



Διάγνωση ρήξης του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου στο σκύλο

Σύγχρονες χειρουργικές θεραπευτικές επιλογές για την αντιμετώπισή της



Δανούφδης Τ.
Κτηνίατρος
Ελεύθερος επαγγελματίας
Παραδείσου 48. 152 33
Χαλάνδρι
vetclin@hol.gr
Τηλ.:210-6800758

> Περίληψη

Η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι μία από τις συχνότερες ορθοπαιδικές παθήσεις του σκύλου, που συνήθως οφείλεται σε προοδευτική, αγνώστου αιτιολογίας, εκφύλιση του. Σπάνια, μπορεί να προκληθεί από τραυματισμό, όπως συμβαίνει στον άνθρωπο. Η διάγνωση γίνεται μετά από τη λήψη λεπτομερούς ιστορικού, επισκόπησης του σκύλου και εξέτασης της άρθρωσης. Η εκτέλεση δύο ορθοπαιδικών δοκιμασιών, της συρταρωτής κίνησης και της πρόσθιας μετατόπισης – ολίσθησης της κνήμης, είναι οι πιο βασικές. Πρέπει πάντα να λαμβάνονται ακτινογραφίες του γόνατος για να αποκλείονται άλλες παθολογικές καταστάσεις και, επίσης, να λαμβάνονται πληροφορίες σ' ότι, αφορά τη χρονιότητα της ρήξης. Η θεραπεία της ρήξης του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι συντηρητική ή χειρουργική. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται πολλές χειρουργικές τεχνικές για τη θεραπεία, χωρίς να υπάρχει, μέχρι σήμερα, μελέτη που να αποδεικνύει ότι κάποια τεχνική είναι καλύτερη από την άλλη. Στο γεγονός αυτό οφείλεται και η αντιπαράθεση των ορθοπαιδικών κτηνιάτρων για την επιλογή της καλύτερης τεχνικής.

> Εισαγωγή

Η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (ΠΧΣ) είναι μια από τις συχνότερες ορθοπαιδικές παθήσεις του σκύλου και η συχνότερη αιτία χλωότητας, η οποία οφείλεται σε παθολογικά αίτια της άρθρωσης του γόνατος. Έχει υπολογιστεί ότι η οικονομική δαπάνη των ιδιοκτητών σκύλων για το σύνολο των χειρουργικών επεμβάσεων που αφορούσαν την αποκατάσταση της ρήξης του ΠΧΣ, το έτος 2003 στις Η.Π.Α, ήταν 1 δισεκατομμύριο δολάρια.¹

Αν και η ρήξη του ΠΧΣ μπορεί να προκληθεί από τραυματισμό, συνήθως οφείλεται σε προοδευτική, αγνώστου αιτιολογίας εκφύλιση του συνδέσμου, η οποία οδηγεί σε μερική ή σε ολική ρήξη. Συνέπεια της ρήξης είναι η αστάθεια της άρθρωσης, η πιθανή κάκωση του έσω μηνίσκου και, τελικά, η οστεοαρθρίτιδα.

Από την πάθηση προσβάλλονται, συνήθως, σκύλοι μέσης ηλικίας μεγαλόσωμων φυλών. Η μεγαλύτερη συχνότητα προσβολής παρατηρείται στις φυλές Newfoundland, Rottweiler, Labrador Retriever, American Staffordshire Terrier, Mastiff και Saint Bernard.²

Οι σκύλοι που υφίστανται ρήξη του ΠΧΣ στο ένα άκρο, έχουν πιθανότητες σε ποσοστό 37% να υποστούν ρήξη του ΠΧΣ και στο άλλο άκρο, σε χρονικό διάστημα κατά μέσον όρο 17 μηνών, μετά τη διάγνωση της πρώτης ρήξης.³

Η θεραπεία της ρήξης του ΠΧΣ είναι συντηρητική ή χειρουργική. Η συντηρητική θεραπεία βασίζεται στην αλλαγή του τρόπου ζωής, στην απώλεια βάρους και στη χορήγηση μη στεροειδών αντιφλεγμονωδών φαρμάκων. Σύμφωνα με μια μελέτη, η συντηρητική θεραπεία, σε σκύλους με σωματικό βάρος μικρότερο των 15 kg, οδήγησε σε αποδεκτή λειτουργία του άκρου σε ποσοστό 84%-90% των περιστατικών. Αντίθετα, οι σκύλοι με σωματικό βάρος μεγαλύτερο των 15 kg παρουσίασαν βελτίωση της χλωότητας σε ποσοστό μόνο 13%.⁴ Η χειρουργική θεραπεία περιλαμβάνει τεχνικές που αποσκοπούν στην παθητική σταθεροποίηση της άρθρωσης με αυτομόσχευμα ή συνθετικό ράμμα, και σε τεχνικές που αποσκοπούν στην δυναμική σταθεροποίηση της άρθρωσης, μεταβάλλοντας τη γωνία κλίσης του πλατό της κνήμης σε σχέση με τον μηχανικό άξονά της, ή τη γωνία του επιγονατιδικού συνδέσμου σε σχέση με το επίπεδο του πλατό της κνήμης.

🔑 Λέξεις- κλειδιά

- πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος,
- εξωαρθρική τεχνική,
- μετάθεση του κνημιαίου κυρτώματος,
- οστεοτομία,
- σκύλος



Τα τελευταία 50 χρόνια έχει περιγραφεί ένας μεγάλος αριθμός χειρουργικών τεχνικών, αλλά καμία από αυτές δεν έχει σταθερά κλινικά αποτελέσματα.

> Διάγνωση

Παρατηρούνται δύο κατηγορίες σκύλων με ρήξη του ΠΧΣ. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι σκύλοι με οξεία ολική ρήξη και στη δεύτερη οι σκύλοι με μερική ρήξη.

Οι σκύλοι με οξεία ολική ρήξη προσκομίζονται με ιστορικό μέτριας ή έντονης χωλότητας, που εμφανίστηκε αιφνίδια μετά από άσκηση ή κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής δραστηριότητας του σκύλου.

Το μεγαλύτερο ποσοστό μεγαλόσωμων και γιγαντώσων φυλών σκύλων υφίστανται αρχικά μερική ρήξη, που ακολουθεί μια χρόνια πορεία με ήπια χωλότητα. Αιφνίδια, κατά τη φυσιολογική δραστηριότητα του ζώου η μερική ρήξη καθίσταται ολική.

Η διάγνωση της μερικής ρήξης είναι δύσκολη. Ο ιδιοκτήτης αναφέρει, συνήθως, ήπια χωλότητα το πρωί μετά την ανέγερση από τον ύπνο, η οποία εξαφανίζεται μετά από μερικούς βηματισμούς και εμφανίζεται πάλι μετά από έντονη άσκηση. Η χωλότητα, συνήθως, εξαφανίζεται με τη χορήγηση μη στεροειδών αντιφλεγμονωδών φαρμάκων. Σε κάποια χρονική στιγμή παρατηρείται οξεία επιδείνωση, η οποία οφείλεται στην ολική ρήξη του ΠΧΣ ή σε κάκωση του έσω μηνίσκου.

Η κλινική εξέταση περιλαμβάνει την επισκόπηση του ζώου κατά τη βάδιση, κατά τη στάση σε όρθια και σε καθιστή θέση, καθώς επίσης, την ψηλάφη-

ση.

