

## Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

# Η νωτιαία Βάδιση στο σκύλο και τη γάτα

**Γρουτίδου Α.** Κτηνίατρος, Κλινική Ζώων Συντροφιάς, Τμήμα Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη | **Νικάνδρου Μ. Ε.** Κτηνίατρος, Κλινική Ζώων Συντροφιάς, Τμήμα Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη | **Σαρπεκίδου Ε.** Κτηνίατρος, υποψήφια Διδάκτορας, Κλινική Ζώων Συντροφιάς, Τμήμα Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη | **Καζάκος Γ.** Κτηνίατρος, PhD, Κλινική Ζώων Συντροφιάς, Τμήμα Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη

## Review

## Spinal walking in dogs and cats

**Groutidou A.** DVM, Small Animal Clinic, Faculty of Veterinary Medicine, A.U.T.H., Thessaloniki | **Nikandrou M. E.** DVM, Small Animal Clinic, Faculty of Veterinary Medicine, A.U.T.H., Thessaloniki | **Sarpekidou E.** DVM, PhD candidate, Small Animal Clinic, Faculty of Veterinary Medicine, A.U.T.H., Thessaloniki | **Kazakos G.** DVM, PhD, Small Animal Clinic, Faculty of Veterinary Medicine, A.U.T.H., Thessaloniki

## Περίληψη

Η νωτιαία βάδιση (NB) είναι η ανάπτυξη ακούσιας κινητικότητας σε σκύλους και γάτες, οι οποίοι έπειτα από οξεία κάκωση στην θωρακοσφυϊκή (ΘΟ) χώρα παρέμειναν παραπληγικοί και χωρίς εντωβάρθι αίσθηση του άλγους στα οπίσθια άκρα. Η NB είναι κλινικά σημαντική αφού ευνοεί τις εναλλακτικές επιλογές εκτός της ευθανασίας στα ζώα αυτά.

Σκοπός του παρόντος άρθρου είναι η παρουσίαση των χαρακτηριστικών του ζώου και των ευρημάτων της κλινικής και νευρολογικής εξέτασης που είναι συμβατά με αυξημένες πιθανότητες ανάπτυξης NB, αλλά και τα μέτρα που μπορεί να λάβει ο κτηνίατρος και ο κηδεμόνας του ζώου με σκοπό την επίτευξή της.

Φαίνεται πως ελαφρύτερα, νεαρότερα ζώα, με αυξημένο τόνο οπισθίων άκρων είναι πιο πιθανό να αναπτύξουν NB. Αν και η NB προκύπτει αυτόματα, η εισαγωγή του ζώου σε ένα πρόγραμμα φυσικής αποκατάστασης μπορεί να προετοιμάσει ένα ισχυρό μυοσκελετικό σύστημα που να μπορεί να υποστηρίξει την πιθανή επερχόμενη ανάπτυξη της NB. Παραδοσιακές τεχνικές είναι το παθητικό εύρος κίνησης, η κινησιοθεραπεία και η μάλαξη των μυών και σε συνδυασμό με ηλεκτροδιέγερση μπορούν να ωφελήσουν στο μέγιστο το ζώο.

Στην βιβλιογραφία αναφέρονται ποσοστά επιτυχίας στην επίτευξη NB 10-59% στους σκύλους με το διάμεσο χρόνο να ποικίλει από 75 μέρες μέχρι 28 μήνες. Μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας και μικρότεροι διάμεσοι χρόνοι παρατηρήθηκαν σε ζώα τα οποία υποβλήθηκαν σε φυσικοθεραπεία. Στις

## Abstract

Spinal walking (SW) is the acquisition of involuntary motor function, in dogs and cats, left paraplegic and without deep pain perception (DPP) in the hind legs, following an acute spinal cord injury concerning the thoracolumbar region. SW is clinically important since it improves the odds of options besides euthanasia in these animals.

This article aims to offer a general view of the animal signalment and the clinical and neurological examination findings that hint at increased probabilities of developing SW, as well as what actions the owner and the veterinarian could take to achieve it.

Studies show that younger and more lightweight animals with increased muscle spasticity are more likely to develop SW. Even though recovery of the motor function occurs spontaneously, the introduction of the animal in a physical rehabilitation program can help to develop a strong musculoskeletal system that can support the acquisition of SW. Multimodal approaches including traditional techniques, such as passive range of motion, kinesiotherapy and massage, as well as contemporary ones, such as epidural stimulation, prove most useful.

Success rates in developing SW in dogs are, according to the present bibliography, 10-59% with the median time needed for its acquisition varying between 75 days to 28 months. Higher success rates and lower median time are observed in animals that followed a physical rehabilitation program. In cats, the success rate ranges from 0 to

γάτες, το ποσοστό αυτό κυμαίνεται από 0-45%, με το ψηλότερο ποσοστό να αντιστοιχεί στις γάτες οι οποίες υποβλήθηκαν σε φυσικοθεραπεία και ο μέσος όρος του μεσοδιαστήματος εμφάνισης νωτιαίας βλάβης στις μελέτες αυτές είναι 47 μέρες.

Ένα ζώο το οποίο έχει υποστεί οξεία κάκωση του νωτιαίου μυελού, παραπληγία και απώλεια της εν τω βάθει αίσθησης του άλγους δεν πρέπει να καταδικάζεται. Η NB μπορεί υπό προϋποθέσεις και με την βοήθεια ενός αποφασισμένου κηδεμόνα να παράσχει μια αποδεκτή ποιότητα ζωής στο ζώο.

45%, and again higher percentages are observed with the introduction of physical rehabilitation. The median time observed in cats is 47 days.

Consequently, an animal suffering an acute thoracolumbar lesion, which is paraplegic and without DPP should not be condemned. SW could, under certain conditions and with the help of a determined owner, provide the animal with an acceptable quality of life.

**Λέξεις ευρητηρίου:** κακώσεις θωρακοσφυϊκής μοίρας νωτιαίου μυελού, παραπληγία, φυσικοθεραπεία, γεννήτορας κεντρικών προτύπων της κίνησης

**MeSH keywords:** thoracolumbar spinal cord segments lesion, paraplegia, physiotherapy, central pattern generators

## Εισαγωγή

Οι οξείες κακώσεις της θωρακοσφυϊκής (ΘΟ) μοίρας του νωτιαίου μυελού (NM) είναι συχνές στα ζώα συντροφιάς, και οι συνέπειές τους πολλές φορές μπορεί να είναι σοβαρές (Granger & Carwardine 2014). Ενδέχεται να προκληθούν από προβολή μεσοσπονδύλιου δίσκου (ΠΜΔ), κάταγμα/υπεξάρθρωμα σπονδύλων, τραύμα από ξένο σώμα ή άλλα αίτια συμπίεσης και θλάσης του NM (Olby & Jeffery 2012). Η επιλογή της ευθανασίας ως διαχείριση είναι συχνή σε τέτοια περιστατικά, καθώς σε απουσία της εν τω βάθει αίσθησης του άλγους (EBAA) η πρόγνωση θεωρείται δυσμενής (Olby et al. 2020). Όμως, σύμφωνα με μελέτες (Gallucci et al. 2017, Lewis et al. 2020) μπορεί να αναπτυχθεί νωτιαία βλάβη (NB), ένα είδος αντανακλαστικού βαδίσματος που απασχολεί την παρούσα ανασκόπηση.

Η NB είναι η ανάπτυξη ακούσιας κινητικότητας των οπισθίων άκρων σε σκύλους και γάτες που παρέμειναν παραπληγικοί και χωρίς EBAA έπειτα από οξεία κάκωση στην ΘΟ μοίρα του NM (Gallucci et al. 2017). Πιο συγκεκριμένα, είναι ένα είδος αντανακλαστικού βαδίσματος που αναπτύσσεται χάρη σε περίπλοκες δυναμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του γεννήτορα κεντρικών προτύπων (ΓΚΠ) της κίνησης των οπισθίων άκρων (pelvic limb locomotor central pattern generator, CPG) και της ιδιοδεκτικής ανατροφοδότησης από τα άκρα, όταν έχει απωλεσθεί ο ανώτερος έλεγχος του εγκεφάλου επί του NM λόγω κάκωσης του τελευταίου (Gallucci et al. 2017). Ανάκτηση κάποιου βαθμού κινητικής δραστηριότητας έπειτα από κάκωση του NM εκτός

## Introduction

Acute injuries to the thoracolumbar spinal cord (SC) are common in companion animals, and their consequences can often be severe (Granger & Carwardine 2014). They may be caused by intervertebral disc prolapse, vertebral fracture/dislocation, foreign body trauma or other causes of spinal cord compression and contusion (Olby & Jeffery 2012). Euthanasia is common as a management choice in such cases, as particularly in the absence of deep pain perception (DPP), the prognosis is considered unfavourable (Olby et al. 2020). However, studies (Gallucci et al. 2017, Lewis et al. 2020) suggest that spinal walking (SW) can develop, a type of reflex gait which is the focus of this review.

Spinal walking (SW) is the acquisition of involuntary motor function, in dogs and cats, left paraplegic and without deep pain perception (DPP) in the hind legs, following an acute spinal cord injury concerning the thoracolumbar spine (Gallucci et al. 2017). More specifically, it is a type of gait reflex that develops thanks to complex dynamic interactions between the central pattern generator (CPG) of hindlimb motion (pelvic limb locomotor central pattern generator, CPG) and proprioceptive feedback from the limbs, when higher brain control over the SC has been lost due to injury to the latter (Gallucci et al. 2017). Motor activity recovery of some degree, following a SC injury has been observed in other animal species besides dogs and cats, such as monkeys, rats, coneys, opossums, pigeons and frogs (Rossignol et al. 1996).

This article will focus on cases with an injury in



► **Βίντεο 1.** Παραπληγική γάτα κατά τη διάρκεια φυσικοθεραπείας σε κυλιόμενο διάδρομο που ανέπτυξε νωτιαία βλάβιση.

► **Video 1.** Paraplegic cat during physiotherapy on an escalator that developed spinal walking.



► **Βίντεο 2.** Θετικό το παθολογικό αντανακλαστικό της υπερέκτασης του ετερόπλευρου οπίσθιου άκρου (cross extensor reflex) κατά την εκτέλεση του αντανακλαστικού της κάμψης.

► **Video 2.** Positive cross extensor reflex during the testing of the hindlimb flexion reflex.



► **Βίντεο 3.** Παραπληγική γάτα με αυτόματη κίνηση βηματισμού χωρίς υποστήριξη βάρους.

► **Video 3.** Paraplegic cat during spontaneous stepping without weight support.

από τον σκύλο και την γάτα, έχει παρατηρηθεί και σε άλλα είδη ζώων όπως μαϊμούδες, αρουραίους, κονίκλους, σπόσσοιμ, περιστέρια και βάτραχους (Rossignol et al. 1996).

Το παρόν άρθρο, θα επικεντρωθεί στα περιστατικά με κάκωση της ΘΟ μοίρας του ΝΜ που έχουν απωλέσει την ΕΒΑΑ. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η περιγραφή του φαινομένου της ΝΒ, τα κλινικά της χαρακτηριστικά και η κλινική της σημασία.

