

ΑΡΧΑΙΑ

ΑΡΧΑΙΑ ΚΑΙ ΝΕΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΑΙ ΛΑΤΙΝΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΑΙ ΑΡΧΑΙΑ
ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΑΙ ΑΡΧΑΙΑ



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



025000200041



610
ΔΑΡ
2003
A

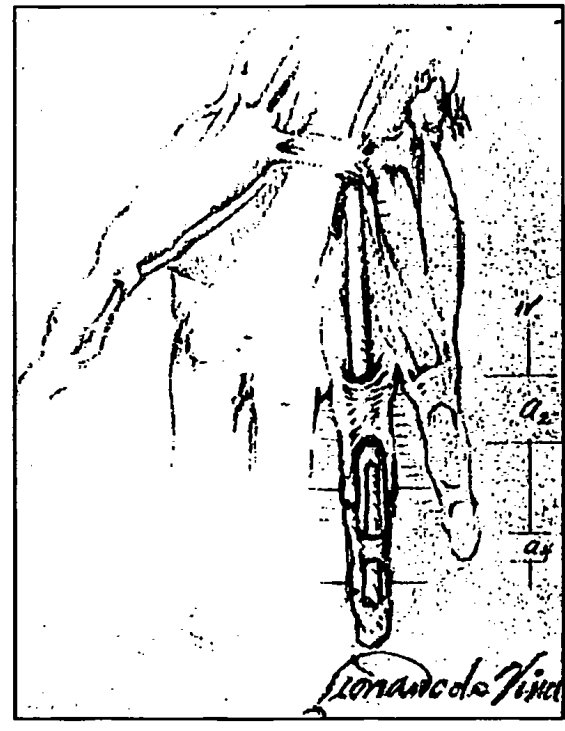
235





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ
ΟΡΘΟΠΑΙΔΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΞΕΝΑΚΗΣ

«ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΜΠΗΤΗΡΩΝ ΤΕΝΟΝΤΩΝ ΣΤΗ ΖΩΝΗ ΙΙ ΤΟΥ ΧΕΡΙΟΥ ΜΕ ΡΑΒΔΟΥΣ ΣΙΛΙΚΟΝΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΑΝΕΒΑ»



ΝΙΚΟΛΑΟΣ Α. ΔΑΡΑΣ
ΙΑΤΡΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

35

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2003



Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από την Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Νόμος 5343/32, άρθρο 202, παράγραφος 2 (νομική κατοχύρωση του Ιατρικού Τμήματος).



Αίτηση εκπόνησης της διδακτορικής διατριβής: 23-8-1999
Ορισμός Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής: 26-11-1999

Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής

Επιβλέπων: **Αλέξανδρος Μπερής**, Καθηγητής Ορθοπαιδικής
Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
Μέλη: **Παναγιώτης Ν. Σουκάκος**, Καθηγητής Ορθοπαιδικής
Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Αθηνών
Θεόδωρος Ξενάκης, Καθηγητής Ορθοπαιδικής
Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Ορισμός Θέματος: 30-11-1999
Κατάθεση διδακτορικής διατριβής: 2-10-2003

Πρόεδρος Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
Επαμεινώνδας Τσιάνος, Καθηγητής Παθολογίας

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή

Αλέξανδρος Μπερής, Καθηγητής Ορθοπαιδικής
Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
Παναγιώτης Ν. Σουκάκος, Καθηγητής Ορθοπαιδικής
Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Αθηνών
Θεόδωρος Ξενάκης, Καθηγητής Ορθοπαιδικής
Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
Αναστάσιος Γεωργούλης, Αναπληρωτής Καθηγητής Ορθοπαιδικής
Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
Ελίζαμπεθ Τζόνσον, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ανατομίας
Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
Μιχαήλ Φατούρος, Αναπληρωτής Καθηγητής Χειρουργικής
Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
Γρηγόριος Μητσιώνης, Επίκουρος Καθηγητής Ορθοπαιδικής
Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Αποδοχή της διδακτορικής διατριβής με βαθμό «Άριστα»



Προαμματέας

Παναγιώτης Τσαγγαλάς



Στους γονείς μου, Αντώνη και Μαρία

Στους δασκάλους μου

*Στη σύζυγό μου Τίνα
και την κόρη μας Άννα-Μαρία*



“Το χέρι είναι προέκταση του νου. Με τις κινήσεις των χεριών ακούν οι κωφοί, με την αίσθηση των ακροδακτύλων βλέπουν οι τυφλοί και με τον γραπτό λόγο επικοινωνούμε με το παρελθόν και εκπέμπουμε στο μέλλον.”

Sterling Bunnell, 1945



Πρόλογος

Η συγγραφή μιας διατριβής είναι κατά βάση μοναχικό έργο. Η ολοκλήρωση της όμως δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την πολύπλευρη συμβολή πολλών ανθρώπων.

Η «περιπέτεια» αυτή ξεκίνησε πριν από τέσσερα χρόνια. Τότε ο Καθηγητής Αλέξανδρος Μπερής μου εμπιστεύθηκε το θέμα της παρούσας διατριβής. Μέχρι την ολοκλήρωση παρεμβλήθηκαν πολυάριθμες συζητήσεις, πολλές ώρες χειρουργείου, πολλές διορθωμένες σελίδες κειμένου και αρκετές παρουσιάσεις σε συνέδρια. Σε όλα αυτά ο επιβλέπων τη διατριβή ήταν πάντα πρόθυμος, παρά το πιεστικό του πρόγραμμα, να συμβάλει με τον πιο ουσιαστικό τρόπο. Από αυτήν τη θέση δεν μπορώ παρά να του εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου τόσο για την καθοδήγησή του όσο και για την ευγένει εκπαιδευσή μου στην Ορθοπαιδική.

Ο Καθηγητής Παναγιώτης Ν. Σουκάκος αγκάλιασε και υποστήριξε τόσο το θέμα όσο και τον υπογράφο, πολύ πέρα από την τυπική του υποχρέωση ως μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής. Είναι εξάλλου γνωστό το πάθος του για την χειρουργική της άκρας χειρός. Η μαθητεία κοντά του είναι τιμή για μένα και του εκφράζω τις ευγνώμονες ευχαριστίες μου.

Η εκπαίδευση στη σύγχρονη πολυσαχδή Ορθοπαιδική απαιτεί από τον εκπαιδευόμενο να διατηρήσει τις ισορροπίες ανάμεσα στην κατάκτηση των βασικών αρχών που την διέπουν και την ενασχόλησή του με τομείς του ιδιαίτερου ενδιαφέροντός του. Ο Καθηγητής Θεόδωρος Ξενάκης ήταν ο άνθρωπος που με την παρουσία του μου θύμιζε την αξία αυτών των ισορροπιών. Με δίδαξε, πέραν των αρχών αυτής της επιστήμης, τον μεθοδικό και οργανωμένο τρόπο προσέγγισης των ασθενών. Για αυτά και για τη συμβολή του στην τριμελή συμβουλευτική επιτροπή του ευχαριστώ θερμά.

Ο Αναπληρωτής Καθηγητής Αναστάσιος Γεωργούλης συνέβαλε σημαντικά αυτά τα χρόνια στην εκπαιδευσή μου και μου προσέφερε απλόχερα εμπειρία στο χώρο των αθλητικών κακώσεων. Του ευχαριστώ θερμά.

Στην Ορθοπαιδική κλινική του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων είχα την τύχη να διδαχθώ από καταξιωμένους χειρουργούς την τέχνη της χειρουργικής της άκρας χειρός. Πέραν από προαναφερθέντες, ο Επίκουρος Καθηγητής Γρηγόρης Μητσιώνης και οι Λέκτορες Αναστάσιος Κορομπιλίας και Μάριος Βεκρής μου μετέφεραν γνώσεις και εμπειρία και υπομονετικά μοιράζονταν τους προβληματισμούς μου καθημερινά. Η ιδιαίτερη ενασχόληση του κυρίου Κορομπιλία με το θέμα της διατριβής αυτής και η εμπιστοσύνη με την οποία με περιέβαλε ήταν έναυσμα για να εμβαθύνω σε πολλές πτυχές του θέματος. Τους ευχαριστώ θερμά.



Θα χρησιμοποιήσω αυτό το βήμα για να ευχαριστήσω επίσης τους Επιμελητές της κλινικής καθώς στην διάρκεια της ειδίκευσής μου, και με την καθημερινή επαφή ήταν η πιο άμεση πηγή άντλησης γνώσεων και εμπειρίας. Με περιέβαλαν από την πρώτη στιγμή με φιλικά αισθήματα και με βοήθησαν να αντεπεξέλθω στις απαιτήσεις της εκπαίδευσης. Θα ήθελα να ευχαριστήσω λοιπόν τους κυρίους Αλέξανδρο Μαυροδουτίδη, Κωνσταντίνο Ζαχαρή, Νικόλαο Γεωργακόπουλο και Χρήστο Παπαγεωργίου. Επίσης τους κυρίους Κωνσταντίνο Σουλιάνη και Ευστάθιο Μόιση με τους οποίους είχα την ευκαιρία να συνεργαστώ προς το τέλος της ειδίκευσής μου.

Η ευασκόληση με την διατριβή απαιτεί χρόνο, ο οποίος συχνά εξασφαλίζεται με την βοήθεια ή την ανοχή των συνειδικευομένων (παρελθόντων και παρόντων). Τους οφείλω ευχαριστίες.

Ευχαριστίες επίσης οφείλονται στους αναισθησιολόγους και το νοσηλευτικό προσωπικό των κλινικών και του χειρουργείου, οι οποίοι ποικιλοτρόπως διευκόλυναν το έργο της συλλογής υλικού για την διατριβή.

Στην ολοκλήρωση της συγγραφής βοήθησαν η κυρία Μάλλιου, φιλόλογος, στη διόρθωση των κειμένων, η κυρία Εξάρχου, γραφίστρια, στην επιμέλεια των σχεδιαγραμμάτων της τεχνικής και η κυρία Παπανικολάου, διοικητική υπάλληλος της κλινικής, στη συγκέντρωση και αρχειοθέτηση των στοιχείων των ασθενών και τις ευχαριστώ.

Η Επίκουρη Καθηγήτρια Παθολογικής Ανατομικής κυρία Μπατιστάτου και ο ειδικευόμενος ιατρός κύριος Μιχαήλ με βοήθησαν στην αξιοποίηση ιστολογικών παρασκευασμάτων και τους ευχαριστώ.

Ο Ομότιμος Καθηγητής James Hunter είναι ο «πατέρας» των σε δύο στάδια ανακατασκευών των καμπτήρων τενόντων. Στις δύο συναντήσεις που είχα μαζί του μου διέθεσε απλόχερα τον χρόνο του και μου μετέφερε πολύτιμες γνώσεις από την 40χρονη εμπειρία του στο θέμα που δεν θα μπορούσα με άλλο τρόπο να αποκτήσω. Για τη γενναιοδωρία του, του είμαι ευγνώμων.

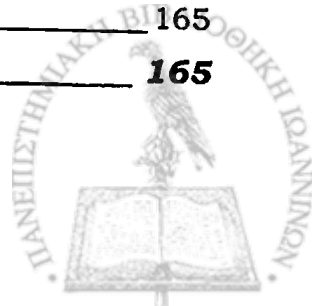
Ευχαριστώ επίσης τη Φωτεινή Μανέ, Βιολόγο MSc, που μου προσέφερε αναπικατάστατη βοήθεια στην συγκέντρωση του υλικού, τη στατιστική του επεξεργασία, τη διόρθωση των κειμένων και ιδιαίτερα όσων αφορούσαν τις εξελίξεις στον τομέα της μοριακής βιολογίας. Επίσης μου προσέφερε χρόνο, υπομονή και συνεχή ευθάρρυνση και υποστήριξη. Τυχάνει, βλέπετε, να είναι και σύζυγός μου.



| | |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| Πρόλογος | 7 |
| Εισαγωγή | 12 |
| ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ | 15 |
| Εμβρυολογία | 16 |
| Διαμόρφωση και διαχωρισμός | 17 |
| Καταβολές | 18 |
| Ανατομία | 21 |
| Εν τω βάθει καμπτήρας | 21 |
| Επιπόλης καμπτήρας των δακτύλων | 23 |
| Μακρός καμπτήρας του αντίχειρα | 24 |
| Οι καμπτήρες τένοντες στο άκρο χέρι | 24 |
| Ελμινθοειδείς μύες | 26 |
| Τενόντια ορογόνα έλυτρα | 27 |
| Ινώδη δακτυλικά έλυτρα | 30 |
| Η αγγείωση των καμπτήρων | 33 |
| Οι ζώνες της άκρας χειρός | 35 |
| Ιστολογία | 37 |
| Εμβιομηχανική | 40 |
| Παράγοντες που επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες των τενόντων | 42 |
| Η φυσιολογία της επούλωσης | 43 |
| Η επούλωση σε μικροσκοπικό επίπεδο | 43 |
| Η επούλωση σε κυτταρικό και μοριακό επίπεδο | 46 |
| Παράγοντες που επηρεάζουν την επούλωση | 49 |
| Η φυσιολογία των συμφύσεων | 50 |
| Γονιδιακές θεραπείες | 51 |
| Πρωτοπαθής αντιμετώπιση διατομών καμπτήρων τενόντων | 53 |
| Ιστορική αναδρομή | 53 |
| Πρωτοπαθής συρραφή καμπτήρων τενόντων | 56 |
| Διατομές καμπτήρων τενόντων στα παιδιά | 63 |
| Δευτεροπαθής αποκατάσταση καμπτήρων τενόντων | 65 |
| Ιστορική αναδρομή | 65 |
| Τενόντια μοσχεύματα σε ένα χρόνο - Ελεύθερα τενόντια μοσχεύματα | 68 |
| Τενοντόλυση | 71 |



| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Ανακατασκευή καμπτήρων τενόντων σε δύο στάδια με τη χρήση ράβδων σιλκόνης _____ | 73 |
| Άλλες μέθοδοι δευτεροπαθούς αποκατάστασης των καμπτήρων τενόντων _____ | 78 |
| ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ _____ | 81 |
| Ιστορική αναδρομή της μεθόδου _____ | 82 |
| Ενδοϋμενικά έναντι εξωϋμενικών τενοντίων μοσχευμάτων _____ | 85 |
| Εισαγωγή στην τεχνική _____ | 89 |
| Ασθενείς _____ | 97 |
| Χειρουργική τεχνική _____ | 101 |
| Στάδιο I _____ | 102 |
| Στάδιο II _____ | 112 |
| Τροποποιήσεις της τεχνικής _____ | 119 |
| Μετεγχειρητική εκτίμηση _____ | 123 |
| Αποτελέσματα _____ | 131 |
| Εύρος κίνησης _____ | 131 |
| Δύναμη δραγμού - σύλληψης _____ | 131 |
| Αποτελέσματα σύμφωνα με τις κλίμακες αξιολόγησης _____ | 131 |
| Αισθητικότητα _____ | 132 |
| Επιπτώσεις στη λειτουργικότητα _____ | 133 |
| Ανακατασκευές σε παιδιά _____ | 134 |
| Επιπλοκές - επανεπεμβάσεις _____ | 136 |
| Διεγχειρητικά προβλήματα _____ | 140 |
| Πτωκά αποτελέσματα _____ | 141 |
| Στατιστική Ανάλυση _____ | 143 |
| Συζήτηση _____ | 151 |
| Τεχνική - μόσχευμα _____ | 151 |
| Σύγκριση αποτελεσμάτων με την τεχνική Hunter _____ | 154 |
| Πλεονεκτούν τα ενδοϋμενικά τενόντια μοσχεύματα; _____ | 155 |
| Σύγκριση με άλλες σειρές της ίδιας μεθόδου _____ | 156 |
| Φλεγμονές - υμενίτιδα _____ | 157 |
| Επίπτωση στη λειτουργικότητα του χεριού _____ | 162 |
| Η τροποποιημένη τεχνική Paneva στα παιδιά _____ | 163 |
| Συνεργασία με τον ασθενή _____ | 165 |
| Συμπεράσματα _____ | 165 |



| | |
|------------------------------------------------|------------|
| Περίληψη | 167 |
| Abstract | 168 |
| Βιβλιογραφία | 170 |
| Παράρτημα | |
| Εικόνες μετεγχειρητικής παρακολούθησης ασθενών | 187 |
| Καταγραφή των στοιχείων | 189 |
| Ασθενείς- Προεγχειρητικά στοιχεία | 191 |
| Ασθενείς- Μετεγχειρητικά στοιχεία | 194 |
| Κλείδα | 197 |
| Στατιστική | 198 |



Εισαγωγή

Η τάση στην ιατρική έρευνα τα τελευταία χρόνια είναι η εφαρμογή των αρχών της «τεκμηριωμένης» ιατρικής (Evidence based medicine). Θεωρούνται ως υψηλής αξιοπιστίας (Class I) μόνο μελέτες που είναι προοπτικές, τυχαιοποιημένες και στις οποίες ο ερευνητής δεν συμμετέχει στην αντιμετώπιση του ασθενούς και συχνά δεν γνωρίζει το είδος αυτής της αντιμετώπισης (Wright, 2000). Και ενώ οι αρχές αυτές είναι εύκολο να εφαρμοστούν σε νοσολογικές οντότητες που επηρεάζουν μεγάλους πληθυσμούς και ως εκ τούτου η συλλογή στοιχείων είναι ευχερής, δεν είναι δυνατόν να εφαρμοστούν όταν μελετάμε σχετικά σπάνιες νοσολογικές οντότητες, για τις οποίες στοιχεία μπορούν να συγκεντρωθούν μόνο μετά από μακροχρόνια μελέτη. Ο τομέας της χειρουργικής των καμπτήρων τενόντων είναι ένας τομέας στον οποίο η εξέλιξη είναι αργή και επίπονη.

Η χειρουργική των καμπτήρων τενόντων του 20^ο αιώνα εμφάνισε μόλις τρεις αλματώδεις εξελίξεις. Κομβικά γι' αυτές τις εξελίξεις ήταν τα άρθρα του Sterling Bunnell στις αρχές του αιώνα, που αφ'ενός καθιέρωσαν τη χρήση τενοντίων μοσχευμάτων και έθεσαν τις αρχές της χειρουργικής θεραπείας των καμπτήρων τενόντων, αλλά από την άλλη προέβαλαν την αρχή της «απροσπέλαστης περιοχής» ('no man's land') στην ζώνη 2 καθυστερώντας έτσι δραματικά τις εξελίξεις στις τεχνικές της πρωτοπαθούς συρραφής των διατομών των καμπτήρων τενόντων. Τα άρθρα των Kleinert και Verdan στη δεκαετία του '60 έφεραν ξανά στο προσκήνιο τις τεχνικές πρωτοπαθούς συρραφής και πρόωπης κινητοποίησης των καμπτήρων τενόντων δίνοντας έτσι μια μεγάλη ώθηση στην κατεύθυνση της βελτίωσης των αποτελεσμάτων της πρωτοπαθούς αποκατάστασης. Στον τομέα της δευτεροπαθούς αποκατάστασης η καθιέρωση από τον Hunter στη δεκαετία του '70 της χρήσης της ράβδου ολικόνης αποτελεί ίσως την τρίτη επανάσταση του αιώνα αυτού. Θα πρέπει να αναλογιστεί κανείς ότι, ενώ σε άλλους τομείς της Ορθοπαιδικής χειρουργικής τα τελευταία τριάντα χρόνια άλλαξαν δραματικά αντιλήψεις και τεχνικές στην αντιμετώπιση των ασθενών, η χειρουργική των καμπτήρων τενόντων διενεργείται ακόμα και σήμερα επί τη βάση των αρχών που τέθηκαν στη δεκαετία του '60. Όσον αφορά δε τον τομέα της ανακατασκευής των καμπτήρων τενόντων, η εξέλιξη προχωράει με ακόμα πιο αργούς ρυθμούς, καθώς ο αριθμός των ασθενών που χρήζουν μιας τέτοιας ανακατασκευής είναι σχετικά περιορισμένος.

Είναι προφανές λοιπόν ότι σε τέτοιες νοσολογικές οντότητες η εμπειρία συγκεντρώνεται αργά και επίπονα στη χειρουργική αίθουσα και το ιατρείο. Σε αυτόν τον τομέα η προσωπική εμπειρία του χειρουργού που τροποποιεί και βελτιώνει τις τεχνικές και η, έστω αναδρομική, αλλά με συστηματικό τρόπο μελέτη των αποτελεσμάτων, είναι αυτές που οδηγούν στις εξελίξεις. Όσον



αφορά τη δευτεροπαθή αποκατάσταση των καμπτήρων μια ιδιοφυής σύλληψη (αυτή της Raneva-Hollenich), που τροποποίησε μια επιτυχημένη τεχνική (αυτή του James Hunter), είναι το αντικείμενο της διατριβής αυτής. Όπως θα δειχθεί στη συνέχεια αυτή η τροποποίηση βελτίωσε σημαντικά την χειρουργική τεχνική, αλλά και βελτιστοποίησε τα αποτελέσματα. Όταν όμως ο Καθηγητής Αλέξανδρος Μπερής άρχισε να εφαρμόζει την τεχνική στην κλινική μας στις αρχές της δεκαετίας του '90, τίποτε από τα προηγούμενα δεν ήταν ευρέως δημοσιευμένο ή γνωστό.

Τα αποτελέσματα της τροποποιημένης τεχνικής Raneva, που θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια, δείχνουν επίσης με ποιο τρόπο η βασική έρευνα σε πειραματικό επίπεδο είναι δυνατόν να φτάσει στα ίδια συμπεράσματα με την μακρόχρονη κλινική έρευνα σε μικρότερο χρόνο. Πραγματικά, οι μελέτες που η ομάδα του Gelberman ξεκίνησε από τα μέσα της δεκαετίας του '90 για τη βελτιωμένη μορφολογική και λειτουργική συμπεριφορά των ενδοϋμενικών τενοντίων μοσχευμάτων σε πειραματικό επίπεδο, φαίνεται να επαβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης συγκρινόμενα με την κλασική τεχνική Hunter. Τα αποτελέσματα όμως που παρουσιάζουμε εδώ, είναι αποτέλεσμα κλινικής εμπειρίας άνω της δεκαετίας και συγκρίνονται με τα αποτελέσματα δημοσιευμένων σειρών από ασθενείς που συλλέχθηκαν σε μια τριαντακονταετία, δίνοντας έτσι ένα μέτρο της χρονικής διαφοράς. Είναι λοιπόν οι πειραματικές μελέτες ένα ακόμα εργαλείο που σε αυτόν τον τομέα μπορεί να οδηγήσει τις εξελίξεις.

Επιλέξαμε στο γενικό μέρος να επιχειρήσουμε μια ανασκόπηση των εξελίξεων στη χειρουργική των τενόντων γενικώς, με ιδιαίτερη έμφαση στη βασική έρευνα που επιτελείται στο χώρο αυτό με ενιατικούς ρυθμούς την τελευταία 15ετία. Μέρος αυτής της έρευνας τροφοδοτείται από την επικράτηση της πλαστικής του προσθίου χιαστού συνδέσμου στο χώρο των αθλητικών κακώσεων. Οι τεχνικές δευτεροπαθούς ανακατασκευής των καμπτήρων τενόντων στο άκρο χέρι και της πλαστικής του προσθίου χιαστού στο γόνατο παρουσιάζουν πραγματικά ομοιότητες. Πρόκειται για τεχνικές «μεταμόσχευσης» τενόντων σε παρόμοια περιβάλλοντα (αρθρικό υγρό για τον πρόσθιο χιαστό, υμενικό υγρό για τους καμπτήρες του χεριού), αντιμετωπίζουν και οι δύο τα προβλήματα της επαναγγείωσης και της οστικής καθήλωσης ενός τενόντιου μοσχεύματος και απευθύνονται κατά κανόνα σε νεαρούς ενήλικες με υψηλές λειτουργικές απαιτήσεις από τα άνω και κάτω άκρα τους.

Όσον αφορά τις μελλοντικές εξελίξεις στον τομέα των ανακατασκευών το πρόβλημα δεν φαίνεται να έγκειται στο χώρο των αποτελεσμάτων. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των τεχνικών ανακατασκευής καμπτήρων τενόντων που υπάρχουν σήμερα είναι ότι είναι τεχνικές δύο σταδίων, επίπονες και χρονοβόρες. Ο James Hunter προσπάθησε να εκμεταλλευτεί το χρόνο μεταξύ πρώτου και δεύτερου σταδίου δημιουργώντας το ενεργητικό τενόντιο εμφύτευμα (active tendon implant), που θα παρείχε ενεργητική κάμψη μεταξύ των δύο σταδίων. Απ' ό,τι φαίνεται όμως η προσπάθεια αυτή δεν



στέφθηκε με επιτυχία, καθώς δεν κατάφερε να φτάσει σε ευρεία κλινική εφαρμογή. Η χρήση εμφυτευμάτων σιλικόνης φαίνεται ότι εξαντλεί τις δυνατότητές της στη βελτίωση των αποτελεσμάτων. Μια πιθανή κατεύθυνση της έρευνας στον τομέα αυτό θα ήταν η προσπάθεια χρήσης εμφυτευμάτων που δεν είναι απλώς βιοαδρανή (όπως η σιλικόνη), αλλά βιοφιλικά, ώστε να είναι δυνατόν να συνδεθούν σταθερά με τους ιστούς και να λειτουργήσουν ως πραγματικοί «τεχνητοί τένοντες», ακόμα και για περιορισμένα χρονικά διαστήματα μέχρι την τοποθέτηση ενός τενόντιου μοσχεύματος. Μια άλλη κατεύθυνση έρευνας θα μπορούσε να είναι η δημιουργία βιολογικών τενοντίων μοσχευμάτων με τη χρήση της γενετικής μηχανικής. Τέτοια μοσχεύματα, εάν διαθέτουν τις ιδιότητες της ευχερούς ολίσθησης και της γρήγορης ενσωμάτωσης χωρίς σημαντική απώλεια των μηχανικών τους ιδιοτήτων, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αντί των συμβατικών τενοντίων μοσχευμάτων σε μια επέμβαση ενός σταδίου. Οι μεγαλύτερες εξελίξεις στο χώρο πάντως, αναμένονται από τον τομέα της μοριακής βιολογίας. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι με τη μέθοδο αυτή ουσιαστικά αντιμετωπίζουμε κατά κύριο λόγο επιπλοκές της διατομής των καμπτήρων τενόντιων. Οι επιπλοκές αυτές δεν θα εμφανίζονταν εάν υπήρχε αποτελεσματικός τρόπος χειρισμού από μέρος μας των βιολογικών διαδικασιών της επούλωσης του τένοντα και σε αυτήν την περίπτωση η διατριβή αυτή θα αποτελέσει μουσειακό είδος.

Μέχρι όμως τέτοιες παρεμβάσεις στην φυσιολογία της επούλωσης να φτάσουν στην κλινική πράξη, η τεχνική που παρουσιάζουμε στη συνέχεια είναι ο πιο αξιόπιστος τρόπος δευτεροπαθούς αποκατάστασης σε ένα δάκτυλο με εκτεταμένες συμφύσεις στον καμπτικό μηχανισμό. Ίσως μάλιστα σε πολλές περιπτώσεις να είναι το τελευταίο βέλος στη φαρέτρα του χειρουργού για τη διάσωση της λειτουργικότητας ενός βαρέως τραυματισμένου δακτύλου. Υπό αυτό το πρίσμα ελπίζουμε ότι το κείμενο που ακολουθεί θα προκαλέσει το ενδιαφέρον του αναγνώστη.



ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ



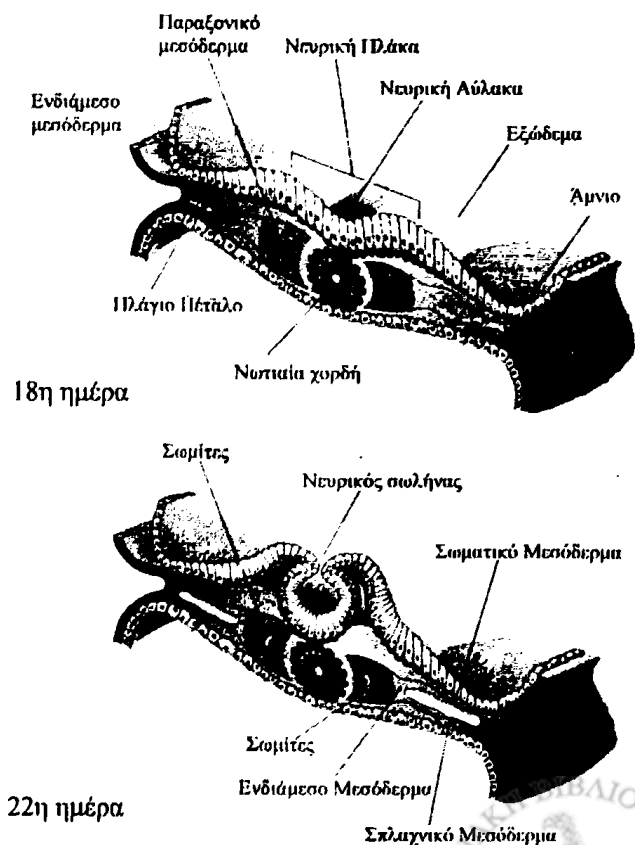
Εμβρυολογία

Οι καταβολές των άκρων (limb buds) εμφανίζονται στο τέλος της 4^{ης} εβδομάδας της κύησης σαν μικρά επάρματα πλάγιο-κοιλιακά στο τοίχωμα του σώματος. Προηγείται η εμφάνιση των καταβολών των άνω άκρων την 24^η με 26^η ημέρα (εικόνα 1) και ακολουθούν τα κάτω άκρα με καθυστέρηση μιας ή δύο ημερών. Κάθε καταβολή αποτελείται από ένα εξωτερικό κάλυμμα από εξώδερμα και έναν εσωτερικό πυρήνα από μεσόδερμα. Στη δημιουργία των άκρων συμμετέχει κυρίως το πλάγιο πέταλο του μεσοδέρματος, ενώ στην περαιτέρω διαμόρφωσή τους συμμετέχουν και στοιχεία από το παραξονικό μεσόδερμα που θα μετασχηματιστεί σε σωμίτες (εικόνα 2).

Η διαμόρφωση των άνω άκρων ολοκληρώνεται σε μια περίοδο 4 εβδομάδων από την 5^η έως την 8^η εβδομάδα. Την 33^η ημέρα στο άνω άκρο μπορεί κανείς να διακρίνει την καταβολή της άκρας χείρας, του αντιβραχίου, του βραχιονίου και του ώμου. Την 37^η ημέρα διαμορφώνεται η περιοχή του καρπού και οι καταβολές των δακτύλων και την 38^η ημέρα αρχίζει ο διαχωρισμός των δακτυλικών ακτίνων με μια διαδικασία προγραμματισμένου κυτταρικού θανάτου στους ιστούς μεταξύ των ακτίνων. Την 44^η ημέρα η διαδικασία διαχωρισμού έχει σχεδόν ολοκληρωθεί και την 47^η ημέρα όλο το άνω άκρο έρχεται σε οριζόντια κάμψη προς τη μέση γραμμή του κορμού (Εικόνα 3).



Εικόνα 1. Ανθρώπινο έμβρυο 34 ημερών. Διακρίνονται τα 34 ζεύγη των σωμιτών και η καταβολή του άνω άκρου που προεξέχει από τον κορμό. Εικόνα από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης.



Εικόνα 2. Τομές του τρίστοιβου εμβρυϊκού δίσκου την 18^η και 22^η ημέρα της κύησης.



7η εβδομάδα



8η εβδομάδα

Εικόνα 3. Φωτογραφία ανθρώπινου εμβρύου την 7^η εβδομάδα της κύησης και εικόνα των άνω άκρων την 8^η εβδομάδα της κύησης από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης.

Διαμόρφωση και διαχωρισμός

Οι παράγοντες που επιδρούν στα εμβρυϊκά μεσεγχυματικά κύτταρα, ώστε αυτά να διαφοροποιηθούν στους ιστούς που αποτελούν το άνω άκρο, όπως και οι παράγοντες που κατευθύνουν την ανάπτυξη του άκρου στο χώρο έχουν μελετηθεί εκτεταμένα τις τελευταίες δεκαετίες. Σε γονιδιακό επίπεδο σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει η ομάδα γονιδίων *homeobox*, μέλη της οποίας έχουν εντοπιστεί στον άνθρωπο στα χρωμοσώματα 2, 7, 12 και 17. Τα γονίδια της οικογένειας *homeobox* (*HOX genes*) ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται διαδοχικά στη διάρκεια της ανάπτυξης οδηγώντας στην παραγωγή πρωτεϊνών (μορφογόνων) που την καθοδηγούν. (Για παράδειγμα η έκφραση ενός *HOX* γονιδίου φαίνεται ότι καθοδηγεί τις διεργασίες προγραμματισμένου κυτταρικού θανάτου που οδηγούν στο διαχωρισμό των δακτυλικών ακτίνων). Μια άλλη μεγάλη οικογένεια γονιδίων που εμπλέκεται στην ανάπτυξη των άκρων είναι η οικογένεια *Hedgehog*. Προϊόντα της έκφρασης αυτών των γονιδίων είναι οι πρωτεΐνες *Indian* και *Sonic Hedgehog*, που σχετίζονται με τη χονδρογένεση και στη συνέχεια την οστεογένεση (*Morgan, 1994, Yang, 1997, Sandell, 1997*).

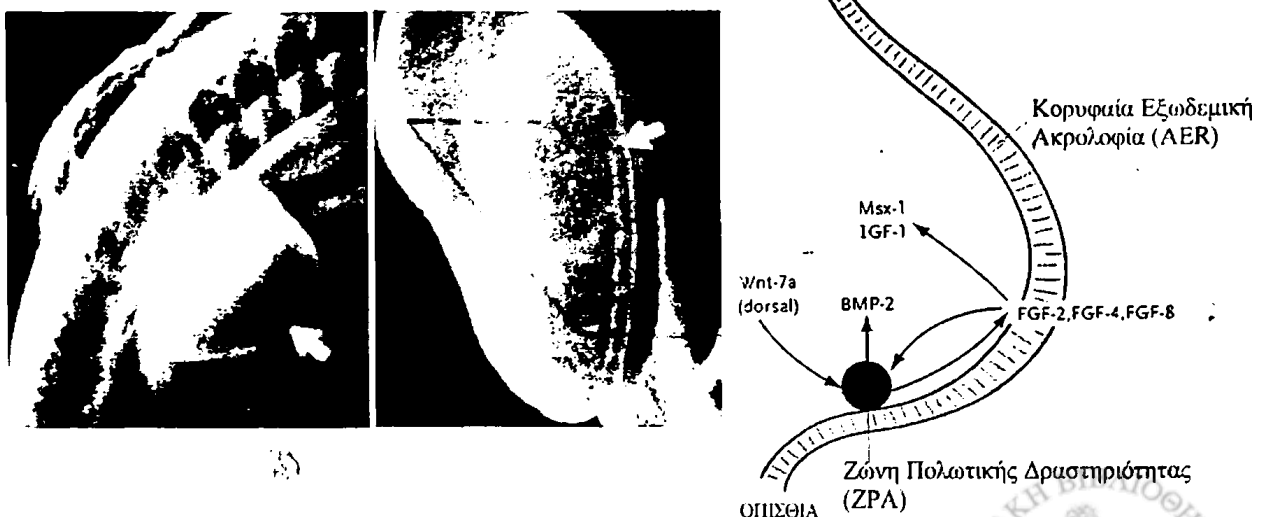
Σε μοριακό επίπεδο ένα πλήθος πρωτεϊνών ασκούν ρόλο μοριακού μεσολαβητή πάνω στα εμβρυϊκά μεσεγχυματικά κύτταρα καθοδηγώντας τη διαφοροποίησή τους. Τέτοιες πρωτεΐνες είναι ο αυξητικός παράγοντας των ινοβλαστών (*Fibroblast Growth Factor, FGF*) και οι πρωτεΐνες οστικής μορφογένεσης (*Bone Morphogenic Proteins, BMPs*), οι παράγοντες αύξησης και διαφοροποίησης (*Growth and Differentiation Factors, GDFs*) που είναι μέλη της ευρύτερης οικογένειας των *BMPs*, όπως και οι πρωτεΐνες *Sonic (Shh)* και *Indian (Ihh) hedgehog*. Για

παράδειγμα, φαίνεται ότι η εμφάνιση των καταβολών των άκρων σχετίζεται με την επίδραση του FGF8 στα κύτταρα του εμβρυϊκού μεσοδέρματος.

Για την θέση του άνω άκρου στο χώρο, δηλαδή για την κατεύθυνση της ανάπτυξης που θα λάβει το άνω άκρο, σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει η κορυφαία εξωδερμική ακρολοφία (Apical Ectodermal Ridge, AER) (εικόνα 4). Η κορυφαία εξωδερμική ακρολοφία είναι μία πάχυνση που προβάλλει κατά μήκος του μεσημβρινού της καταβολής του άνω άκρου, η οποία φαίνεται να παράγει μοριακούς διαμεσολαβητές, οι οποίοι επιδρούν στα μεσεγχυματικά κύτταρα του εμβρυϊκού μεσοδέρματος καθορίζοντας τη διεύθυνση της ανάπτυξης τους στις τρεις διαστάσεις του χώρου. Η παραγωγή αυτών των κυτταρικών διαμεσολαβητών είναι αποτέλεσμα έκφρασης γονιδίων HOX από τα κύτταρα της κορυφαίας εξωδερμικής ακρολοφίας. Αντικείμενο ιδιαίτερης μελέτης έχει γίνει το οπίσθιο τμήμα της κορυφαίας εξωδερμικής ακρολοφίας, που ονομάζεται ζώνη πολικής δραστηριότητας (Zone of Polarizing Activity, ZPA), η οποία φαίνεται να παρέχει τις πληροφορίες για την ανάπτυξη του άκρου στο προσθιοπίσθιο άξονα. Η αλληλεπίδραση των γονιδίων και των μοριακών διαμεσολαβητών, που παράγονται από την κορυφαία εξωδερμική ακρολοφία, με τα εμβρυϊκά μεσεγχυματικά κύτταρα έχει μελετηθεί σε πειραματικά μοντέλα σε κοτόπουλα (Yang, 1997).

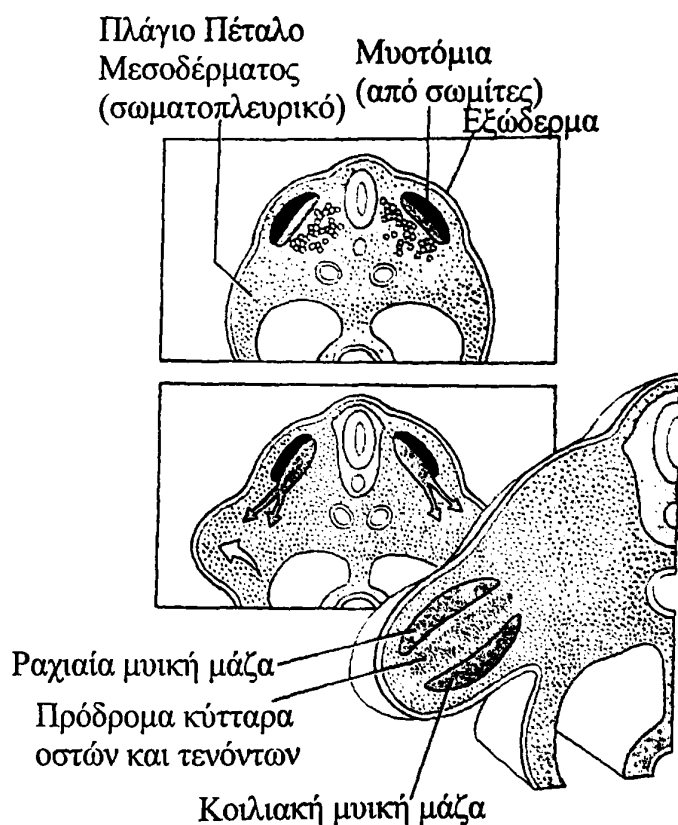
Καταβολές

Παρότι το μεγαλύτερο μέρος των ιστών που αποτελούν το άνω άκρο (οστά, τένοντες, σύνδεσμοι, αγγεία) προέρχονται από το πλάγιο πέταλο του μεσοδέρματος, τα τελευταία χρόνια έγινε γνωστό ότι κύτταρα από το πάρα-αξονικό μεσόδερμα (που στη συνέχεια σχηματίζει τους σωματίτες), μεταναστεύουν στην καταβολή του άνω άκρου για να σχηματίσουν, κατά ένα μέρος τουλάχιστον, τις μεγάλες μυϊκές ομάδες του.



Εικόνα 4. Λεπτομέρειες της καταβολής του άνω άκρου ανθρώπινου εμβρύου όπου είναι ορατή η κορυφαία εξωδερμική ακρολοφία και σχηματική παράσταση της δομής της και του ρόλου των μοριακών διαμεσολαβητών στην ανάπτυξη του εμβρύου.

Στη διάρκεια της 5^{ης} εβδομάδας της κύησης, μεσόδερμα από τους σωμίτες εισβάλλει στην καταβολή του άκρου δημιουργώντας δύο μεσεγχυματικές στήλες παράλληλες με την μεσεγχυματική στήλη από το πλάγιο πέταλο του μεσοδέρματος που πρόκειται να σχηματίσει τα οστά και τους τένοντες. Οι δύο μεσεγχυματικές αυτές στήλες από σωμιτικό μεσόδερμα βρίσκονται κοιλιακά και ραχιαία (Εικόνα 5) και περιέχουν κύτταρα που διαφοροποιούνται σε μυοβλάστες (πρόδρομα μυϊκά κύτταρα). Η ραχιαία ομάδα των μυοβλαστών θα δώσει στη συνέχεια τους εκτείνοντες και υπτιαστές του άνω άκρου, ενώ η κοιλιακή θα δώσει τους καμπήρες και πρηνιστές του άνω άκρου. Αυτός ο κανόνας δεν είναι απόλυτος, καθώς κάποιοι μύες θα μεταναστεύσουν από την αρχική τους θέση και θα αναλάβουν διαφορετικές λειτουργίες. Παράλληλα κινητικοί νευράξονες ξεκινούν από το νευρικό σωλήνα και ακολουθώντας την πορεία των μυοβλαστών ραχιαία και κοιλιακά των καταβολών, των οστών και των τενόντων, βρίσκουν τους αντίστοιχους μύες-στόχους. Οι αισθητικοί νευράξονες φαίνεται να έπονται ακολουθώντας τον ίδιο δρόμο με τους κινητικούς, αφού όμως οι δεύτεροι έχουν φτάσει στους μύες-στόχους τους. Στη διάρκεια της ανάπτυξης το άνω άκρο έρχεται προοδευτικά σε εξωτερική στροφή και η ωμική ζώνη μεταναστεύει ουραία. Ο οστικός σκελετός του άκρου διαμορφώνεται από μεσεγχυματικά κύτταρα του πλάγιου πετάλου του μεσοδέρματος τα οποία θα διαφοροποιηθούν σε χονδροκύτταρα και στη συνέχεια θα δημιουργήσουν τα χόνδρινα μοντέλα των οστών των άνω άκρων. Με την εξαίρεση της κλείδας όλα τα οστά του άνω άκρου θα προέλθουν από μια διαδικασία ενδοχόνδρινης οστεοποίησης.



Εικόνα 5. Σχηματική απεικόνιση της μετανάστευσης των μυοβλαστών.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μελέτες των Brant και Saperi (1996), που αποδεικνύουν ότι στο μεγαλύτερο μέρος τους οι μύες (προερχόμενοι από τους σωμίτες) έχουν διαφορετική εμβρυολογική προέλευση από τους τένοντες (που προέρχονται από το πλάγιο πέταλο του μεσοδέρματος). Οι περισσότεροι σκελετικοί μύες του άνω άκρου έχουν διαμορφωθεί πριν από τη γέννηση και όλοι οι υπόλοιποι διαμορφώνονται μέχρι το τέλος του πρώτου έτους της ζωής. Η αύξηση του μεγέθους των μυών μετά τον πρώτο χρόνο είναι αποτέλεσμα της αύξησης της διαμέτρου των μυϊκών ινιδίων.

Οι εμβρυολογικές παρατηρήσεις για την ύπαρξη στην αρχή της ανάπτυξης δύο ευδιάκριτων μεγάλων μυϊκών μαζών στο άνω άκρο (της ομάδας των πρηνιστών και των καμπτήρων και της ομάδας των υπτιαστών και εκτεινόντων) ήρθαν να επιβεβαιώσουν παρατηρήσεις με βάση τη συγκριτική ζωολογία του Humphrey από το 1872. Ο συγγραφέας αυτός είχε τότε περιγράψει στα σπονδυλωτά αυτές τις δύο μεγάλες μυϊκές ομάδες. Στα κατώτερα σπονδυλωτά, δηλαδή σε μερικά ερπετά και αμφίβια, στα οποία οι κινήσεις του άνω άκρου δεν είναι διαφοροποιημένες, οι μυϊκές μάζες αυτές ανευρίσκονται χωρίς να έχουν διαχωριστεί. Στα ανώτερα σπονδυλωτά και στον άνθρωπο ο διαχωρισμός είναι μεγάλος. Η μάζα των πρηνιστών-καμπτήρων χωρίζεται σε δύο στρώματα. Το εν τω βάθει στρώμα σχηματίζει τους εν τω βάθει καμπτήρες και τον τετράγωνο πρηνιστή στο αντιβράχιο και το επιπολής στρώμα σχηματίζει τον ωλένιο καμπτήρα του καρπού, τον στρογγύλο πρηνιστή και τον κερκιδικό καμπτήρα του καρπού. Ένα ενδιάμεσο στρώμα σχηματίζει τον επιπολής καμπτήρα των δακτύλων και τον μακρό παλαμικό. Οι ελμινθοειδείς έχουν κοινή προέλευση με τους βραχείς μύες του αντίχειρα και του μικρού δακτύλου στην κοινή μάζα των καμπτήρων, μόνο που οι πρώτοι αντί να διαχωριστούν παραμένουν συνδεδεμένοι με τους καμπτήρες και έχουν στενή λειτουργική σχέση (ρύθμιση της τάσης του εκτατικού μηχανισμού από τους ελμινθοειδείς κατά την λειτουργία των καμπτήρων). Η σύνδεση των ελμινθοειδών με τους εκτεινόντες τένοντες στον άνθρωπο και σε κάποια θηλαστικά είναι ένα υπόλειμμα χαρακτηριστικών από πρωτόγονα άνω άκρα στα οποία ανταγωνιστές μύες ανευρίσκονται σε κοινό έλυτρο.

Στη συγγραφή αυτού του κεφαλαίου ελήφθησαν στοιχεία και από βιβλία των Larsen, 1994, Muller, 1996, Moore, 1998, Carlson, 1999, Tickle, 2000.



Ανατομία

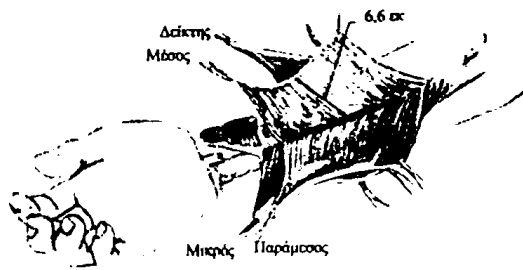
Οι αρμονικές και συντονισμένες λειτουργίες του χεριού και του άνω άκρου στηρίζονται σε μεγάλο μέρος στη δράση των τενόντων πάνω σε αρθρούμενα σκελετικά στοιχεία. Πληροφορίες που αφορούν τη θέση του μέλους στο χώρο, την τάση στους μύες και τις πιέσεις στις αρθρώσεις μεταφέρονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα διαμέσου υποδοχέων της ιδιοδεκτικότητας που βρίσκονται στους μύς, στους τένοντες και στους αρθρικούς θύλακες. Απτικά ερεθίσματα από το δέρμα και το υποδόριο, μεταφέρονται με τα αισθητικά νεύρα στον εγκέφαλο, ο οποίος παρέχει τον απαραίτητο συντονισμό και με κινητικά νεύρα μεταδίδει ερεθίσματα στους μύς προκαλώντας την κίνηση και την εκ νέου παραγωγή ιδιοδεκτικών ερεθισμάτων. Για να λειτουργήσει ομαλά αυτός ο πολύπλοκος μηχανισμός είναι απαραίτητη η πλήρης ανατομική ακεραιότητα όλων των στοιχείων που συμμετέχουν. Ο συντονισμός της λειτουργίας των τενόντων είναι απαραίτητος για την φυσιολογική κίνηση. Ένα πλήθος τενόντων δρουν συνεργικά κατά τέτοιον τρόπο ώστε π.χ. στην κάμψη του δακτύλου να έχουμε ταυτόχρονη χάλαση των εκτεινόντων ώστε η κίνηση να είναι ομαλή. Οι μύες που κινούν τα δάκτυλα χωρίζονται αδρά σε δύο μεγάλες ομάδες: στους μακρούς ετερόχθονες μύες, που η έκφυσή τους βρίσκεται στο αντιβράχιο και τους βραχείς αυτόχθονες μύες, που εκφύονται στην άκρα χείρα. Οι ετερόχθονες μύες παρέχουν την ισχύ στην κίνηση του καρπού και των δακτύλων, ενώ οι αυτόχθονες προσφέρουν επιπλέον ισχύ ιδιαίτερα στο δραγμό, αλλά και διατηρούν την απαραίτητη ισορροπία στη δράση μεταξύ των καμπτήρων και των εκτεινόντων. Ακολουθεί η περιγραφή των καμπτήρων της άκρας χειρός μαζί με άλλα ανατομικά στοιχεία που είναι στενά συνδεδεμένα με τη λειτουργία τους.

Οι δύο ετερόχθονες καμπτήρες των δακτύλων είναι ο εν τω βάθει καμπτήρας (Flexor Digitorum Profundus, FDP) και ο επιπολής καμπτήρας (Flexor Digitorum Superficialis, FDS).

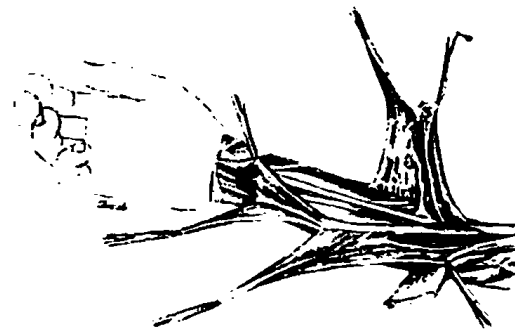
Εν τω βάθει καμπτήρας

Ο εν τω βάθει καμπτήρας (Εικόνα 6) εκφύεται από το αντιβράχιο από τα εγγύς 2/3 της παλαμιαίας και έσω επιφάνειας της ωλένης ξεκινώντας από την περιοχή που βρίσκεται μόλις περιφερικότερα της κορονοειδούς απόφυσής της. Έχει επίσης εκφυτικά πεδία στο ωλένιο ήμισυ του μεσόστεου υμένα και στο μεσομύιο διάφραγμα, το οποίο τον διαχωρίζει από τον ωλένιο καμπτήρα του καρπού και μερικές φορές στο έσω χείλος της κερκίδας περιφερικότερα του δικεφαλικού ογκώματος. Αμέσως κερκιδικά της έκφυσης του εν τω βάθει καμπτήρα στο μεσόστεο υμένα βρίσκεται η έκφυση του μακρού καμπτήρα του αντίχειρα. Η μυϊκή του γαστέρα σχηματίζεται από ίνες που φέρονται παράλληλα και διαχωρίζεται στο περιφερικό τριτημόριο του αντιβραχίου σε τέσσερις μυϊκές δεσμίδες για τα αντίστοιχα δάκτυλα. Συνήθως πρώτη διαχωρίζεται η δεσμίδα που αφορά το δείκτη, ενώ οι δεσμίδες των τριών ωλένιων





Εικόνα 6 Οι μυϊκές γαστέρες του εν τω βάθει καμπτήρα των δακτύλων.

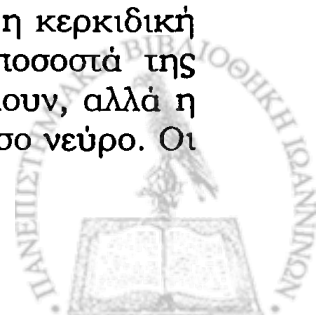


Εικόνα 7. Οι μυϊκές γαστέρες του επιπολής καμπτήρα των δακτύλων.

δακτύλων μπορεί να διαχωριστούν και αρκετά περιφερικότερα μέχρι και κάτω από τον εγκάρσιο σύνδεσμο του καρπού. Το μήκος των μυϊκών ινών του τένοντα είναι 6 έως 7 εκατοστά. Άμεσα μετά το διαχωρισμό των δεσμίδων ένας αποπεπλατυσμένος τένοντας εμφανίζεται κατά μήκος τους. Οι μυϊκές ίνες καλύπτουν τη ραχιαία επιφάνεια αυτού του τένοντα σε μεγαλύτερο μήκος περιφερικά απ' ότι την παλαμιαία. Ο τένοντας του εν τω βάθει καμπτήρα είναι κατά μέσο όρο 50% ισχυρότερος από αυτόν του επιπολής για το ίδιο δάκτυλο. Αυτή η διαφορά τριπλασιάζεται όταν αναφερόμαστε στο μικρό δάκτυλο. Η κατάφυση του τένοντα του εν τω βάθει καμπτήρα βρίσκεται στην άπω φάλαγγα.

Έχει αποδειχθεί ότι απαιτούνται τουλάχιστον 7 εκατοστά διαδρομής τένοντα για να επιτευχθεί πλήρης κάμψη σε όλες τις αρθρώσεις ενός δακτύλου (Horibe, 1990, McGrouther, 1981, Wehbe, 1985). Η μεμονωμένη δράση του εν τω βάθει καμπτήρα μπορεί να παράσχει αυτό το εύρος κίνησης, γι' αυτό και χρησιμοποιείται ως κινητήριος μύς (motor muscle) σε ανακατασκευές καμπτήρων τενόντων. Ηλεκτρομυογραφικές μελέτες έχουν δείξει ότι ο εν τω βάθει καμπτήρας επιτελεί το μεγαλύτερο μέρος της κάμψης των δακτύλων, όταν αυτά δεν δέχονται φόρτιση. Ο επιπολής καμπτήρας συνεισφέρει όταν απαιτείται μεγαλύτερη ισχύς ή όταν απαιτείται μεμονωμένη κίνηση ενός δακτύλου (Brand, 1973, Brand, 1974, Brand, 1981).

Το ωλένιο νεύρο νευρώνει την ωλένια πλευρά του μύος, ενώ η κερκιδική πλευρά νευρούται από το πρόσθιο μεσόστεο νεύρο. Τα ποσοστά της νευρώσης του μύος από το μέσο και το ωλένιο νεύρο ποικίλουν, αλλά η γαστέρα για τον δείκτη σχεδόν πάντοτε νευρώνεται από το μέσο νεύρο. Οι νευρικές ίνες προέρχονται από τις A7, A8 και Θ1 ρίζες.