Κατά την επισκόπηση σε βάδιση εκτιμάται ο βαθμός χωλότητας και διαφοροποιούνται προβλήματα νευρολογικής αιτιολογίας (αστάθεια, αταξία). Μερικές φορές, μετά από πρόσφατη ρήξη του ΠΧΣ, ακούγεται ένας χαρακτηριστικός ήχος, «κλικ», καθώς ο σκύλος βάζει βάρος στο πάσχον άκρο. Ο ήχος αυτός οφείλεται στην συμπίεση του έσω μηνίσκου μεταξύ του έσω κονδύλου του μηριαίου οστού και του πλατό της κνήμης.

Με την επισκόπηση σε όρθια θέση μπορεί να παρατηρηθούν ανατομικές δυσμορφίες στα οπίσθια άκρα, όπως είναι η υπερέκταση του γόνατος και του ταρσού και το ραιβό γόνατο. Οι παραμορφώσεις αυτές θεωρούνται ως προδιαθέτοντες παράγοντες ρήξης του ΠΧΣ.

Η επισκόπηση σε θέση καθίσματος ή η δοκιμασία του καθίσματος είναι χρήσιμη για τη διάγνωση των παθήσεων του γόνατος και του ταρσού. Επί θετικής δοκιμασίας καθίσματος είναι σχεδόν βέβαιο ότι υπάρχουν παθολογικές αλλοιώσεις στην άρθρωση του γόνατος ή στην άρθρωση του ταρσού.

Για την εκτέλεση της δοκιμασίας καθίσματος δίνεται εντολή στο ζώο να καθίσει στα οπίσθια άκρα. Ο φυσιολογικός σκύλος κάθεται με τα γόνατα σε πλήρη κάμψη, με αποτέλεσμα οι πτέρνες να πλησιάζουν το ισχιακό όγκωμα. Επίσης, οι ταρσοί έχουν επαρκή κάμψη, με αποτέλεσμα ο σκύλος να αναπαύεται πάνω στα λαγόνια.

Σε παθολογικές καταστάσεις της άρθρωσης του γόνατος ή του ταρσού, ο σκύλος κάθεται σε θέση ημι-καθίσματος, με αυξημένη την απόσταση μεταξύ της πτέρνας και του ισχιακού ογκώματος ή κάθεται στη μη πάσχουσα πλευρά, βάζοντας το



α



β

Εικόνα 1. α. Κάθισμα φυσιολογικού σκύλου (κάθισμα σε θέση Αιγυπτιακής Σφίγγας).

β. Ημι-κάθισμα σε περίπτωση παθολογικών αλλοιώσεων στην άρθρωση του γόνατος ή του ταρσού. Ο σκύλος κάθεται από τη μη πάσχουσα πλευρά (αριστερή), διατηρώντας το πάσχον άκρο σε σχετική έκταση.



βάρος στο ισχίο και διατηρώντας το πάσχον άκρο σε σχετική έκταση, τόσο στην άρθρωση του γόνατος όσο και στην άρθρωση του ταρσού (Εικόνα 1).

Η ψηλάφηση γίνεται αρχικά σε όρθια θέση. Ψηλαφούνται συγχρόνως τα δύο οπίσθια άκρα για τη διαπίστωση μυϊκής ατροφίας, πόνου, οιδήματος ή απώλειας της ανατομικής συμμετρίας. Οι σκύλοι με χρόνια ρήξη του ΠΧΣ εμφανίζουν ατροφία των καμπτήρων μυών του γόνατος και μία ψηλαφητή διόγκωση του αρθρικού θυλάκου στην εσωτερική επιφάνεια της άρθρωσης. Στη συνέχεια, ο σκύλος τοποθετείται σε πλάγια κατάκλιση με το πάσχον άκρο προς τα πάνω. Γίνεται ψηλάφηση της άρθρωσης του γόνατος για πιθανό οίδημα ή πόνο και ελέγχεται η θέση της επιγονατίδας. Κατόπιν εκτελούνται παθητικές κινήσεις κάμψης και έκτασης, καθώς επίσης κινήσεις στροφής επί τα εντός και επί τα εκτός και εκτιμάται το εύρος τους, όπως και η παρουσία ή μη κριγμού. Μερικές φορές, όταν η άρθρωση εκτείνεται από τη θέση κάμψης ακούγεται ή γίνεται αισθητός ένας ήχος, «κλικ», ο οποίος οφείλεται στη ρήξη του έσω μηνίσκου.

Οι δύο πιο βασικές δοκιμασίες για τη διάγνωση της ρήξης του ΠΧΣ είναι η δοκιμασία της συρταρωτής κίνησης και της πρόσθιας μετατόπισης ή ολίσθησης της κνήμης προς τα εμπρός.

Η δοκιμασία της συρταρωτής κίνησης πρέπει να εκτελείται μετά από ηρέμηση ή γενική αναισθησία. Σε αντίθετη περίπτωση, μπορεί να παρατηρηθούν ψευδώς αρνητικά αποτελέσματα, διότι λόγω του πόνου συσπώνται οι μύες και σταθεροποιείται η άρθρωση. Ψευδώς, αρνητικά αποτελέσματα μπορεί να παρατηρηθούν επίσης σε χρόνια ρήξη του ΠΧΣ, λόγω της περιαρθρικής ίνωσης. Η διαπίστωση συρταρωτής κίνησης είναι παθολογικό εύρημα ρήξης του ΠΧΣ, αν και η απουσία της δεν αποκλείει τη ρήξη.

Για την εκτέλεση της δοκιμασίας της συρταρωτής κίνησης η άρθρωση διατηρείται σε ελαφριά κάμψη (60°). Με το ένα χέρι συλλαμβάνεται σταθερά το περιφερικό τμήμα του μηριαίου οστού, τοποθετώντας τον δείκτη επί της επιγονατίδας και τον αντίχειρα πίσω από το έξω σσημαμοειδές οστάριο. Με το άλλο χέρι πιάνεται το κεντρικό τμήμα της κνήμης με τον δείκτη στο κνημιαίο κύρτωμα και τον αντίχειρα πίσω από την περόνη.

Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας δεν πρέπει να

μεταβάλλονται η γωνία κάμψης και η γωνία στροφής του γόνατος. Διατηρώντας το χέρι που κρατά το μηριαίο οστό σταθερό, ωθείται με το άλλο χέρι η κνήμη προς τα εμπρός και προς τα πίσω, σε σχέση με το μηριαίο. Η μετακίνηση της κνήμης προς τα εμπρός αποτελεί θετικό εύρημα.

Στους νεαρούς σκύλους παρατηρείται φυσιολογική χαλάρωση στην άρθρωση του γόνατος, με αποτέλεσμα ελαφριά συρταρωτή κίνηση. Στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να συγκρίνεται η συρταρωτή κίνηση μεταξύ των δύο γονάτων, για να διαφοροποιηθεί εάν η χαλάρωση είναι παθολογική σε ένα από αυτά.

Σε περιστατικά μερικής ρήξης του ΠΧΣ, η μετακίνηση της κνήμης προς τα εμπρός έχει πολλή μικρή διαδρομή (1-2 mm). Το εύρημα αυτό, σε συνδυασμό με ιστορικό πόνου το πρωί μετά την ανάπαυση και χλωδότητας του άκρου μετά από έντονη άσκηση, αποτελεί σοβαρή ένδειξη μερικής ρήξης του ΠΧΣ.