Η ΝΒ χαρακτηρίζεται κλινικά από έλλειψη συντονισμού των οπισθίων άκρων ως προς τα πρόσθια, δυσκολία των οπισθίων άκρων κατά την αλλαγή κατεύθυνσης του σώματος, δυσκολία στην κίνηση προς τα πίσω, καθώς και από συχνές πτώσεις. Οι πτώσεις αυτές παρατηρούνται κυρίως κατά τις στροφές και συνήθως προς την μία πλευρά, αν και κάποια ζώα έχουν την τάση να προσπαθούν να αποφύγουν την πτώση λόγω της αυξημένης σπαστικότητας του σύστοιχου άκρου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα ζώα μπορεί να είναι ανάκατα να πραγματοποιήσουν κίνηση από μόνα τους, όμως το επιτυγχάνουν αν προκληθεί ερεθισμός της περινεϊκής χώρας με νύξη της περιοχής (Lovely et al. 1986, Rossignol et al. 1999). Παρόλα αυτά, αρκετά ζώα έχουν την ικανότητα να περπατούν για τουλάχιστον 10 βήματα, χωρίς βοήθεια και χωρίς πτώσεις. Κατά τη διάρκεια της βλάβισης, μπορεί να παρατηρηθούν διάφορα είδη κίνησης των οπισθίων άκρων. Δηλαδή, κάποια ζώα λόγω της σπαστικότη-

the thoracolumbar segment of the SC, that have lost DPP. The purpose of this study is to describe the phenomenon of SW, its clinical features and clinical significance.

SW is clinically characterised by a lack of coordination of the hindlimbs in relation to the forelimbs, difficulty of the hindlimbs during the altering of the body direction, difficulty in moving backwards, and frequent falls. These falls mainly occur during turns and usually to one side, although some animals tend to try to avoid falling due to increased spasticity of the homolateral limb. In some cases, animals may be unable to perform locomotion on their own, but they do so if stimulation of the perineal region is induced by pinching of the area (Lovely et al. 1986, Rossignol et al. 1999). Nevertheless, several animals are able to walk for at least 10 steps unaided and without falling. During walking, several types of hindlimb movements can be observed. Specifically, some animals exhibit hypermetria due to spasticity of the flexor muscles, while in other animals, gait and support on the dorsal surface of the fingers (knuckling) of the hindlimbs is observed on the ground. Also, animals with SW usually rest their weight mainly on the forelimbs when attempting to come to an upright position. In addition, reflex disturbances are often observed a few days after the acute injury, taking for example the pathological reflex of hyperextension of the

τας των καμπτήρων μυών εμφανίζουν υπερμετρία, ενώ σε άλλα ζώα παρατηρείται βλάβιση και στήριξη στη ραχιαία επιφάνεια των δακτύλων (knuckling) των οπισθίων άκρων στο έδαφος. Επίσης, ζώα με NB συνήθως κατά την προσπάθειά τους να έρθουν σε όρθια θέση στηρίζουν το βάρος τους κυρίως στο πρόσθια άκρα. Επιπρόσθετα, μερικές μέρες μετά την οξεία κάκωση συχνά παρατηρούνται διαταραχές των αντανακλαστικών, όπως για παράδειγμα το παθολογικό αντανακλαστικό της υπερέκτασης του ετερόπλευρου οπίσθιου άκρου κατά την εκτέλεση του αντανακλαστικού της κάμψης (cross extensor reflex) (Lewis et al. 2020) (► Βίντεο 1) (► Βίντεο 2) (► Βίντεο 3).

## Κλινική εικόνα

Αρχικά, κατά την προσκόμιση των ζώων αυτών στην κλινική (και πριν φυσικά αναπτυχθεί η NB) παρατηρείται παράλυση των οπισθίων άκρων και απώλεια της EBAA στα δύο οπίσθια άκρα (Fitzmaurice 2010, Gallucci et al. 2017).

Κατά τη διάρκεια της νευρολογικής εξέτασης ενός ζώου που έχει αναπτύξει NB αρχικά θα παρατηρηθεί η μη φυσιολογική βλάβιση με αταξία και παραπάρεση, όπως αναφέρθηκε ανωτέρω. Ακολούθως παρατηρείται διαταραχή της ιδιοδεκτικής αισθητικότητας η οποία μπορεί να εκδηλωθεί με διάφορους τρόπους όπως καθυστερημένη ανταπόκριση στη δοκιμή μετακίνησης στο ένα άκρο και μη ανταπόκριση στη δοκιμή υπερέκτασης και οπισθοδρόμησης στο οπίσθια άκρα. Αξίζει να αναφερθεί πως η δοκιμή της επαναφοράς του άκρου μπορεί να είναι φυσιολογική. Όσο αφορά τα νωτιαία αντανακλαστικά, είναι συνήθως αυξημένα, όπως και αυξημένη είναι συχνά η σπαστικότητα των εκτεινόντων και καμπτήρων μυών. Επίσης παρατηρούνται ταυτόχρονα αντανακλαστικές κινήσεις των μυών που αντιστοιχούν σε νευροτόμια του NM οπισθίως της θέσης κάκωσής του (mass reflex): ακούσιοι σπασμοί των καμπτήρων μυών των οπισθίων άκρων, αντανακλαστική ανόρθωση της ουράς, κένωση της ουροδόχου κύστης ή του κόλου κατά την απτική ή άλλη αισθητική διέγερση (πχ. άσκηση πίεσης για κένωση της ουροδόχου κύστης) (Lewis et al. 2020).

Πρέπει να σημειωθεί πως πολύ συχνά κατά την νευρολογική εξέταση, το θετικό αντανακλαστικό της κάμψης λαμβάνεται λανθασμένα ως EBAA, επομένως είναι απαραίτητο να διαχωριστούν αυτά τα δύο φαινόμενα. Η ύπαρξη θετικού αντανακλαστικού της κάμψης, δεν υποδεικνύει ότι ένα ζώο έχει EBAA (Fitzmaurice 2010) (► Βίντεο 4). Η απλή κάμψη του άκρου είναι απόδειξη ότι οι κάτω κινητικοί νευρώνες είναι άθικτοι, γεγονός που επιτρέπει την



► **Βίντεο 4.** Θετικό αντανακλαστικό κάμψης οπίσθιου άκρου σε παραπληγικό σκύλο χωρίς εν τω βάθει αισθητικότητα.

► **Video 4.** Positive hindlimb flexion reflex in a paraplegic dog without deep pain perception.



► **Βίντεο 5.** Έλεγχος εν τω βάθει αισθητικότητας οπίσθιου άκρου σε παραπληγικό σκύλο. Δοκιμή αρνητική.

► **Video 5.** Deep hindlimb pain perception testing in a paraplegic dog. Test negative.

unilateral hind limb during the implementation of the withdrawal reflex (cross extensor reflex) (Lewis et al. 2020) (► Video 1) (► Video 2) (► Video 3).

## Clinical presentation

Initially, upon presentation of these animals to the clinic (and of course, before SW develops), there is paralysis of the hindlimbs and loss of DPP in both hindlimbs (Fitzmaurice 2010, Gallucci et al. 2017).

During the neurological examination of an animal that has developed SW, abnormal gait with ataxia and paraparesis will initially be observed, as mentioned above. Subsequently, there is a disturbance of proprioceptive sensation which may manifest in various ways such as delayed response to the hopping test and non-response to the extensor postural thrust test of the hindlimbs. It should be noted that the paw replacement test may be normal. Spinal reflexes are usually increased, and spasticity of extensor and flexor muscles is often also increased. Reflex movements of the muscles corresponding to neuromeres of the SC that are posterior to the area of injury (mass reflex) are also observed at the same time: involuntary spasms of the flexor muscles of the hindlimbs, reflex tail raising, bladder or colonic emptying during tactile or other sensory stimulation (e.g., applying pressure to empty the bladder) (Lewis et al. 2020).

λειτουργία του αντανακλαστικού, χωρίς να δίνεται όμως πληροφορία για την EBAA, η οποία προϋποθέτει επικοινωνία με τα ανώτερα κέντρα ελέγχου και άρα δεν εγγυάται από την ακεραιότητα μόνο των κάτω κινητικών νευρώνων (ΚΚΝ) (Fitzmaurice 2010, De Lahunta et al. 2021). Η EBAA ελέγχεται με την άσκηση επώδυνου ερεθίσματος όπως η νύξη ενός μεσοδακτύλιου διαστήματος ή μίας φάλαγγας με αιμοστατική λαβίδα (Garosi 2004) (► Βίντεο 5). Η δοκιμή θεωρείται θετική όταν το ζώο εκφράζει συνειδητή - συμπεριφορική αντίδραση, δηλαδή στροφή κεφαλής προς το ερέθισμα, προσπάθεια δαγκώματος ή κραυγή (Garosi 2004) (► Βίντεο 6). Είναι σημαντικό να ελέγχονται τόσο τα έσω όσο και τα έξω δάχτυλα όλων των άκρων, καθώς αναλόγως των ευρημάτων μπορούν να εξαχθούν πληροφορίες για την εντόπιση της βλάβης (Añor 2004). Επιπλέον ελέγχεται και η αισθητικότητα στην βάση της ουράς, έτσι ώστε να βεβαιωθεί κανείς πως ένα ζώο δεν έχει EBAA. Η συνειδητή αντίδραση του ζώου σε οποιοδήποτε από τα παραπάνω ερεθίσματα συνεπάγεται την παρουσία EBAA (Olby et al. 2020). Επομένως, η επιβεβαίωση ότι ένα ζώο έχει NB και όχι αταξία/ πάρεση άλλης αιτιολογίας, είναι η απουσία της EBAA.

## Παθοφυσιολογία

Παρόλο που ως γνωστόν το κεντρικό νευρικό σύστημα έχει μικρή αναγεννητική ικανότητα, εμφανίζει εντυπωσιακή πλαστικότητα (Lewis et al. 2020). Πλαστικότητα λέγεται η αναδιοργάνωση των διασπασμένων νευρώνων σε λειτουργικό κύκλωμα που μπορεί να συνεχίσει να συμβαίνει ακόμα και εβδομάδες ή μήνες μετά την κάκωση (Jeffery & Blakemore 1999). Μελέτες συνηγορούν ότι η ανάκτηση της βάδισης μπορεί να προκύψει μέσω διαδικασιών όπως: α. αναγέννηση των νευραξόνων στο σημείο τραυματισμού, β. επαναφορά της λειτουργίας ανέπαφων νευραξόνων άνω κινητικών νευρώνων (ΑΚΝ) που διασχίζονται στο σημείο τραυματισμού, γ. πιο αυτόνομος ρόλος του γεννητόρα κεντρικών προτύπων (CPGs), δ. μεταβολές στην διεγερσιμότητα των διάμεσων νευρώνων και ΚΚΝ οπισθίως του σημείου βλάβης, ε. ενεργοποίηση «σιωπηλών» συνάψεων, στ. αλλαγής της «βαρύτητας» (ή δυναμικής) κάποιων συνάψεων, ζ. μεταβολές στην αντίληψη αισθητικών ερεθισμάτων στα επίπεδα του ΝΜ οπισθίως της βλάβης (Lewis et al. 2020, De Lahunta et al. 2021).