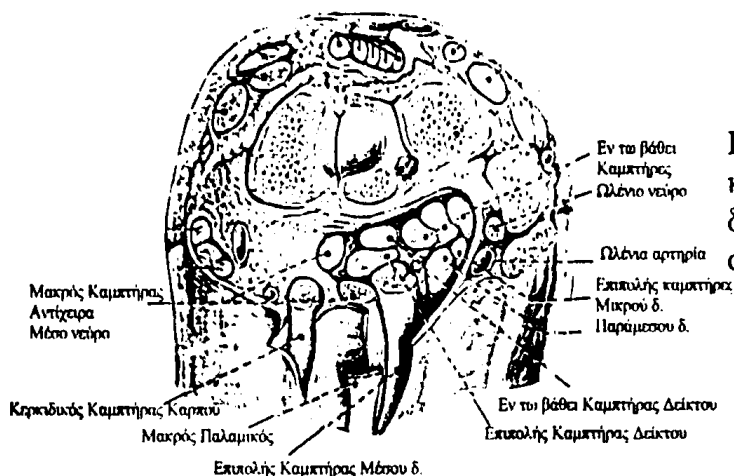
Επιπολής καμπτήρας των δακτύλων

Ο επιπολής καμπτήρας των δακτύλων βρίσκεται επιφανειακότερα του εν τω βάθει καμπτήρα και δημιουργεί την ενδιάμεση στοιβάδα των μυών της καμπτικής επιφάνειας του αντιβραχίου. Εκφύεται αφ'ενός από την πρόσθια και έσω επιφάνεια του έσω επικονδύλου του βραχιονίου, τον έσω πλάγιο σύνδεσμο του αγκώνα και την έσω επιφάνεια της κορονοειδούς αποφύσεως και αφ'ετέρου από την κερκίδα κατά μήκος του πρόσθιου χειλούς αυτής και σε μήκος 6 έως 8 εκατοστά. Συνεπώς ο τένοντας έχει δύο κεφαλές, μια ωλένια και μια κερκιδική, οι οποίες ενώνονται μεταξύ τους σε ένα κοινό ευδιάκριτο τενόντιο τόξο. Κάτω απ' αυτό το τενόντιο τόξο βρίσκονται το μέσο νεύρο και η κερκιδική αρτηρία, οι οποίες στη συνέχεια πορεύονται βαθύτερα προς τη μυϊκή μάζα του εν τω βάθει καμπτήρα. Περιφερικότερα αυτού του τενόντιου τόξου στο όριο μέσου και άπω τριτημορίου του αντιβραχίου διαχωρίζονται 4 μυϊκές δεσμίδες προς τα δάκτυλα. Συνεπώς η μορφολογία του εν τω βάθει καμπτήρα είναι αυτή ενός διαγίστωνα μυ με τις δύο γαστέρες του να βρίσκονται κεντρικά και περιφερικά του τενόντιου τόξου του στο αντιβράχιο. Από τις δεσμίδες που διαχωρίζονται, δύο βρίσκονται επιφανειακότερα και κατευθύνονται στο μέσο και το-παράμεσο δάκτυλό, ενώ οι άλλες δύο βρίσκονται βαθύτερα και κατευθύνονται στον δείκτη και τον μικρό (Εικόνα 7). Στο περιφερικό τριτημόριο του αντιβραχίου η δεσμίδα για το μέσο δάκτυλο βρίσκεται αμέσως ωλένια του μέσου νεύρου, το οποίο αναδύεται στην κερκιδική της πλευρά. Στο ίδιο ύψος εμφανίζονται οι αντίστοιχοι τένοντες, ως συνέχεια των δεσμίδων αυτών και εισέρχονται στο καρπιαίο σωλήνα μαζί με τους τένοντες και τον εν τω βάθει καμπτήρα.

Κατά την είσοδο στον καρπιαίο σωλήνα οι καμπτήρες τένοντες διατηρούν μια σταθερή θέση μεταξύ τους. Ο επιπολής καμπτήρας του μέσου δακτύλου (ο οποίος είναι ο ισχυρότερος και πιο κυλινδρικός) μαζί με τον επιπολής καμπτήρα του παράμεσου βρίσκονται επιφανειακά, ενώ οι επιπολής καμπτήρες του δείκτη και του μικρού βρίσκονται πιο εν τω βάθει (Εικόνα 8). Το μέγεθος του επιπολής καμπτήρα του μικρού δακτύλου στο επίπεδο του καρπού είναι ποικίλο και μερικές φορές μπορεί να είναι εξαιρετικά μικρό, γεγονός που έχει σημασία όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως μόσχευμα σε ανακατασκευή καμπτήρων τενόντων με τη μέθοδο Paneva. Κατά την διόδό τους από τον εγκάρσιο σύνδεσμο όλοι οι εν τω βάθει καμπτήρες βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο με τον επιπολής καμπτήρα του δείκτη και τον μακρό καμπτήρα του αντίχειρα.

Ένα από τα χαρακτηριστικά του επιπολής καμπτήρα είναι η δυνατότητα που παρέχει για ανεξάρτητη κίνηση των δακτύλων. Η ανεξαρτησία των επιμέρους μυϊκών δεσμίδων δεν ισχύει χωρίς εξαιρέσεις. Η μυϊκή





Εικόνα 8. Η διάταξη των καμπτήρων τενόντων σε διατομή στο επίπεδο του εγγύς ορίου του καρπιαίου σωλήνα.

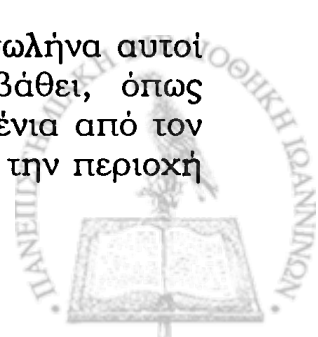
δεσμίδα για το μέσο δάκτυλο είναι πάντοτε ανεξάρτητη, ενώ για το παράμεσο δάκτυλο είναι μερικές φορές ανεξάρτητη. Οι μυϊκές δεσμίδες για το δείκτη και ιδιαίτερα για το μικρό δάκτυλο είναι συχνά στενά συνδεδεμένες με αυτές των παρακείμενων δακτύλων με αποτέλεσμα η κίνησή τους να μην είναι πάντοτε ανεξάρτητη. Το γεγονός αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία όταν γίνονται λειτουργικές δοκιμασίες για την ακεραιότητα των τενόντων μετά από τραυματισμό, όπως και όταν σχεδιάζεται τενοντομεταφορά τους προς τους εκτεινόντες (Brand, 1974, Brand & Hollister, 1973). Η νεύρωση του επιπολής καμπτήρα προέρχεται από το μέσο νεύρο (πρόσθιο μεσόστεο νεύρο).

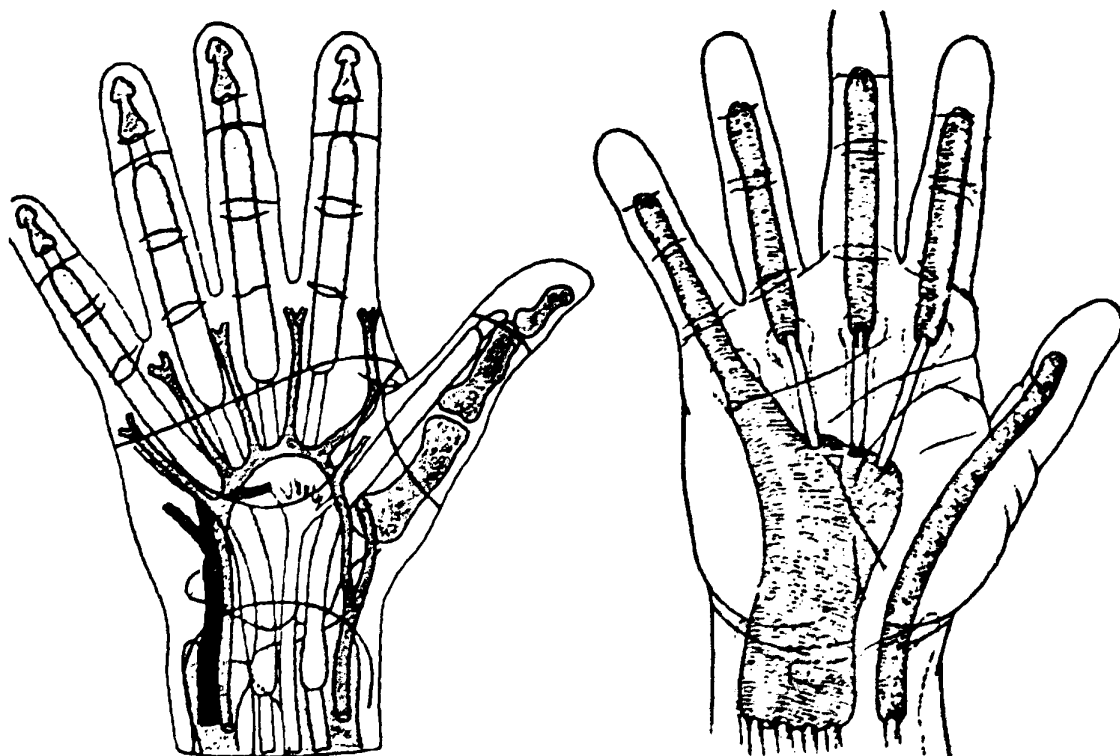
Μακρός καμπτήρας του αντίχειρα

Η έκφυση του μακρού καμπτήρα του αντίχειρα, που είναι ένας από τους τρεις μύες της εν τω βάθει στοιβάδας των καμπτήρων και πρηνιστών του αντιβραχίου βρίσκεται στην πρόσθια επιφάνεια του μέσου τριτημορίου της κερκίδας και του παρακείμενου μεσόστεου υμένα. Στα 2/3 των ανθρώπων υπάρχει μια συμπληρωματική έκφυση από ίνες που προέρχονται από τον έσω επικόνδυλο ή την κορονοειδή απόφυση της ωλένης (μυς του Gantzer). Ο τένοντας του μακρού καμπτήρα του αντίχειρα διέρχεται στο βάθος του καρπιαίου σωλήνα και στο επίπεδο αυτό συχνά υπάρχει μια σύνδεσή του με τον εν τω βάθει καμπτήρα του δείκτη, χωρίς όμως αυτό να έχει κάποια ιδιαίτερη λειτουργική σημασία (Linburg, 1979). Ο μυς καταφύεται στην άπω φάλαγγα του αντίχειρα και δέχεται νεύρωση από το πρόσθιο μεσόστεο νεύρο, που περιέχει ίνες από τις A7, A8 και Θ1 ρίζες.

Οι καμπτήρες τένοντες στο άκρο χέρι

Μετά τη διέλευση των καμπτήρων τενόντων στον καρπιαίο σωλήνα αυτοί διατάσσονται σε δύο στρώματα, επιπολής και εν τω βάθει, όπως υποδηλώνουν τα ονόματά τους. Οι τένοντες αποκλίνουν ωλένια από τον καρπιαίο σωλήνα προς τα δάκτυλα. Μετά την διέλευση από την περιοχή

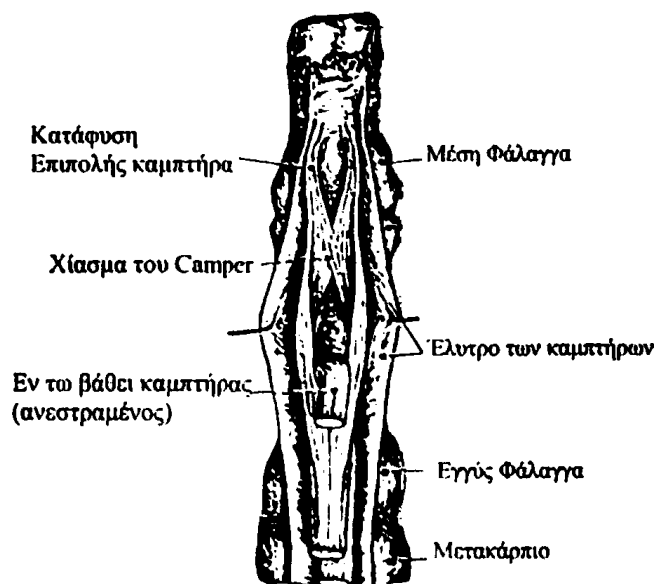




Εικόνα 9. Τα τενόντια ορογόνα έλυτρα της άκρας χειρός.

του θέναρος και του οπισθέναρος ο εν τω βάθει καμπτήρας γίνεται το εκφυτικό πεδίο για τους ελμινθοειδείς μύες. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρ'ότι οι ελμινθοειδείς εκφύονται από τον εν τω βάθει καμπτήρα, η μυϊκή τους γαστέρα καλύπτει μεγαλύτερο από το ήμισυ της διαμέτρου του αντίστοιχου επιπολής καμπτήρα και μερικές φορές τον αποκρύπτει τελείως. Οι καμπτήρες τένοντες τόσο κάτω από τον εγκάρσιο σύνδεσμο όσο και περιφερικότερα αυτού καλύπτονται από ένα κοινό ορογόνο έλυτρο το οποίο για τον δείκτη, το μέσο και τον παράμεσο δάκτυλο τερματίζεται περίπου 3 εκατοστά περιφερικότερα του άπω ορίου του εγκαρσίου συνδέσμου (Εικόνα 9). Περιφερικότερα και περίπου στο ύψος των κεφαλών των μετακαρπίων οι τένοντες εισέρχονται εκ νέου σε μεμονωμένα τενόντια έλυτρα για το κάθε δάκτυλο και παραμένουν στην ίδια διάταξη, επιπολής και εν τω βάθει.

Μετά τη διέλευση από την μετακάρπο-φαλαγγική άρθρωση η μορφολογία του επιπολής καμπτήρα αλλάζει. Ο εν τω βάθει καμπτήρας εισδύει μέσα στην μάζα του επιπολής, ο οποίος διαχωρίζεται σε δύο δεσμίδες και αποπλατύνεται. Κατά μήκος του επιπολής καμπτήρα εμφανίζεται μια επιμήκης σχισμή, περίπου στο ύψος της μετακάρπο-φαλαγγικής άρθρωσης και κατά την παλαμιαία επιφάνειά του. Αυτή η σχισμή βαθύνεται περιφερικότερα ώστε περίπου στο μέσο της εγγύς φάλαγγας ο τένοντας του επιπολής καμπτήρα διαχωρίζεται στα δύο. Το κάθε ήμισυ του επιπολής αρχικώς καλύπτει τον εν τω βάθει καμπτήρα και στη συνέχεια στρέφεται έτσι ώστε στην αρχή να έρχεται επί τα εκτός του εν τω βάθει καμπτήρα και στη συνέχεια ραχιαία απ' αυτόν, έτσι το κάθε ήμισυ συμπληρώνει μια περιστροφή 180 περίπου μοιρών. Αφού ολοκληρωθεί αυτή η περιστροφή και το κάθε ήμισυ έρθει στην ραχιαία



Εικόνα 10. Η περιοχή της κατάφυσης του επιπολής καμπτήρα και το χίασμα του Camper.

επιφάνεια του εν τω βάθει καμπτήρα αρχίζει ο χιασμός των ημίσεων μεταξύ τους. Μόνο περίπου των ήμισυ των ινών κάθε ημίσεως του επιπολής καμπτήρα χιάζονται με αυτές της αντίθετης πλευράς, οι υπόλοιπες μισές ίνες εξακολουθούν να παραμένουν στην ίδια πλευρά (κερκιδικά ή ωλένια) από την οποία ξεκίνησαν (εικόνα 5). Το σημείο του χιασμού των ινών στην εγγύς φάλαγγα ονομάζεται χίασμα του Camper, ο οποίος ήταν και ο πρώτος που το περιέγραψε το 1760. Περιφερικότερα οι χιασμένες και αχίαστες ίνες του εν τω βάθει καμπτήρα καταφύονται στη βάση της μέσης φάλαγγας. Η κατάφυση του επιπολής καμπτήρα είναι σταθερά προσκολλημένη στη μέση φάλαγγα, αντίθετα το χίασμα του Camper μπορεί να αποκολληθεί από το υποκείμενο περιόστεο και να ανασπαστεί μέχρι και τη μέση φάλαγγα. Ένα επιπλέον σταθεροποιητικό στοιχείο του επιπολής καμπτήρα στην εγγύς και μέση φάλαγγα είναι η ύπαρξη των αγγειακών δεματιών των τενόντων (vincula). Λειτουργικά το σημείο απόσχισης του επιπολής καμπτήρα διά του οποίου διέρχεται ο εν τω βάθει χρησιμεύει και σαν μιας μορφής δακτυλιοειδής σύνδεσμος (pulley) για τον τελευταίο.

Μετά τη διέλευση διά του επιπολής καμπτήρα, ο εν τω βάθει αποπλατύνεται προς την κατάφυσή του στην άπω φάλαγγα και μερικές φορές καταφύεται με δύο ξεχωριστές δεσμίδες σε αυτήν. Η περιοχή κατάφυσης δεν σταματάει στη βάση της άπω φάλαγγας αλλά εκτείνεται περιφερικότερα περίπου στο 1/3 του ύψους αυτής. Συνδέσεις του εν τω βάθει υπάρχουν και με το αρχικό θύλακο της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής άρθρωσης. Παρόμοια μορφολογία των καμπτήρων τενόντων έχει παρατηρηθεί και σε άλλα ανώτερα θηλαστικά (γορίλας, χιμπατζής).

Ελμινθοειδείς μύες

Οι ελμινθοειδείς μύες (lumbricals-λατινικό για τον γαιοσκώληκα) ανήκουν στους αυτόχθονες μύες της άκρας χειρός και η λειτουργία τους είναι στενά συνδεδεμένη με αυτή των καμπτήρων. Αντιστοιχεί ένας

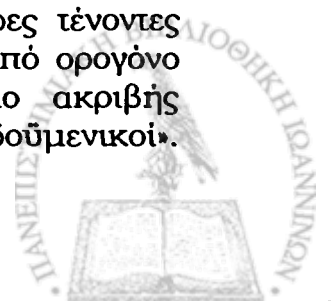


ελμινθοειδής μυς στην κερκιδική πλευρά του κάθε εν τω βάθει καμπήρα για τα τέσσερα ωλένια δάκτυλα της άκρας χειρός. Κάθε ελμινθοειδής έχει την ίδια διεύθυνση όπως ο αντίστοιχος εν τω βάθει καμπήρας από τον οποίο εκφύεται. Οι ίνες για την νεύρωσή τους προέρχονται από την Θ1 ρίζα. Μετά την έκφυσή τους οι μύες πορεύονται πρόσθια του εν τω βάθει εγκάρσιου μετακαρπίου συνδέσμου και καταφύονται στην κερκιδική πλάγια δέσμη του εκτατικού μηχανισμού μόλις περιφερικότερα της κατάφυσης των μεσόστεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μεσόστεοι βρίσκονται ραχιαία του εν τω βάθει εγκάρσιου μεσομετακαρπίου συνδέσμου. Η λειτουργία των ελμινθοειδών είναι η σύνδεση του καμπικού με τον εκτατικό μηχανισμό μέσω λεπτών ρυθμιστικών κινήσεων. Η κυριότερη ορατή τους λειτουργία είναι η έκταση στις φαλαγγο-φαλαγγικές αρθρώσεις, σε αντίθεση με τους μεσόστεους, των οποίων η κυριότερη λειτουργία φαίνεται να είναι η κάμψη των μετακαρποφαλαγγικών αρθρώσεων. Παρ' όλα αυτά και οι δύο αυτές μυϊκές ομάδες συνεισφέρουν στις δύο προαναφερθείσες λειτουργίες.

Τενόντια ορογόνα έλυτρα

Οι καμπήρες τένοντες στο άκρο χέρι καλύπτονται από τενόντια ορογόνα έλυτρα (synovial sheaths). Στα νεογνά τα τενόντια αυτά έλυτρα είναι συνεχή από την περιοχή των δακτύλων έως και εγγύτερα του καρπού. Κατά την πρόοδο της ανάπτυξης τα έλυτρα αυτά διαχωρίζονται με αποτέλεσμα από την παιδική ηλικία να εμφανίζονται δύο διαχωρισμένα συστήματα ελύτρων των καμπήρων: αφ' ενός το κοινό ορογόνο έλυτρο των καμπήρων μυών στον καρπό και αφ' ετέρου τα δακτυλικά τενόντια έλυτρα (Εικόνα 9). Το κοινό έλυτρο του καρπού, που αρχίζει μόλις εγγύτερα της κερκιδοκαρπικής άρθρωσης, περιλαμβάνει τους καμπήρες των τεσσάρων ωλένιων δακτύλων και τους καλύπτει καθ' όλη τη διέλευσή τους από τον καρπιαίο σωλήνα τελειώνοντας στο επίπεδο περίπου της έκφυσης των ελμινθοειδών μυών. Το ορογόνο αυτό έλυτρο συνεχίζει χωρίς να διακόπτεται και συνέρχεται με το δακτυλικό έλυτρο του μικρού δακτύλου. Ο τένοντας του μακρού καμπήρα του αντίχειρα περιβάλλεται από το επίπεδο του καρπού και περιφερικότερα έως την κατάφυσή του από ένα ξεχωριστό ορογόνο έλυτρο.

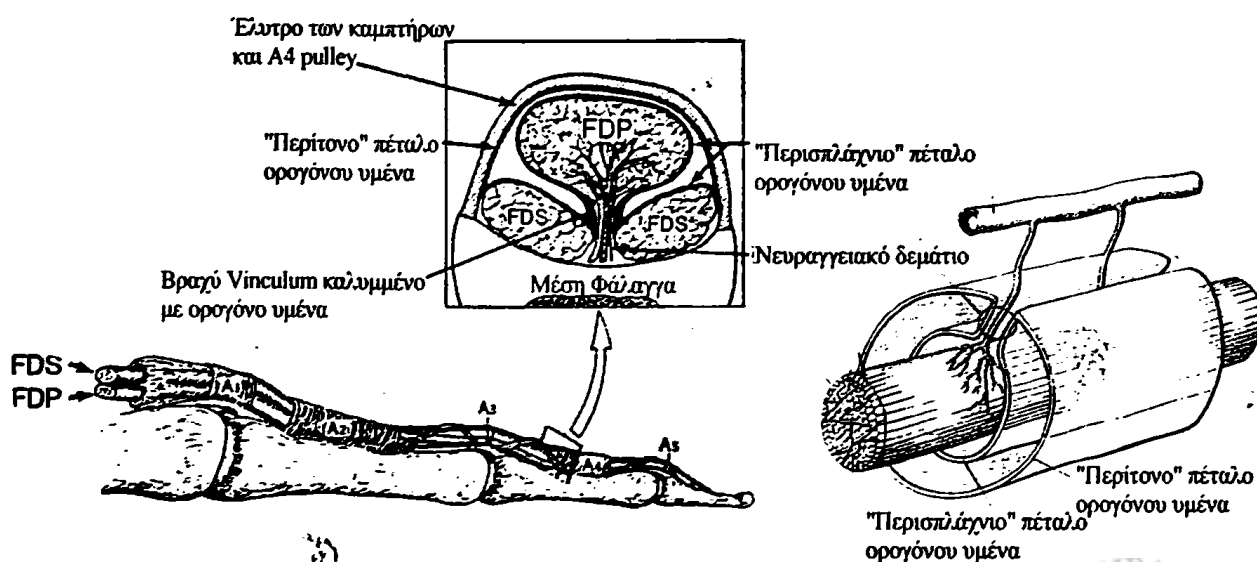
Σε όλο το μήκος των καμπήρων τενόντων εγγύτερα του καρπιαίου σωλήνα και στο κομμάτι των καμπήρων τενόντων του δείκτη, του μέσου και του παράμεσου μεταξύ της έκφυσης των αντίστοιχων ελμινθοειδών μυών και της κεφαλής του αντίστοιχου μετακαρπιαίου, οι τένοντες αυτοί περιβάλλονται από χαλαρό συνδετικό ιστό που ονομάζεται παρατένοντας. Οι τένοντες γενικά αναλόγως εάν περιβάλλονται από ορογόνο έλυτρο ή από παρατένοντα χαρακτηρίζονται ως ενδοϋμενικοί (intrasynovial) ή εξωϋμενικοί (extrasynovial) αντίστοιχα. Παρ' ότι οι καμπήρες τένοντες της άκρας χειρός δεν καλύπτονται σε όλο το μήκος τους από ορογόνο έλυτρο χαρακτηρίζονται ως ενδοϋμενικοί, ενώ ένας πιο ακριβής χαρακτηρισμός τους θα ήταν «ως επί το πλείστον ενδοϋμενικοί».



Παραδείγματα εξωϋμενικών τενόντων είναι ο μακρός παλαμικός, ο πελματικός, οι εκτεινόντες των δακτύλων του άκρου ποδός. Αντίθετα ενδοϋμενικοί χαρακτηρίζονται και οι καμπτήρες του άκρου ποδός.

Τα δακτυλικά τενόντια έλυτρα και η σημασία τους στη λειτουργία της άκρας χειρός πρωτοπεριγράφηκαν από τον Biesalski το 1910. Ο Sterling Bunnell το 1944 περιέγραψε την «δισχιδή» μορφολογία τους και τον «λιπαντικό» ρόλο τους στη λειτουργία των καμπτήρων τενόντων, ενώ ο Scheldtup περιέγραψε το 1951 λεπτομερώς τη μορφολογία τους και τις παραλλαγές τους. Τα τενόντια έλυτρα των καμπτήρων έχουν ένα υμενώδες και ένα ινώδες τμήμα με το δεύτερο να επικαλύπτει το πρώτο. Έχει επικρατήσει όταν μιλάμε για τενόντια έλυτρα δακτύλων να αναφερόμαστε στο υμενώδες τμήμα τους, που ακολουθεί τη βασική μορφολογία ενός ορογόνου ελύτρου, ενώ τα ινώδη (retinacular) τμήματά τους αποκαλούνται δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι (pulleys) και θα αναφερθούμε σε αυτά στη συνέχεια.

Με την εξαίρεση του αντίχειρα και του μικρού δακτύλου το μεμβρανώδες τμήμα του δακτυλικού ορογόνου ελύτρου αρχίζει από τον αυχένα των μετακαρπίων και συνεχίζει μέχρι και την άπω φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση. Η κατάφυση του εν τω βάθει καμπτήρα στην άπω φάλαγγα είναι εξωϋμενική (Εικόνα 10). Το υμενώδες έλυτρο εμφανίζει δύο στρώματα που σε αντιστοιχία με το περιτόναιο αποκαλούνται περίτονο και περισπλάχνιο πέταλο (Εικόνα 11). Το μεν περίτονο πέταλο υπαλείφει τους δακτυλιοειδείς συνδέσμους, ενώ το περισπλάχνιο πέταλο καλύπτει τους καμπτήρες τένοντες (ξεχωριστά τον επιπολής και τον εν τω βάθει), όπως και τον αγγειακό μίσχο των τενόντων (vinculum). Στις άκρες των δακτυλικών ελύτρων το περίτονο και το περισπλάχνιο πέταλο ενώνονται

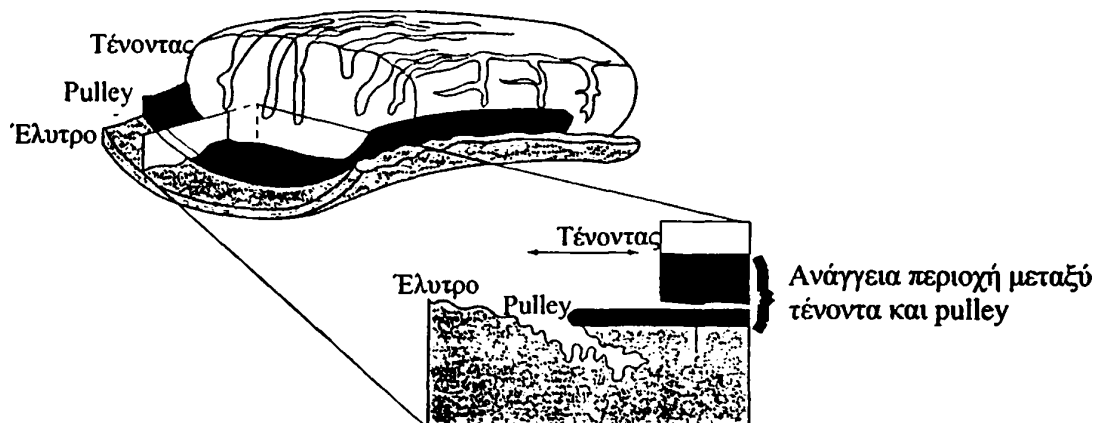


Εικόνα 11. Το δακτυλικό τενόντιο ορογόνο έλυτρο και τα δύο πέταλα του υμενώδους ελύτρου σε διατομή.



μεταξύ τους δημιουργώντας έτσι μια κλειστή κοιλότητα. Το περίτονο πέταλο του ορογόνου υμένα αποτελεί για τους καμπτήρες τένοντες τον επιτένοντα.

