 38(6), 1205-1230.
  - Wetmore LA, Glowaski MM (2000) Epidural analgesia in veterinary critical care. *Clin Tech Small Anim Pract* 15 (3), 177-188.
  - Yoshitomi T, Kohjitani A, Maeda S, Higuchi H, Shimada M, Miyawaki T (2008) Dexmedetomidine enhances the local anesthetic action of lidocaine via an alpha-2A adrenoceptor. *Anesth Analg* 107 (1), 96-101.