Περαιτέρω επεξήγηση απαιτείται όσον αφορά τα CPGs. Καταρχάς, τα CPGs είναι αυτοτελή νευρωνικά κυκλώματα που παράγουν επαναλαμβανόμενα μοτίβα κινητικής συμπεριφοράς ανεξαρτήτως αισθητικής διέγερσης ή ανατροφοδότησης (Bucher



► **Βίντεο 6.** Θετικό αντανακλαστικό κάμψης οπίσθιου άκρου και αρνητικός έλεγχος εν τω βάθει αισθητικότητας στο ίδιο άκρο, σε παραπληγικό σκύλο. Θετικός έλεγχος εν τω βάθει αισθητικότητας στο φυσιολογικό πρόσθιο άκρο.

► **Video 6.** Positive hindlimb flexion reflex and negative deep pain perception control in the same limb in a paraplegic dog. Positive deep pain perception test in the normal forelimb.

It should be noted that very often during neurological examination, the positive flexion reflex is mistakenly taken as DPP, so it is necessary to separate these two entities. The presence of a positive flexion reflex does not indicate that an animal has DPP (Fitzmaurice 2010) (► Video 4). Simple flexion of the limb is evidence that the lower motor neurons are intact, which allows the reflex to function without providing information about DPP, which requires communication with higher control centers and thus is not guaranteed by the integrity of the lower motor neurons (LMNs) alone (Fitzmaurice 2010, De Lahunta et al. 2021). DPP is examined by applying a painful stimulus such as the pinching of an interdigital fold or a phalanx with hemostatic forceps (Garosi 2004) (► Video 5). The test is considered positive when the animal expresses a conscious - behavioural response, i.e., head turning towards the stimulus, attempting to bite or screaming (Garosi 2004) (► Video 6). It is important to test both the inner and outer fingers of all limbs, as depending on the findings, information about the location of the lesion can be extracted (Añor 2004). In addition, to ensure that an animal does not have DPP, sensation at the base of the tail should also be tested. The conscious response of the animal to any of the above stimuli implies the presence of DPP (Olby et al. 2020). Therefore, the confirmation that an animal has SW and not ataxia/paresis of other etiology is the absence of DPP.

2009). Τα κυκλώματα αυτά υπάρχουν εκτός των άλλων και στον NM και συμβάλλουν στην δημιουργία κίνησης από τα οπίσθια άκρα (Lewis et al. 2020). Τα CPGs θεωρητικά εκτείνονται κατά μήκος όλου του NM, αλλά κυρίως έχουν μελετηθεί αυτά που βρίσκονται στην οσφυϊκή μοίρα του και αφορούν στα οπίσθια άκρα (Lewis et al. 2020). Έχουν την ικανότητα να δημιουργούν ένα βασικό μοτίβο βάδισης, καθώς και να συντονίζουν το δεξί με το αριστερό άκρο (Lewis et al. 2020). Η κίνηση αυτή μπορεί να δημιουργηθεί ανεξάρτητα από την επικοινωνία με τον εγκέφαλο και επιτυγχάνεται μέσω της συνεργασίας διάμεσων νευρώνων (νευρώνες οι οποίοι μεταδίδουν ερεθίσματα μεταξύ άλλων νευρώνων) και KKN οι οποίοι νευρώνουν τους σκελετικούς μύες (Lewis et al. 2020). Ενώ σε φυσιολογικά ζώα τα CPGs υπόκεινται στον έλεγχο του εγκέφαλου για την έναρξη της δραστηριότητάς τους, σε ζώα με κακώσεις της ΘΟ μοίρας έχει αποδειχθεί πως αποκτούν μεγαλύτερη αυτονομία, συμβάλλοντας στη NB (Lewis et al. 2020). Συμπερασματικά, η ενεργοποίηση των CPGs, φαίνεται να υποβοηθάται από την λειτουργία των διάμεσων νευρώνων του NM, από τις μεταβολές στην διεγερσιμότητα των κινητικών νευρώνων και από την μεταβολή στην αντίληψη των αισθητικών ερεθισμάτων (Lewis et al. 2020).

Η EBAA είναι ο πιο σημαντικός έμμεσος προγνωστικός δείκτης της ανάκτησης εκούσιας περιπατητικότητας σε περίπτωση κάκωσης του NM καθώς σε απουσία της οι πιθανότητες για πλήρη ανάκτηση εκούσιας κίνησης είναι εξαιρετικά μειωμένες (Olby et al. 2004). Για να γίνει κατανοητή η εξήγηση αυτού του φαινομένου, πρέπει πρώτα να αναφερθεί πως οι μεγάλοι μεγέθους εμμύελες νευρικές ίνες που σχηματίζουν τα δεμάτια που συμμετέχουν στη βάδιση, είναι πιο ευαίσθητες στην κάκωση συγκριτικά με τις μικρού μεγέθους αμύελες νευρικές ίνες (Sharp & Wheeler 2005). Οπότε όταν η βλάβη αφορά μέχρι και τις ανθεκτικές αμύελες ίνες, γεγονός που γίνεται αντιληπτό από την έλλειψη EBAA, θεωρείται πως η νευρολογική βλάβη είναι πολύ βαριά (Sharp & Wheeler 2005). Επιπλέον, οι νευράξονες των νευρώνων που είναι υπεύθυνοι για την EBAA πορεύονται στην εσωτερική επιφάνεια της πλάγιας δέσμης της λευκής ουσίας του NM, δηλαδή στα ενδότερα σημεία του, σχηματίζοντας το νωτιαιοθαλαμικό δεμάτιο (Schatzberg et al. 2012). Άρα, σε περίπτωση βαριάς βλάβης αυτών των νευραξόνων, σημαίνει πως συσπάται και βαριά βλάβη στους νευρώνες των περιφερικότερων δεματίων (που είναι εμμύελοι) και είναι υπεύθυνοι για την βάδιση (Schatzberg et al. 2012). Ως εκ τούτου, σε τέτοια ζώα οι πιθανότητες για ανάκτηση της EBAA και της βάδισης είναι

## Pathophysiology

Although the central nervous system is known to have little regenerative capacity, it displays impressive plasticity (Lewis et al. 2020). Plasticity is the reorganization of surviving neurons into a functional circuit that can continue to occur even weeks or months after injury (Jeffery & Blakemore 1999). Studies suggest that recovery of gait can occur through processes such as: a. Regeneration of neuro-axons at the site of injury, b. Restoration of function of intact neuro-axons of upper motor neurons (UMNs) crossing the site of injury, c. more autonomous role of central pattern generator (CPGs); d. changes in excitability of interneurons and LMNs posterior to the injury site; e. activation of «silent» synapses; f. changes in the «gravity» (or dynamics) of some synapses; g. changes in the perception of sensory stimuli at the levels of the SC posterior to the lesion (Lewis et al. 2020, De Lahunta et al. 2021).

Further explanation regarding CPGs is needed. Firstly, CPGs are self-contained neural circuits that produce repetitive patterns of motor behaviour independent of sensory stimulation or feedback (Bucher 2009). These circuits are also present in the SC and contribute to the generation of movement from the hindlimbs (Lewis et al. 2020). CPGs theoretically extend along the entire SC, but those located in the lumbar spine, involving the hindlimbs, have been studied primarily (Lewis et al. 2020). They have the ability to establish a basic walking pattern, as well as coordinate the right and left limbs (Lewis et al. 2020). This movement can be generated independently of brain communication and is achieved through the cooperation of interneurons (neurons that transmit impulses between other neurons) and LMNs that innervate skeletal muscles (Lewis et al. 2020). While in normal animals CPGs are subject to brain control to initiate their activity, they have been shown to gain greater autonomy, contributing to SW (Lewis et al. 2020) in animals with thoracolumbar injury. In conclusion, the activation of CPGs, appears to be assisted by the function of interstitial neurons in the SC, by changes in the excitability of motor neurons and alterations in the perception of sensory stimuli (Lewis et al. 2020).

DPP is the most important indirect predictor of recovery of voluntary ambulation in case of SC injury as in its absence the chances of full recovery of voluntary movement are extremely reduced (Olby et al. 2004). To understand the explanation of this phenomenon, it must first be mentioned that the large-sized myelinated nerve fibres that form the bundles that are involved in gait are more sensitive to injury compared to small-sized unmyelinated

λιγότερες (Schatzberg et al. 2012).

Αξίζει να αναφερθεί ότι σε σκύλους με ΠΜΔ τύπου I κατά Hansen και επακόλουθη απώλεια της EBAA, έπειτα από επέμβαση αποσυμπίεσης, ανακτήθηκε η EBAA και η ικανότητα βάδισης σε ποσοστό 58% (Olby et al. 2003). Αντίθετα, σκύλοι με ΠΜΔ τύπου I κατά Hansen, χωρίς απώλεια EBAA, έπειτα από επέμβαση είχαν ποσοστά επιτυχίας 72-100% (Kerwin et al. 2012).

## Προδιαθέτοντες παράγοντες ανάπτυξης νωτιαίας βάδισης

Πρέπει να αναφερθεί πως η πλειονότητα των κλινικών πληροφοριών για τους σκύλους προέρχεται από περιστατικά ΠΜΔ τύπου I κατά Hansen, καθώς είναι η πιο συχνή πάθηση του NM σε αυτό το είδος (Granger & Carwardine 2014). Αντίθετα, η πιο συχνή αιτιολογία μυελοπάθειας στις γάτες είναι η τραυματική (Granger & Carwardine 2014). Επίσης, στις γάτες υπάρχει έλλειψη βιβλιογραφίας όσον αφορά στους φυσικά προκαλούμενους τραυματισμούς, αφού, εκτός από την έρευνα των Gallucci et al (2021), οι περισσότερες έρευνες είναι πειραματικές (Gallucci et al. 2021).

### 1. Χαρακτηριστικά ζώων

Σε μία έρευνα, το σωματικό βάρος των σκύλων φαίνεται να είναι σημαντικό, καθώς μικρότερου μεγέθους σκύλοι και συγκεκριμένα κάτω των 7,8 κιλών, εμφανίζουν περισσότερες πιθανότητες ανάπτυξης NB (Gallucci et al. 2017). Εικάζεται ότι ίσως είναι πιο εύκολο για τους μικρόσωμους σκύλους να μεταφέρουν παραπάνω βάρος στα πρόσθια άκρα, «αποφορτίζοντας» έτσι τα οπίσθια, πιο αδύναμα άκρα (Lewis et al. 2020). Αντίθετα, ίσως είναι πιο δύσκολο για τους ψηλότερους σκύλους, με πιο υψηλό κέντρο βάρους να έχουν καλή ισορροπία, εμποδίζοντάς τους να ανακτήσουν ικανότητα βάδισης (Lewis et al. 2020). Ακολουθως, με βάση την έρευνα των Gallucci et al (2017), φαίνεται πως νεότεροι σκύλοι, κάτω των 60 μηνών, είναι πιο πιθανό να αναπτύξουν NB, αν και άλλες έρευνες έδειξαν πως η ηλικία είναι άνευ σημασίας (Jeffery et al. 2016) ή πως η νεότερη ηλικία σχετίζεται μόνο με την πιο γρήγορη ανάπτυξη NB (Olby et al. 2003). Πρέπει να σημειωθεί όμως, πως στην έρευνα των Gallucci et al (2017), οι σκύλοι αυτοί είχαν υποβληθεί σε φυσικοθεραπεία, γεγονός το οποίο επηρεάζει την έκβαση. Σχετικά με τις γάτες, μία πειραματική έρευνα έδειξε πως παραπληγικά γατάκια 2 εβδομάδων είχαν μεγαλύτερη πιθανότητα ανάπτυξης NB από παραπληγικές γάτες 12 εβδομάδων (Smith et al. 1982). Συγκεκριμένα, στην

nerve fibres (Sharp & Wheeler 2005). So, when the damage involves up to the resistant unmyelinated fibers, which is perceived by the lack of DPP, it is considered that the neurological damage is very severe (Sharp & Wheeler 2005). Furthermore, the neuro-axons of the neurons responsible for DPP travel on the inner surface of the lateral white matter bundle of the SC, i.e., the innermost parts, forming the spinothalamic bundle (Schatzberg et al. 2012). Therefore, in case of heavy damage to these neuro-axons, it means that there is also heavy damage to the neurons of the more peripheral bundles (which are myelinated) and are responsible for walking (Schatzberg et al. 2012). Therefore, in such animals the chances for DPP recovery and gait are less likely (Schatzberg et al. 2012).