Το τενόντιο έλυτρο αποτελείται από επιθηλιακά κύτταρα και προσανατολισμένες ίνες κολλαγόνου. Οι μελέτες των Schmidt και McKay (1982) περιέγραψαν δύο τύπους κυττάρων (τύπος Α και τύπος Β) του τενόντιου ελύτρου, που έχουν παρόμοια μορφολογία με τους τύπους Α και τύπους Β κυττάρων των αρθρικών υμένων. Τα κύτταρα τύπου Α έχουν φαγοκυτταρικές ιδιότητες και χαρακτηριστικά μακροφάγων κυττάρων, ενώ τα τύπου Β κύτταρα έχουν χαρακτηριστικά εκκριτικού κυττάρου (Graabæk, 1984). Η ύπαρξη μιας συνεχούς στιβάδας από τέτοια κύτταρα καθ' όλο το μήκος του ελύτρου εξακολουθεί να είναι σημείο διαφωνίας μεταξύ των ερευνητών. Κάποιοι ερευνητές (Takasugi, 1976, Cohen, 1987, Schmidt, 1982) υποστηρίζουν ότι η στιβάδα αυτών των κυττάρων είναι συνεχής και καλύπτει τόσο το περισπλάχνιο όσο και το περίτονο πέταλο σε όλο το μήκος τους, ακόμα και στις περιοχές κάτω από τους δακτυλιοειδείς συνδέσμους με τη διαφορά ότι στην περιοχή των δακτυλιοειδών συνδέσμων κύτταρα ανευρίσκονται αραιότερα κατανομημένα και σε μικρότερο αριθμό. Άλλοι συγγραφείς (Lundborg, 1977, Knott, 1986, Amis, 1988) υποστηρίζουν ότι το κυτταρικό στρώμα του υμενώδους ελύτρου διακόπτεται κάτω από τους δακτυλιοειδείς συνδέσμους και στη θέση του παρατηρείται ένας χονδρόμορφος ιστός (τα σημεία μάλιστα της διακοπής είναι τόσο ευδιάκριτα που ένας μερικά διατηρημένος καμπτήρας ή μια ογκώδης τενοντοραφή μπορεί να αγκιστρωθεί σε αυτά και να παρεμποδίσει την κίνηση του δακτύλου). Ο Lundborg μάλιστα περιγράφει ότι το αγγειακό πλέγμα του ελύτρου συνεχίζεται στα σημεία των δακτυλιοειδών συνδέσμων από την εξωτερική επιφάνειά τους και ότι οι περιοχές του δακτυλιοειδούς συνδέσμου και του παρακείμενου τένοντα είναι σχετικά ανάγγειες και διατρέφονται με διάχυση από το υγρό του ελύτρου (Εικόνα 12).



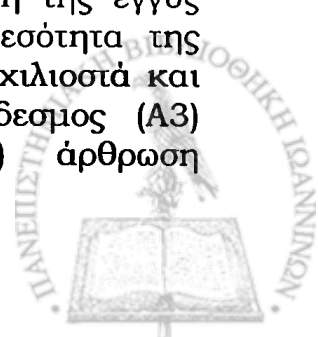
Εικόνα 12. Σχηματική διατομή του ελύτρου στο ύψος δακτυλιοειδούς συνδέσμου κατά Lundborg. Διακρίνεται η διακοπή του ελύτρου στο σημείο του δακτυλιοειδούς συνδέσμου και η σχετικώς ανάγγεια περιοχή μεταξύ του τένοντα και του δακτυλιοειδούς συνδέσμου.

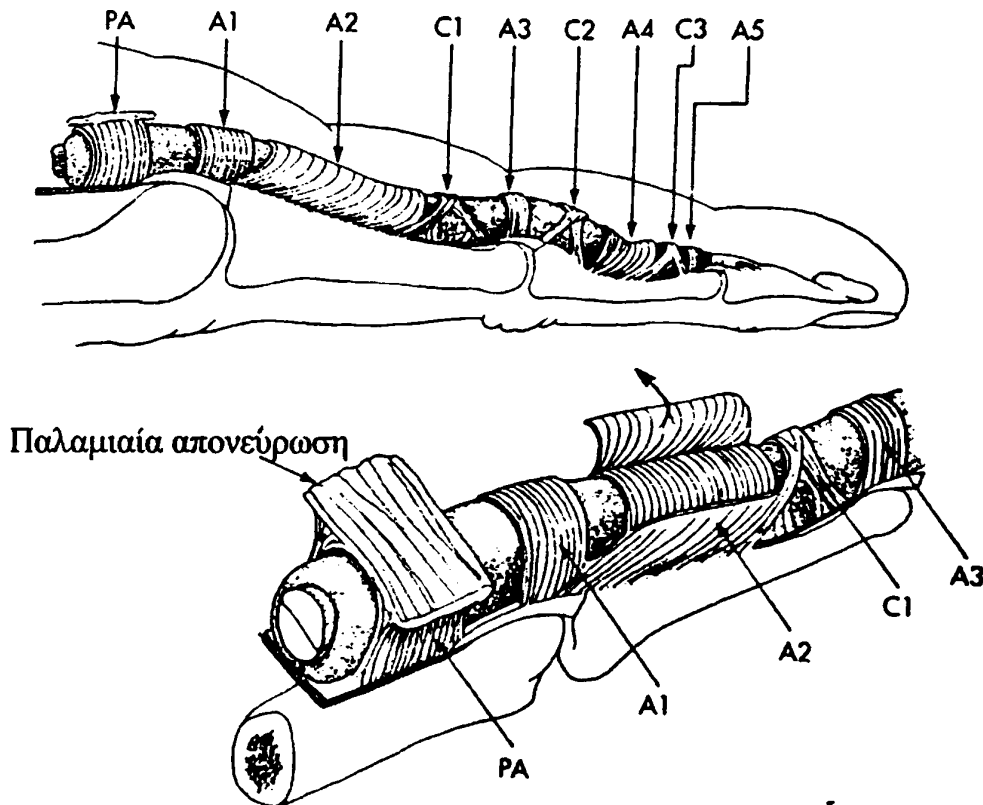


Στα καλώς αγγειούμενα τμήματα του υμενώδους ελύτρου το πλάσμα διηθείται και παράγεται το υμενικό υγρό (synovial fluid), το οποίο δρα ως λιπαντικός παράγοντας, αλλά και ως διατροφικός παράγοντας για τα ανάγγεια τμήματα των δακτυλιοειδών συνδέσμων και των τενόντων. Ο Weber (Weber, 1979, Weber, 1987) παρατήρησε κανάλια στην παλαμιαία επιφάνεια των καμπιτήρων τενόντων, η οποία είναι και η λιγότερο αγγειούμενη, τα οποία πιστεύεται ότι παίζουν ρόλο μεταφοράς θρεπτικών υλικών από το υμενικό υγρό προς τον τένοντα. Η μεταφορά θρεπτικών ουσιών διευκολύνεται με την κίνηση και την αύξηση των πιέσεων μέσα στο έλυτρο. Τα μόρια που θεωρούνται ότι προσδίδουν λιπαντικές ιδιότητες στο υμενικό υγρό και τα οποία έχουν απομονωθεί από αυτό είναι οι πρωτεογλυκάνες (που παράγονται πιθανότατα από τα χονδρόμορφα κύτταρα του ελύτρου που έχουν εντοπιστεί στα σημεία επαφής με τους δακτυλιοειδείς συνδέσμους), η ινονεκτίνη (που ανευρίσκεται στην επιφάνεια των καμπιτήρων και μπορεί να δεσμεύσει λιπίδια ή υαλουρονικό οξύ) και το υαλουρονικό οξύ. Η ύπαρξη αυτών των λιπαντικών παραγόντων πιστεύεται ότι προσδίδει στους ενδοϋμενικούς τένοντες τη δυνατότητα κίνησης με μικρότερη τριβή. Μελέτες που συνέκριναν την τριβή που προκαλείται κατά την κίνηση μεταξύ ενδοϋμενικών και εξωϋμενικών (μακρός παλαμικός) τενόντων (An, 1993, Uchiyama, 1995) απέδειξαν ότι οι ενδοϋμενικοί τένοντες εμφανίζουν σημαντικά μικρότερη τριβή.

Ινώδη δακτυλικά έλυτρα

Η περιγραφή των τμημάτων του ινώδους δακτυλικού ελύτρου έγινε από τους Doyle και Blythe το 1975 με μερικές μόνο πιο πρόσφατες προσθήκες (Doyle, 1975, Doyle, 1977, Doyle, 1988, Doyle, 1989, Doyle, 1990, Manske, 1983). Το ινώδες έλυτρο βρίσκεται επί τα εκτός του μεμβρανώδους ελύτρου στα δάκτυλα (Εικόνα 13) και αποτελείται από τους δακτυλιοειδείς (annular) και τους χιαστούς (cruciform) συνδέσμους. Τα τμήματα του ινώδους ελύτρου έχουν επικρατήσει ακόμα και στην ελληνική με το αγγλόφωνο όνομα pulleys. Έχουν αναγνωριστεί πέντε δακτυλιοειδείς και τρεις χιαστοί σύνδεσμοι. Ο πρώτος δακτυλιοειδής σύνδεσμος (A1) βρίσκεται στην περιοχή της παλαμιαίας πλάκας (palmar plate) της μετακαρποφαλαγγικής άρθρωσης. Η πλειονότητα των ινών του, περίπου τα 2/3, προέρχονται από την παλαμιαία πλάκα και οι υπόλοιπες από το εγγύς τμήμα της εγγύς φάλαγγας. Το συνηθέστερο είναι να πρόκειται για έναν μονήρη σύνδεσμο με εύρος περί τα 8 χιλιοστά, μερικές φορές όμως μπορεί να εμφανιστεί διφυής ή τριφυής. Σε αντίθεση με την ποικιλομορφία με την οποία μπορεί να εμφανιστεί ο A1 σύνδεσμος, ο A2 είναι σταθερός σε μορφή με λοξές ίνες που εκφύονται από την εγγύς και πλάγια βάση της εγγύς φάλαγγας και συμφύονται με εγκάρσιες ίνες από τη μεσότητα της φάλαγγας. Το πλάτος του A2 συνδέσμου είναι περί τα 17 χιλιοστά και είναι ο παχύτερος όλων. Ο τρίτος δακτυλιοειδής σύνδεσμος (A3) βρίσκεται στην εγγύς φαλαγγο- φαλαγγική (ΕΦΦ) άρθρωση



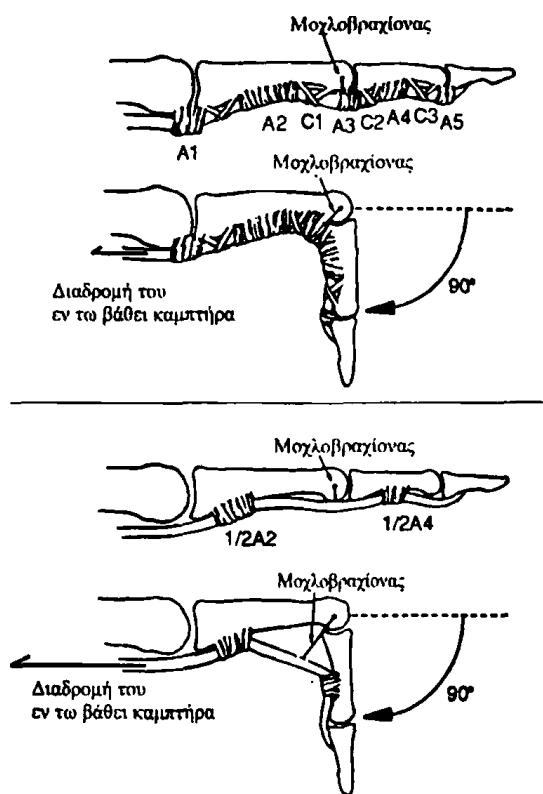


Εικόνα 13. Σχηματική απεικόνιση του ινώδους δακτυλικού ελύτρου με τους δακτυλιοειδείς και χιαστούς συνδέσμους.

και εκφύεται από την παλαμιαία πλάκα της. Το μέσο εύρος του είναι 3 χιλιοστά. Ο τέταρτος δακτυλιοειδής σύνδεσμος (A4) βρίσκεται στο μέσο της μέσης φάλαγγας και έχει πλάτος περί τα 7 χιλιοστά, ενώ ο πέμπτος (A5) είναι αρκετά λεπτότερος με μήκος 4 χιλιοστά και εκφύεται από την παλαμιαία πλάκα της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής (ΑΦΦ) άρθρωσης.

Οι χιαστοί σύνδεσμοι είναι τρεις (C1, C2, C3) και ανευρίσκονται στα περιφερικά άκρα των A2 και A4 δακτυλιοειδών συνδέσμων και στο διάστημα μεταξύ A4 και A5 δακτυλιοειδούς συνδέσμου. Συχνά η μορφολογία τους δεν είναι χιαστή, αλλά έχει τη μορφή Y. Από τους δακτυλιοειδείς συνδέσμους ο A1, ο A3 και ο A5 βρίσκονται πάνω από αρθρώσεις, ενώ οι πλατύτεροι A2 και A4 βρίσκονται μεταξύ αρθρώσεων εξικνούμενοι από τη μεσότητα της εγγύς και της μέσης φάλαγγας αντίστοιχα. Μεταξύ των συνδέσμων του ινώδους ελύτρου αρκετά συχνά ανευρίσκονται εκκολπώματα, που προέρχονται από την προβολή του υποκείμενου υμενώδους ελύτρου. Ο ρόλος του ινώδους ελύτρου είναι κυρίως μηχανικός. Τα pulleys διατηρούν τους καμπήρες τένοντες κοντά στον άξονα περιστροφής των αρθρώσεων των δακτύλων, έτσι ώστε με σχετικά μικρή διαδρομή στη σύσπαση των τενόντων να αποδίδεται μεγαλύτερη κίνηση. Συνολικά σε όλες τις αρθρώσεις του δακτύλου ένα εύρος κίνησης 260 μοιρών επιτυγχάνεται με γραμμική μετατόπιση των



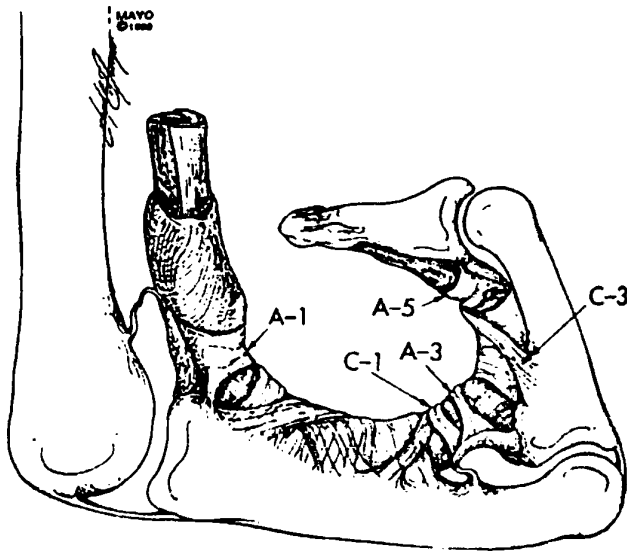


Εικόνα 14. Το αποτέλεσμα της μερικής διατομής των κρίσιμων δακτυλιοειδών συνδέσμων A2 και A4 είναι να αυξάνεται ο μοχλοβραχίονας και έτσι να απαιτείται μεγαλύτερη διαδρομή του εν τω βάθει καμπτήρα για να επιτευχθεί το ίδιο εύρος κίνησης.

καμπτήρων μέχρι 7 εκατοστά όταν οι δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι είναι όλοι ακέραιοι. Όταν λείπει κάποιος από τους δακτυλιοειδείς συνδέσμους ο μοχλοβραχίονας της κίνησης αυξάνεται, με αποτέλεσμα με την ίδια διαδρομή στην σύσπαση του τένοντα (γραμμική μετατόπιση) να επιτυγχάνεται μικρότερη κίνηση στις αρθρώσεις (Εικόνα 14). Όταν ένας δακτυλιοειδής σύνδεσμος λείπει, ο καμπτήρας τένοντας αφήνεται της φάλαγγας συγκρατούμενος στα άκρα του μόνον από τους παρακείμενους ακέραιους δακτυλιοειδείς συνδέσμους και λειτουργώντας στο σημείο εκείνο ως χορδή τόξου. Το φαινόμενο της χορδής τόξου (bowstringing) έχει σαν αποτέλεσμα όχι μόνο την αύξηση του μοχλοβραχίονα και τη μείωση του εύρους κίνησης που μπορεί να επιτευχθεί από το δάκτυλο, αλλά και την αύξηση των δυνάμεων που εφαρμόζονται στους παρακείμενους ακέραιους δακτυλιοειδείς συνδέσμους με αποτέλεσμα την επιμήκυνσή τους και την επίταση αυτού του φαινομένου. Οι A2 και A4 δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι φαίνεται ότι είναι οι εμβιομηχανικά σημαντικότεροι (Hume, 1991, Idler, 1985, Lin, 1989, Mitsionis, 1999, Peterson, 1986). Η εξ ολοκλήρου ή εν μέρει (μεγαλύτερη του ημίσεως) απώλεια κάποιου από τους δύο αυτούς δακτυλιοειδείς συνδέσμους περιορίζει σημαντικά την κίνηση του δακτύλου.

Πέραν του ινώδους ελύτρου στο δάκτυλο και άλλες δομές της άκρας χείρας έχουν προταθεί ως εμβιομηχανικά σημαντικές για την επίτευξη πλήρους κίνησης στο δάκτυλο και υπό αυτήν την έννοια συμπεριλαμβάνονται στο σύστημα των pulleys. Το 1983 οι Manske και Lesker περιέγραψαν τον δακτυλιοειδή σύνδεσμο της παλαμιαίας απονεύρωσης, που δημιουργείται από τις εγκάρσιες ίνες της παλαμιαίας απονεύρωσης και κάθετες ίνες ή μεσοτενόντια διαφράγματα, που





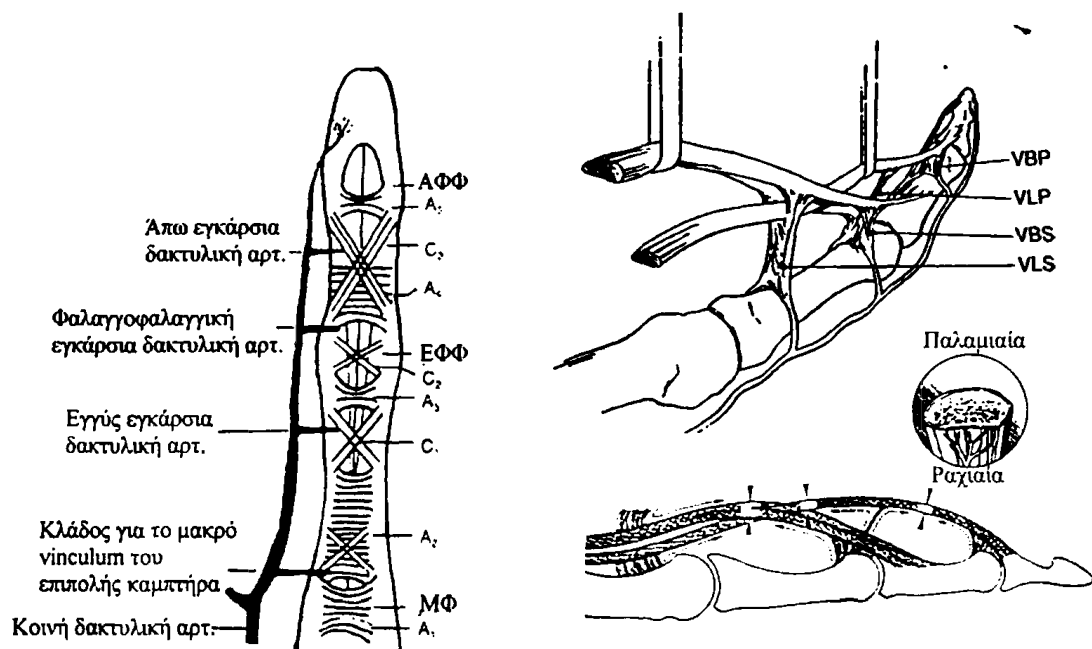
Εικόνα 15. Κατά την πλήρη κάμψη των δακτύλων οι χιαστοί σύνδεσμοι ενδίδουν έτσι ώστε να μην περιορίσουν το εύρος κίνησης.

σχηματίζουν μια αψίδα πάνω από τους καμπτήρες τένοντες στο ύψος του αυχένα του μετακαρπίου. Όταν η άκρα χείρα είναι σε θέση χαλάρωσης ο δακτυλιοειδής σύνδεσμος της παλαμιαίας απονεύρωσης δεν εφάπτεται τόσο στενά με τους καμπτήρες. Όταν όμως οι τάσεις στην παλαμιαία απονεύρωση αυξάνονται, όπως για παράδειγμα στον ισχυρό δραγμό (εξαιτίας της δράσης του μακρού παλαμικού ή του ωλένιου καμπτήρα του καρπού), τότε η σχέση της με τους καμπτήρες γίνεται πολύ στενή. Οι Kline και Moore το 1992 υποστήριξαν ότι και ο εγκάρσιος σύνδεσμος του καρπού θα πρέπει να περιληφθεί στο σύστημα των pulleys, καθώς φαίνεται να παίζει ρόλο στο εύρος κίνησης όταν ο καρπός είναι σε κάμψη, παρ'ότι οι κινήσεις ισχυρής σύλληψης γίνονται συνηθέστερα με τον καρπό σε έκταση.

Ο λόγος που το ανένδοτο σύστημα των δακτυλιοειδών συνδέσμων στα δάκτυλα δεν περιορίζει το εύρος κίνησης του δακτύλου σε κάμψη είναι ότι στη διάρκεια της κάμψης οι χιαστοί σύνδεσμοι συμπύσσονται επιτρέποντας σε όλο το ινώδες έλυτρο να καμφθεί επαρκώς (Εικόνα 15).

Η αγγείωση των καμπτήρων

Η άκρα χείρα αγγειώνεται από δύο κυρίως πηγές: την ωλένια και την κερκιδική αρτηρία. Παρ'ότι το δίκτυο που σχηματίζεται στην άκρα χείρα παρουσιάζει σημαντικές παραλλαγές συνηθέστερο είναι να σχηματίζονται δύο παλαμιαία αρτηριακά τόξα, ένα επιπολής, που βρίσκεται περιφερικότερα (στο ύψος της άπω χειρομαντικής γραμμής) και ένα εν τω βάθει, το οποίο βρίσκεται 2 εκατοστά περίπου κεντρικότερα του επιπολής. Το επιπολής τόξο σχηματίζεται από την αναστόμωση του ακρεμόνα της ωλένιας αρτηρίας με τον επιπολής παλαμιαίο κλάδο της κερκιδικής αρτηρίας και στο 60% των περιπτώσεων στο σχηματισμό του συμμετέχει μόνο η ωλένια αρτηρία. Το επιπολής τόξο δίνει τις κοινές παλαμιαίες δακτυλικές αρτηρίες, οι οποίες στο ύψος της πρώτης φάλαγγας των δακτύλων διχάζονται στις ίδιες δακτυλικές αρτηρίες. Λόγω της εγγύτητας του επιπολής παλαμιαίου τόξου με τους καμπτήρες

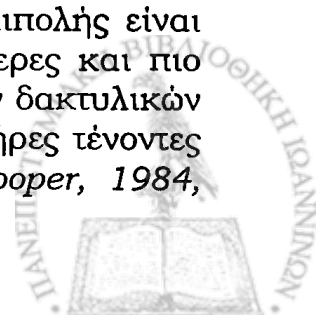


Εικόνα 16. Η τμηματική αγγείωση των καμπτήρων τενόντων μέσα στο έλυτρο από τους αγγειακούς μίσχους (vincula). Η πορεία των τμηματικών αρτηριών είναι ραχιαία και καταλείπονται σχετικώς ανάγγειες περιοχές στους καμπτήρες τένοντες (βέλη).

τένοντες αυτό μπορεί να τραυματιστεί κατά τη χειρουργική προσπέλασή τους. Το εν τω βάθει παλαμιαίο τόξο βρίσκεται βαθύτερα από τους τένοντες των καμπτήρων και τους ελμινθοειδείς, σχηματίζεται από τον ακρεμόνα της κερκιδικής αρτηρίας και την αναστόμωσή του με τον εν τω βάθει κλάδο της ωλένιου, με κυρίαρχη στο σχηματισμό του την κερκιδική αρτηρία. Το παλαμιαίο τόξο δίνει τις μεσόστεες ή μεσοκάρπιες αρτηρίες.

Σε περιπτώσεις τραυματισμού ενός των μεγάλων αρτηριακών στελεχών που αρδεύουν το χέρι, σημαντικό ρόλο στην αγγείωση της άκρας χειρός μπορούν να παίξουν και τα καρπιαία τόξα. Συχνότερα ανευρίσκεται το ραχιαίο καρπιαίο τόξο, το οποίο σχηματίζεται από ραχιαίους κλάδους της ωλένιας και της κερκιδικής αρτηρίας και μερικές φορές από την ραχιαία μεσόστεα αρτηρία και δίνει τις ραχιαίες μεσόστεες αρτηρίες. Πολύ σπανιότερα ανευρίσκεται και ένα παλαμιαίο ραχιαίο τόξο.

Τα δάκτυλα αρδεύονται κυρίως από τις παλαμιαίες δακτυλικές αρτηρίες, ενώ τυχόν ραχιαίοι κλάδοι εξαντλούνται στο ύψος της εγγύς φαλαγγοφαλλαγικής άρθρωσης. Οι δύο δακτυλικές αρτηρίες βρίσκονται μέσα σε υμενώδες κανάλι, που σχηματίζεται από το σύνδεσμο του Grayson παλαμιαία και του Cleland ραχιαία και βρίσκονται συνήθως επί τα εκτός του δακτυλικού νεύρου. Η κερκιδική και ωλένια δακτυλική αρτηρία εμφανίζουν επιπολής και εν τω βάθει αναστομώσεις. Οι επιπολής είναι πολλές και ασταθείς, ενώ οι εν τω βάθει είναι σημαντικότερες και πιο σταθερές (Εικόνα 16). Από τις εν τω βάθει αναστομώσεις των δακτυλικών αρτηριών προέρχονται τα αγγειακά στελέχη για τους καμπτήρες τένοντες (vincula) (Armenta, 1984, Azar, 1983, Caplan, 1975, Hooper, 1984,



Lundborg, 1979, Lundborg, 1980, Manske, 1982, Manske, 1985, Ochiai, 1979, Peterson, 1986, Leversedge, 2002). Για κάθε καμπήρα τένοντα αντιστοιχεί ένα βραχύ και ένα μακρό τέτοιο στέλεχος (short and long vinculum, Εικόνα 16). Τα αγγεία από τα vincula πορεύονται στην ραχιαία κυρίως επιφάνεια των καμπήρων τενόντων. Λόγω της τμηματικής αγγείωσης που παρέχουν καταλείπουν σε αυτούς σχετικώς ανάγγειες περιοχές (Εικόνα 16).

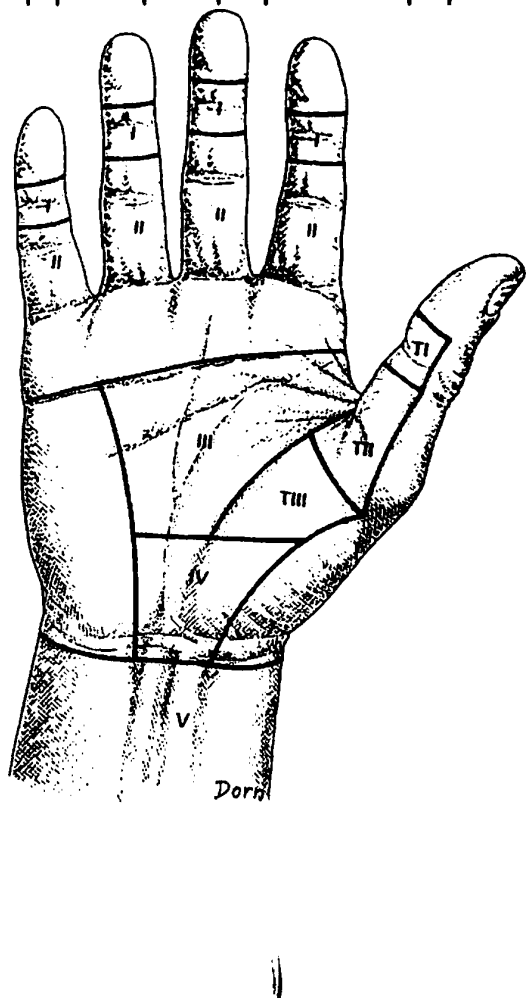
Συνολικά η διατροφή των καμπήρων τενόντων προέρχεται από τέσσερις πηγές:

- α) επιμήκη αγγεία τα οποία εισέρχονται στους τένοντες στο επίπεδο της παλάμης
- β) δύο επιμήκη αγγεία που εισέρχονται στο ύψος του εγγύς πέρατος του ελύτρου
- γ) τμηματικά αγγεία που προέρχονται από τα vincula και
- δ) αγγεία που εισέρχονται από την κατάφυση των τενόντων.