Η δοκιμασία ολίσθησης της κνήμης προς τα εμπρός μπορεί να γίνει με τον σκύλο σε όρθια θέση ή σε πλάγια κατάκλιση. Κατά τη δοκιμασία, ο δείκτης του ενός χεριού του εξεταστή τοποθετείται κατά μήκος του κνημιαίου κυρτώματος, ενώ ο αντίχειρας και τα υπόλοιπα δάκτυλα πιάνουν το περιφερικό τμήμα του μηριαίου οστού. Με το άλλο χέρι ο εξεταστής συλλαμβάνει το άκρο στα μετατόρια και προκαλεί κινήσεις κάμψης και έκτασης του ταρσού, διατηρώντας την άρθρωση του γόνατος σε σταθερή θέση. Αν ο ΠΧΣ έχει υποστεί ρήξη, ο εξεταστής αντιλαμβάνεται με τον δείκτη που είναι τοποθετημένος στο κνημιαίο κύρτωμα ολίσθηση της κνήμης προς τα εμπρός σε σχέση με το μηριαίο οστό. Εάν υπάρχει περιαρθρική ίνωση παρατηρούνται ψευδώς αρνητικά αποτελέσματα.

Σε διάφορες μελέτες αναφέρεται ότι σε ποσοστό 20-80 % των σκύλων με ρήξη του ΠΧΣ υφίσταται κάκωση του έσω μηνίσκου συγχρόνως ή μετά από μικρό χρονικό διάστημα.⁴ Η κάκωση προκαλείται από τον έσω κόνδυλο του μηριαίου οστού που κατά την προς τα πίσω κίνησή του, κάθε φορά που ασκείται πίεση στην άρθρωση, συμπιέζει και συνθλίβει τον έσω μηνίσκο.

Για την ακτινολογική διάγνωση της ρήξης του ΠΧΣ θα πρέπει να λαμβάνονται ακτινογραφίματα προσθιοπίσθιας και πλάγιας προβολής της άρθρωσης του γόνατος, με τον σκύλο σε βαθιά ηρέμηση ή υπό γενική αναισθησία.

Για την πλάγιο-πλάγια λήψη, ο σκύλος τοποθετείται σε πλάγια κατάκλιση με την πλευρά του πάσχοντος άκρου στο τραπέζι. Έχοντας το άκρο σε ελαφριά κάμψη ή σε φυσιολογική θέση, η δέσμη της ακτινοβολίας επικεντρώνεται στην άρθρωση του γόνατος. Για να επιτευχθεί η συμπροβολή των κονδύλων του μηριαίου οστού, που είναι απαραίτητη, τοποθετείται κάτω από τον ταρσό





Εικόνα 2. Το βέλος (1) δείχνει την απώλεια της ακτινοδιαύγειας στην περιοχή του λιπώδους σώματος. Το βέλος (2) δείχνει την προς τα πίσω μετάθεση της ακτινοδιαφανούς γραμμής του λιπώδους ιστού.



Εικόνα 3. Απεικόνιση ακτινοδιαυγούς περιοχής (βέλος) στο σημείο απόσπασης του θραύσματος επί αποσπαστικού κατάγματος στο σημείο πρόσφυσης του ΠΧΣ στην κνήμη.

μια ακτινοδιαφανής σφήνα, που προκαλεί μικρή ανύψωση της κνήμης και τη φέρνει παράλληλα με την ακτινογραφική κασέτα. Το άλλο οπίσθιο άκρο φέρεται προς τα εμπρός και συγκρατείται σε αυτήν τη θέση.

Για την οπισθιο-πρόσθια λήψη, ο σκύλος τοποθετείται σε στερνική κατάκλιση με το πάσχον άκρο σε πλήρη έκταση.

Τα ακτινογραφικά ευρήματα ποικίλλουν ανάλογα με τη χρονιότητα της ρήξης του ΠΧΣ. Σε οξεία ολική ρήξη, στα πλάγια ακτινογραφήματα απεικονίζεται μετάθεση προς τα πίσω της ακτινοδιαυγούς γραμμής που παριστάνει το πρόσθιο άκρο του λιπώδους ιστού, ο οποίος βρίσκεται μεταξύ της περιτονίας του ιγνυακού μυός και του αρθρικού θυλάκου.⁵ Η μετάθεση της γραμμής οφείλεται στο οίδημα της περιοχής που προκαλεί την προς τα πίσω μετακίνηση της οπίσθιας μοίρας του αρθρικού θυλάκου. Το οίδημα της περιοχής προκαλεί, επίσης, απώλεια της ακτινοδιαύγειας στην περιοχή του λιπώδους σώματος. Τα ακτινολογικά αυτά ευρήματα είναι από τα πιο πρώιμα της ολικής ρήξης του ΠΧΣ (Εικόνα 2).

Σε ζώα μεγαλόσωμων φυλών, ηλικίας μικρότερης των 18 μηνών, δεν συμβαίνει συνήθως ρήξη του ΠΧΣ, αλλά απόσπασση του χιαστού συνδέσμου από τα σημεία των προσφύσεών του. Στις περιπτώσεις αυτές απεικονίζεται μικρό αποσπαστικό οστικό τεμάχιο στην άρθρωση και συχνά μια ακτινοδιαυγής περιοχή στη θέση του οστικού τεμαχίου που αποσπάστηκε. Το εύρημα αυτό είναι παθολογικό αποσπαστικό κατάγματος στο σημείο της πρόσφυσης του ΠΧΣ (Εικόνα 3).

Η χρονιότητα της νόσου προκαλεί αλλοιώσεις οστεοαρθρίτιδας στην άρθρωση με κύριο χαρακτηριστικό τον σχηματισμό οστεοφύτων, πάχυνση του συνδετικού ιστού και σκλήρυνση του υποχονδρικού οστού.

Στα αρχικά στάδια της οστεοαρθρίτιδας, σε πλάγια ακτινογραφήματα, τα οστεόφυτα απεικονίζονται στο έσω και το έξω χείλος της τροχιλίας του μηριαίου οστού, καθώς και στο περιφερικό άκρο της επιγονατίδας. Σε πιο προχωρημένα στάδια



Εικόνα 4. Χρόνια ρήξη του ΠΧΣ. Απεικονίζονται οστεόφυτα στην επιγονατίδα, στους κονδύλους του μηριαίου οστού και στο πλατό της κνήμης. Επίσης απεικονίζεται σκλήρυνση του υποχονδρικού οστού στο μηριαίο οστό και στην κνήμη.



οστεοαρθρίτιδας σε οπισθιο-πρόσθια ακτινογραφήματα, τα οστεόφυτα απεικονίζονται στην περιφέρεια των κονδύλων του μηριαίου οστού και στην περιφέρεια του πλατό της κνήμης. Στο τελικό στάδιο της οστεοαρθρίτιδας ολόκληρη η άρθρωση περιβάλλεται από οστεόφυτα (Εικόνα 4).