It is worth mentioning that in dogs with Hansen's type I intervertebral disc prolapse (IVDP) and subsequent loss of DPP, DPP and walking ability was recovered in 58% of dogs (Olby et al. 2003) after decompression surgery. In contrast, dogs with Hansen's type I IVDP, without loss of DPP, success rates were 72-100% post surgery (Kerwin et al. 2012).

## Predisposing factors for spinal walking development

It should be noted that the majority of clinical information on dogs comes from cases of Hansen's type I IVDP, as it is the most common pathological condition of the SC in this species (Granger & Carwardine 2014). In contrast, the most common aetiology of myelopathy in cats is traumatic (Granger & Carwardine 2014). Also, in cats there is a lack of literature regarding naturally induced injuries, as, apart from the study by Gallucci et al (2021), most studies are experimental (Gallucci et al. 2021).

### 1. Animals' characteristics

In one study, the body weight of dogs appears to be important, as smaller dogs, specifically under 7.8 kg, are more likely to develop SW (Gallucci et al. 2017). It is speculated that it may be easier for smaller dogs to transfer extra weight to the forelimbs, thus 'offloading' the hind, weaker limbs (Lewis et al. 2020). Contrariwise, it may be more difficult for taller dogs with a higher centre of gravity to have good balance, preventing them from regaining gait ability (Lewis et al. 2020). Subsequently, based on research by Gallucci et al. (2017), it appears that younger dogs, under 60 months old, are more likely to develop SW, although other research has shown that age is irrelevant (Jeffery

εν λόγω μελέτη όλα τα γατάκια 2 εβδομάδων ανέπτυξαν NB, ανεξαρτήτως του αν υποβλήθηκαν ή όχι σε φυσικοθεραπεία (Smith et al. 1982). Αντιθέτως, μόνο οι 3 από τις 5 γάτες 12 εβδομάδων που υποβλήθηκαν σε φυσικοθεραπεία ανέπτυξαν NB, ενώ όσες δεν υποβλήθηκαν δεν ανέπτυξαν NB (Smith et al. 1982).

## 2. Κλινική εικόνα

Η ύπαρξη των ακόλουθων κλινικών σημείων κατά την προσκόμιση ενδεχομένως να μπορεί να δώσει στοιχεία για τη πιθανότητα ανάπτυξης NB. Αρχικά, σύμφωνα με την έρευνα των Lewis & Olby (2017) ιδιαίτερη σημασία φαίνεται να έχει η αυξημένη διάρκεια σπασμού των καμπτήρων μυών των οπισθίων άκρων, καθώς υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ αυτής και της ανάπτυξης κάποιου είδους βλάβης. Οι σπασμοί αυτοί προκλήθηκαν έπειτα από νύξη με καρφίτσα στο κάτω μέρος του ποδιού (Lewis & Olby 2017). Παρόλα αυτά, το εν λόγω πείραμα πραγματοποιήθηκε σε ζώα τα οποία είχαν υποστεί οξεία κάκωση του ΝΜ τουλάχιστον 3 μήνες πριν και με σταθερή κλινική εικόνα, συνεπώς είναι πιθανό η αυξημένη διάρκεια του σπασμού των καμπτήρων μυών των οπισθίων άκρων να μην μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προγνωστικός δείκτης σε πιο πρόσφατα περιστατικά (Lewis & Olby 2017).

Όσον αφορά στις γάτες, σύμφωνα με την έρευνα των Gallucci et al. (2021), η ύπαρξη του παθολογικού αντανακλαστικού της υπερέκτασης του ετερόπλευρου οπισθίου άκρου κατά την εκτέλεση του αντανακλαστικού της κάμψης (cross extensor reflex) κατά την προσκόμιση, βρέθηκε να έχει θετική συσχέτιση με την ανάπτυξη NB (Gallucci et al. 2021).

Αξίζει να σημειωθεί πως η ανάκτηση κινητικής δραστηριότητας στον σκύλο παρατηρείται πιο σπάνια σε περιστατικά κάκωσης της σπονδυλικής στήλης τραυματικής αιτιολογίας (Olby et al. 2003). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι σε τέτοιες περιπτώσεις συνήθως προκαλούνται πιο εκτεταμένες ή πολλαπλές κακώσεις, καθώς και διατομή του ΝΜ ή στο ότι σε τέτοιες περιπτώσεις επιλέγεται πιο συχνά η ευθανασία (Olby et al. 2003, Lewis et al. 2020). Άξιο αναφοράς είναι επίσης το γεγονός ότι κακώσεις οπισθίως της ΘΟ μοίρας του ΝΜ δεν καταλήγουν σε NB, αφού τότε επέρχεται βλάβη στο ίδιο το CPG (De Lahunta et al. 2021).

Όσον αφορά στις γάτες, δεν έχει βρεθεί συσχέτιση μεταξύ του επιπέδου της βαρύτητας των συμπτωμάτων και της ανάπτυξης ή όχι NB (Gallucci et al. 2021).

et al. 2016) or that younger age is only associated with more rapid SW development (Olby et al. 2003). It should be noted, however, that in Gallucci et al's (2017) study, these dogs had undergone physiotherapy, which influenced the outcome. In relation to cats, an experimental study showed that 2-week-old paraplegic kittens were more likely to develop SW than 12-week-old paraplegic cats (Smith et al. 1982). Specifically, in this study all 2-week-old kittens developed SW, regardless of whether or not they underwent physiotherapy (Smith et al. 1982). In contrast, only 3 of the 5 12-week-old cats that underwent physiotherapy developed SW, while those that did not, had not developed SW (Smith et al. 1982).

## 2. Clinical presentation

The presence of the following clinical signs at presentation may provide information to the possibility of developing SW. Initially, according to the research of Lewis & Olby (2017) of particular importance appears to be the increased duration of flexor muscle spasm in the hindlimbs, as there is a positive correlation between this and the development of some form of gait. These spasms were elicited following pinpointing of the bottom of the foot (Lewis & Olby 2017). However, this experiment was performed in animals that had suffered an acute SC injury at least 3 months previously and having a stable clinical presentation, so it is possible that the increased duration of spasm of hind limb flexor muscles may not be used as a predictive marker in more recent cases (Lewis & Olby 2017).

Regarding cats, according to the study by Gallucci et al. (2021), the presence of the cross extensor reflex at the time of presentation was found to have a positive correlation with the development of SW (Gallucci et al. 2021).

It is worth noting that recovery of motor activity in dogs is seen less frequently in cases of spinal cord injury of traumatic origin (Olby et al. 2003). This may be since in such cases more extensive or multiple lesions are usually induced, as well as transection of the SC, or that in such cases euthanasia is more often chosen (Olby et al. 2003, Lewis et al. 2020). It is also worth mentioning that injuries posterior to the thoracolumbar SC do not result in SW, since damage to the CPG itself then occurs (De Lahunta et al. 2021).

In cats, no correlation has been found between the level of symptom severity and the development or not of SW (Gallucci et al. 2021).



### 3. Εργαστηριακές εξετάσεις

Έχουν γίνει προσπάθειες να προσδιοριστούν παράμετροι του αίματος και του εγκεφαλονωτιαίου υγρού οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως προγνωστικοί δείκτες της έκβασης των περιστατικών ζώων χωρίς EBAA, χωρίς όμως αποτέλεσμα (Olby et al. 2020).

### Συχνότητα και χρόνος εμφάνισης νωτιαίας βλάβης

Τα ποσοστά των σκύλων που κατάφεραν να αναπτύξουν NB έπειτα από φυσικά προκαλούμενη βλάβη της ΘΟ μοίρας του ΝΜ και απώλεια της EBAA παρουσιάζουν μεγάλο εύρος και συγκεκριμένα κυμαίνονται από 10% έως 59%. Αυτό ίσως οφείλεται στις διαφορές που εντοπίζονται στον πληθυσμό, στο είδος των κακώσεων και στην πιθανότερη επιλογή της ευθανασίας στις τραυματικές αιτιολογίες κακώσεις (Olby et al. 2003, Gallucci et al. 2017, Hu et al. 2018, Lewis et al. 2019, Lewis et al. 2020). Αξίζει να αναφερθεί σε αυτό το σημείο πως το ψηλότερο ποσοστό ανάπτυξης NB (59%), παρατηρήθηκε σε έρευνα όπου οι σκύλοι υποβλήθηκαν σε εντατική φυσικοθεραπεία (Gallucci et al. 2017). Όσον αφορά την ΠΜΔ τύπου Ι κατά Hansen, το ποσοστό των σκύλων που κατάφεραν να αναπτύξουν NB ήταν 18% - 31% (Olby et al. 2003, Aikawa et al. 2012).

Ο διάμεσος χρόνος εμφάνισης NB στον σκύλο παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση. Ο διάμεσος χρόνος εμφάνισης σε μία έρευνα ήταν 9 μήνες (εύρος: από 4 έως 18 μήνες) ενώ σε μία δεύτερη έρευνα στην οποία οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε φυσικοθεραπεία, διάμεσος χρόνος εμφάνισης ήταν μόλις 75 μέρες (εύρος: από 16 έως 350 μέρες) (Olby et al. 2003, Gallucci et al. 2017). Σε περιστατικά ΠΜΔ τύπου Ι κατά Hansen, ο διάμεσος χρόνος εμφάνισης NB ήταν επίσης 9 μήνες, με εύρος από 2 έως 28 μήνες (Olby et al. 2003, Aikawa T et al. 2012).

Στις γάτες, στην μοναδική κλινική μελέτη διαθέσιμη στη βιβλιογραφία που καταγράφονται περιστατικά με φυσικούς τραυματισμούς, καμία από τις 7 γάτες δεν κατάφερε να αναπτύξει NB (Gallucci et al. 2021). Αντιθέτως, σε 2 πειραματικές έρευνες, βρέθηκε πως το 83%-87,5% γατών ανέπτυξαν NB (Lovely et al. 1986, De Leon et al. 1998).