Ένα σημαντικό όμως μέρος της διατροφής των καμπήρων προέρχεται από το υγρό του ορογόνου θυλάκου, που εισέρχεται στον τένοντα διαμέσου των αγωγών που περιέγραψε ο Weber (Matthews, 1976, Weber, 1987).

Οι ζώνες της άκρας χειρός

Οι καμπήρες τένοντες τοπογραφικά χωρίζονται σε ζώνες επί τη βάσει των ανατομικών χαρακτηριστικών που παρουσιάζουν οι ζώνες αυτές. Σύμφωνα με την τροποποίηση του Verdan (Εικόνα 17) η Ζώνη I

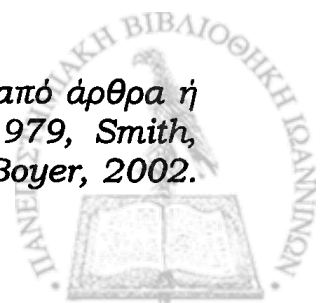


Εικόνα 17. Οι τοπογραφικές ζώνες του άκρου χεριού κατά Verdan.

αντιστοιχεί στην περιοχή περιφερικά της κατάφυσης του επιβολής καμπίρα και τραυματισμός στη ζώνη αυτή οδηγεί στη διατομή μόνο του εν τω βάθει καμπίρα. Η περιοχή από τη Ζώνη 1 και εγγύτερα μέχρι την άπω χειρομαντική γραμμή (στο ύψος δηλαδή της αρχής των δακτυλικών τενόντιων ελύτρων) είναι γνωστή σαν Ζώνη 2. Η Ζώνη 2 χαρακτηρίστηκε από τον Sterling Bunnell ως «no man's land» εξαιτίας των πωχών αποτελεσμάτων που είχαν πριν τη δεκαετία του '60 οι πρωτοπαθείς συρραφές των διατομών των καμπίρων τενόντων στη ζώνη αυτή. Η αντίληψη αυτή είχε οδηγήσει στην αντιμετώπιση των διατομών στη ζώνη 2 με δευτεροπαθή ανακατασκευή με τενόντια μοσχεύματα χωρίς προσπάθεια πρωτοπαθούς συρραφής. Η ζώνη αυτή μετονομάστηκε αργότερα από τον Kleinert μετά από τις πρώτες επιτυχείς πρωτοπαθείς συρραφές σε «some men's land» υπονοώντας ότι καλά αποτελέσματα μπορούν να επιτευχθούν μόνο από εξειδικευμένους στη χειρουργική του χεριού χειρουργούς. Η ζώνη από την έκφυση των ελμινθοειδών μέχρι το άπω πέρας του εγκάρσιου συνδέσμου του καρπού είναι γνωστή ως Ζώνη 3, ο καρπιαίος σωλήνας ως Ζώνη 4 και το περιφερικό αντιβράχιο ως Ζώνη 5. Αντίστοιχα για τον αντίχειρα έχουν περιγραφεί τρεις ζώνες.

Οι ανακατασκευές των καμπίρων τενόντων μέσα στη Ζώνη 2 του Verdan ή την no man's land του Bunnell ή την some men's land του Kleinert είναι το αντικείμενο αυτής της διδακτορικής διατριβής.

Στη συγγραφή αυτού του κεφαλαίου ελήφθησαν στοιχεία και από άρθρα ή κεφάλαια ανασκόπησης από τους Amadio, 1984, Ochiai, 1979, Smith, 1975, Bogumil, 1986, Landsmeer, 1976, Spinner, 1984, Boyer, 2002.



Ιστολογία

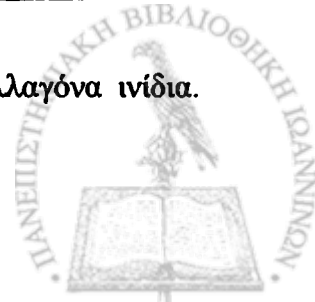
Μικροσκοπικά ο τένοντας είναι ένας ιστός που αποτελείται από ινίδια κολλαγόνου ενσωματωμένα μέσα σε ένα στρώμα πρωτεογλυκανών. Μέσα στο στρώμα αυτό υπάρχουν σχετικά λίγα κύτταρα. Οι ινοβλάστες είναι ο κυρίαρχος κυτταρικός τύπος μέσα στους τένοντες και διατάσσονται στους χώρους μεταξύ των παράλληλα προσανατολισμένων δεσμίδων κολλαγόνου. Οι ινοβλάστες είναι ατρακτοειδή κύτταρα που ομοίως διατάσσονται σε σειρές. Το κυτταρόπλασμά τους είναι βαθυχρωματικό με τις κύρια χρησιμοποιούμενες χρώσεις και περιέχει ένα κεντρόσωμα διατεταγμένο δίπλα σε έναν μονήρη στρογγυλό πυρήνα. Κυτταροπλασματικές προεκβολές προβάλλουν μεταξύ των ινιδίων του κολλαγόνου (Εικόνα 18).

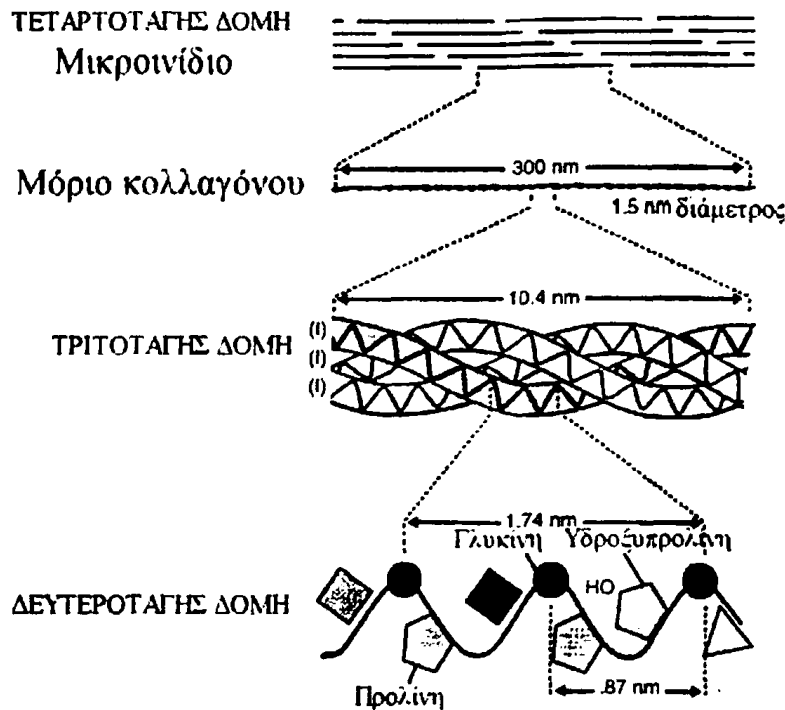
Σε υποκυτταρικό επίπεδο ο τένοντας, στο μεγαλύτερό του μέρος (86% του βάρους του), αποτελείται από Τύπου Ι κολλαγόνο. Τα κολλαγόνα είναι μια οικογένεια πολυπεπτιδίων, που εκκρίνονται από κύτταρα του συνδετικού ιστού, αλλά και από άλλους τύπους κυττάρων. Είναι οι πιο άφθονες πρωτεΐνες στα θηλαστικά και αποτελούν το 25% της συνολικής πρωτεϊνικής μάζας σε αυτά τα ζώα. Έχουν αναγνωριστεί τουλάχιστον δώδεκα τύποι κολλαγόνου οι οποίοι και ταυτοποιούνται με τους ανάλογους λατινικούς αριθμούς. Ο Τύπος Ι κολλαγόνο που απαντάται στους τένοντες είναι ο συνηθέστερος τύπος κολλαγόνο στο σώμα (το 90% του συνολικού κολλαγόνο). Η πρωτοταγής δομή του κολλαγόνο είναι μια αλυσίδα αμινοξέων εκ των οποίων τα 2/3 είναι τρία μόνο αμινοξέα: η γλυκίνη 33%, η προλίνη 15% και η υδροξυπρολίνη 15%. Η υδροξυπρολίνη δημιουργείται από τη δράση ενζύμων στην προλίνη του προκολλαγόνο και εμφανίζεται στον οργανισμό μόνο στο κολλαγόνο. Επίσης κατ' αποκλειστικότητα στο κολλαγόνο εμφανίζεται το αμινοξύ υδροξυλυσίνη.



1 μm

Εικόνα 18. Ινοβλάστης περιβαλλόμενος από προσανατολισμένα κολλαγόνα ινίδια. Εικόνα από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

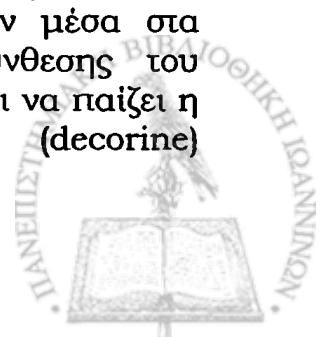


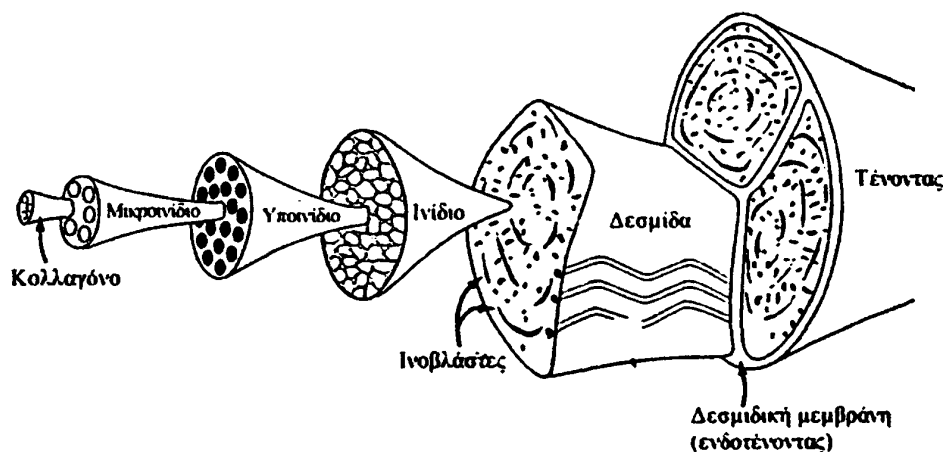


- Εικόνα 19. Σχηματική απεικόνιση της δομικής οργάνωσης του κολλαγόνου.

Η δευτεροταγής δομή του κολλαγόνου (Εικόνα 19) αφορά την αριστερόστροφη διαμόρφωση κάθε αλυσίδας, ενώ στην τριτοταγή δομή του τρεις αλυσίδες κολλαγόνου συνδυάζονται σε ένα μόριο κολλαγόνου. Στον Τύπο I κολλαγόνου δύο από τις αλυσίδες είναι πανομοιότυπες και ονομάζονται α1, ενώ η τρίτη είναι ελαφρώς διαφορετική και ονομάζεται α2 αλυσίδα. Οι τρεις αλυσίδες διαπλέκονται μεταξύ τους σε μια δεξιόστροφη τριπλή έλικα, που διατηρεί αυτήν της τη δομή κυρίως με δεσμούς υδρογόνου. Η τεταρτοταγής δομή του κολλαγόνου σχετίζεται με την οργάνωση των μορίων του κολλαγόνου σε μια σταθερή χαμηλής ενέργειας δομή, που ονομάζεται μικροϊνίδιο (εικόνες 2, 3). Η προσέγγιση αντίθετα φορτισμένων αμινοξέων από κάθε μόριο κολλαγόνου στην διάταξη του μικροϊνιδίου το καθιστά ιδιαίτερα σταθερό με αποτέλεσμα να απαιτούνται μεγάλα ποσά ενέργειας για να διαχωριστούν τα μόρια κολλαγόνου. Αυτό εξηγεί το γεγονός ότι οι τένοντες είναι εξαιρετικά ισχυροί και απαιτούνται μεγάλες δυνάμεις για να ρηχθούν. Κάθε μικροϊνίδιο αποτελείται από πέντε μόρια κολλαγόνου και στη συνέχεια τα μικροϊνίδια οργανώνονται σε ινίδια και δεσμίδες με παράλληλη επιμήκη διάταξη μαζί με πρωτεογλυκάνες και γλυκοπρωτεΐνες (Εικόνα 20).

Οι πρωτεογλυκάνες αποτελούν το 1-5% του βάρους του τένοντα και είναι εξαιρετικά υδρόφιλες δεσμεύοντας μόρια νερού. Ο ρόλος τους δεν είναι μόνο δομικός (απότρέποντας την ολίσθηση των αλυσίδων μέσα στα ινίδια), αλλά και μεταβολικός (ως ρυθμιστές της σύνθεσης του κολλαγόνου in vivo). Στους τένοντες σημαντικό ρόλο φαίνεται να παίζει η χαμηλού μοριακού βάρους πρωτεογλυκάνη δεκορίνη (decorine) (Danielson, 1997, Pins, 1997).





Εικόνα 20. Σχηματική απεικόνιση της μικροαρχιτεκτονικής του τένοντα.

Ένα ενδιαφέρον φαινόμενο είναι ότι η κατανομή των διαφόρων πρωτεογλυκανών μπορεί να αλλάξει ανάλογα με το μηχανικό περιβάλλον στο οποίο ευρίσκεται. Οι τένοντες γενικά δέχονται διατακτικά (ελκτικά) φορτία. Παρ'όλα αυτά σε σημεία που οι τένοντες περιστρέφονται γύρω από ένα σταθερό σημείο (για παράδειγμα στην επαφή τους με τους δακτυλιοειδείς συνδέσμους στα δάκτυλα) παρατηρούνται μεγάλα συμπιεστικά φορτία. Ως αποτέλεσμα στις περιοχές αυτές η κατανομή των πρωτεογλυκανών αλλάζει και παρατηρούνται σε μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεογλυκάνες, που συνήθως ανευρίσκονται στον χόνδρινο ιστό (Lundborg, 1977, Knott, 1986, Amis, 1988).

Ο χαλαρός συνδετικός ιστός που υπάρχει μέσα και γύρω από τους τένοντες έχει επικρατήσει να έχει διαφορετική ονοματολογία ανάλογα με την τοπογραφία του. Οι ομοιότητες σε αυτήν την ονοματολογία μερικές φορές οδηγούν σε σύγχυση. Έτσι *ενδοτένοντας* ονομάζεται η μεμβράνη που διαχωρίζει δεσμίδες ινιδίων μέσα στη μάζα του τένοντα, *επιτένοντας* ονομάζεται το περισπλάχνιο πέταλο του ορογόνου υμένα που καλύπτει τους ενδοϋμενικούς τένοντες (δείτε παρακάτω), *παρατένοντας* ονομάζεται ο χαλαρός συνδετικός ιστός που περιβάλλει τους εξωϋμενικούς τένοντες, ενώ *μεσοτένοντας* έχει επικρατήσει να ονομάζεται ο συνδετικός ιστός που περιβάλλει τα τμηματικά αγγεία (vincula) στους ενδοϋμενικούς τένοντες.

Στη συγγραφή αυτού του κεφαλαίου ελήφθησαν στοιχεία και από βιβλία και άρθρα ανασκόπησης των Gelberman, 1988, Alberts, 1994, Buckwalter, 2000.



Εμβιομηχανική

Οι τένοντες είναι προσαρμοσμένοι στο να δέχονται κυρίως διατατικά (ελκτικά) φορτία. Τα κολλαγόνα ινίδια είναι διατεταγμένα παράλληλα με τον επιμήκη άξονα του τένοντα και τόσο η αρχιτεκτονική τους όσο και η αλληλεπίδρασή τους με το εξωκυττάριο στρώμα και τις γλυκοπρωτεΐνες τους προσδίδουν ισχυρές μηχανικές ιδιότητες σε ελκυσμό.

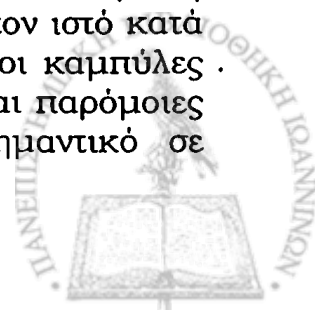
Οι δομικές ιδιότητες της μονάδας οστό-τένοντα-μυς σε διάταση μπορούν να περιγραφούν με δύο καμπύλες: την καμπύλη φορτίου (load)-επιμήκυνσης (elongation) και την καμπύλη φόρτισης (stress)-σχετικής διάτασης (strain). Η καμπύλη *φορτίου-επιμήκυνσης* (Εικόνα 21) εμφανίζει μια αρχική περιοχή στην οποία ο τένοντας διατείνεται ευχερώς χωρίς την εφαρμογή μεγάλων φορτίων, αλλά στη συνέχεια εμφανίζεται μια γραμμική συσχέτιση φορτίου και επιμήκυνσης της οποίας η κλίση αντιστοιχεί στην *ελαστικότητα* του τένοντα. Η σχέση αυτή παραμένει γραμμική μέχρι και την ρήξη του τένοντα (Fu, 1972).

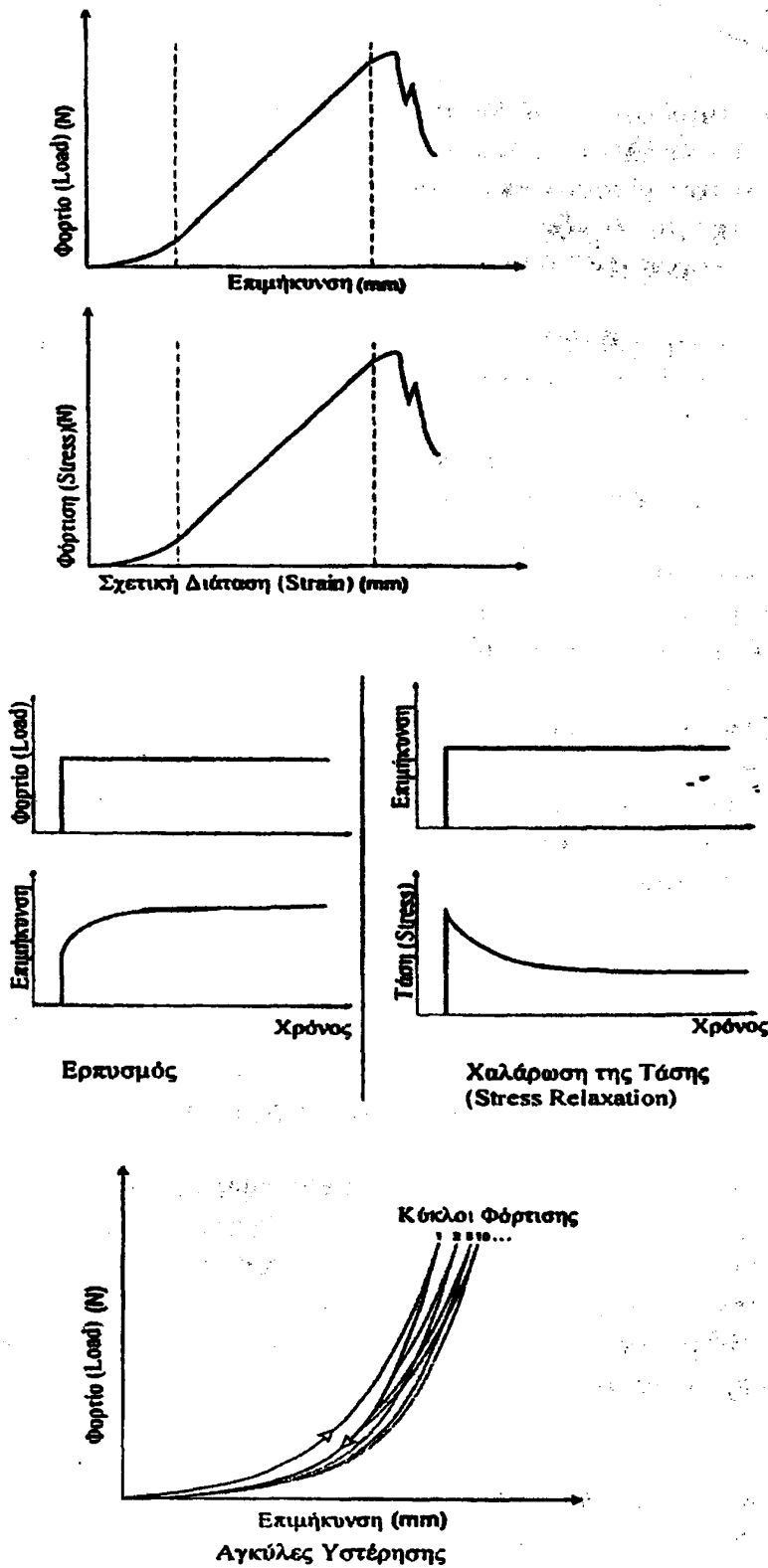
Η καμπύλη φόρτισης (stress)-σχετικής διάτασης (strain) παρουσιάζει παρόμοια μορφολογία (Εικόνα 21). Ως *φόρτιση* (stress) χαρακτηρίζεται το φορτίο (load) ανά μονάδα επιφάνειας του τένοντα. Ενώ ως *σχετική διάταση* (strain) χαρακτηρίζεται η μεταβολή του μήκους ενός τμήματος του τένοντα στη μεσότητά του με την εφαρμογή ενός φορτίου.

Δύο άλλες παράμετροι που επηρεάζουν την ελαστική συμπεριφορά των τενόντων είναι ο χρόνος και η επανειλημμένη εφαρμογή μιας δύναμης. Με άλλα λόγια η επιμήκυνση του τένοντα δεν εξαρτάται μόνο από την ισχύ της δύναμης η οποία θα εφαρμοστεί, αλλά και από το χρόνο εφαρμογής της και από την τυχόν επανειλημμένη εφαρμογή.

Δύο φαινόμενα που σχετίζονται με τον χρόνο εφαρμογής της δύναμης είναι ο ερπυσμός (creep) και το φαινόμενο της χαλάρωσης της τάσης (stress relaxation). Ο *ερπυσμός* είναι η χρονοεξαρτώμενη επιμήκυνση ενός ιστού όταν υποβάλλεται σε ένα συνεχές φορτίο (Εικόνα 21), ενώ η *χαλάρωση της τάσης* ορίζεται σαν η χρονοεξαρτώμενη μείωση της ενδοϊστικής τάσης όταν ο ιστός υποβάλλεται σε συνεχή επιμήκυνση (Cohen, 1976).

Εάν ένας τένοντας υποβληθεί σε επανειλημμένες κυκλικές φορτίσεις τότε η καμπύλη φορτίου (load)-επιμήκυνσης (elongation) αλλάζει. Σε κάθε κύκλο φόρτισης και αποφόρτισης η καμπύλη έχει διαφορετική μορφολογία εμφανίζοντας τη μορφή της *αγκύλης υστέρησης* (Εικόνα 21). Η περιοχή μεταξύ δύο διαδοχικών καμπύλων ονομάζεται *περιοχή υστέρησης* και αναπαριστά τις ενεργειακές απώλειες μέσα στον ιστό κατά τη φόρτιση. Μετά την πάροδο αρκετών κύκλων φορτίσεως οι καμπύλες φόρτισης και αποφόρτισης ενός κύκλου αρχίζουν να γίνονται παρόμοιες με αυτές του επόμενου. Το φαινόμενο αυτό είναι σημαντικό σε





Εικόνα 21. Καμπύλες που περιγράφουν την εμβιομηχανική συμπεριφορά των καμπτήρων τενόντων.



εμβιομηχανικές μελέτες, καθώς είναι απαραίτητη η προφόρτιση (preconditioning) του υλικού (σε αυτήν την περίπτωση του τένοντα) για μερικούς κύκλους, ώστε η συμπεριφορά του *ex-vivo* να προσομοιάζει της συμπεριφοράς *in vivo* (Hannafin, 1995, Hubbard, 1988).

Παράγοντες που επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες των τενόντων

Οι μηχανικές ιδιότητες των τενόντων επηρεάζονται από την ανατομική τους εντόπιση. Στο νεογνό οι καμπήρες και οι εκτεινόντες τένοντες έχουν παρόμοιες μηχανικές ιδιότητες, στους ενήλικες όμως η ισχύς των καμπήρων σε διάταση είναι σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή των εκτεινόντων. Πιθανή εξήγηση για το φαινόμενο αυτό είναι ότι μεγαλύτερος αριθμός διασυνδέσεων (cross links) μεταξύ των μορίων του κολλαγόνου δημιουργούνται στους καμπήρες τένοντες σαν προσαρμογή στα μεγαλύτερα μηχανικά φορτία (Kastelic, 1980). Η άσκηση και η ακινητοποίηση φαίνεται επίσης να επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες, καθώς η άσκηση επάγει τη σύνθεση κολλαγόνου και την σε μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνιση μεγάλης διαμέτρου ινιδίων κολλαγόνου (Michna, 1989, Shadwick, 1990). Τα μεγάλης διαμέτρου ινίδια θεωρούνται ως πλέον ανθεκτικά καθώς φέρουν μεγαλύτερο αριθμό διασυνδέσεων (cross links). Η ηλικία επίσης φαίνεται να επηρεάζει τις μηχανικές ιδιότητες. Από την γέννηση και μέχρι την σκελετική ωρίμανση υπάρχει μια διαρκής αύξηση της αντοχής του τένοντα σε ελκυσμό. Παρ'ότι όμως οι ώριμοι τένοντες είναι ισχυρότεροι από τους ανώριμους δεν έχει δειχθεί ότι οι γερασμένοι τένοντες είναι λιγότερο ισχυροί από τους ώριμους. Φαίνεται ότι οι διαφορές αυτές μεταξύ ανώριμων και ώριμων τενόντων οφείλονται σε μεγάλο μέρος στη γεφύρωση των κολλαγόνων ινιδίων στους ώριμους τένοντες από τις γέφυρες των πρωτεογλυκανών (Cribb, 1984, Nakagawa, 1996).

Στη συγγραφή αυτού του κεφαλαίου ελήφθησαν στοιχεία και από το βιβλίο των Buckwalter και συν, 2000.



Η φυσιολογία της επούλωσης

Στη διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών ένας μεγάλος αριθμός δημοσιευμένων μελετών ασχολήθηκε με τη φυσιολογία της επούλωσης των καμπιέρων τενόντων. Ο τραυματισμός (διατομή) του τένοντα οδηγεί σε έναν καταρράκτη αντιδράσεων τόσο σε μικροσκοπικό, όσο και σε υπομικροσκοπικό επίπεδο, που στοχεύουν στην αποκατάσταση της δομικής ακεραιότητας και της λειτουργίας του. Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγραφεί η διαδικασία επούλωσης των τενόντων τόσο σε μικροσκοπικό όσο και σε κυτταρικό και υποκυτταρικό επίπεδο όπως και οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία αυτή. Προϋπόθεση για να εμφανιστούν τα φαινόμενα αυτά σε όλη τους την έκταση είναι να έχουν έλθει τα διατηρηθέντα άκρα του τένοντα σε επαφή με τεχνικές συρραφής, οι οποίες περιγράφονται στο επόμενο κεφάλαιο.