> Χειρουργική θεραπεία

Οι κλασικές χειρουργικές τεχνικές για την αποκατάσταση της ρήξης του ΠΧΣ, που αναφέρονται και ως «τεχνικές λειτουργικής σταθεροποίησης», χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τις ενδοαρθρικές και τις εξωαρθρικές. Οι πιο σύγχρονες τεχνικές, που αναφέρονται ως «τεχνικές γεωμετρικής σταθεροποίησης», αποσκοπούν στην αλλαγή της γωνίας κλίσης του πλατό της κνήμης σε σχέση με τον μηχανικό άξονά της ή στην αλλαγή προσανατολισμού του επιγονατιδικού συνδέσμου σε σχέση με το πλατό μετά από οστεοτομία της κνήμης.

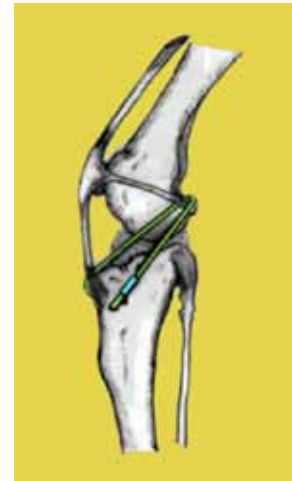
Στις ενδοαρθρικές τεχνικές η σταθεροποίηση της άρθρωσης επιτελείται με ανατομική αντικατάσταση του ΠΧΣ με αυτομόσχευμα. Στην κατηγορία των τεχνικών αυτών περιλαμβάνεται η “Over-the-Top”, στην οποία χρησιμοποιείται αυτομόσχευμα από τον επιγονατιδικό σύνδεσμο και τη μηριαία περιτονία⁶ και η “The Under-and-Over”, στην οποία χρησιμοποιείται αυτομόσχευμα από τη μηριαία περιτονία.⁷ Τα μειονεκτήματα των τεχνικών αυτών είναι ότι το αυτομόσχευμα συχνά υφίσταται ισχαιμική νέκρωση και ρήξη και επιπλέον, έχει μειωμένη αντοχή στις φορτίσεις και τέλος η χειρουργική επέμβαση είναι τεχνικά δύσκολη.⁸

Η εξωαρθρική τεχνική άρχισε να εφαρμόζεται το 1970.⁹ Σήμερα, μετά από αρκετές τροποποιήσεις εφαρμόζεται συχνότερα σε σύγκριση με όλες τις άλλες χειρουργικές τεχνικές.

Η εξωαρθρική τεχνική παρέχει προσωρινή παθητική σταθερότητα στην άρθρωση, εμποδίζοντας την προσθιο-οπίσθια και τη στρωφική κίνηση της κνήμης σε σχέση με το μηριαίο οστό, μέχρι τη δημιουργία περιαρθρικής ίνωσης, που ολοκληρώνεται σε διάστημα 8-10 εβδομάδων.

Τα πλεονεκτήματα της εξωαρθρικής τεχνικής είναι η ευκολία της τεχνικής, ο βραχύς χειρουργικός χρόνος, τα καλά αποτελέσματα, το μικρό ποσοστό επιπλοκών και το χαμηλό κόστος. Από μια πρόσφατη μελέτη διαπιστώθηκε ότι το ποσοστό των ιδιοκτητών που έμειναν ικανοποιημένοι από τη μετεγχειρητική πορεία του σκύλου τους ήταν μεγαλύτερο από 90%.¹⁰

Στις περισσότερες παραλλαγές της εξωαρθρικής τεχνικής χρησιμοποιείται μη απορροφήσιμο συνθετικό ράμμα που η πορεία του αρχίζει από την οπίσθια μοίρα του έξω κονδύλου του μηριαίου οστού, στη συνέχεια διέρχεται εγκάρσια κάτω από τον επιγονατιδικό σύνδεσμο και, εισάγεται από μέσα προς τα έξω διαμέσου ενός αγωγού που



Εικόνα 5: Η πορεία του ράμματος στην εξωαρθρική τεχνική.

έχει διανοιχθεί στο κεντρικό τμήμα του κνημιαίου κυρτώματος, για να επανέλθει τελικά στην εξωτερική πλευρά της άρθρωσης, όπου ενώνεται με το άλλο του άκρο. Το ράμμα σταθεροποιείται στο μηριαίο οστό είτε διερχόμενο γύρω από το έξω σησαμοειδές οστάριο του γαστροκνημίου μύος είτε απ' ευθείας στον κόνδυλο με οστικό άγκιστρο (Εικόνα 5).

Έχουν περιγραφεί πολλές παραλλαγές της εξωαρθρικής τεχνικής που διαφέρουν ανάλογα με το είδος του ράμματος και ανάλογα με τον τρόπο σταθεροποίησης του ράμματος στα οστά.

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε ορθοπαιδικό σύρμα. Το μειονέκτημά του ήταν ότι μετά από 4-6 εβδομάδες σε ποσοστό 80% των περιστατικών το σύρμα έσπαζε ή ολίσθαινε μακριά από το έξω σησαμοειδές οστάριο.

Σήμερα, χρησιμοποιείται ράμμα νάιλον (leader line, fishing line) ή πολυκλώνο ράμμα πολυαιθυλενίου (LigaFiba, fiberwire, OrthoFiber).

Όσον αφορά το νάιλον, για να είναι ασφαλής η πρόσδεση των δύο άκρων του ράμματος μεταξύ τους απαιτούνται πέντε βρόχοι, με συνέπεια τη δημιουργία ευμεγέθους βρόχου που ερεθίζει τους γειτονικούς ιστούς και προκαλεί οίδημα. Για την επίλυση του προβλήματος επινοήθηκαν και χρησιμοποιούνται μεταλλικοί κυλινδρικοί σφιγκτήρες. Μετά τη δίοδο των δύο άκρων του ράμματος διαμέσου του σφιγκτήρα, προκαλείται συμπίση στο τοίχωμα του σφιγκτήρα, με αποτέλεσμα την ασφάλιση του ράμματος. Το μειονέκτημα των σφιγκτήρων είναι ότι αυξάνεται η πιθανότητα θραύσης του ράμματος λόγω συγκέντρωσης φορτίων στο σημείο εισόδου του ράμματος στον σφιγκτήρα ή λόγω κάκωσης του ράμματος κατά τη σύσφιξη του σφιγκτήρα.



Το πολύκλωνο ράμμα πολυαιθυλενίου είναι ανθεκτικότερο από το νάιλον, έχει μικρότερη διάμετρο, έχει μεγαλύτερη αντίσταση στις μολύνσεις και δημιουργείται βρόχος σταθερότερος και μικρότερου όγκου.