### Μυελομαλάκυνση

Σκύλοι με απώλεια EBAA κινδυνεύουν να εμφανίσουν μυελομαλάκυνση, για την οποία δεν υπάρχει θεραπεία και οδηγεί συνήθως στο θάνατο του ζώου (Castel et al. 2019). Έχει βρεθεί πως τα πο-

### 3. Laboratory tests

Attempts have been made to identify blood and cerebrospinal fluid parameters that could be used as predictors of outcome in animals without DPP, but without success (Olby et al. 2020).

### Frequency and timing of spinal walking

The percentages of dogs that were able to develop SW after naturally induced damage to the thoracolumbar SC and loss of DPP show a wide range, namely from 10% to 59%. This may be due to differences in population, type of injury and the more likely choice of euthanasia in trauma-induced injuries (Olby et al. 2003, Gallucci et al. 2017, Hu et al. 2018, Lewis et al. 2019, Lewis et al. 2020). It is worth mentioning at this point that the highest rate of SW development (59%) was observed in a study where dogs underwent intensive physiotherapy (Gallucci et al. 2017). Regarding Hansen type I IVDP, the percentage of dogs that managed to develop SW was 18% - 31% (Olby et al. 2003, Aikawa et al. 2012).

The median time of SW presentation in dogs shows great variation. The median presentation time in one study was 9 months (range: 4 to 18 months), while in a second study in which patients underwent physiotherapy, the median time was only 75 days (range: 16 to 350 days) (Olby et al. 2003, Gallucci et al. 2017). In Hansen's type I IVDP cases, the median time of SW presentation was also 9 months, with a range of 2 to 28 months (Olby et al. 2003, Aikawa T et al. 2012).

In cats, in the available in the literature clinical study that is recording cases of physical injuries, none of the 7 cats managed to develop SW (Gallucci et al. 2021). In contrast, in 2 experimental studies, 83%-87.5% of cats were found to develop SW (Lovely et al. 1986, De Leon et al. 1998).

### Myelomalacia

Dogs with DPP loss are at risk of developing myelomalacia, for which there is no cure, and which usually leads the animal to death (Castel et al. 2019). It has been found that rates of myelomalacia due to Hansen's type I IVDP in dogs without DPP range from 9 to 33% (Olby et al. 2020). Clinical signs of myelomalacia may be present at presentation or develop up to 5 days later (Castel et al. 2017). In caudal extension there is loss of spinal reflexes of the hindlimbs, reduced abdominal wall tone, reduced or absent perineal reflex and reduced or absent anal tone (Castel et al. 2017). As myelomalacia extends to the thoracic and cervical SC, there is res-

σοστά μυελομαλάκυνσης λόγω ΠΜΔ τύπου I κατά Hansen σε σκύλους χωρίς EBAA κυμαίνονται από 9 έως 33% (Olby et al. 2020). Τα κλινικά σημεία της μυελομαλάκυνσης μπορεί να υπάρχουν ήδη κατά τη προσκόμιση ή να αναπτυχθούν έως 5 μέρες μετά (Castel et al. 2017). Στην επέκταση ουραίας παρατηρείται απώλεια των νωτιαίων αντανεκλαστικών των οπίσθιων άκρων, μειωμένος τόνος των κοιλιακών τοιχωμάτων, μειωμένο ή απόν περινεϊκό αντανεκλαστικό και μειωμένος ή απόν τόνος του πρωκτού (Castel et al. 2017). Καθώς η μυελομαλάκυνση επεκτείνεται προς τη θωρακική και αυχενική μοίρα του ΝΜ, παρατηρείται αναπνευστική δυσχέρεια λόγω παράλυσης των μεσοπλευρίων μυών, χάνονται τα νωτιαία αντανεκλαστικά των προσθίων άκρων, παρουσιάζεται αμφοτερόπλευρο σύνδρομο Horner και τέλος θάνατος (Castel et al. 2019).

## Υποστηρικτικά μετρά του παραπληγικού ζώου με απώλεια της εν τω βάθει αισθητικότητας του άλγους

Όπως ήδη αναφέρθηκε, το ΚΝΣ χαρακτηρίζεται από πλαστικότητα, και ως εκ τούτου έχει τη δυνατότητα μέσω διαφόρων μηχανισμών να αμβλύνει τις επιπτώσεις από βλάβες που προκύπτουν. Μέσω της πλαστικότητας, και με τη βοήθεια επαναλαμβανόμενης εξωτερικής διέγερσης, οι εναπομείναντες νευρώνες αποκτούν ουσιαστικά νέες λειτουργίες, με αποτέλεσμα να υπάρχει η πιθανότητα αποκατάστασης ακόμα και σε σοβαρές κακώσεις του νωτιαίου μυελού (Sherman & Olby 2004). Όπως είναι γνωστό, η μη χρήση των άκρων οδηγεί σε απώλεια μυϊκής μάζας, μόνιμες συσπάσεις μυϊκών ομάδων και αλλοίωση των αρθρώσεων και των σχετικών δομών (αγκυλώσεις). Η φυσικοθεραπεία θεωρείται κρίσιμη στην αναχαίτιση αυτών των φαινομένων και στην επίτευξη της μέγιστης δυνατής αποκατάστασης (Sherman & Olby 2004).

Μέχρι τώρα, υπάρχουν περιορισμένες κλινικές μελέτες που να αναπτύσσουν και να αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα συγκεκριμένων θεραπευτικών παρεμβάσεων στην ανάπτυξη ΝΒ όσον αφορά σκύλους χωρίς EBAA (Lewis et al. 2020). Ωστόσο, πληροφορίες από πειραματικά μοντέλα και τραυματισμούς σπονδυλικής στήλης ανθρώπων μπορεί να φανούν χρήσιμες για εφαρμογή και στους σκύλους.

Για να επιλεγεί το πιο κατάλληλο πρόγραμμα αποκατάστασης για το κάθε ζώο, πρέπει να ληφθούν υπόψη η ικανότητα περιπατητικότητας και η παρουσία άλλων προβλημάτων υγείας. Σε κάθε

πυρστική δυσχέρεια due to paralysis of the intercostal muscles, loss of spinal reflexes of the forelimbs, bilateral Horner's syndrome and finally death (Castel et al. 2019).

## Supportive measures of the paraplegic animal with loss of deep pain perception

As already mentioned, the CNS is characterised by plasticity, and therefore can mitigate the effects of resulting damage through various mechanisms. Through plasticity, and with the help of repeated external stimulation, the remaining neurons essentially acquire new functions, resulting in the possibility of recovery even in severe spinal cord injuries (Sherman & Olby 2004).

As is well known, disuse of the limbs leads to loss of muscle mass, permanent muscle group contractions and deterioration of joints and associated structures (ankylosis). Physiotherapy is considered critical in arresting these issues and achieving maximum rehabilitation (Sherman & Olby 2004).

To date, there are limited clinical studies developing and demonstrating the efficacy of specific therapeutic interventions in the development of SW in dogs without DPP (Lewis et al. 2020). However, information from experimental models and human spinal cord injuries may be useful for application to dogs.

In order to choose the most appropriate rehabilitation programme for each animal, the following clinical signs should be taken into account: the ability to walk and the presence of other health problems. In any case, the plan must respect the following rules:

1. Existence of supportive care to prevent secondary problems and provide the right environment for rehabilitation.
2. Attempt to halt the progression of damage within the nervous system.
3. Maintain muscle mass and range of motion, maximise plasticity within the nervous system and stimulate proprioceptive neural pathways to relearn normal gait (Sherman & Olby 2004).

## Urination

Injury to the thoracolumbar spine resulting in SW, will lead to subsequent bladder dysfunction due to damage to the sphincter UMNs, their continued increased tone and subsequent incontinence from retention (Granger et al. 2020). Because of this, the animal is exposed to the risk of lower urinary tract infections, urinary ulcers, bladder wall damage due

περίπτωση, το πλάνο πρέπει να τηρεί τους εξής κανόνες:

1. Ύπαρξη υποστηρικτικής φροντίδας για πρόληψη δευτερευόντων προβλημάτων και παροχή του κατάλληλου περιβάλλοντος για αποκατάσταση.

2. Προσπάθεια αναχαίτισης της εξέλιξης της βλάβης εντός του νευρικού συστήματος.

3. Διατήρηση της μυϊκής μάζας και του εύρους της κίνησης, μεγιστοποίηση της πλαστικότητας εντός του νευρικού συστήματος και διέγερση των ιδιοδεκτικών νευρικών οδών προς επανεκμάθηση του φυσιολογικού βαδίσματος (Sherman & Olby 2004).

## Ούρηση

Κάκωση στη ΘΟ μοίρα της σπονδυλικής στήλης, που θα καταλήξει σε NB, θα έχει και επακόλουθη δυσλειτουργία της ουροδόχου κύστης, λόγω βλάβης των AKN των σφιγκτήρων, συνεχούς αυξημένου τόνου αυτών και συνεπακόλουθης ακράτειας από κατακράτηση (Granger et al. 2020). Εξαιτίας αυτής, το ζώο εκτίθεται σε κίνδυνο ουρολοιμώξεων του κατώτερου ουροποιητικού, ουρο-ελκών, βλάβης του τοιχώματος της ουροδόχου κύστης λόγω υπερέκτασης, ουροπεριτοναίου και, σε πιο σοβαρές περιπτώσεις, βλάβης και του ανώτερου ουροποιητικού (Sherman & Olby 2004). Είναι εμφανές λοιπόν ότι η δυσλειτουργία της ουροδόχου κύστης μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα ζωής του ζώου, οπότε αποτελεί μια επιπλέον πρόκληση για τον κηδεμόνα του και πρέπει να αντιμετωπιστεί.

Τα ζώα, λοιπόν, με NB πρέπει να υφίστανται μηχανική κένωση της ουροδόχου κύστης 3 - 4 φορές την ημέρα (Sherman & Olby 2004). Η κύστη με κατακράτηση που προκύπτει, είναι σκληρή στην ψηλάφηση και η κένωσή της αναμένεται να είναι δύσκολη (Cook et al. 2019). Εναλλακτικά μπορεί να εφαρμοστεί διαλείπων άσηπτος καθετηριασμός της ουρήθρας, αφού μόνιμος καθετηριασμός μπορεί να προκαλέσει δευτερεύουσες επιπλοκές όπως ουρολοιμώξεις και τραυματισμό του τοιχώματος του ουροποιητικού (Sherman & Olby 2004). Κάτι τέτοιο μπορεί να αποτελέσει ούτως ή άλλως παροδική λύση κυρίως σε αρσενικά ζώα, αφού ο καθετηριασμός θηλυκών απαιτεί προχωρημένες δεξιότητες από τον κλινικό (Cook et al. 2019).

Φαρμακευτική αγωγή για να διευκολύνει τη μηχανική κένωση της σπαστικής ουροδόχου κύστης συνήθως απαιτείται στην οξεία φάση της κάκωσης του NM. Ενδεικτικά παρατίθενται τα παρακάτω φάρμακα:

A) Διαζεπάμη 0,25 - 0,5 mg kg<sup>-1</sup> από το στόμα 20 λεπτά προ κένωσης προκαλεί χάλαση του έξω

to overstretching, uroperitoneum and, in more severe cases, damage to the upper urinary tract (Sherman & Olby 2004). It is therefore evident that bladder dysfunction can compromise the quality of life of the animal, so it is an additional challenge for the caretaker and must be addressed.