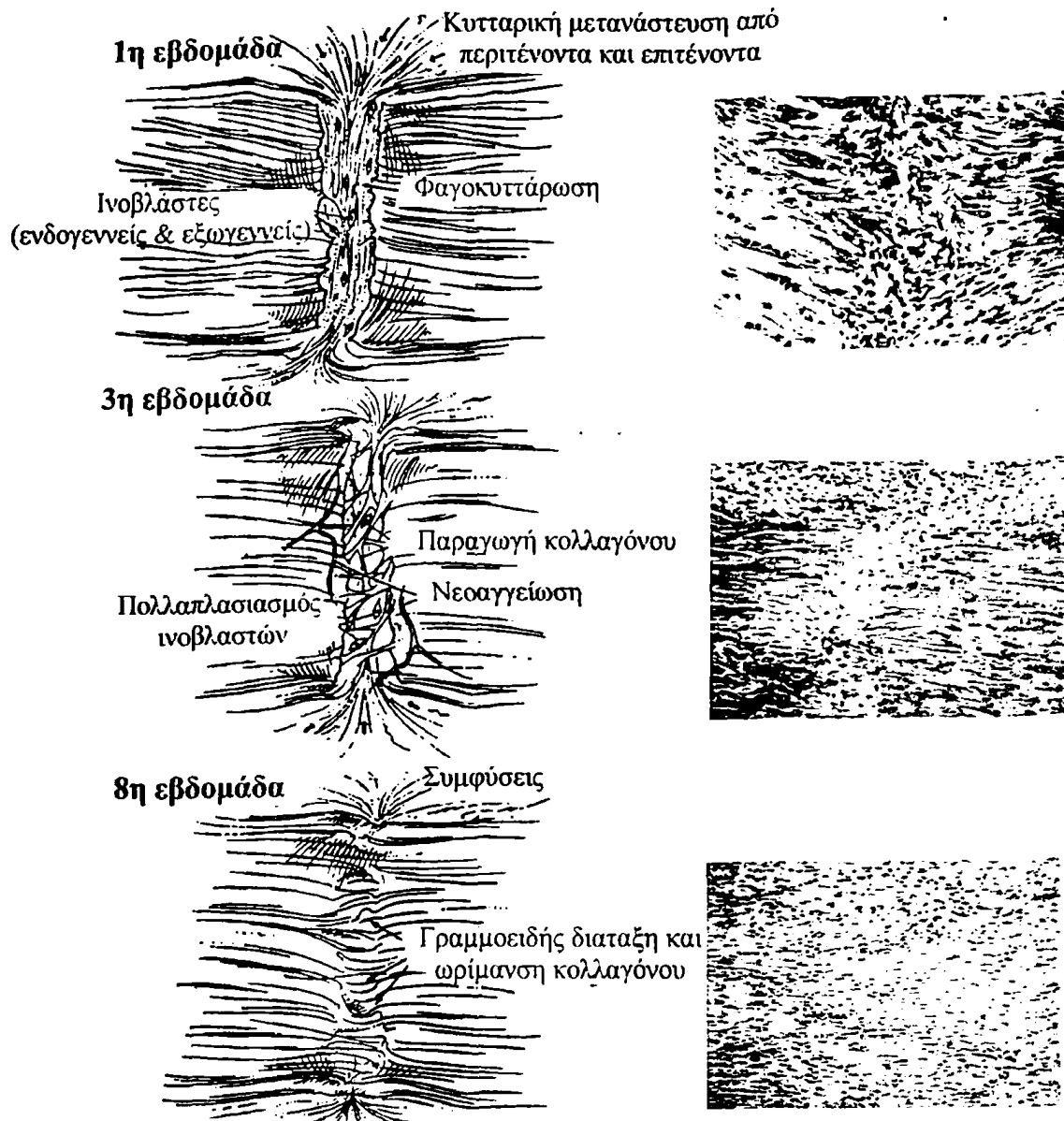
Η επούλωση σε μικροσκοπικό επίπεδο

Η επούλωση των τενόντων γενικά περιλαμβάνει τρεις φάσεις. Την φάση της φλεγμονής που διαρκεί 48 έως 72 ώρες μετά τον τραυματισμό, την ινοβλαστική ή φάση παραγωγής του κολλαγόνου μεταξύ των 5 ημερών και 4 εβδομάδων και την φάση της αναμόρφωσης (remodeling), η οποία στους ενήλικες διαρκεί περί τους 4 μήνες μετά τον τραυματισμό (Εικόνα 22). Οι προαναφερθέντες χρόνοι είναι μόνον ενδεικτικοί, καθώς φλεγμονώδη στοιχεία μπορούν να παρατηρηθούν μέχρι και 2 εβδομάδες (Gelberman, 1985) μετά τον τραυματισμό, όπως και παραγωγή κολλαγόνου έχει ανιχνευθεί μέχρι και την 6^η εβδομάδα.

Μετά τη διατομή ενός τένοντα το τραύμα πληρώνεται με κυτταρικά στοιχεία του αίματος και ινική. Παρατηρείται αθρόα μετανάστευση λευκών αιμοσφαιρίων και ινοβλαστών από τον παρατένοντα (στους εξωϋμενικούς τένοντες) και τον περιτένοντα και επιτένοντα (στους ενδοϋμενικούς) προς την επιφάνεια διατομής. Οι κύριες λειτουργίες των κυττάρων αυτών είναι αντίστοιχα η φαγοκυττάρωση και η εκ νέου σύνθεση κολλαγόνου. Πιστεύεται ότι η καταστροφή των συστατικών της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας του τένοντα (ινονεκτίνη, υαλουρονικό οξύ και κολλαγόνο) δρα χημειοτακτικά για τους ινοβλάστες, τα λευκοκύτταρα και τα ενδοθηλιακά κύτταρα ώστε να συγκεντρωθούν στο χώρο του τραυματισμού (Gelberman, 1991). Η σύνθεση κολλαγόνου έχει ανιχνευθεί από την τρίτη κιόλας μέρα μετά τον τραυματισμό με εντόπιση των μονομερών του στο ενδοπλασματικό δίκτυο των ινοβλαστών.

Μέχρι την τρίτη εβδομάδα ο πολλαπλασιασμός των ινοβλαστών συνεχίζεται, ενώ παράλληλα στην επιφάνεια διατομής παρατηρείται νεοαγγείωση ακόμα και σε περιοχές του τένοντα που προηγούμενα ήταν ανάγγειες. Το κολλαγόνο που παράγεται δεν είναι προσανατολισμένο και είναι αρχικά τύπου III και στη συνέχεια θα ωριμάσει σε τύπου I κολλαγόνο που ανευρίσκεται στους ακέραιους τένοντες.

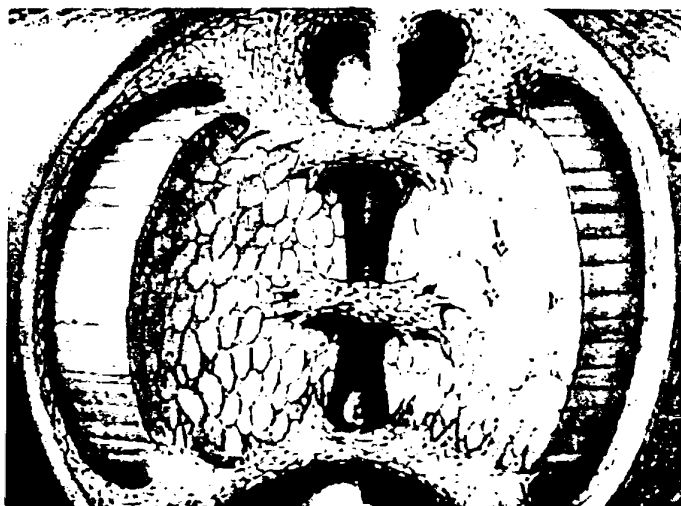




Εικόνα 22. Η επούλωση των καμπτήρων τενόντων σε μικροσκοπικό επίπεδο. Την πρώτη εβδομάδα η φλεγμονώδης αντίδραση κυριαρχεί και κύτταρα συρρέουν από τους πέριξ του τένοντα ιστούς με κύριες λειτουργίες τη φαγοκυττάρωση και τη σύνθεση νέου κολλαγόνου. Στις τρεις εβδομάδες ο πολλαπλασιασμός των ινοβλαστών από τον ενδοτένοντα και τον επιτένοντα συνεχίζεται με την δημιουργία μη προσανατολισμένου κολλαγόνου. Παράλληλα εμφανίζεται νεοαγγειογένεση. Στις οκτώ εβδομάδες το κολλαγόνο ωριμάζει και διατάσσεται επιμήκως. Παράλληλα στον περιτενόντιο χώρο πιθανώς να δημιουργηθούν συμφύσεις.

Προοδευτικά και από την 3^η ή 4^η εβδομάδα αρχίζει ο προσανατολισμός και η ωρίμανση του κολλαγόνου. Φαίνεται ότι μηχανικά ερεθίσματα είναι αυτά που οδηγούν τα κολλαγόνα ινίδια να προσανατολιστούν παράλληλα με τον επιμήκη άξονα του τένοντα. Μέχρι και την έναρξη αυτής της διαδικασίας η ισχύς της συρραφής βασίζεται αποκλειστικά στην ισχύ των ραμμάτων καθώς ο ινώδης ιστός που παρεμβάλλεται στην επιφάνεια διατομής έχει μικρή αντοχή σε ελκτικά φορτία.



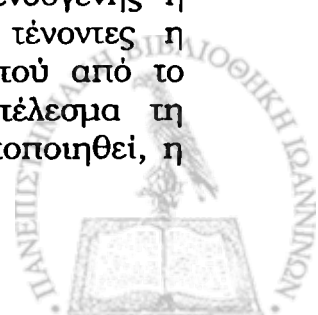


Εικόνα 23. Σχηματική απεικόνιση του ενδογενούς και εξωγενούς μηχανισμού επούλωσης των ενδοϋμενικών καμπτήρων τενόντων.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αναμόρφωσης (remodeling) οι μηχανικές ιδιότητες του ιστού της επούλωσης βελτιώνονται, παράλληλα όμως η μάζα του μειώνεται. Η βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων είναι αποτέλεσμα τόσο της βελτίωσης της οργάνωσης των κολλαγόνων ινιδίων παράλληλα με τον άξονα φόρτισης όσο και της αύξησης του αριθμού των δεσμών μεταξύ των κολλαγόνων ινιδίων. Παράλληλα όμως με την οργάνωση του κολλαγόνου στην επιφάνεια διατομής μπορούν να οργανωθούν και ταινίες συνδετικού ιστού εκτός του τένοντα, που συνδέουν την επιφάνειά του με παρακείμενες ανατομικές δομές (δημιουργία συμφύσεων).

Σε μικροσκοπικό επίπεδο είναι αδύνατον να διακριθεί η προέλευση των κυττάρων (ινοβλαστών) που συρρέουν στην επιφάνεια διατομής μετά τον τραυματισμό (Lindsay, 1964). Έτσι το φαινόμενο της επούλωσης είναι μικροσκοπικά το ίδιο τόσο για τους ενδοϋμενικούς όσο και για τους εξωϋμενικούς τένοντες. Τα τελευταία χρόνια μελέτες σε υπομικροσκοπικό επίπεδο που έγιναν σε ενδοϋμενικούς τένοντες (τένοντες που καλύπτονται από ορογόνο έλυτρο όπως στη Ζώνη 2 των καμπτήρων) έδειξαν ότι η προέλευση των ινοβλαστών σε αυτούς δεν είναι μόνο εξωγενής όπως στους εξωϋμενικούς τένοντες. Στους εξωϋμενικούς τένοντες παρατηρείται κυρίως πολλαπλασιασμός ινοβλαστών από τον παρατένοντα που εισβάλλει στο κενό της διατομής. Αντίθετα, στους ενδοϋμενικούς τένοντες (Εικόνα 23) φαίνεται ότι υπάρχει πολλαπλασιασμός κυττάρων τόσο από το τενόντιο έλυτρο και τον επιτένοντα όσο και από τον ενδοτένοντα (Lundborg, 1978, Becker, 1981, Garner, 1988, Manske, 1984, Manske, 1985, Mass, 1989, Mass, 1991).

Συμπερασματικά σήμερα πιστεύεται ότι οι ενδοϋμενικοί τένοντες έχουν δυνατότητα τόσο εξωγενούς όσο και ενδογενούς επούλωσης. Το μηχανικό περιβάλλον μέσα στο οποίο εξελίσσεται η επούλωση φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά το ποια από τις δύο μορφές της (ενδογενής ή εξωγενής) θα υπερισχύσει. Έτσι σε ακινητοποιημένους τένοντες η επούλωση εξελίσσεται κυρίως με ανάπτυξη συνδετικού ιστού από το έλυτρο προς τον τένοντα (εξωγενής επούλωση) με αποτέλεσμα τη δημιουργία συμφύσεων. Αντίθετα, εάν ο τένοντας έχει κινητοποιηθεί, η



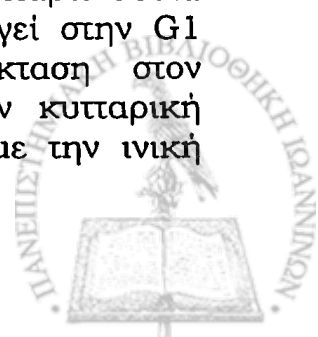
ενδογενής επούλωση κυριαρχεί και οι συμφύσεις περιορίζονται (Aoki, 1997).

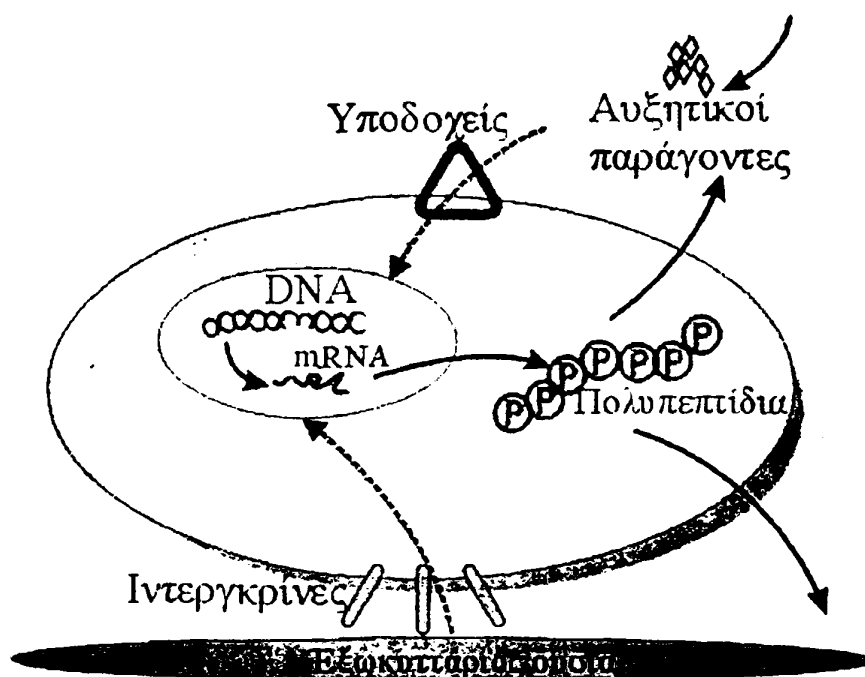
Η επούλωση σε κυτταρικό και μοριακό επίπεδο

Τα κύτταρα που συμμετέχουν στη διαδικασία επούλωσης είναι οι ινοβλάστες (με τις μορφολογικές διαφοροποιήσεις τους σε τενοκύτταρα, επιτενοκύτταρα και ινοβλάστες του τενοντίου ελύτρου), τα ενδοθηλιακά κύτταρα των τριχοειδών και τα φλεγμονώδη κύτταρα. Από αυτά, κομβικό ρόλο στην επούλωση παίζουν οι ινοβλάστες, οι οποίοι είναι εξειδικευμένα πολυδύναμα κύτταρα που προέρχονται από το εμβρυϊκό μεσέγχυμα. Υπό φυσιολογικές συνθήκες οι ινοβλάστες είναι αδρανείς, αλλά μπορούν να διεγερθούν από μια ποικιλία ερεθισμάτων και να οδηγηθούν σε πολλαπλασιασμό, μετανάστευση (με την δημιουργία λαμινοπόδιων), παραγωγή εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας και αναμόρφωσής της (Khan, 1996). Οι ινοβλάστες σε διαφορετικούς ιστούς έχουν διαφορετικά φαινοτυπικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά. Τα τενοκύτταρα του ενδοτένοντα για παράδειγμα, έχουν λιγότερο ατρακτοειδή μορφολογία από τους ινοβλάστες του ορογόνου ελύτρου και πολλαπλασιάζονται και παράγουν κολλαγόνο με βραδύτερο ρυθμό (Abrahamsson, 1994, Occleston, 1998). Τέτοιες διαφορές εμφανίζονται και στην εν γένει δραστηριότητα των ινοβλαστών μεταξύ των ενδοϋμενικών και των εξωϋμενικών τενόντων. Έτσι ενδοϋμενικοί τένοντες όπως οι καμπτήρες επουλώνονται αργότερα σε σχέση με αμιγώς εξωϋμενικούς τένοντες όπως οι εκτεινόντες (Seiler, 1997).

Τα μόρια που συμμετέχουν στη διαδικασία επούλωσης μπορούν να χωριστούν σε τρεις γενικές κατηγορίες. Τα μόρια προσκόλλησης ονομάζονται ιντεργκρίνες (integrins), με κυριότερο εκπρόσωπο την ινονεκτίνη (fibronectin) και είναι πολυπεπίδια που επιτρέπουν στα κύτταρα να προσδένονται και να αλληλεπιδρούν με την εξωκυττάρια ουσία. Οι ιντεργκρίνες επάγουν ρυθμιστικά σήματα από τη μεσοκυττάρια ουσία προς το κύτταρο με αποτέλεσμα μεταβολές στην λειτουργία του (εικόνα 24). Η δεύτερη κατηγορία είναι τα μόρια της εξωκυττάριας ουσίας που για τους τένοντες είναι το τύπου I κολλαγόνο κυρίως, το οποίο παράγεται από τους ινοβλάστες και αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της σύνθεσης του τένοντα. Η τρίτη κατηγορία είναι οι αυξητικοί παράγοντες. Αυτά τα πολυπεπίδια συντίθενται τόσο από τα ίδια τα κύτταρα του τένοντα, αλλά απελευθερώνονται και από το αιμάτωμα του τραυματισμού και από τα φλεγμονώδη κύτταρα που συρρέουν.

Η ινονεκτίνη είναι μια μεγάλου μοριακού βάρους γλυκοπρωτεΐνη του συνδετικού ιστού που ανευρίσκεται επίσης στις βασικές μεμβράνες και το πλάσμα. Εκτός από τη σύνδεση των κυττάρων στη μεσοκυττάρια ουσία η ινονεκτίνη διεγείρει τους ινοβλάστες τους οποίους οδηγεί στην G1 φάση του κυτταρικού τους κύκλου και κατ' επέκταση στον πολλαπλασιασμό τους (Amiel, 1991). Επίσης επάγει την κυτταρική κίνηση και χημειοταξία, ενώ παράλληλα όταν συνδεθεί με την ινική δημιουργεί το ικρίωμα για μελλοντικές συμφύσεις.





Εικόνα 24. Σχηματική απεικόνιση των κυτταρικών και μοριακών αλληλεπιδράσεων. Η λειτουργία του κυττάρου ρυθμίζεται με αρκετούς μηχανισμούς μεταξύ των οποίων ο μηχανισμός των ιντεργκρινών και η επίδραση αυξητικών παραγόντων στους υποδοχείς της μεμβράνης. Τα κύτταρα αποκρίνονται σε αυτά τα ερεθίσματα με την μεταγραφή και μετάφραση συγκεκριμένων γονιδίων και με παραγωγή των πεπτιδίων που είτε απελευθερώνονται στην εξωκυττάρια ουσία (κολλαγόνο) είτε με τη σειρά τους επιδρούν σε άλλα κύτταρα (αυξητικοί παράγοντες).

Το κολλαγόνο είναι η κύρια πρωτεΐνη που συγκρατεί τα κύτταρα και δίνει στα όργανα τη χαρακτηριστική τους δομή. Στον μη τραυματισμένο τένοντα ανευρίσκεται μόνο τύπου I κολλαγόνο και αυτός ο τύπος μόνο παράγεται από τα κύτταρα του ενδοτένοντα. Μετά τον τραυματισμό η κύρια πηγή παραγωγής κολλαγόνου είναι ο επιτένοντας και για τις πρώτες εβδομάδες ανευρίσκεται μόνο τύπου III κολλαγόνο το οποίο στη συνέχεια θα ωριμάσει σε τύπου I κολλαγόνο. Μετά τον τραυματισμό υπάρχει μια χρονική διαφορά στην παραγωγή του κολλαγόνου μεταξύ των ινοβλαστών του επιτένοντα και του ενδοτένοντα. Τα κύτταρα του επιτένοντα αρχίζουν να παράγουν κολλαγόνο περίπου μια εβδομάδα μετά το τραύμα, ενώ τα κύτταρα του ενδοτένοντα (τενοκύτταρα) καθυστερούν μέχρι τη δεύτερη ή τρίτη εβδομάδα.

Οι *αυξητικοί παράγοντες* είναι εξαιρετικώς ενεργά πολυπεπίδια που ρυθμίζουν και ελέγχουν τη διαδικασία επούλωσης. Η κυτταρική λειτουργία ρυθμίζεται από σήματα, που μεταβιβάζονται από επιφανειακούς υποδοχείς ή διαμέσου των ιντεργκρινών (Εικόνα 24). Οι εξωκυττάριοι αυξητικοί παράγοντες προσδένονται στους υποδοχείς και ασκούν τη ρυθμιστική τους δράση με την επαγωγή γονιδίων. Έτσι για παράδειγμα η παραγωγή κολλαγόνου ξεκινάει με την επαγωγή ενός γονιδίου στο DNA και την μεταγραφή του σε ένα RNA το οποίο στη

συνέχεια στο ενδοπλασματικό δίκτυο θα μεταφραστεί σε ένα πολυπεπτιδίο κολλαγόνου. Πραγματικά, έχει βρεθεί ότι η έκφραση του γονιδίου για το Τύπου I κολλαγόνου αυξάνει 7 έως 10 μέρες μετά τον τραυματισμό του τένοντα, κορυφώνεται στις τρεις εβδομάδες και εξακολουθεί να παραμένει σε υψηλά επίπεδα για συνολικά έξι εβδομάδες μετά τον τραυματισμό. Το ίδιο το κύτταρο όμως παράγει αυξητικούς παράγοντες επηρεάζοντας έτσι το περιβάλλον. Υπάρχουν περισσότεροι από εκατό γνωστοί αυξητικοί παράγοντες. Παρ'όλα αυτά ο αριθμός των παραγόντων που εμπλέκονται στην επούλωση των τενόντων είναι περιορισμένος (γνωρίζουμε για παράδειγμα ότι ο παράγων νέκρωσης των όγκων [Tumor Necrosis Factor, TNF] και η ιντερλευκίνη 6 δεν εκφράζονται μετά τον τραυματισμό τένοντα) (Duffy, 1995, Duffy, 1992). Ακολουθεί μια αναφορά στους κυριότερους αυξητικούς παράγοντες που εμπλέκονται στη διαδικασία επούλωσης των τενόντων.

Ο βασικός ινοβλαστικός αυξητικός παράγοντας (basic Fibroblastic Growth Factor, b-FGF) είναι ο μόνος αυξητικός παράγοντας που ανευρίσκεται σε ικανές ποσότητες για να ανιχνευθεί στους φυσιολογικούς (μη τραυματισμένους) τένοντες. Έχει μοριακό βάρος 18kDa, ευοδώνει την αγγειογένεση, διεγείρει τους ινοβλάστες και επηρεάζει την επούλωση με δοσοεξαρτώμενο τρόπο (Chang, 1998).

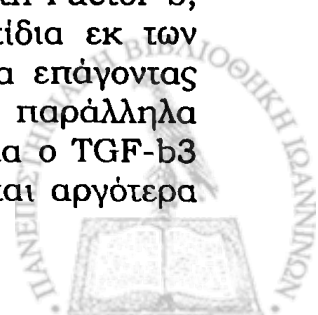
Ο αιμοπεταλιακός αυξητικός παράγοντας (Platelet Derived Growth Factor, PDGF) έχει μοριακό βάρος 30kDa και φαίνεται ότι επάγει την μετανάστευση των ινοβλαστών, αυξάνει τη σύνθεση μεσοκυττάριας ουσίας, ενώ σε υψηλές δόσεις έχει αρνητική επίδραση στη σύνθεση του DNA (Bane, 1995).

Ο επιδερμικός αυξητικός παράγοντας (Epidermal Growth Factor, EGF) έχει μοριακό βάρος 6kDa και επάγει τον πολλαπλασιασμό τόσο των ινοβλαστών όσο και των ενδοθηλιακών κυττάρων.

Ο αγγειακός ενδοθηλιακός αυξητικός παράγοντας (Vascular Endothelial Growth Factor, VEGF) έχει δράση κυρίως στα ενδοθηλιακά κύτταρα στο τέλος της πρώτης εβδομάδας μετά τον τραυματισμό.

Ο ομόλογος της ινσουλίνης αυξητικός παράγων 1 (Insulin-like Growth Factor-1, IGF-1) είναι ένα πεπτιδίο με ομοιότητες με την προΐνσουλίνη και κατά τη διάρκεια της επούλωσης διεγείρει τον πολλαπλασιασμό των ινοβλαστών και τη σύνθεση κολλαγόνου Τύπου I με δοσοεξαρτώμενο τρόπο (Abrahamsson, 1996, Abrahamsson, 1991, Bane, 1995, Murphy, 1997).

Ο μετατροπικός αυξητικός παράγων-b (Transforming Growth Factor-b, TGF-b) είναι μια οικογένεια από τέσσερα συγγενικά πεπτιδία εκ των οποίων τα TGF-b2 και TGF-b4 έχουν παρόμοια λειτουργία επάγοντας την αγγειογένεση και τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό, αλλά παράλληλα και τη δημιουργία ουλώδους ιστού και συμφύσεων. Αντίθετα ο TGF-b3 δρα ως ανταγωνιστής των TGF-b2 και TGF-b4 και παράγεται αργότερα



σε σχέση με τους προηγούμενους στη διάρκεια επούλωσης του τένοντα διακόπτοντας έτσι τη δράση τους (Chan, 1997).

Όσον αφορά τον χρονισμό της εμφάνισης των αυξητικών παραγόντων στο στάδιο της φλεγμονής ανευρίσκουμε μεγάλα ποσά TGF- β και PDGF στο αρχικό αιμάτωμα με πιθανότερη προέλευση τον επιτένοντα. Κατά τη διάρκεια της σύνθεσης κολλαγόνου η παραγωγή του TGF- β αυξάνεται, ενώ παρατηρούνται και αυξημένες συγκεντρώσεις b-FGF. Στο τρίτο στάδιο της επούλωσης (της αναμόρφωσης) η έκφραση του ανταγωνιστή των TGF- β (δηλαδή του TGF- β 3) αυξάνει, μειώνοντας έτσι τη δράση τους, ενώ παράλληλα αυξάνει η έκφραση των ιντεργκρινών καθώς η μεσοκυττάρια ουσία αναμορφώνεται (Joyce, 1997).

Από τα ανωτέρω γίνεται σαφές ότι οι αυξητικοί παράγοντες επηρεάζουν όχι μόνο τη διαδικασία φυσιολογικής επούλωσης του τένοντα αλλά και τη δημιουργία συμφύσεων. Η έρευνα γύρω από την πρόληψη της δημιουργίας συμφύσεων εστιάζεται κυρίως στην οικογένεια αυξητικών παραγόντων TGF- β .

Ενώ η δράση των αυξητικών παραγόντων έχει εκτεταμένα μελετηθεί στους καμπήρες τένοντες υπάρχουν λίγες πληροφορίες για τη δράση του ινοδολυτικού συστήματος και του αραχιδονικού οξέως και των μεταβολιτών του (προσταγλανδίνες), που προφανώς παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στις διαδικασίες επούλωσης.

Παράγοντες που επηρεάζουν την επούλωση

Η λειτουργία των ινοβλαστών μπορεί να τροποποιηθεί από διάφορους παράγοντες. Αυτοί μπορεί να είναι ανατομικοί, φυσικοί ή φαρμακολογικοί. Είναι γνωστό ότι εξωϋμενικοί τένοντες παράγουν πολύ μεγαλύτερες ποσότητες DNA και μεσοκυττάριας ουσίας όταν μεταφερθούν σε ένα ενδοϋμενικό περιβάλλον (Abrahamsson, 1995). Φυσικοί παράγοντες όπως η κίνηση, η επιμήκης φόρτιση, ο ηλεκτρικός ερεθισμός και η αφυδάτωση μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την παραγωγή κολλαγόνου (Evans, 1993, Halikis, 1997).

Είναι γνωστό για παράδειγμα, ότι 20 λεπτά μετά την έκθεσή τους στον αέρα οι τένοντες χάνουν κατά το ήμισυ την ικανότητά τους να συνθέτουν κολλαγόνο και DNA, ενώ στα 40 λεπτά αυτή η ικανότητα χάνεται εξ' ολοκλήρου (Abrahamsson, 1991). Τη μεγαλύτερη όμως επίδραση στην αντιμετώπιση των διατομών των καμπήρων τενόντων φαίνεται να έχουν οι παρατηρήσεις των Gelberman και συνεργατών, που κατέδειξαν ότι με την εφαρμογή πρώιμης κινητοποίησης οδηγούμαστε σε ταχύτερη επαναφορά της ισχύος, λιγότερες συμφύσεις, μεγαλύτερο εύρος κίνησης, καλύτερη αγγείωση και μικρότερη παραμόρφωση στην εστία ραφής συγκριτικά με ακινητοποιημένους τένοντες (Gelberman, 1982, Gelberman, 1985, Gelberman, 1986, Gelberman, 1989, Gelberman, 1990). Οι απόψεις αυτές άλλαξαν δραματικά τις αντιλήψεις για την

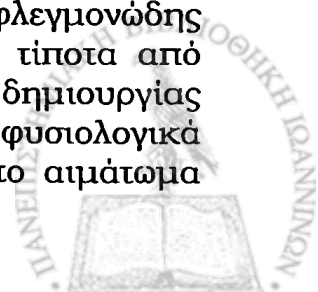
μετεγχειρητική αποκατάσταση των διατομών των καμπτήρων τενόντων. Φαρμακολογικοί παράγοντες όπως οι 5-φλουουρακίλη και η μιτομικίνη-C μπορούν να επηρεάσουν την λειτουργία των ινοβλαστών.