Μέχρι σήμερα δεν έχει προσδιοριστεί επακριβώς ο κατάλληλος βαθμός τάσης που πρέπει να έχει το ράμμα.¹¹ Έχει δε διαπιστωθεί, ότι υφίστανται μεγάλες διαφορές μεταξύ των χειρουργών σ' ό,τι αφορά την τάση που πρέπει να εφαρμόζεται κατά τη σύσφιξη του ράμματος. Σε μια πρόσφατη μελέτη διαπιστώθηκε ότι τα ανακόλουθα μετεγχειρητικά αποτελέσματα της εξωαρθρικής τεχνικής οφείλονται, σε μεγάλο βαθμό, στη διαφορά της τάσης σύσφιξης του ράμματος.¹²

Από πρόσφατη μελέτη σύγκρισης της TPLO με την εξωαρθρική τεχνική δεν διαπιστώθηκαν διαφορές μεταξύ τους σ' ό,τι αφορά τη μετεγχειρητική εξέλιξη, που αφορούσε στα κλινικά συμπτώματα και στα ακτινογραφικά ευρήματα.¹³

Το κύριο μηχανικό μειονέκτημα της κλασικής εξωαρθρικής τεχνικής είναι ότι τα σημεία σύνδεσης του ράμματος στα οστά δεν είναι ισομετρικά, δηλαδή τα δύο άκρα του ράμματος δεν διατηρούν στην ίδια απόσταση σε όλο το εύρος των κινήσεων της άρθρωσης. Αυτό έχει ως συνέπεια την παρεμπόδιση της κίνησης της άρθρωσης σε όλο το εύρος της και την υπερφόρτιση του ράμματος.^{14,15,16}

Επειδή η κίνηση της άρθρωσης του γόνατος είναι περίπλοκη, δεν υπάρχουν συγκεκριμένα σημεία στο μηριαίο οστό και ένα στην κνήμη που να είναι απόλυτα ισομετρικά μεταξύ τους. Έχει διαπιστωθεί ότι τα σημεία σταθεροποίησης του ράμματος στην κλασική εξωαρθρική τεχνική, που εντοπίζονται σ' ό,τι αφορά το μηριαίο οστό στο οπίσθιο τμήμα του κονδύλου στο επίπεδο του κεντρικού άκρου του έξω σησαμοειδούς οσταρίου (F1) και σ' ό,τι αφορά την κνήμη στο κνημιαίο κύρτωμα στο επίπεδο της πρόσφυσης του επιγονατιδικού συνδέσμου (T1), είναι τα ολιγότερο ισομετρικά. Τα σημεία που είναι περισσότερο ισομετρικά είναι σ' ό,τι αφορά το μηριαίο οστό το οπίσθιο τμήμα του κονδύλου στο επίπεδο του περιφερικού άκρου του έξω σησαμοειδούς οσταρίου (F2) και σ' ό,τι αφορά την κνήμη το οπίσθιο τοίχωμα της αύλακας του έξω εκτείνοντα τους δακτύλους μυός (T3) (Εικόνα 6). Για τη σταθεροποίηση του ράμματος στο σημείο F2 απαιτείται οστικός αγωγός ή οστικό άγκιστρο και για τη σταθεροποίηση στο σημείο T3 οστική σήραγγα.¹⁷

Μια σύγχρονη παραλλαγή της εξωαρθρικής τεχνικής (TightRope) έχει αρχίσει να εφαρμόζεται με μεγάλη συχνότητα. Στην τεχνική αυτή, η οποία είναι ελάχιστα επεμβατική, χρησιμοποιείται ράμμα από επίπεδη ταινία πολυαιθυλενίου (FiberTape, Arthrex Inc., Naples FL) που τοποθετείται από το μηριαίο οστό στην κνήμη, διαμέσου οστικών ση-



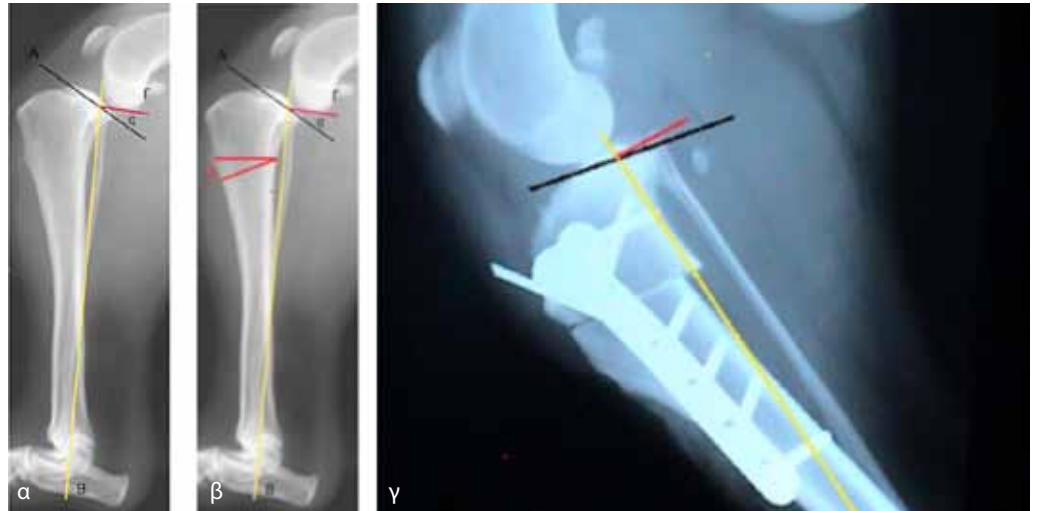
Εικόνα 6. Τα ισομετρικά (F2, T3) και τα μη ισομετρικά (F1, T1) σημεία ακινητοποίησης του ράμματος στο μηριαίο οστό και την κνήμη.

ράγγων και σταθεροποιείται στα οστά με ειδικά «κουμπιά».¹⁷ Τα πλεονεκτήματα της τεχνικής είναι η σταθεροποίηση του ράμματος σε σχεδόν ισομετρικά σημεία στο μηριαίο οστό και στην κνήμη και η υψηλή μηχανική αντοχή του ράμματος. Σε μια μελέτη διαπιστώθηκε ότι τα αποτελέσματα της τεχνικής TightRope τους πρώτους 6 μήνες μετεγχειρητικά δεν διέφεραν από αυτά της TPLO.¹⁸

Από διάφορες κλινικές μελέτες φαίνεται ότι με την εξωαρθρική τεχνική ποσοστό 85%-90% των σκύλων, ανάλογα με τη μελέτη, παρουσιάζουν μετεγχειρητικά φυσιολογικό ή σχεδόν φυσιολογικό βάδισμα.^{19,20} Αντίθετα, σε μια άλλη προοπτική κλινική μελέτη ανάλυσης της λειτουργίας του άκρου με μέτρηση των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους έχοντας, τον σκύλο σε διάδρομο κίνησης, διαπιστώθηκε ότι το ποσοστό των σκύλων που βελτιώθηκε μετά από εξωαρθρική τεχνική ήταν 40% και μόνο το 14,9% επέστρεψε στη φυσιολογική λειτουργία.²¹

Οι επιπλοκές της εξωαρθρικής τεχνικής ταξινομούνται σε επιπλοκές που έχουν σχέση με το είδος του ράμματος ή με την τεχνική της τοποθέτησής του, σε επιπλοκές που έχουν σχέση με τη μόλυνση της άρθρωσης, σε νευρολογικές επιπλοκές, και σε επιπλοκές που έχουν σχέση με την επίδεση και με τη μετεγχειρητική φροντίδα.

Στις επιπλοκές που έχουν σχέση με το είδος του ράμματος και την τεχνική της τοποθέτησής του υπάγονται η θραύση ή η χαλάρωση του ράμματος. Οι κυριότερες αιτίες θραύσης ή χαλάρωσης του ράμματος είναι: η χαμηλή μηχανική αντοχή, η ανελαστικότητα του ράμματος, η μεγάλη τάση κατά τη σύσφιξη του και η έντονη κινητική δραστηριότητα του ασθενούς στην άμεση μετεγχειρητική περίοδο.