Animals with SW should therefore undergo mechanical bladder emptying 3 - 4 times a day (Sherman & Olby 2004). The resulting retained bladder is hard in palpation and emptying is expected to be difficult (Cook et al. 2019). Alternatively, intermittent aseptic urethral catheterisation can be performed, as permanent catheterisation can cause secondary complications such as urinary tract infections and urinary wall injury (Sherman & Olby 2004). This may be a temporary solution anyway, especially in male animals, since catheterisation of females requires advanced skills from the clinician (Cook et al. 2019).

To facilitate mechanical emptying of the spastic bladder, meditation is usually required in the acute phase of the SC injury. The following drugs are listed as examples:

A) Diazepam 0.25 - 0.5 mg kg<sup>-1</sup> orally 20 minutes before voiding causes relaxation of the external urethral sphincter (Sherman & Olby 2004) (Granger et al. 2020)

B) Phenoxybenzamine 0.5 mg kg<sup>-1</sup> orally every 8-12 hours causes relaxation of the internal urethral sphincter (Sherman & Olby 2004) (Granger et al. 2020)

C) Other alpha-adrenergic blockers can also be used (e.g., prazosin, alfuzosin) (Olby et al. 2022) (Granger et al. 2020)

There are no studies to support the combination of these drugs. It also appears that their use to facilitate mechanical bladder emptying is not required after a few weeks (Granger et al. 2020). Possible UTI should be treated with appropriate antibiotics following a culture and sensitivity testing (Sherman & Olby 2004). The veterinarian is required to differentiate UTI from subclinical bacteriuria, in which antibiotherapy is rarely required (Weese et al. 2019).

## Defecation

As with urination, the normal function of defecation is also impaired in SC injury (Granger et al. 2020).

In thoracolumbar spine lesions, the resulting problem is the constant tone of the external anal sphincter and the accumulation of feces in the bowel until the increased pressure and distension of the bowel causes reflex involuntary emptying (Granger et al. 2020). The most practical and ef-

σφιγκτήρα της ουρήθρας (Sherman & Olby 2004) (Granger et al. 2020)

Β) Φαινοξυβενζαμίνη 0,5 mg kg<sup>-1</sup> από το στόμα κάθε 8 - 12 ώρες προκαλεί χάλαση του έσω σφιγκτήρα της ουρήθρας (Sherman & Olby 2004) (Granger et al. 2020)

Γ) Άλλοι α αδρενεργικοί αναστολείς μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν (πχ πραζοσίνη, αλφουζοσίνη) (Olby et al. 2022) (Granger et al. 2020)

Δεν υπάρχουν μελέτες που να υποστηρίζουν τον συνδυασμό των φαρμάκων αυτών. Φαίνεται επίσης ότι η χρήση τους για διευκόλυνση της μηχανικής κένωσης της κύστης δεν απαιτείται μετά από κάποιες εβδομάδες (Granger et al. 2020). Πιθανή ουρολοιμώξη πρέπει να αντιμετωπιστεί με τα κατάλληλα αντιβιοτικά, μετά από καλλιέργεια και δοκιμή ευαισθησίας (Sherman & Olby 2004). Ο κτηνίατρος υποχρεούται να διαφοροποιήσει την ουρολοιμώξη από την υποκλινική βακτηριουρία, στην οποία η αντιβιοθεραπεία σπάνια απαιτείται (Weese et al. 2019).

## Αφόδευση

Όπως και με την ούρηση, η φυσιολογική λειτουργία της αφόδευσης επίσης διαταράσσεται σε τραυματισμό του NM (Granger et al. 2020).

Στις κακώσεις της ΘΟ μοίρας, το πρόβλημα που προκύπτει είναι ο συνεχής τόνος του έξω σφιγκτήρα του πρωκτού και η συσσώρευση κοπράνων στο έντερο, μέχρις ότου η αυξημένη πίεση και διάταση του απευθυσμένου από αυτά να προκαλέσει αντανακλαστική ακούσια κένωση (Granger et al. 2020). Η πιο πρακτική και αποτελεσματική αντιμετώπιση της ακράτειας κοπράνων είναι δίαιτα υψηλής θρεπτικής αξίας και χαμηλού υπολείμματος (πχ. gastrointestinal diets, υποαλλεργικές δίαιτες), η οποία μειώνει τόσο τον όγκο όσο και την υγρασία των κοπράνων, οπότε το πρόβλημα γίνεται πιο διαχειρίσιμο (Granger et al. 2020). Υπάρχει, ωστόσο, συζήτηση για την ορθότερη περιεκτικότητα του σιτηρεσίου σε φυτικές ίνες. Επιπλέον, η καθιέρωση ενός καθημερινού προγράμματος μπορεί επίσης να φανεί χρήσιμη στην διαχείριση. Μαζί με την κένωση της ουροδόχου κύστης συνήθως επέρχεται και αφόδευση, γεγονός που μπορεί να υποβοηθηθεί από μια ήπια διέγερση του περινέου (Granger et al. 2020). Για κάποιους σκύλους απαιτείται γεύμα ή άσκηση για να μπορέσουν να αποδεύσουν (Granger et al. 2020). Γενικότερη καθαριότητα και περιποίηση του δέρματος του περινέου είναι απαραίτητη για πρόληψη μολύνσεων και λοιπών δυσμενών καταστάσεων (Granger et al. 2020). Πρέπει να τονιστεί, συνεπώς, ότι πρακτικά δεν επέρχεται ακράτεια κοπράνων και ότι οι αντα-

fective treatment for fecal incontinence is high nutrient and low residue diets (e.g., gastrointestinal diets, hypoallergenic diets), which reduces both the volume and moisture content of feces, so the problem becomes more manageable (Granger et al. 2020). There is, however, debate about the correct fiber content of the ration. In addition, establishing a daily schedule may also be helpful in management. Along with bladder emptying, defecation usually occurs, which can be assisted by gentle stimulation of the perineum (Granger et al. 2020). For some dogs, a meal or exercise is required to enable them to defecate (Granger et al. 2020). General cleaning and grooming of the perineal skin are essential to prevent infections and other adverse conditions (Granger et al. 2020). It should therefore be emphasised that practically no fecal incontinence occurs and that reflex movements of the anal sphincter aid defecation.

From the above, animals with SW are bound to have urination and defecation problems, but these can be managed, at least to some extent.

## Physical rehabilitation

Various techniques have been proposed aiming to help an animal develop SW, but it is not the purpose of this article to discuss physiotherapy in detail.

Although not proven, there is evidence that an intensive rehabilitation program may benefit an animal with DPP loss more than a basic program that includes only passive range of motion and assisted walking (Olby et al. 2022, Lewis et al. 2020).

The programme should start within 1 or 2 weeks after the lesion and last at least 8 weeks (Gallucci et al. 2020). Early initiation of rehabilitation in animals without DPP appears to improve development of SW rates (Olby et al. 2022).

In the literature there are reports of physiotherapy duration ranging from a few days to months (Olby et al. 2022, Gallucci et al. 2020, Gallucci et al. 2017, Lovely et al. 1985, Martins et al. 2021). However, greater intensity (i.e. more days of the week, more physiotherapy sessions and more hydrotherapy sessions on a treadmill under water) is associated with more marked improvement in neurological outcome and shorter time to achieving weight bearing walking (Olby et al. 2022).

Specifically in animals paralysed after Hansen's type I IVDP in the thoracolumbar spine, the reported frequencies of physiotherapy are 1 to 3 times per day for hospitalised patients, 1 to 3 times per week for patients who are going to visit the clinic specifically for the session, and 1 to 5 times per day for patients who do their physiotherapy at home

νακλαστικές κινήσεις του πρωκτικού σφιγκτήρα βοηθούν στην κένωση.

Εκ των προαναφερθέντων, ζώα με NB είναι δεδομένο ότι θα έχουν προβλήματα ούρησης και αφόδευσης, τα οποία όμως, μπορούν να αντιμετωπιστούν, τουλάχιστον ως ένα βαθμό.

## Φυσική αποκατάσταση

Διάφορες τεχνικές έχουν προταθεί που να στοχεύουν στην υποβοήθηση ενός ζώου να αναπτύξει NB, αλλά δεν είναι σκοπός του άρθρου η αναλυτική αναφορά στην φυσικοθεραπεία.

Παρότι δεν είναι αποδεδειγμένο, υπάρχουν ενδείξεις ότι ένα εντατικό πρόγραμμα αποκατάστασης ίσως ευνοήσει ένα ζώο με απώλεια της EBAA περισσότερο, παρά ένα βασικό πρόγραμμα που περιλαμβάνει μόνο παθητικό εύρος κίνησης και υποβοηθούμενη βάδιση (Lewis et al. 2020, Olby et al. 2022).

Το πρόγραμμα πρέπει να ξεκινήσει εντός 1 ή 2 εβδομάδων από τη βλάβη και να διαρκέσει τουλάχιστον 8 εβδομάδες (Gallucci et al. 2020). Η από νωρίς έναρξη της αποκατάστασης σε ζώα χωρίς EBAA φαίνεται να βελτιώνει τα ποσοστά ανάπτυξης NB (Olby et al. 2022).

Στην βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές για διάρκεια φυσικοθεραπείας που κυμαίνεται από κάποιες μέρες μέχρι μήνες (Lovely et al. 1985, Gallucci et al. 2017, Gallucci et al. 2020, Martins et al. 2021, Olby et al. 2022). Πάντως, μεγαλύτερη εντατικότητα (δηλαδή περισσότερες μέρες της εβδομάδας, περισσότερες συνεδρίες φυσικοθεραπείας και περισσότερες συνεδρίες υδροθεραπείας σε διάδρομο κάτω από το νερό) συνδέεται με πιο αξιωματική βελτίωση της νευρολογικής εικόνας και μικρότερο χρόνο προς την επίτευξη βαδίσματος που να φέρει το βάρος του ζώου (weight bearing stepping) (Olby et al. 2022).

Όσον αφορά ειδικότερα σε ζώα που παρέλυσαν μετά από ΠΜΔ τύπου I κατά Hansen στην ΘΟ μοίρα, οι αναφερόμενες συχνότητες φυσικοθεραπείας είναι 1 με 3 φορές την ημέρα για ασθενείς που νοσηλεύονται, 1 με 3 φορές την εβδομάδα για ασθενείς που πρόκειται να επισκέπτονται την κλινική ειδικά για την συνεδρία και 1 με 5 φορές την ημέρα για ασθενείς που κάνουν την φυσικοθεραπεία τους στο σπίτι (Olby et al. 2022).

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα πρωτόκολλα πρέπει να είναι σχεδιασμένα για το κάθε περιστατικό ξεχωριστά (Olby et al. 2022). Επίσης πρέπει να είναι δυναμικά και να τροποποιούνται με την πάροδο του χρόνου και την διαπίστωση βελτίωσης ή μη ανταπόκρισης (Olby et al. 2022).

Παρακάτω αναφέρονται τεχνικές που μπορούν

(Olby et al. 2022).

It is important to note that protocols should be designed for each individual case (Olby et al. 2022). They should also be dynamic and modified over time and as improvement or non-response is noted (Olby et al. 2022).