Η φυσιολογία των συμφύσεων

Η πλήρης αποκατάσταση της λειτουργικότητας μετά από τραυματισμό ενδοϋμενικών τενόντων εξακολουθεί να είναι ένα δύσκολο χειρουργικό πρόβλημα με κοινωνικές και οικονομικές προεκτάσεις. Συχνότεροι λόγοι αποτυχίας των πρωτοπαθών συρραφών των καμπτήρων τενόντων είναι με σειρά συχνότητας η δημιουργία συμφύσεων, η δημιουργία κενών στη συρραφή που οδηγούν σε επιμηκυσμένη ουλή και η ρήξη της συρραφής. Ως συμφύσεις ορίζονται οι μη φυσιολογικές διασυνδέσεις μεταξύ ιστών ή/και οργάνων. Στους καμπτήρες τένοντες οι συμφύσεις είναι σχεδόν πάντοτε δευτεροπαθείς, αποτέλεσμα τραυματισμού ή χειρουργικής επεμβάσεως. Ο πιο σημαντικός παράγοντας που εμπλέκεται στην εμφάνιση των συμφύσεων είναι το τραύμα. Η επούλωση των τενόντων είτε αυτοί είναι ενδοϋμενικοί είτε εξωϋμενικοί είναι εγγενώς συμφυσιογενής. Η έκταση του τραύματος στον τένοντα όπως και συμπαραμαρτιούσες κακώσεις (αγγειακές, νευρικές ή οστικές) έχουν ευθέως ανάλογη σχέση με τη δημιουργία συμφύσεων και τον μετεγχειρητικό περιορισμό της λειτουργικότητας. Φαίνεται όμως ότι και άλλοι παράγοντες, όπως η χειρουργική τεχνική (ο τρόπος χειρισμού των ιστών, τα υλικά και οι τεχνικές συρραφής) και η μετεγχειρητική φυσιοθεραπευτική αγωγή επηρεάζουν σημαντικά τη δημιουργία συμφύσεων. Ο ατραυματικός χειρισμός των ιστών, οι βελτιωμένες τεχνικές συρραφής και η πρώιμη μετεγχειρητική κινητοποίηση παραμένουν οι ακρογωνιαίοι λίθοι για την βελτιστοποίηση της λειτουργικότητας των καμπτήρων μετά από τραυματισμό.

Είναι γνωστό ότι συμφύσεις εμφανίζονται συχνότερα μετά από τραυματισμό ενδοϋμενικών τενόντων και κυρίως στη Ζώνη 2 των καμπτήρων της άκρας χειρός. Οι λόγοι της συχνότερης εμφάνισης συμφύσεων στη Ζώνη 2 δεν είναι επαρκώς διευκρινισμένοι. Φαίνεται πάντως ότι ο διπλός μηχανισμός επούλωσης (τόσο εξωγενής όσο και ενδογενής) των ενδοϋμενικών τενόντων παίζει σημαντικό ρόλο. Είναι γνωστό ότι η ενδογενής επούλωση (που προέρχεται κυρίως από τα κύτταρα του επιτένοντα και του ενδοτένοντα) ξεκινάει με μια χρονική διαφορά (καθυστέρηση) σε σχέση με την εξωγενή επούλωση. Οι συμφύσεις πιστεύεται ότι είναι αποτέλεσμα της επικράτησης του εξωγενούς τρόπου επούλωσης και σχετίζονται με το τραύμα στον ορογόνο υμένα του τένοντα.

Στη διαδικασία δημιουργίας των συμφύσεων η αρχική φλεγμονώδης αντίδραση μετά από διατομή του τένοντα δε διαφέρει σε τίποτα από αυτήν που περιγράψαμε προηγουμένως. Η έναρξη της δημιουργίας συμφύσεων ξεκινάει με την εναπόθεση ινικής, που φυσιολογικά συμβαίνει με την ενεργοποίηση του μηχανισμού πήξης στο αιμάτωμα



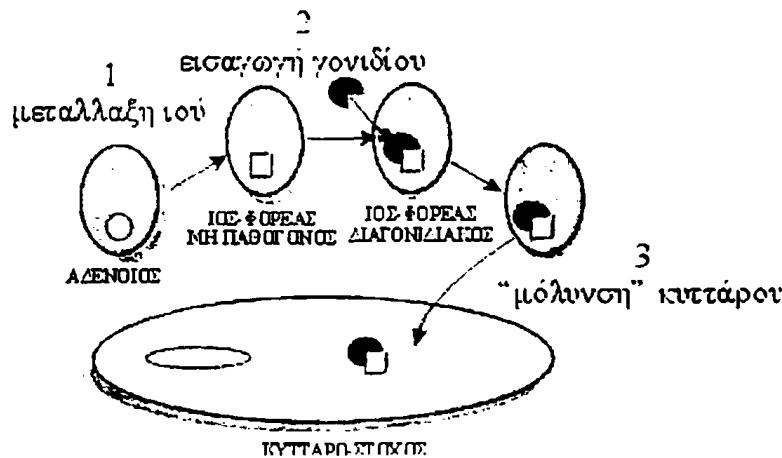
μετά τον τραυματισμό. Η ινική σταδιακά αντικαθιστάται από αγγειοβριθή ουλώδη ιστό που περιέχει μακροφάγα, ινοβλάστες και γιγαντοκύτταρα. Προοδευτικά δημιουργούνται ταινίες συμπυκνωμένης μάζας ινικής που καλύπτονται από δύο ή τρία στρώματα αποπεπλατυσμένων κυττάρων ή και μονοπύρηνων. Η όλη διαδικασία ρυθμίζεται από φλεγμονώδους αρχής κύτταρα (T-λεμφοκύτταρα, μονοκύτταρα και μακροφάγα) που συρρέουν στο σημείο τραυματισμού του ορογόνου ελύτρου (*Wojcalk, 1993*). Παράλληλα οι ινοβλάστες του ορογόνου ελύτρου παράγουν ινονεκτίνη. Έτσι μετά την πρώτη εβδομάδα το αρχικό δίκτυο της ινικής ενισχύεται με τη δημιουργία ινονεκτίνης και τύπου III κολλαγόνου που διατάσσεται άναρχα μεταξύ του τένοντα και του ελύτρου. Οι συμφύσεις είναι ορατές μικροσκοπικά μέσα στις πρώτες επτά ημέρες μετά το τραύμα σαν παχύνσεις του επιτενόντιου με 5 έως 7 στρώματα κυττάρων. Τελικά οι συμφύσεις ωριμάζουν σε ινώδεις ταινίες οι οποίες περιέχουν μικρές εστίες επαβεστώσεων.

Πολλοί βιοχημικοί παράγοντες έχουν μελετηθεί πειραματικά για την πρόληψη των συμφύσεων. Έτσι ευεργετική δράση έχει αποδειχθεί πειραματικά για τα αντιϊσταμινικά (*Douglas, 1967, Lindsay, 1961*), τα στεροειδή (*Douglas, 1967*), τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη (*Kulick, 1984, Kulick, 1986, Carlstedt, 1987, Szabo, 1990*), το υαλουρονικό νάτριο (*Hagberg, 1992, St Onge, 1980*) και το υαλούρονικό οξύ (*Amiel, 1989, Hagberg, 1992*), τα διαλύματα κολλαγόνου (*Porat, 1980*) και τις κόλλες ινικής (*Frykman, 1993*). Επίσης έχει πειραματικά δοκιμαστεί η εφαρμογή μεμβρανών, είτε φυσικών (φλεβικό μόσχευμα, περιτονία) είτε τεχνητών ως μηχανικός φραγμός στο σημείο συρραφής (*Peterson, 1990 Kessler, 1986, Liu, 1991*). Παρ'ότι πολλές από τις ανωτέρω μεθόδους έχουν περάσει στην κλινική πράξη και εφαρμόζονται ως επικουρικά μέσα, δεν έχει αποδειχθεί για καμία ότι είναι δυνατόν να βελτιώσει σημαντικά τα λειτουργικά αποτελέσματα της συρραφής των καμπτήρων. Επίσης πειραματικές προσπάθειες της τροποποίησης της επούλωσης σε κυτταρικό επίπεδο με περιορισμό της δημιουργίας συμφύσεων έχουν γίνει. Εξουδετερωτικά αντισώματα εναντίον του TGF- β 1 έχουν αποδώσει καλύτερα λειτουργικά αποτελέσματα σε αποκατάσταση διατομών καμπτήρων τενόντων σε κουνέλια (*Chang, 2000*).

Γονιδιακές Θεραπείες

Παρά τις βελτιώσεις στη χειρουργική των καμπτήρων τενόντων τις τελευταίες δεκαετίες, η βιολογική απάντηση των ιστών στους χειρισμούς μας εξακολουθεί να παραμένει έξω από τον έλεγχο του χειρουργού. Αυτός είναι ο λόγος που πληθαίνουν οι προσπάθειες τροποποίησης της επούλωσης σε κυτταρικό επίπεδο με τη χρήση της γενετικής είτε για να επιταχυνθεί η λειτουργική αποκατάσταση είτε για να προληφθούν οι συμφύσεις. Ως γονιδιακή θεραπεία ορίζεται η *in vivo* εισαγωγή γονιδίων στα κύτταρα ενός ιστού με σκοπό να επιτευχθεί μια συγκεκριμένη βιολογική απόκριση.





Εικόνα 25. Γονιδιακή θεραπεία με την χρήση ιού-φορέα. Ο ιός-φορέας αρχικά μεταλλάσσεται σε μη παθογόνο, εισάγεται σε αυτόν το γονίδιο ενδιαφέροντος και στη συνέχεια με προσβολή του κυττάρου-στόχου από τον ιό-φορέα το γονιδιακό υλικό μεταφέρεται στο κύτταρο το οποίο και θα μεταγράψει και μεταφράσει το γονίδιο σε ένα νέο πρωτεϊνικό προϊόν.

Παρ'ότι υπάρχουν αρκετοί τρόποι μεταφοράς γονιδίων στα κύτταρα ο πιο πολλά υποσχόμενος είναι αυτός που χρησιμοποιεί έναν γενετικά τροποποιημένο ιό, ο οποίος προσβάλλει το κύτταρο-στόχο και μεταφέρει σε αυτό το νέο γενετικό υλικό. Κάποιοι ιοί, όπως για παράδειγμα οι αδενοϊοί του κοινού κρυολογήματος είναι κατάλληλοι για γονιδιακή θεραπεία στους τένοντες (Εικόνα 25). Αρχικά ο ιός μεταλλάσσεται ώστε να αφαιρεθεί η παθογόνος ιδιότητά του, αλλά να παραμένει η ικανότητά του να προσβάλλει κύτταρα. Αυτός ο γενετικά μεταλλαγμένος ιός δεν πολλαπλασιάζεται στα κύτταρα, αλλά ούτε και τα καταστρέφει. Στο δεύτερο στάδιο το γονίδιο του ενδιαφέροντος που έχει απομονωθεί και κλωνοποιηθεί εισάγεται στον ιό-φορέα. Στο τρίτο στάδιο ο ιός-φορέας προσβάλλει τα κύτταρα-στόχους και μεταβιβάζει το γονιδιακό υλικό, το οποίο στο κύτταρο-στόχο μεταφράζεται σε ένα πρωτεϊνικό προϊόν και του επιτρέπει να έχει μια νέα λειτουργία. Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία αυτή είναι καταρχάς η επιλεκτική προσβολή των κυττάρων-στόχων από τον ιό (host range), το ποσοστό των κυττάρων του ίδιου τύπου σε έναν οργανισμό που προσβάλλονται από τον ιό-φορέα (vector penetration) και τέλος το χρονικό διάστημα για το οποίο το γονίδιο παραμένει ενεργό στα κύτταρα-στόχους (transgene stability). Ένας λιγότερο συχνά χρησιμοποιούμενος τρόπος γονιδιακής θεραπείας είναι η απευθείας έγχυση γονιδίων στο χειρουργικό πεδίο κατά τη διάρκεια μιας επέμβασης. Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου σε γονιδιακή θεραπεία καμπιτήρων τενόντων έχει αναφερθεί πειραματικά (Goomer, 2000). Η γενετική θεραπεία, η κυτταρική βιολογία, η μοριακή βιολογία και η γενετική μηχανική είναι τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν τις επόμενες δεκαετίες για να ευοδωθεί η επούλωση των τενόντων και να βελτιωθεί η λειτουργικότητα σε ασθενείς με τραυματισμένους τένοντες.

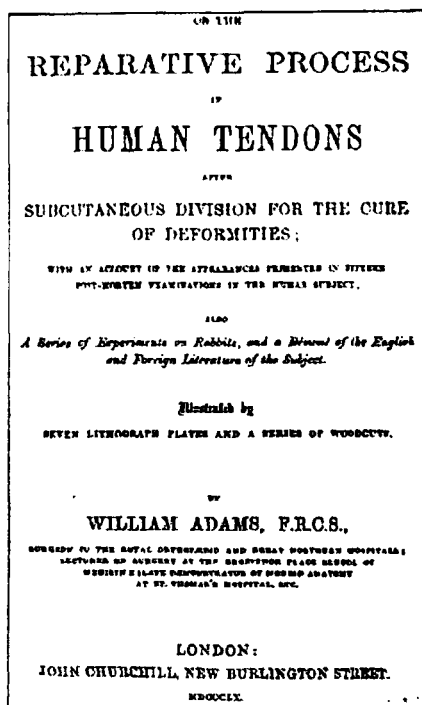
Στη συγγραφή αυτού του κεφαλαίου ελήφθησαν στοιχεία και από άρθρα ανασκόπησης από τους Hunter, 1997, Jaibaji, 2000, Boyer, 2002.

Πρωτοπαθής αντιμετώπιση διατομών καμπτήρων τενόντων

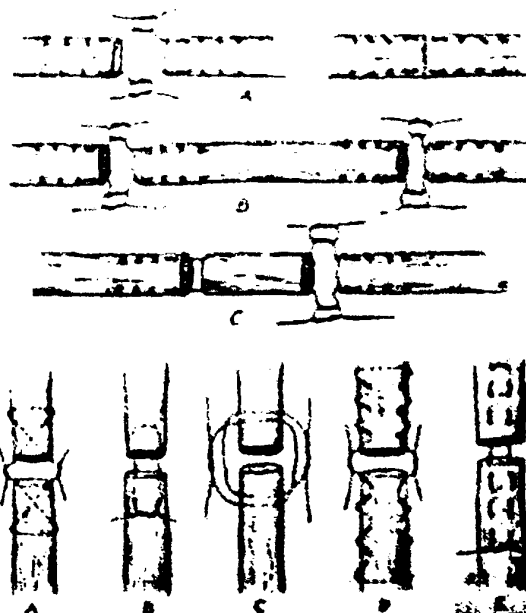
Ιστορική αναδρομή

Η αντιμετώπιση των διατομών των καμπτήρων τενόντων έχει μια ιστορία αργής εξέλιξης με την εμφάνιση καινοτόμων ιδεών από τη μια, αλλά και την προσκόλληση σε λανθασμένα δόγματα για μεγάλα χρονικά διαστήματα από την άλλη.

Για αρκετούς αιώνες οι διατομές των τενόντων παρέμεναν χωρίς αντιμετώπιση λόγω της προσκόλλησης στο δόγμα του Γαληνού, ο οποίος το 2^ο μ.Χ. αιώνα (*Ars Paura*) ανέπτυξε την θεωρία ότι οι τένοντες αποτελούνται από συνδέσμους και νεύρα και η χειρουργική τους αποκατάσταση θα οδηγούσε σε σπασμούς. Το δόγμα αυτό ενστερνίστηκε και ο Παράκελσος και για δέκα περίπου αιώνες κυριάρχησε στην ιατρική σκέψη. Οκτώ αιώνες μετά το Γαληνό ένας άραβας χειρουργός, ο Avicenna, περιέγραψε τενοντοραφές, αλλά οι περιγραφές του αγνοήθηκαν εξαιτίας της καθολικής επικράτησης του δόγματος του Γαληνού. Το ενδιαφέρον για τις τενοντοραφές εμφανίζεται ξανά το 14^ο αιώνα μετά από την διάκριση των τενόντων από τα νεύρα στον άτλαντα του Vessalius. Οι αναφορές τενοντοραφών πυκνώνουν από τον 14^ο έως τον 17^ο αιώνα, αλλά παραμένουν ανεκδοτολογικές και οι χειρουργικές τεχνικές πρωτόγονες.

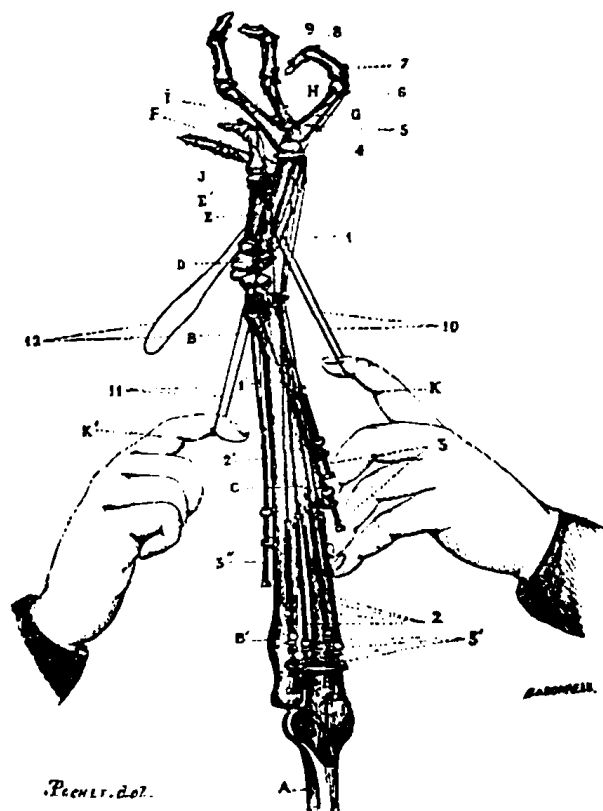


Εικόνα 26. Το εξώφυλλο του βιβλίου του William Adams με πειραματικές μελέτες για τους καμπτήρες τένοντες σε κουνέλια, 1860.



Εικόνα 27. Σχηματική απεικόνιση των τεχνικών συρραφής τενόντων από την πρώτη έκδοση του «Campbell's Operative Orthopaedics», 1939, με συγγραφέα του κεφαλαίου τον Sterling Bunnell.





Εικόνα 28. Πειραματική διάταξη μελέτης της λειτουργίας των καμπτήρων τενόντων από το βιβλίο του G.B. Douchene «Physiology of motion» του 1866.

Η συστηματική προσέγγιση του προβλήματος των διατομών των καμπτήρων τενόντων ξεκινάει από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα. Ο Syme, ένας διακεκριμένος Άγγλος χειρουργός, περιγράφει επανειλημμένα επιτυχημένες συρραφές και έτσι η τενοντοραφή γίνεται μια αποδεκτή χειρουργική θεραπεία. Η πρώτη πειραματική μελέτη σε κουνέλια εμφανίζεται το 1860 από τον William Adams, ενώ το 1880 ο Nicoladoni περιγράφει τεχνικές συρραφής τενόντων. Το 1889 ο Codivilla είναι ο πρώτος που αναγνωρίζει την σημασία του ελύτρου των καμπτήρων τενόντων στη Ζώνη 2 για τη δημιουργία συμφύσεων. Παράλληλα πυκνώνουν στη βιβλιογραφία της εποχής αναφορές στη χρησιμοποίηση τενόντων μοσχευμάτων.

Το 1912 ο Erich Lexer δίνει έμφαση στην πρόληψη των συμφύσεων με προσεκτική συρραφή και ενεργητική κινητοποίηση έξι μέρες μετά τη συρραφή. Παράλληλα περιγράφει τη χρήση του μακρού παλαμικού ως τενόντιο μόσχευμα. Ακολουθεί το 1916 η δημοσίευση του πρώτου από τρία άρθρα του Leo Meyer με τα οποία τίθενται οι επιστημονικές βάσεις της σύγχρονης αντιμετώπισης των καμπτήρων τενόντων. Στα άρθρα αυτά περιγράφεται λεπτομερώς η αγγείωση, ο ρόλος του μεσοτένοντα και του παρατένοντα και του τενόντιου ελύτρου στην λειτουργία του τένοντα. Ο ίδιος επίσης τονίζει τη σημασία της μετεγχειρητικής φυσιοθεραπευτικής αγωγής στα χειρουργεία των καμπτήρων τενόντων. Το 1918 ο Sterling Bunnell δημοσιεύει το κλασικό του άρθρο για του καμπτήρες τένοντες (Bunnell, 1918). Στο άρθρο αυτό περιγράφει το έλυτρο των καμπτήρων στη Ζώνη 2 σαν «ένα σφικτό τούνελ που δεν επιτρέπει την απαραίτητη εξοίδηση της συρραφής. Η αιματική παροχή μειώνεται και στη συνέχεια ο τένοντας μέσα σε αυτό το τούνελ οδηγείται σε νέκρωση». Σε μεταγενέστερα άρθρα ο Bunnell θα ονομάσει τη Ζώνη 2 «no man's land»

(απροσπέλαστη περιοχή) και το δόγμα αυτό θα κυριαρχήσει στην χειρουργική πρακτική για τον επόμενο μισό αιώνα. Οι πρωτοπαθείς τενοντοραφές εγκαταλείπονται και κυριαρχεί η τοποθέτηση μοσχευμάτων σε δεύτερο χρόνο. Παράλληλα όμως ο Sterling Bunnell στα άρθρα του θέτει και τις βάσεις της σύγχρονης χειρουργικής των καμπτήρων τενόντων. Τονίζει την ανάγκη σωστής θέσης του χειρουργού, της χρήσης κατάλληλων εργαλείων, φωτισμού και μεγέθυνσης, την προσεκτική αιμόσταση και τον σεβασμό στον χειρισμό των ιστών. Στις δεκαετίες του '40 και του '50 οι εξέχοντες χειρουργοί του χεριού τόσο στις Ηνωμένες Πολιτείες (Graham, Littler, Boyes) όσο στο Ηνωμένο Βασίλειο (Pulvertaft) ακολουθούν την τεχνική των τενόντιων μοσχευμάτων.

Η αλλαγή στις αντιλήψεις περί δευτεροπαθούς αντιμετώπισης των διατομών των καμπτήρων τενόντων ήρθε ουσιαστικά στη δεκαετία του '60 χάρη στις επιστημονικές ανακοινώσεις τριών χειρουργών: του Claude Verdan, του Harold Kleinert και του Fred Kessler. Ο Verdan, οπαδός και ο ίδιος αρχικά του δόγματος Bunnell, στράφηκε νωρίς στην πρωτοπαθή συρραφή των καμπτήρων τενόντων στη Ζώνη 2, περιέγραψε τη χρήση επιτενότιου ράμματος και τη διάνοιξη μέρους του ελύτρου για να γίνεται τεχνικά ευκολότερη η συρραφή (Verdan, 1960, Verdan, 1964). Ο Kleinert ήταν ο πρώτος που ανακοίνωσε αποτελέσματα από μια δεκαετή εμπειρία στη χρήση πρωτοπαθών συρραφών και την εφαρμογή ενός επιθετικού προγράμματος μετεγχειρητικής κινητοποίησης με τη χρήση δυναμικών ναρθήκων (Kleinert, 1967). Τα αποτελέσματα που παρουσίασε στο 22^ο Συνέδριο της Αμερικανικής Εταιρείας Χειρουργικής Χεριού στο San Francisco το 1967 αμφισβητήθηκαν τότε έντονα από τους συνέδρους με αποτέλεσμα να συσταθεί ειδική επιτροπή, η οποία εξέτασε όλους τους ασθενείς του Kleinert στο Louisville και επιβεβαίωσε το αληθές των ισχυρισμών του (Strickland, προσωπική επικοινωνία). Παράλληλα στη δεκαετία του '60 ο Bruner περιγράφει την ζικ-ζακ προσπέλαση των καμπτήρων τενόντων στα δάκτυλα, και ο Hunter δημοσιεύει πειραματικές μελέτες που αφορούν τους δακτυλιοειδείς συνδέσμους και τις αγγειακές δομές των τενόντων (Caplan, 1975).

Στη δεκαετία του '70 οι Kessler, Tajima και Tsuge περιγράφουν τις μεθόδους συρραφής των καμπτήρων τενόντων που παραμένουν δημοφιλείς μέχρι και σήμερα (Kessler, 1969), οι Lister, Duran και Houser περιγράφουν μεθόδους ενεργητικής και παθητικής κινητοποίησης (Lister, 1977, Duran, 1978), ο Lundborg περιγράφει το ρόλο του τενόντιου ελύτρου στη διατροφή του τένοντα (Lundborg, 1980) και ο Matev τις καθυστερημένες πρωτοπαθείς συρραφές τενόντων (Matev, 1980). Τα τελευταία 20 χρόνια ο Manske εκπονεί εκτεταμένες μελέτες που αφορούν τη διατροφή των τενόντων (Manske, 1982), ο James Strickland περιγράφει νέες μεθόδους κινητοποίησης και ασχολείται πειραματικά με την ισχύ των τεχνικών συρραφής (Strickland, 1980), ενώ η ομάδα του Gelberman επιδεικνύει εκτεταμένο πειραματικό έργο στον τομέα της βιολογίας της επούλωσης (Gelberman, 1985).

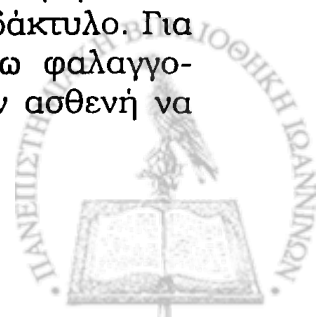


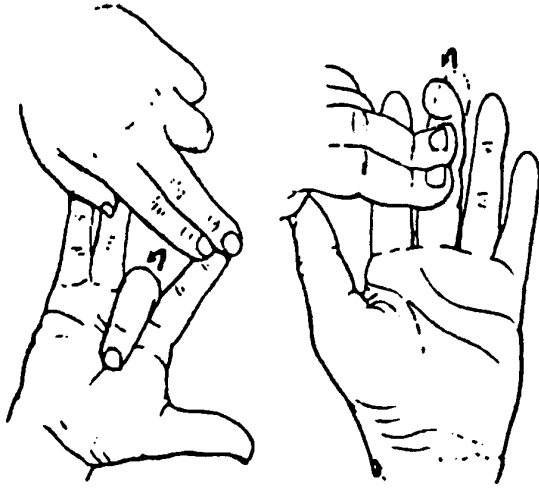
Πρωτοπαθής συρραφή καμπτήρων τενόντων

Οι αρχές της αντιμετώπισης των διατομών των καμπτήρων τενόντων στην παρούσα φάση μπορούν να συνοψιστούν στο τρίπτυχο: αιτραυματικός χειρισμός των ιστών, βελτίωση των μεθόδων συρραφής, πρόωμη μετεγχειρητική κινητοποίηση. Οι αρχές αυτές αποκτούν μεγαλύτερη σημασία όταν η διατομή ανευρίσκεται στη Ζώνη 2 των καμπτήρων. Η λεπτομερής περιγραφή των τεχνικών συρραφής είναι πέρα από τις επιδιώξεις της διατριβής αυτής και έτσι εδώ θα αναφερθούμε στα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη βασική έρευνα τα τελευταία τριάντα χρόνια και έχουν εφαρμογή στην καθ' ημέρα χειρουργική πράξη.