Εικόνα 7. α. Η γραμμή Α παριστάνει τον άξονα του πλατό της κνήμης(συνδέει το πρόσθιο με το οπίσθιο όριο του πλατό). Η γραμμή Β παριστάνει τον μηχανικό άξονα της κνήμης (συνδέει το κέντρο στροφής του γόνατος με το κέντρο στροφής του ταρσού). Η γραμμή Γ παριστάνει την κάθετη στον μηχανικό άξονα της κνήμης. Η γωνία α είναι η γωνία κλίσης του πλατό της κνήμης.
β. Η απομάκρυνση σφηνοειδούς τμήματος από την πρόσθια επιφάνεια της κεντρικής μοίρας της διάφυσης της κνήμης με γωνία κορυφής ίση με την α έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της κλίσης της γωνίας του πλατό της κνήμης.
γ. Μετεγχειρητική ακτινογραφία.

Οι επιπλοκές αυτές μπορεί να αντιμετωπισθούν με την επιλογή ράμματος από ανθεκτικότερο υλικό, την τοποθέτησή του σε ισομετρική θέση και τον περιορισμό της κινητικής δραστηριότητας του ασθενή στη μετεγχειρητική περίοδο.

Σε ποσοστό 4% των περιστατικών αναφέρεται μόλυνση της άρθρωσης που χαρακτηρίζεται από την επιδείνωση της χλωδότητας και τη συλλογή υγρού στην αρθρική κοιλότητα.²¹ Συνήθως, τα συμπτώματα εμφανίζονται 3-6 εβδομάδες μετά τη χειρουργική επέμβαση. Για να γίνει διάγνωση απαιτείται μετά από αρθροκέντηση να γίνει ανάλυση και καλλιέργεια του αρθρικού υγρού.

Η συχνότερη νευρολογική επιπλοκή είναι ο τραυματισμός του περωναίου νεύρου που συμβαίνει κατά την πορεία του ράμματος γύρω από το έξω σσημοειδές οστάριο.

Για την ελάττωση του μετεγχειρητικού οιδήματος και του πόνου, προτείνεται η τοποθέτηση ψυχρών επιθεμάτων στην άρθρωση τις πρώτες 24 ώρες. Τα επιθέματα τοποθετούνται κάθε 6 ώρες και συγκρατούνται επί 10 min. Η επίδεση του άκρου για 3-5 ημέρες ελαττώνει τον πόνο και το οίδημα και προφυλάσσει την τομή του δέρματος από τον αυτοτραυματισμό. Η κινητική δραστηριότητα περιορίζεται αυστηρά για διάστημα 4 εβδομάδων. Στη συνέχεια, επιτρέπεται περιορισμένη άσκηση, που προοδευτικά γίνεται εντονότερη. Μετά από 3 μήνες επιτρέπεται η επαναφορά του σκύλου στη φυσιολογική δραστηριότητα.

Οι σύγχρονες μελέτες για τη χειρουργική थे-

ραπεία της ρήξης του ΠΧΣ έχουν επικεντρωθεί στις «τεχνικές γεωμετρικής σταθεροποίησης». Το 1984, ο Slocum περιέγραψε την τεχνική της πρόσθιας κλειστής σφηνοειδούς οστεοτομής της κνήμης (cranial tibial closing wedge osteotomy ή CTWO).²² Ο σκοπός της τεχνικής αυτής είναι η μείωση ή η εξουδετέρωση της δύναμης που προκαλεί τη μετακίνηση της κνήμης προς τα εμπρός κατά τη φόρτιση του άκρου με το βάρος του σώματος. Αυτό επιτυγχάνεται μειώνοντας τη γωνία κλίσης του πλατό της κνήμης, σε σχέση με τον μηχανικό άξονά της, μετά από την απομάκρυνση σφηνοειδούς τμήματος οστού από την πρόσθια επιφάνεια της κεντρικής μοίρας της διάφυσης της κνήμης. Μετά τη διόρθωση της γωνίας κλίσης του πλατό της κνήμης, που καθίσταται σε γωνία περίπου 5° σε σχέση με τον μηχανικό άξονα της κνήμης, τα δύο τμήματα της διάφυσης της κνήμης ακινητοποιούνται με μεταλλική πλάκα που τοποθετείται στην εσωτερική επιφάνεια της κνήμης (Εικόνα 7).

Σε μικρό χρονικό διάστημα μετά την περιγραφή της CTWO, ο ίδιος συγγραφέας περιέγραψε την τεχνική της TPLO (tibial plateau leveling osteotomy), που αποτελεί τροποποίηση της πρώτης. Κατά την τεχνική TPLO εκτελείται κυκλική οστεοτομία στην κεντρική διάφυση της κνήμης και, στη συνέχεια, το κεντρικό τμήμα της οστεοτομίας στρέφεται τόσο ώστε η γωνία μεταξύ του πλατό της κνήμης και του μηχανικού άξονα της κνήμης να γίνει περίπου 6,5° (Εικόνα 8). Αν η διόρθωση της γωνίας κλίσης του πλατό της κνήμης είναι υπερβολική,



Εικόνα 8. Τεχνική TPLO. Μετεγχειρητική πλαγιο-πλάγια ακτινογραφία του γόνατος στην οποία απεικονίζεται η ακτινοειδής φορά της οστεοτομίας και η ακινητοποίηση των οστικών τμημάτων με μεταλλική πλάκα.

τότε μπορεί να προκληθεί κάκωση στον οπίσθιο χιαστό σύνδεσμο.²³

Για τη διασφάλιση καλών αποτελεσμάτων και μείωση των επιπλοκών της TPLO πρέπει να τηρούνται οι αρχές εκτέλεσης οστεοτομιών που είναι ο λεπτομερής προεγχειρητικός σχεδιασμός, η άριστη εκτέλεση της οστεοτομίας, η ασφαλής ακινητοποίηση των δύο οστικών τμημάτων που προκύπτουν από την οστεοτομία και η ταχεία επιστροφή του σκύλου στη φυσιολογική κινητική δραστηριότητα.

Η τεχνική, τα τελευταία χρόνια, έχει υποστεί τροποποιήσεις για τη σύγχρονη αντιμετώπιση εξάρθρηματος της επιγονατίδας και/ή παραμόρφωσης του άκρου.^{24,25}

Τέλος, η ευθυγράμμιση των καταγματικών άκρων και η σταθεροποίηση αυτών έχει βελτιωθεί με την τεχνολογία των ασφαλιζόμενων κοχλίων.²⁶

Το 2002, οι Montavon και Teric παρουσίασαν μία νέα τεχνική για τη χειρουργική θεραπεία της ρήξης του ΠΧΣ που την ονόμασαν ΤΤΑ (tibial tuberosity advancement,). Με την ΤΤΑ επιτυγχάνεται δυναμική σταθεροποίηση της άρθρωσης του γόνατος, χωρίς να απαιτείται η μεταβολή της γωνίας κλίσης του πλατό της κνήμης.^{27,28,29}

Κατά την τεχνική ΤΤΑ, μετά από οστεοτομία του κνημιαίου κυρτώματος στο μετωπιαίο επίπεδο και την απελευθέρωσή του από τη διάφυση της κνήμης, επιτελείται η προώθησή του προς τα εμπρός σε θέση τέτοια που ο επιγονατιδικός σύνδεσμος να σχηματίζει γωνία 90° με το πλατό της κνήμης. Με τον τρόπο αυτόν εξουδετερώνεται η δύναμη της πρόσθιας μετακίνησης της κνήμης, με συνέπεια τη δυναμική σταθεροποίηση της άρθρωσης.