The techniques that can be used are listed below, in descending order of practicality and convenience.

### Assisted standing

The effect of adding weight on gait recovery is well known (Lovely et al. 1985, Tillakaratne et al. 2001, Edgerton et al. 2007, See & de Leon 2012). Thus, a key part of the rehabilitation programme should be to enabling the animal to support its own weight (Campbell & Huntingford 2016, Olby et al. 2022).

### Exercise (Step training)

Research evaluating walking ability in cats that exercised on a treadmill and in cats not exercised after SC transection (De Leon et al. 1998), showed that the former walked at a higher rate and better than the latter.

Retraining the animal to walk can be done on an electric treadmill and/or through hydrotherapy.

Sensory stimuli applied to the paw play an important role in the physiology of gait (Lovely et al. 1986, Tillakaratne et al. 2002).

Hydrotherapy, which is advisable to precede the use of a land-based treadmill (Spinella et al. 2022), can be done in two forms: walking on a treadmill or swimming (Sherman & Olby 2004).

### Range of motion (ROM)

This is the technique in which the joint is subjected to passive or active flexion and extension. This avoids the adverse effects that would result from immobilisation, which include osteoporosis, morphological and biochemical changes in articular cartilage, loss of muscle elasticity, etc. (Sherman & Olby 2004).

### Medication

Research is ongoing to see if various drugs can be used to facilitate spinal cord stimulation and response to sensory stimuli. These act through serotonergic, noradrenergic or glutaminergic action or, contrastingly, through mobilisation of the inhibitory glycine and GABA neurotransmitters (Edgerton et al. 2008). However, they have not yet been used in daily clinical practice, so we will not expand further (Martins et al. 2022).

να χρησιμοποιηθούν, ταξινομημένες σε φθίνουσα σειρά πρακτικότητας και ευκολίας.

### **Υποβοηθούμενη ορθοστασία**

Η επίδραση που έχει η προσθήκη βάρους στην επανάκτηση της βάρδιας είναι ευρέως γνωστή (Lovely et al. 1985, Tillakaratne et al. 2001, Edgerton et al. 2007, See & de Leon, 2012). Έτσι, βασικό μέρος του προγράμματος αποκατάστασης πρέπει να αποτελεί η προσπάθεια το ζώο να μπορεί να σηρίξει το βάρος του (Campbell & Huntingford 2016, Olby et al. 2022).

### **Άσκηση (Step training)**

Έρευνα που αξιολόγησε την ικανότητα βάρδιας, μετά από διατομή του NM, σε γάτες που έκαναν άσκηση σε διάδρομο και σε γάτες που δεν ασκούσαν (De Leon et al. 1998), έδειξε ότι οι πρώτες περπάτησαν σε μεγαλύτερο ποσοστό και καλύτερα από τις τελευταίες.

Η επανεκμάθηση του ζώου να βαδίζει μπορεί να γίνει σε ηλεκτρικό διάδρομο ή/και μέσω υδροθεραπείας.

Τα αισθητικά ερεθίσματα που ασκούνται στο πέλμα παίζουν σημαντικό ρόλο στη φυσιολογία της βάρδιας (Lovely et al. 1986, Tillakaratne et al. 2002). Η υδροθεραπεία, η οποία καλό είναι να προηγείται της χρήσης χερσαίου διαδρόμου (Spinella et al. 2022) μπορεί να γίνει σε δύο μορφές: βαδίζοντας σε υδροδιάδρομο ή κολυμπώντας (Sherman & Olby 2004).

### **Εύρος κίνησης (Range of motion, ROM)**

Πρόκειται για την τεχνική κατά την οποία η άρθρωση υπόκειται σε παθητική ή ενεργητική κάμψη και έκταση. Έτσι αποφεύγονται οι δυσμενείς επιπτώσεις που θα προέκυπταν από την ακινητοποίησή της, οι οποίες μεταξύ άλλων συμπεριλαμβάνουν οστεοπόρωση, μορφολογικές και βιοχημικές μεταβολές στον αρθρικό χόνδρο, απώλεια της ελαστικότητας των μυών κ.α (Sherman & Olby 2004).

### **Φαρμακευτική αγωγή**

Συνεχώς ερευνάται αν διάφορες φαρμακευτικές ουσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διευκολύνουν τη διέγερση του νωτιαίου μυελού και την απόκρισή του σε αισθητικά ερεθίσματα. Αυτές δρουν μέσω σεροτονινεργικής, νοραδρενεργικής ή γλουταμινεργικής δράσης ή, αντιθέτως, μέσω κινητοποίησης των ανασταλτικών νευροδιαβιβαστών γλυκίνης και GABA (Edgerton et al. 2008). Ακόμα όμως δεν έχει γίνει χρήση τους στην καθημερινή κλινική πράξη, οπότε δεν θα επεκταθούμε περαιτέρω (Martins et al. 2022).

### **Practice of proprioceptive sensation**

These are exercises designed to increase the proprioception and use of the limbs by the animal. A prerequisite for them to be performed is that the animal can carry enough of its own weight and can walk with some assistance (Sherman & Olby 2004).

### **Dorsal stimulation**

Electrode placement and tonic stimulation of the dorsal surface of the lumbosacral spine can induce movements in animals with a complete SC dissection (Edgerton et al. 2008). Studies in rats have shown that combining this method with drugs has a synergistic effect in achieving movement (Edgerton et al. 2008). Other forms of electrical stimulation incorporated into the rehabilitation program also appear to aid in the recovery of gait, such as Interferential Electrical Stimulation (IES), Functional Electrical Stimulation (FES), and Transcutaneous Electrical Spinal Cord Stimulation (TESCS) (Martins et al. 2021).

## **Effectiveness of rehabilitation techniques**

Indications of improvement and recovery of SW in the course of rehabilitation are the lack of need for stimulation of the perineal reflex in order for the animal to stand/move, the lack of need for external assistance for the initial flexion of the hindlimbs, achieving more weight-bearing steps, improved gait quality and duration, the ability to walk at higher treadmill speeds, no need for external weight support and more correct foot positioning (Lovely et al. 1985, de Leon et al. 1998, See & de Leon, 2012). As already mentioned, the time required to achieve SW varies (Lovely et al. 1985, Gallucci et al. 2017, Gallucci et al. 2020, Martins et al. 2021, Olby et al. 2022), so the perception of some of the clinical signs above should alert the clinician to a possible positive outcome and encourage them to continue the rehabilitation effort.

In a study by Gallucci et al. (2017) including 81 dogs without DPP who underwent a rehabilitation programme, 59% of them developed SW over an average of 75 days. In a later study by Gallucci et al. in 2021, 45% of cats were found to have developed SW with an average duration of rehabilitation of 46 days (and range 15-302 days). It therefore appears that about half of the animals that underwent physiotherapy developed SW.

### **Εξάσκηση της ιδιοδεκτικής αισθητικότητας**

Πρόκειται για ασκήσεις που αποσκοπούν στην αύξηση της ιδιοδεκτικότητας και χρήσης των άκρων από το ζώο. Προϋπόθεση για να εκτελεστούν, είναι να μπορεί το ζώο να φέρει αρκετό από το βάρος του και να μπορεί να περπατά με κάποια βοήθεια (Sherman & Olby 2004).

### **Ραχιαία διέγερση**

Η τοποθέτηση ηλεκτροδίων και η τονική διέγερση της ραχιαίας επιφάνειας της οσφυοϊεράς μοίρας της σπονδυλικής στήλης μπορεί να προκαλέσει κινήσεις σε ζώα με πλήρη διατομή του ΝΜ (Edgerton et al. 2008). Μελέτες σε αρουραίους έδειξαν ότι ο συνδυασμός της μεθόδου αυτής μαζί με φάρμακα έχει συνεργικό αποτέλεσμα στην επίτευξη κίνησης (Edgerton et al. 2008). Άλλες μορφές ηλεκτροδιέγερσης ενσωματωμένες στο πρόγραμμα αποκατάστασης φαίνεται επίσης να βοηθούν στην επανάκτηση της βάδισης, όπως η Interferential Electrical Stimulation (IES), Functional Electrical Stimulation (FES), και Transcutaneous Electrical Spinal Cord Stimulation (TESCS) (Martins et al. 2021).

## **Αποτελεσματικότητα τεχνικών αποκατάστασης**

Ενδείξεις βελτίωσης και ανάκτησης ΝΒ στην πορεία της αποκατάστασης είναι η μη ανάγκη διέγερσης του περινεϊκού αντανακλαστικού για να σταθεί/κινηθεί το ζώο, η μη ανάγκη εξωτερικής υποβοήθησης της αρχικής κάμψης των οπισθίων άκρων, η επίτευξη περισσότερων βημάτων που φέρουν το βάρος του, η βελτίωση της ποιότητας και διάρκειας του βαδίσματος, η ικανότητα βάδισης σε μεγαλύτερες ταχύτητες του διαδρόμου, η μη ανάγκη εξωτερικής υποστήριξης του βάρους και η ορθότερη τοποθέτηση του πέλματος (Lovely et al. 1985, de Leon et al. 1998, See & de Leon, 2012). Όπως ήδη αναφέρθηκε, ο χρόνος που απαιτείται για την επίτευξη ΝΒ ποικίλλει (Lovely et al. 1985, Gallucci et al. 2017, Gallucci et al. 2020, Martins et al. 2021, Olby et al. 2022), οπότε η παρατήρηση κάποιων από τα προαναφερθέντα κλινικών σημείων βελτίωσης θα πρέπει να προϋποθέτει τον κλινικό για πιθανή θετική έκβαση και να τον προτρέπει στη συνέχιση της προσπάθειας αποκατάστασης.

Σε έρευνα των Gallucci et al. (2017) που συμπεριέλαβε 81 σκύλους χωρίς ΕΒΑΑ, οι οποίοι υποβλήθηκαν σε πρόγραμμα αποκατάστασης, το 59% αυτών ανέπτυξε ΝΒ σε διάστημα κατά μέσο όρο 75 ημερών. Σε μεταγενέστερη έρευνα των Gallucci et al. το 2021, βρέθηκε ότι το 45% των γατών ανέπτυξε ΝΒ με μέσο όρο διάρκειας της αποκατάστασης τις 46 ημέρες (και εύρος 15-302 ημέρες). Φαίνεται

## **Conclusions**

In conclusion, dogs and cats that suffer an acute injury to the thoracolumbar SC that causes loss of DPP are likely to develop SW. While this is attributed to the plasticity of the nervous system, it can also be assisted by a physical rehabilitation programme designed according to the needs of each animal, which both prepares the animal's musculoskeletal system and assists the development of the physiological changes responsible for SW. SW offers potential in terms of walkability of the animal, but restoration of normal urination should not be expected. However, urinary and fecal incontinence could be managed by a dedicated caretaker, determined to find the right programme to suit their animal.

### **Conflict of interest**

The authors declare that there is no conflict of interest.

λοιπόν ότι περίπου τα μισά ζώα που υποβλήθηκαν σε φυσικοθεραπεία ανέπτυξαν NB.