Η τεχνική βασίζεται στην ανάλυση μηχανικών μοντέλων της άρθρωσης του γόνατος του ανθρώπου, όπου διαπιστώθηκε ότι η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στην άρθρωση του γόνατος έχει φορά παράλληλη με τον επιγονατιδικό

σύνδεσμο.³⁰ Επομένως, αν η φορά του επιγονατιδικού συνδέσμου καταστεί κάθετη προς το επίπεδο του πλατό της κνήμης, τότε δεν θα υφίσταται η δύναμη της πρόσθιας μετακίνησης της κνήμης ως συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στην άρθρωση.

Πριν από την εκτέλεση της τεχνικής είναι απαραίτητος ο προεγχειρητικός σχεδιασμός για τον ακριβή υπολογισμό της απόστασης προώθησης του κνημιαίου κυρτώματος και για την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους της μεταλλικής πλάκας.

Για τον προσδιορισμό της απόστασης προώθησης του κνημιαίου κυρτώματος χρησιμοποιείται η μέθοδος της κοινής εφαπτομένης. Κατά τη μέθοδο αυτή λαμβάνεται πλαγιο-πλάγια ακτινογραφία του γόνατος με την άρθρωση σε σχεδόν πλήρη έκταση. Οι κόνδυλοι του μηριαίου οστού πρέπει να συμπροβάλλονται. Μια διαφάνεια με ομόκεντρους κύκλους (KYON, Zurich, Switzerland) συμπροβάλλεται πάνω στην ακτινογραφία και, συγκεκριμένα, στη θέση των κονδύλων του μηριαίου οστού και προσδιορίζεται ο κύκλος που προσαρμόζεται καλύτερα στην οπίσθια επιφάνεια των μηριαίων κονδύλων και, ειδικότερα, στα σημεία που έρχονται σε επαφή με την κνήμη. Σημειώνεται στην ακτινογραφία το κέντρο του κύκλου. Αν οι δύο κόνδυλοι δεν συμπροβάλλονται στην ακτινογραφία, σημειώνεται το κέντρο των δύο κύκλων που αντιστοιχούν στον έσω και στον έξω κόνδυλο και, στη συνέχεια, προσδιορίζεται το μέσον της γραμμής που ενώνει τα δύο κέντρα. Το σημείο αυτό θεωρείται ως το κέντρο του κύκλου των κονδύλων. Για τον προσδιορισμό του κέντρου των κονδύλων της κνήμης, συμπροβάλλεται η διαφάνεια πάνω στους κονδύλους της κνήμης και προσδιορίζεται ο κύκλος που ακολουθεί την περιφέρεια των κονδύλων. Σημειώνεται στην ακτινογραφία το κέντρο του δεύτερου κύκλου. Σχεδιάζεται η γραμμή που ενώνει τα κέντρα των δύο κύκλων. Η κάθετη στη γραμμή που ενώνει τα κέντρα των δύο κύκλων και συγχρόνως διέρχεται



Εικόνα 9: Μέθοδος κοινής επαπτομένης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η προώθηση του κνημιαίου κύρτωματος πρέπει να είναι 12 mm. Από την ίδια ακτινογραφία προσδιορίζεται και το μέγεθος της πλάκας που θα χρησιμοποιηθεί. (στη συγκεκριμένη περίπτωση πλάκα με 7 οπές).



Εικόνα 10. Τεχνική ΤΤΑ. Μετεγχειρητική ακτινογραφία. Η φορά του επιγονατιδικού τένοντα (λευκή γραμμή) έχει καταστεί κάθετη στην κοινή επαπτομένη.

από τα σημεία επαφής του μηριαίου οστού με τη κνήμη ορίζεται ως η κοινή επαπτόμενη. Στη συνέχεια, φέρεται μια γραμμή με αρχή το σημείο έκφυσης του επιγονατιδικού τένοντα στην επιγονατίδα, που έχει κατεύθυνση προς την περιφέρεια και φορά κάθετη στην κοινή επαπτομένη. Από ένα σημείο της γραμμής φέρεται η κάθετη που συναντά το σημείο πρόσφυσης του επιγονατιδικού συνδέσμου στο κνημιαίο κύρτωμα. Το μήκος της γραμμής αυτής αντιστοιχεί με το μήκος που πρέπει να προωθηθεί το κνημιαίο κύρτωμα.³¹ Τέλος, με μία άλλη διαφάνεια (KYON), επί της οποίας είναι σχεδιασμένες οι πλάκες σε όλα τα μεγέθη, συμπεριβάλλεται στην ακτινογραφία για να βρεθεί το μέγεθος της πλάκας που απαιτείται (Εικόνα 9).

Κατά την τεχνική ΤΤΑ εκτελείται επιμήκης οστεοτομία στο κνημιαίο κύρτωμα.³² Στο πιο κεντρικό τμήμα της οστεοτομίας εισάγεται ένας διευρυντήρας, μεγέθους ανάλογου με την απόσταση που πρέπει να προωθηθεί το κνημιαίο κύρτωμα. Το οστεοτομημένο τμήμα του κνημιαίου κύρτωματος ακινητοποιείται στη νέα θέση με μια μεταλλική πλάκα που τοποθετείται στην εσωτερική επιφάνεια της διάφυσης της κνήμης. Στο έλλειμμα

εισάγεται αυτομόσχευμα σπογγώδους οστού ή οστικό αλλομόσχευμα για να επιταχυνθεί η πώρωση (Εικόνα10).

Έχει διαπιστωθεί ότι η ΤΤΑ έχει μικρή καταστροφική δράση στους μηχανισμούς επαφής της άρθρωσης. Αμφότεροι οι μηχανισμοί επαφής της μηριαιοκνημιαίας και επιγονατιδομηριαίας άρθρωσης αποκαθίστανται στο φυσιολογικό μετά την ΤΤΑ. Σε αντίθεση, η εξωαρθρική τεχνική και η τεχνική TPLO διαταράσσουν την επαφή μεταξύ των αρθρικών επιφανειών, προδιαθέτοντας στην εμφάνιση οστεοαρθρίτιδας.

Η ΤΤΑ άρχισε να εφαρμόζεται ευρέως από το 2003 και έχουν δημοσιευτεί τρεις μελέτες σ'ό,τι αφορά τα αποτελέσματα και τις επιπλοκές της τεχνικής.^{33,34,35} Σύμφωνα με αυτές τις μελέτες που αφορούσαν συνολικά 249 περιπτώσεις εφαρμογής της, η συχνότητα επιπλοκών κυμαινόταν από 20% έως 59%. Οι περισσότερες από τις επιπλοκές ήταν ελαφρές (μετεγχειρητικό οίδημα, μώλωπες). Το ποσοστό των σοβαρών επιπλοκών ήταν 12,3% έως 38% (μετεγχειρητική ρήξη του μηνίσκου, μόλυνση, κ.λπ). Το ποσοστό των σκύλων που επαναχειρουργήθηκαν ήταν 11% έως 14%.



> ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Wilke VL, Robinson DA, Evans RB, Rothschild MF, Conzemius MG. Estimate of the annual economic impact of treatment of cranial cruciate ligament injury in dogs in the United States. *J Am Vet Med Assoc*. 2005; 227:1604–7.
2. Duval JM, Budsberg SC, Flo GL, et al. Breed, sex, and body weight as risk factors for rupture of the cranial cruciate ligament in young dogs. *J Am Vet Med Assoc* 215:811, 1999.
3. Doverspike M, Vasseur PB, Harb MF, et al. Contralateral cranial cruciate ligament rupture: incidence in 114 dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 29:167, 1993.
4. Vasseur PB. Clinical results following nonoperative management for rupture of cranial cruciate ligament in dogs. *Vet Surg*. 1984;13, 243–246.
5. Idmer WR, Buckwalter KA, Braunstein EM, et al. Radiographic and magnetic resonance imaging of the stifle joint in experimental osteoarthritis of dogs. *Vet Radiol Ultrasound* 35:371, 1994.
6. Arnoczky SP, Trvin GB, Marshall JL, Saltzman B. The over-the-top procedure, a technique for anterior cruciate ligament substitution in the dog. *J Am Anim Hosp Assoc* 15:283, 1979.
7. Shires PK, Hulse DA, Liu W. The under-and-over fascial replacement technique for anterior cruciate ligament substitution in dogs: a retrospective study. *J Am Anim Hosp Assoc* 20:69–77, 1984.
8. Conzemius MG, Evans RB, Besancon MF, Gordon WJ, Horstman CL, Hoefle WD, et al. Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *J Am Vet Med Assoc*. 2005;226:232–6.
9. DeAngelis M, Lau RE. A lateral retinacular imbrication technique for the surgical correction of anterior cruciate ligament rupture in the dog. *J Am Vet Med Assoc* 57:79, 1970.
10. Tonks CA, Lewis DD, Pozzi A. A review of extra-articular prosthetic stabilization of the cranial cruciate ligament-deficient stifle. *Vet Comp Orthop Traumatol*. 2011;24:167–77.
11. Tonks CA, Pozzi A, Ling HY, Lewis DD. The effects of extra-articular suture tension on contact mechanics of the lateral compartment of cadaveric stifles treated with the TightRope CCL or lateral suture technique. *Vet Surg*. 2010;39:343–9.
12. Dunn AL, Buffa EA, Marchevsky AM, Heller J, Moores AP, Farrell M. Inter- and intra-operator variability associated with extracapsular suture tensioning. An ex vivo study. *Vet Comp Orthop Traumatol*. 2012;25.
13. Au KK, Gordon-Evans WJ, Dunning D, O'Dell-Anderson KJ, Knap KE, Griffon D, et al. Comparison of short- and long-term function and radiographic osteoarthritis in dogs after postoperative physical rehabilitation and tibial plateau leveling osteotomy or lateral fabellar suture stabilization. *Vet Surg*. 2010;39:173–80.
14. Roe SC, Kue J, Gemma J. Isometry of potential suture attachment sites for the cranial cruciate ligament deficient canine stifle. *Vet Compar Orthop Trauma*. 2008;21:215–220.
15. Hulse D, et al. Determination of isometric points for placement of a lateral suture in treatment of the cranial cruciate ligament deficient stifle. *Vet Compar Orthop Trauma* .2010;23:163–167.
16. Roe SC, Kue J, Gemma J. Isometry of potential suture attachment sites for the cranial cruciate ligament deficient canine stifle. *Vet Comp Orthop Traumatol* 21:215, 2008.
17. Cook JL, Luther JK, Beetem J, et al. Clinical comparison of a novel extracapsular stabilization procedure and tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Vet Surg* 39:315–23, 2010.
18. Moore KW, Read RA. Cranial cruciate ligament rupture in the dog: a retrospective study comparing surgical techniques. *Aust Vet J* 72:281, 1995.
19. Gambardella PC, Wallace LJ, Cassidy F. Lateral suture technique for management of anterior cruciate ligament rupture in dogs: a retrospective study. *J Am Anim Hosp Assoc* 31:289, 1985.
20. Conzemius MG, Evans RB, Besancon MF, et al. Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 226:232, 2005.
21. Casale SA, McCarthy RJ. Complications associated with lateral fabellotibial suture surgery for cranial cruciate ligament injury in dogs: 363 cases (1997–2005). *J Am Vet Med Assoc* 234:229, 2009.
22. Slocum B, Devine T. Cranial tibial wedge osteotomy: a technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair. *J Am Vet Med Assoc* 184:564, 1984.
23. Zachos TA, Arnoczky SP, Lavagnino M, et al. The effect of cranial cruciate ligament insufficiency on caudal cruciate ligament morphology: an experimental study in dogs. *Vet Surg* 31:596, 2002.
24. Fitzpatrick N, Johnson J, Hayashi K, Girling S, Yeadon R. Tibial plateau leveling and medial opening crescentic osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs with tibia vara. *Vet Surg*. 2010;39:444–53.
25. Weh JL, Kowaleski MP, Boudrieau RJ. Combination tibial plateau leveling osteotomy and transverse corrective osteotomy of the proximal tibia for the treatment of complex tibial deformities in 12 dogs. *Vet Surg*. 2011;40:670–86.
26. Conkling AL, Fagin B, Daye RM. Comparison of tibial plateau angle changes after tibial plateau leveling osteotomy fixation with conventional or locking screw technology. *Vet Surg*. 2010;39:475–81.
27. Montavon PM, Damur DM, Tepic S. Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate deficient canine stifle. In Proceedings of the 1st World Orthopedic Veterinary Congress, Munich, Germany, September 5–8, 2002 (Abstract).
28. Tepic S, Damur DM, Montavon PM: Biomechanics of the stifle joint. In Proceedings of the 1st World Orthopaedic Veterinary Congress, Munich, Germany, September 5–8, 2002 (Abstract).
29. Tepic S, Montavon PM. Is cranial tibial advancement relevant in the cruciate deficient stifle? In Proceedings of the 12th ESVOT Congress, Munich, Germany, September 10–12, 2004 (Abstract).
30. Nisell R, Németh G, Ohlsén H. Joint forces in the extension of the knee: analysis of a mechanical model. *Acta Orthop Scand* 57:41, 1986.
31. Dennler R, Kipfer NM, Tepic S, Hassig M, Montavon PM. Inclination of the patellar ligament in relation to flexion angle in stifle joints of dogs without degenerative joint disease. *Am J Vet Res*. 2006;67:1849–54.
32. Lafaver S, Miller NA, Stubbs WP, et al. Tibial tuberosity advancement for stabilization of the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle joint: surgical technique, early results, and complications in 101 dogs. *Vet Surg* 36:573, 2007.
33. Vezzoni A. Comparison of tibial plateau leveling osteotomy and tibial tuberosity advancement. In Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Veterinary Orthopedic Society/2nd Annual World Veterinary Orthopaedic Conference, Keystone, Colo, 2006.
34. Hoffmann DE, Miller JM, Ober CP, et al. Tibial tuberosity advancement in 65 canine stifles. *Vet Comp Orthop Traumatol* 19:219, 2006.
35. Lafaver S, Miller NA, Stubbs WP, et al. Tibial tuberosity advancement for stabilization of the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle joint: surgical technique, early results, and complications in 101 dogs. *Vet Surg* 36:573, 2007.
36. Stein S, Schmoekel H. Short-term and eight to 12 months results of a tibial tuberosity advancement as treatment of canine cranial cruciate ligament damage. *J Small Anim Pract* 49:398, 2008.