## Συμπεράσματα

Εν κατακλείδι, σκύλοι και γάτες που υφίστανται οξεία κάκωση στη ΘΟ μοίρα του ΝΜ η οποία προκαλεί απώλεια της ΕΒΑΑ, έχουν πιθανότητα να αναπτύξουν NB. Αυτό ενώ αποδίδεται στην πλαστικότητα του νευρικού συστήματος, μπορεί να υποβοηθηθεί και από ένα πρόγραμμα φυσικής αποκατάστασης σχεδιασμένο σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε ζώου, που αφενός να προετοιμάσει το μυοσκελετικό σύστημα του ζώου και αφετέρου να συνδράμει στην ανάπτυξη των φυσιολογικών αλλαγών που ευθύνονται για τη NB. Η NB προσδίδει προοπτικές όσον αφορά στην περιπατητικότητα του ζώου, ωστόσο δεν πρέπει να αναμένεται και αποκατάσταση φυσιολογικής ούρησης. Εντούτοις, η ακράτεια ούρων και κοπράνων θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί από ένα αφοσιωμένο κηδεμόνα, αποφασισμένο να βρεί το σωστό πρόγραμμα που ταιριάζει στο ζώο του.

## Σύγκρουση συμφερόντων

Οι συγγραφείς δηλώνουν ότι δεν υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων.



### Υπεύθυνη αλληλογραφίας:

Αλίκη Γρουτίδου  
alikigroutidou@gmail.com

### Corresponding author:

Aliki Groutidou  
alikigroutidou@gmail.com



## Βιβλιογραφία / References

- Aikawa T, Fujita H, Kanazono S, Shibata M & Yoshigae Y (2012) Longterm neurologic outcome of hemilaminectomy and disk fenestration for treatment of dogs with thoracolumbar intervertebral disk herniation: 831 cases (2000–2007). *J Am Vet Med Assoc* 241, 1617–1626.
- Añor S (2004) Monoparesis. In: *BSAVA Manual of Canine and Feline Neurology*. Platt SR & Olby NJ eds. 3rd ed. BSAVA, Gloucester, UK, pp. 265-279.
- Bucher D (2009) Central pattern generators. In: *Encyclopedia of Neuroscience*. Squire L ed. Elsevier, pp. 691-700.
- Castel A, Olby NJ, Ru H, Mariani CL & Muñana KR, Early PJ (2019) Risk factors associated with progressive myelomalacia in dogs with complete sensorimotor loss following intervertebral disc extrusion: a retrospective case-control study. *BMC Vet Res* 15, 1–9.
- Castel A, Olby NJ, Ru H, Mariani CL & Muñana KR, Early PJ (2017) Clinical Characteristics of Dogs with Progressive Myelomalacia Following Acute Intervertebral Disc Extrusion. *J Vet Intern Med* 31, 1782-1789.
- De Lahunta A, Glass E, Kent M (2021) Lower Motor Neuron: General Visceral Efferent System. In: *de Lahunta's Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology*, 5th ed, Saunders Elsevier, Philadelphia, pp. 203-229.
- De Lahunta A, Glass E, Kent M (2021) Upper Motor Neuron. In: *de Lahunta's Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology*, 5th ed, Saunders Elsevier, Philadelphia, pp. 230-245.
- De Leon RD, Hodgson JA, Roy RR, Edgerton VR (1998) Full weight-bearing hindlimb standing following stand training in the adult spinal cat. *J Neurophysiol* 80(1), 83-91.
- De Leon RD, Hodgson JA, Roy RR & Edgerton VR (1998) Locomotor Capacity Attributable to Step Training Versus Spontaneous Recovery After Spinalization in Adult Cats. *J Neurophysiol* 79, 1329-1340.
- Edgerton VR, Courtine G, Gerasimenko YP, Lavrov I, Ichiyama RM, Fong AJ, Cai LL, Otsoshi CK, Tillakaratne NJ, Burdick JW & Roy RR (2008) Training locomotor networks. *Brain Res Rev* 57(1), 241-254.
- Fitzmaurice S (2010) The neurological examination. In: *Small Animal Neurology*. Nind F ed. Saunders Elsevier, Edinburgh, pp. 6-34.
- Fitzmaurice S (2010) Gait - an introduction. In: *Small Animal Neurology*. Nind F ed. Saunders Elsevier, Edinburgh, pp.181-185.
- Gallucci A, Dragone L, Al Kafaji T, Menchetti M, Del Magno S & Gandini G(2021) Outcome in Cats with Acute Onset of Severe Thoracolumbar Spinal Cord Injury Following Physical Rehabilitation. *Vet Sci* 8(2), 1-11.
- Gallucci A, Dragone L, Menchetti M, Gagliardo T, Pietra M, Cardinali M & Gandini G (2017) Acquisition of Involuntary Spinal Locomotion (Spinal Walking) in Dogs with Irreversible Thoracolumbar Spinal Cord Lesion: 81 Dogs. *J Vet Intern Med* 31, 492-497.
- Garosi L (2004) The neurological examination. In: *BSAVA Manual of Canine and Feline Neurology*. Platt SR & Olby NJ eds. 3rd ed. BSAVA, Gloucester, UK, pp. 1-23.
- Granger N, Carwardine D (2014) Acute Spinal Cord Injury Tetraplegia and Paraplegia in Small Animals. *Vet Clin Small Anim* 44, 1131-1156.
- Granger N, Olby NJ, Nout-Lomas YS & the Canine Spinal Cord Injury Consortium (CANSORT-SCI) (2020) Bladder and Bowel Management in Dogs With Spinal Cord Injury. *Front Vet Sci* 7, 583342.
- Hu HZ, Jeffery ND & Granger N (2018) Somatosensory and motor evoked potentials in dogs with chronic severe thoracolumbar spinal cord injury. *Vet J* 237, 49–54.
- Jeffery ND, Barker AK, Hu HZ, Alcott CJ, Kraus KH, Scanlin EM, Granger N & Levine JM (2016) Factors associated with recovery from paraplegia in dogs with loss of pain perception in the pelvic limbs following intervertebral disk herniation. *J Am Vet Med Assoc* 248, 386–394.
- Jeffery ND, Blakemore WF (1999) Spinal cord injury in small animals 1. Mechanisms of spontaneous recovery. *Veterinary Record* 144, 407–413.
- Kerwin S, Levine M & Hicks D (2012) Thoracolumbar Spine. In: *Veterinary Surgery Small Animal*. Tobias K & Johnston S ed. Saunders Elsevier, Canada, pp. 449-475.
- Lewis MJ, Cohen EB & Olby NJ (2018) Magnetic resonance imaging features of dogs with incomplete recovery after acute, severe spinal cord injury. *Spinal Cord* 56,133-141.
- Lewis MJ, Jeffery ND, Olby NJ & the Canine Spinal Cord Injury Consortium (CANSORT-SCI) (2020) Ambulation in Dogs With Absent Pain Perception After Acute Thoracolumbar Spinal Cord Injury. *FrontVet Sci* 7, 560.
- Lewis MJ, Laber E & Olby NJ (2019) Predictors of response to 4-aminopyridine in chronic canine spinal cord injury. *J Neurotrauma* 36, 1428–1434.
- Lewis MJ & Olby NJ (2017) Development of a clinical spasticity scale for evaluation of dogs with chronic thoracolumbar spinal cord injury. *Am J Vet Res* 78, 854-861.
- Lovely RG, Gregor RJ, Roy RR & Edgerton VR (1986) Effects of training on the recovery of full-weight-bearing stepping in the adult spinal cat. *Experimental Neurology* 92, 421–435.
- Olby N, da Costa R, Levine J, Stein V & the Canine Spinal Cord Injury Consortium (CANSORT SCI) (2020) Prognostic Factors in Canine Acute Intervertebral Disc Disease. *Front Vet Sci* 7, 596059.
- Olby N, Harris T, Burr J, Muñana K, Sharp N & Keene B (2004) Recovery of Pelvic Limb Function in Dogs following Acute Intervertebral Disc Herniations. *J Neurotrauma* 21, 49-59.
- Olby N, Jeffery N (2012) Pathogenesis and Physiology of Central Nervous System Disease and Injury. In: *Veterinary Surgery*:

- Small Animal vol 1. Tobias K & Johnston S eds. Elsevier Saunders, Missouri, pp. 374-511.
- Olby NJ, Levine J, Harris T, Muñana K, Skeen T & Sharp N (2003) Long-term functional outcome of dogs with severe injuries of the thoracolumbar spinal cord: 87 cases (1996–2001). *J Am Vet Med Assoc* 222, 762–769.
  - Olby N, Moore S, Brisson B, Fenn J, Flegel T, Kortz G, Lewis M & Tipold A (2022) ACVIM consensus statement on diagnosis and management of acute canine thoracolumbar intervertebral disc extrusion. *J Vet Intern Med* 36, 1570-1596.
  - Rossignol S, Chau C, Brustein E, Belanger M, Barbeau H & Drew T (1996) Locomotor capacities after complete and partial lesions of the spinal cord. *Acta Neurobiol Exp* 56, 449-463.
  - Rossignol S, Drew T, Brustein E & Jiang W (1999) Locomotor performance and adaptation after partial or complete spinal cord lesions in the cat. *Progress in Brain Research* 123, 349-365.
  - Schatzberg S, Kent M & Platt S (2012) Neurological Examination and Neuroanatomical Diagnosis. In: *Veterinary Surgery: Small Animal*, vol 1. Tobias K & Johnston S eds. Elsevier Saunders, Missouri, pp. 325-340.
  - See PA & de Leon RD (2013) Robotic loading during treadmill training enhances locomotor recovery in rats spinally transected as neonates. *J Neurophysiol* 110, 760-767.
  - Sharp N, Wheeler S (2005) Functional Anatomy. In: *Small Animal Spinal Disorders: Diagnosis and Surgery*. Rodenhuis J ed. 2nd ed. Elsevier Mosby, n.p, pp.1-17.
  - Sherman J, Olby NJ (2004) Nursing and rehabilitation of the neurological patient. In: *BSAVA Manual of Canine and Feline Neurology*. Platt SR & Olby NJ eds. 3rd ed. BSAVA, Gloucester, UK, pp. 394-407.
  - Smith JL, Smith LA, Zernicke RF & Hoy M (1982) Locomotion in exercised and nonexercised cats cordotomized at two or twelve weeks of age. *Experimental Neurology* 76(2), 393-413.
  - Tefend Campbell M & Huntingford J (2016) Nursing Care and Rehabilitation Therapy for Patients with Neurologic Disease. In: *Practical Guide to Canine and Feline Neurology*. Dewey & da Costa eds. 3rd ed, Wiley, Iowa, pp. 559-584.
  - Tillakaratne NJ, de Leon RD, Hoang TX, Roy RR, Edgerton VR, Tobin AJ (2002) Use-dependent modulation of inhibitory capacity in the feline lumbar spinal cord. *J Neurosci* 22, 3130-3143.
  - Weese J.S, Blondeau J, Boothe D, Guardabassi L.G, Gumley N, Papich M, Jessen L.R, Lappin M, Rankin S, Westropp J.L, Sykes J (2019) International Society for Companion Animal Infectious Diseases (ISCAID) guidelines for the diagnosis and management of bacterial urinary tract infections in dogs and cats, *The Veterinary Journal* 247, 8-25.