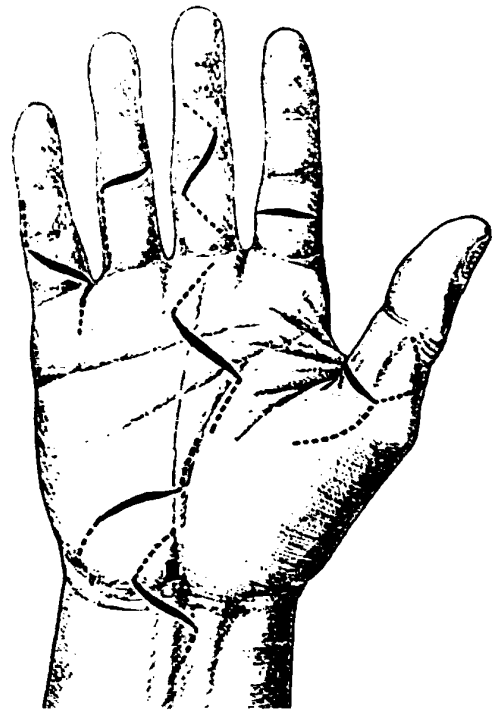
Οι διατομές των καμπτήρων τενόντων μπορούν να εμφανιστούν είτε ως μεμονωμένες κακώσεις είτε στο πλαίσιο βαρύτερων τραυματισμών της άκρας χειρός για τους οποίους χρησιμοποιείται ο όρος «μικτές κακώσεις άκρας χειρός» (mangled hand). Η διατομή μπορεί να προκύψει είτε από τη δράση ενός οξύαιχμου αντικειμένου είτε από την εφαρμογή συνθλιπτικών ή εξελκυστικών δυνάμεων στο άκρο χέρι. Άλλοι ιστοί, οι οποίοι πιθανώς να έχουν τραυματιστεί σε συνδυασμό με τους τένοντες είναι τα αγγεία, τα νεύρα, τα οστά, συνδεσμικά στοιχεία και το δέρμα. Ο μηχανισμός και η πιθανή συνύπαρξη άλλων κακώσεων επηρεάζουν σημαντικά την απόφαση για πρωτοπαθή αντιμετώπιση των καμπτήρων τενόντων.

Η κλινική εκτίμηση ενός ασθενούς με διατομή καμπτήρα τένοντα ξεκινάει με τη λήψη ιστορικού με ιδιαίτερη έμφαση στο μηχανισμό του τραυματισμού και το χρόνο της διατομής και συνεχίζεται με την εκτίμηση του δέρματος και του τραύματος, των νευραγγειακών δομών και της βιωσιμότητας του μέλους, την εκτίμηση πιθανών οστικών κακώσεων ή ανάπτυξης συνδρόμου διαμερίσματος. Κλινικά εξετάζονται ξεχωριστά, εφόσον το επιτρέπει η κατάσταση του ασθενούς, ο επιπολής και εν τω βάθει καμπτήρας για κάθε ένα από τα τέσσερα ωλένια δάκτυλα και ο μακρός καμπτήρας του αντίχειρα (Εικόνα 29). Για την εξέταση του επιπολής καμπτήρα ακινητοποιούνται όλα τα υπόλοιπα δάκτυλα εκτός από το προς εξέταση δάκτυλο και ζητείται να καμφθεί αυτό μέχρι το επίπεδο της παλάμης. Εξετάζεται η ικανότητα του ασθενούς να φέρει το προς εξέταση δάκτυλο σε πλήρη κάμψη όπως και το εάν η άπω φαλαγγοφαλαγγική βρίσκεται σε τάση, διότι το τελευταίο σημαίνει ότι η κάμψη του δακτύλου προέρχεται καθ' υπεροχή από τον εν τω βάθει καμπτήρα και ο τραυματισμός του επιπολής είναι πιθανός. Προβλήματα μπορεί να αντιμετωπιστούν στην εξέταση του παράμεσου και του μικρού δακτύλου, καθώς μερικές φορές η μυϊκή γαστέρα των επιπολής καμπτήρων τους είναι κοινή σε μεγάλη έκταση περιφερικά, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η απομόνωση της δράσης της ξεχωριστά για το κάθε δάκτυλο. Για την εξέταση του επιπολής καμπτήρα απομονώνεται η άπω φαλαγγοφαλαγγική του προς εξέταση δακτύλου και ζητείται από τον ασθενή να την κάμψει.





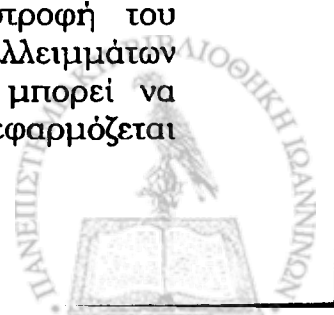
Εικόνα 29. Κλινική εξέταση της ακεραιότητας του επιπολής (αριστερά) και του εν τω βάθει (δεξιά) καμπτήρα τένοντα.



Εικόνα 30. Ενδειγμένοι τρόποι επέκτασης τραυμάτων στο άκρο χέρι για διερεύνηση και αποκατάσταση.

Η εξέταση της ακεραιότητας του καμπτικού μηχανισμού μπορεί να γίνει σε ασθενείς που το επίπεδο συνείδησής τους δεν τους επιτρέπει να συνεργαστούν ή και σε μικρά παιδιά με τη χρήση του φαινομένου της τενόδεσης. Ο καρπός του ασθενούς φέρεται παθητικά από την πλήρη έκταση στην πλήρη κάμψη και αντίστροφα και παρατηρείται εάν όλα τα δάκτυλα κάμπτονται και εκτεινούνται συμμετρικά. Η τεχνική αυτή όπως και η τεχνική της παρατήρησης του ασθενούς κατά τη διάρκεια διαφόρων δραστηριοτήτων μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στη διάγνωση διατομών καμπτήρων τενόντων στα παιδιά. Οριστική όμως διάγνωση για τον τραυματισμό ή μη τενόντων, εάν συνυπάρχει θλαστικό τραύμα, μπορεί να γίνει μόνο μετά την χειρουργική διερεύνηση του τραύματος.

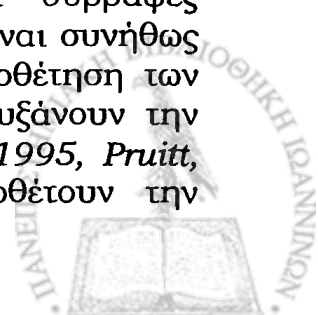
Παρότι η πρωτοπαθής, σε σύντομο χρόνο, τελικοτελική συρραφή θεωρείται η ενδειγμένη θεραπεία για τις διατομές των καμπτήρων τενόντων σήμερα, αυτή δεν έχει τον χαρακτήρα του κατεπείγοντος. Κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις καθυστερημένη πρωτοπαθής συρραφή καμπτήρων τενόντων μπορεί να γίνει μέχρι και τρεις εβδομάδες μετά τον τραυματισμό, εφόσον δεν έχουν αναπτυχθεί συμφύσεις. Καταστάσεις στις οποίες μπορεί να αναγκαστούμε να καταφύγουμε σε καθυστερημένη πρωτοπαθή συρραφή ή και δευτεροπαθή ανακατασκευή των τενόντων είναι η συνύπαρξη βαριάς επιμόλυνσης, ο συντριπτικός ή εξελκυστικός μηχανισμός της κάκωσης, η σε μεγάλη έκταση καταστροφή του οστεοϊνώδους ελύτρου, η ύπαρξη εκτεταμένων δερματικών ελλειμμάτων και η ύπαρξη μεγάλου τενοντίου ελλείμματος που δεν μπορεί να αποκατασταθεί με επιμήκυνση του τένοντα (τεχνική που εφαρμόζεται

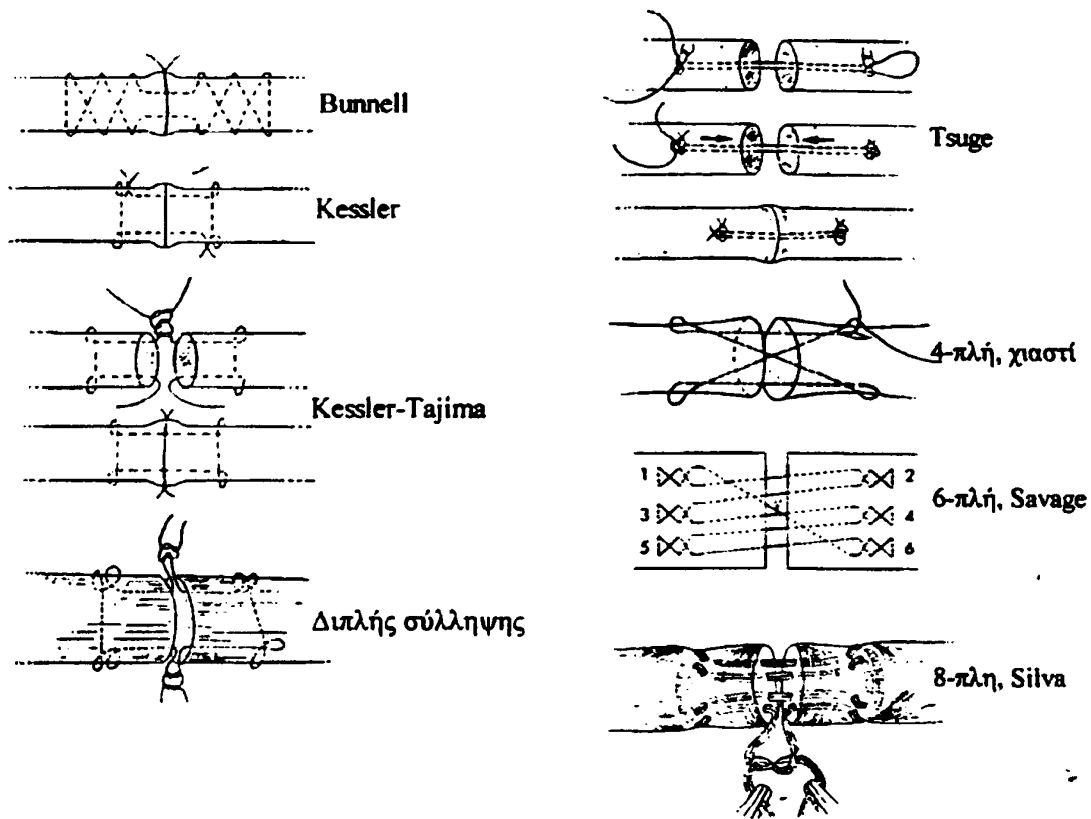


κυρίως στο μακρό καμπτήρα του αντίχειρα) (Madsen, 1970, Salvi, 1971, Arons, 1974, Green, 1974, Schneider, 1977, Matev, 1980).

Η διερεύνηση και αποκατάσταση των διατομών των καμπτήρων τενόντων γίνεται σε αίθουσα χειρουργείου υπό μασχάλιαίο μπλοκ ή γενική αναισθησία με τη χρήση αποκλεισμού της αιματικής κυκλοφορίας στο βραχίονα, μεγεθυντικών γυαλιών και των κατάλληλων εργαλείων. Τα τραύματα επεκτείνονται επαρκώς κατά μήκος είτε της μέσης πλαγίας είτε της ζικ-ζακ κατά Bruner προσπέλασης του δακτύλου (Εικόνα 30). Κατά τη διάρκεια της διερεύνησης είναι επιτρεπτό να γίνει μερική διάνοιξη του ελύτρου και μερική ή ολική διάνοιξη ενός δακτυλιοειδούς συνδέσμου με επιδιόρθωσή του κατά το τέλος της επέμβασης εφόσον ο όγκος της συρραφής το επιτρέπει (Kleinert, 1975, Strickland, 1995).

Η τεχνική της συρραφής οφείλει να είναι κατά το δυνατόν ατραυματική και περιλαμβάνει την τοποθέτηση ραμμάτων στη μάζα του τένοντα (κεντρικών ραμμάτων ή ραμμάτων πυρήνα [core stitches]) και επιτενόντιων ραμμάτων. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές τοποθέτησης κεντρικών ραμμάτων (Εικόνα 31). Για τις τεχνικές αυτές είναι γνωστό ότι η ισχύς της συρραφής κατά τις πρώτες εβδομάδες μετά τον τραυματισμό είναι ευθέως ανάλογη του αριθμού των περασμάτων (strands) από την επιφάνεια διατομής του τένοντα (Urbaniak, 1975, Komanduri, 1996, Savage, 1985, Shaieb, 1997, Strickland, 1995). Έτσι υπάρχουν τεχνικές συρραφής με 2, 4, 6 και 8 περάσματα (Lee, 1990, Robertson, 1992, Strickland, 1999, Savage, 1989, Silfverskiöld, 1993, Lim, 1996, Sandow, 1966, Kusano, 1999, Wagner, 1994, Thurman, 1998, Silva, 1998). Οι τεχνικές συρραφής με περισσότερα περάσματα, αν και θεωρητικά ισχυρότερες, έχουν τα προβλήματα της τεχνικής δυσκολίας κατά τη διενέργειά τους, της αύξησης του όγκου της συρραφής, της πιθανής καθυστέρησης της επούλωσης λόγω υποκλοπής φορτίου (φαινόμενο ανάλογο με το stress shielding που παρατηρείται στα οστά) και της πιθανής επίδρασης στην αγγείωση του τένοντα. Ο αριθμός των περασμάτων από την επιφάνεια διατομής του τένοντα που αποφασίζει να κάνει ο χειρουργός εξαρτάται και από το πρόγραμμα μετεγχειρητικής φυσιοθεραπείας που προτίθεται να εφαρμόσει, καθώς συρραφές δύο περασμάτων δεν θεωρούνται επαρκώς ισχυρές για ενεργητικά ή ημιενεργητικά προγράμματα αποκατάστασης. Στην κλινική πράξη συρραφές μέχρι και έξι περασμάτων έχουν δημοσιευμένα καλά λειτουργικά αποτελέσματα. Η θέση του κεντρικού ράμματος μέσα στον τένοντα έχει επίσης συζητηθεί. Η αρχικά κρατούσα άποψη για την παλαιαία τοποθέτηση του κεντρικού ράμματος, καθώς η αγγειακή άρδευση του τένοντα είναι κυρίως ραχιαία, έχει αμφισβητηθεί από εργασίες που έδειξαν εμβιομηχανικά πλεονεκτήματα στην ραχιαία τοποθέτηση του ράμματος (Soejima, 1995). Όταν οι συρραφές αποτυγχάνουν μηχανικά έχει βρεθεί ότι η αποτυχία αυτή είναι συνήθως στο σημείο των κόμβων. Έτσι πολλοί προτείνουν την τοποθέτηση των κόμβων μακριά από το σημείο συρραφής παρ'ότι εκεί αυξάνουν την τριβή στην επιφάνεια του τένοντα (Ketchum, 1977, Aoki, 1995, Pruitt, 1996). Όλες οι σύγχρονες τεχνικές συρραφής προϋποθέτουν την

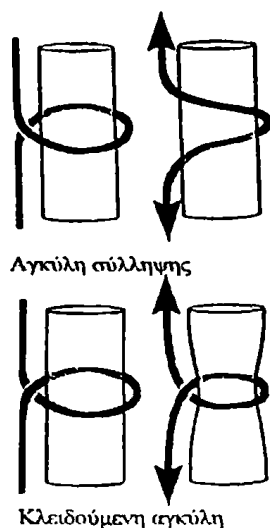




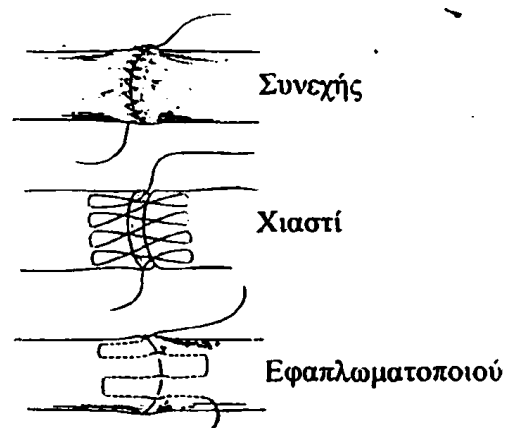
Εικόνα 31. Τεχνικές κεντρικής (core) συρραφής καμπτήρων τενόντων.

δημιουργία αγκύλων (loops) στο σώμα του τένοντα μακριά από την επιφάνεια της διατομής. Υπάρχουν δύο τέτοιων ειδών αγκύλες είτε σύλληψης (τις οποίες το ράμμα μπορεί να διατρέξει) ή κλειδούμενες (στις οποίες το ράμμα εγκλωβίζεται εάν εφαρμοστεί πάνω του τάση) (Εικόνα 32). Έχει αποδειχθεί ότι, ενώ κλειδούμενες αγκύλες μικρής διαμέτρου μπορεί να αποτύχουν μηχανικά διατέμνοντας τοπικά τον τένοντα και οδηγώντας στη δημιουργία κενών, οι κλειδούμενες αγκύλες μεγάλης διαμέτρου οδηγούν σε ανάλογη αύξηση της ισχύος της συρραφής (Mashadi, 1991, Hatanaka, 1999, Hotokezaka, 1997). Πάντως είναι γνωστό ότι όταν χρησιμοποιούνται κλειδούμενες αγκύλες θα πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια ώστε όλα τα ράμματα που περνούν από τη διατομή του τένοντα να έχουν ίση τάση. Όσον αφορά τα υλικά συρραφής προτιμούνται πλέον μη απορροφήσιμα ή βραδέως απορροφήσιμα μονόκλωνα ή ολιγόκλωνα ράμματα όπως τα Supramid, Nylon, Prolene, PDS και Ethibond, τα οποία κατά προτίμηση φέρουν δύο ράμματα οπλισμένα σε μια βελόνα. Έχει δειχθεί ότι η αύξηση της διαμέτρου του ράμματος οδηγεί σε αύξηση της ισχύος συρραφής, αλλά για πρακτικούς λόγους στους καμπτήρες τένοντες χρησιμοποιούνται ράμματα μεγέθους 3.0 και 4.0 (Trail, 1989, Taras, 1993, Ketchum, 1985).

Τα επιτενόνια ράμματα θεωρούνται απαραίτητα στην αποκατάσταση των καμπτήρων τενόντων, καθώς μειώνουν το ποσοστό δημιουργίας κενών μετά τη συρραφή, αλλά και ανάλογα με τη μορφολογία τους (Εικόνα 33) μπορούν να αυξήσουν την ισχύ της συρραφής από 10 έως 50% (Diao, 1996, Silfverskiöld, 1994, Wade, 1989, Williams, 1995, Mashadi, 1992,



Εικόνα 32. Σχηματική απεικόνιση της λειτουργίας της αγκύλης σύλληψης και της κλειδούμενης αγκύλης στις συρραφές των καμπτήρων τενόντων.



Εικόνα 33. Τεχνικές επιτενόντιας συρραφής καμπτήρων τενόντων.

Rapandrea, 1995, McAuliffe, 1996). Γι' αυτά χρησιμοποιούνται μικρότερου μεγέθους (5.0 ή μικρότερο) ράμματα. Θα πρέπει να τονιστεί όμως, ότι κατά τις πρώτες τρεις εβδομάδες μετά τη συρραφή η ισχύς της στηρίζεται εξολοκλήρου στην ισχύ των ραμμάτων και ότι καμία από τις περιγραφείσες τεχνικές συρραφής δεν μπορεί να αντέξει μηχανικά τις τάσεις από ισχυρή σύνθετη κάμψη (ισχυρό δραγμό) στην άκρα χείρα και θα αποτύχει (*Strickland, 1999*).

Η επιδιόρθωση του τραυματισμένου ή διανοιχθέντος κατά την προσπέλαση ελύτρου παρά τα θεωρητικά πλεονεκτήματα που έχει (φραγμός για τις συμφύσεις, διατροφικοί λόγοι, καλύτερη αναμόρφωση [remodeling] του τένοντα, εμβιομηχανικά πλεονεκτήματα) ενέχει τον κίνδυνο παρεμπόδισης της ολισθήσης του τένοντα, ενώ σε κλινικές μελέτες δεν έχει φανεί να σχετίζεται με καλύτερα αποτελέσματα. Έτσι συρραφή του ελύτρου ενδείκνυται μόνον εάν η συρραφή μπορεί να ολισθήσει ευχερώς μέσα στο επιδιορθωμένο έλυτρο (*Lister, 1985, Eiken, 1980*). Για το σκοπό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μηχανική διαστολή του ελύτρου πριν από τη συρραφή του. Σε διατομές και των δύο καμπτήρων τενόντων του ίδιου δακτύλου συνίσταται η συρραφή αμφοτέρων, εκτός και αν αυτή είναι τόσο ογκώδης, ώστε να παρεμποδίζεται η κίνηση, οπότε και συρράπτεται μόνο ο εν τω βάθει (*Kleinert, 1973, Jensen, 1974, Strickland, 1983*). Σε διατομές κάτω από το A2 pulley είναι δυνατόν να αφαιρεθεί το ένα τμήμα της κατάφυσης του επιπολής καμπτήρα και να συρραφεί μόνο το άλλο ώστε να επιτραπεί η ευχερής κίνηση. Ημιδιατομές τενόντων μέχρι του 50% δεν είναι απαραίτητο να συρραφθούν, αλλά είναι απαραίτητο να γίνει ομαλοποίηση της περιοχής διατομής, ώστε αυτή να μην αγκιστρώνει τους δακτυλιοειδείς συνδέσμους κατά την κίνηση (*Bishop, 1986, McGeorge, 1992, Grewal, 1999, Schlenker, 1981*).



Για την μετεγχειρητική περίοδο αποκατάστασης της συρραφής των καμπτήρων τενόντων είναι τώρα ομόφωνα αποδεκτό ότι η ακινητοποίηση για τρεις ή περισσότερες εβδομάδες πρέπει να εγκαταλειφθεί. Όπως έδειξαν και οι πειραματικές μελέτες η πρόωμη κινητοποίηση οδηγεί σε ταχύτερη ανάκτηση των μηχανικών ιδιοτήτων του τένοντα και λιγότερες συμφύσεις (Εικόνα 34) (Buckwalter, 1996, Tanaka, 1995, Mass, 1993, Feehan, 1990, Woo, 1981 Wray, 1981, Gelberman, 1980). Έχει αποδειχτεί ότι η κίνηση του τένοντα κατά 1,7 χιλιοστά είναι επαρκής για να προληφθούν οι συμφύσεις. Αύξηση της απόστασης αυτής πειραματικά δεν οδηγεί σε καλύτερα αποτελέσματα. Επίσης, αύξηση της εφαρμοζόμενης δύναμης στην συρραφή κατά την αποκατάσταση πέρα των 5 Newtons δεν φαίνεται να οδηγεί σε ταχύτερη επούλωση ή βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων (Silva, 2002). Κατά τη διάρκεια του μετεγχειρητικού προγράμματος αποκατάστασης συχνά δημιουργούνται κενά (gaps) στην επιφάνεια διατομής λόγω των εφαρμοζόμενων δυνάμεων στα προγράμματα ενεργητικής αποκατάστασης. Αρχικώς κενά μέχρι και μεγέθους ενός χιλιοστού θεωρούνταν ως σημαντικά αρνητικοί προγνωστικοί παράγοντες για την μηχανική αντοχή της συρραφής (Lindsay, 1960, Ejeskar, 1981, Seradge, 1983, Lin, 1988, Silfverskiöld, 1992, Pruitt, 1996). Σήμερα είναι αποδεκτό ότι κενά μέχρι και τρία χιλιοστά γίνονται ευνοϊκώς ανεκτά χωρίς να επηρεάζουν τον τελικό χρόνο επίτευξης της μέγιστης αντοχής στο σημείο συρραφής. Αντίθετα, κενά

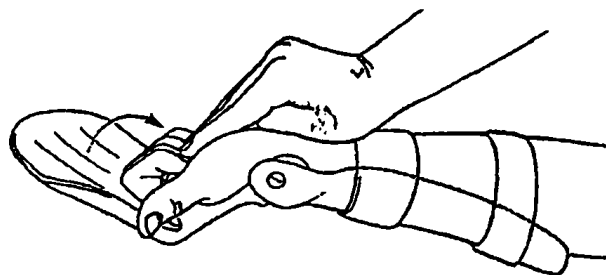
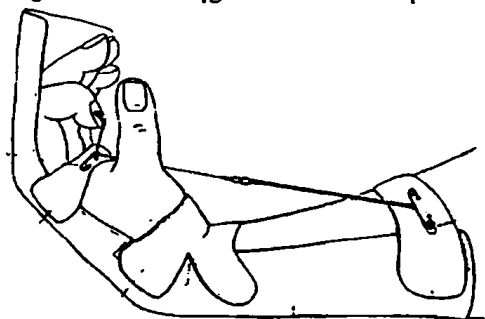


Εικόνα 34. Εικόνα από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο από τις πειραματικές μελέτες της ομάδας του Gelberman στη συρραφή τενόντων σε κουνέλια. Επάνω, συρραφή τένοντα η οποία παρέμεινε σε ακινητοποίηση την μετεγχειρητική περίοδο. Δημιουργία εκτεταμένων συμφύσεων. Κάτω, ίδιας τεχνικής συρραφή τένοντα η οποία κινητοποιήθηκε πρόωγα. Παρά τη μικρή ρίκνωση στην επιφάνεια διατομής αυτή παραμένει ομαλή και χωρίς συμφύσεις.



μεγαλύτερα των τριών χιλιοστών συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο ρήξης στη διάρκεια της πρώιμης μετεγχειρητικής περιόδου (Silva, 2002).

Ένα πλήθος προγραμμάτων μετεγχειρητικής αποκατάστασης χρησιμοποιούνται από τους χειρουργούς χεριού σήμερα. Με βάση τις εργασίες των Duran και Houser, υπάρχουν προγράμματα στα οποία το δάκτυλο κινητοποιείται παθητικά με τη χρήση ενός ραχιαίου νάρθηκα και τον καρπό στην κάμψη (Duran, 1975). Θεωρητικά και με βάση πειραματικές παρατηρήσεις, η κίνηση που αποδίδεται στον τένοντα έτσι, είναι επαρκής για να προληφθούν συμφύσεις και να ευοδωθεί η επουλώση (Brown, 1984, Hagberg, 1991, Greenwald, 1994). Οι επικριτές των προγραμμάτων παθητικής κινητοποίησης αντιτείνουν ότι το μηχανικό περιβάλλον στο τραυματισμένο έλυτρο είναι διαφορετικό και ότι η παρουσία μετεγχειρητικού οιδήματος, τραυματισμένων δακτυλιοειδών συνδέσμων και συγκάμψεων των αρθρώσεων οδηγεί στην ύπαρξη ελάχιστης πραγματικής κίνησης του τραυματισμένου τένοντα παρ'ότι το δάκτυλο μπορεί να φέρεται παθητικά σε πλήρη κάμψη (Manske, 1989, Gault, 1987). Ένας άλλος τρόπος μετεγχειρητικής κινητοποίησης είναι με τη χρήση του πρωτοκόλλου Kleinert (παθητική κάμψη-ενεργητική έκταση με τη χρήση δυναμικού νάρθηκα, εικόνα 35) (Kleinert, 1973, Kleinert, 1981) και των παραλλαγών του (Brook Army Splint με εφαρμογή παλαμιαίας ράβδου σαν pulley, Mayo Clinic Splint με δυνατότητα έκτασης στον καρπό) (Becker, 1980, Citron, 1987, Edinburg, 1987, Knight, 1987, Slattery, 1988, Werntz, 1989). Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου κινητοποίησης είναι ότι από τη στιγμή που ο ασθενής την διδαχθεί μπορεί να την εφαρμόζει χωρίς ιδιαίτερη επίβλεψη. Μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι ότι η άπω φαλαγγοφαλαγγική άρθρωση δεν κινητοποιείται καλά εξαιτίας των μεγάλων δυνάμεων που ασκούνται επάνω της (Mc Grouther, 1981, Phillips, 1985). Πιθανά αποτελέσματα της πλημμελούς κινητοποίησης της ΑΦΦ είναι αφ'ενός η εμφάνιση συγκάμψεων και αφ'ετέρου η μικρή κινητοποίηση μεταξύ επιπολής και εν τω βάθει τένοντα και η θεωρητική τουλάχιστον



Εικόνα 35. Πρωτόκολλα κινητοποίησης καμπήρων τενόντων. Επάνω, παθητική κάμψη-ενεργητική έκταση, δυναμικός νάρθηκας Kleinert. Κάτω, παθητική κάμψη και διατήρηση ενεργητικά της θέσης (place and hold) κατά Strickland.

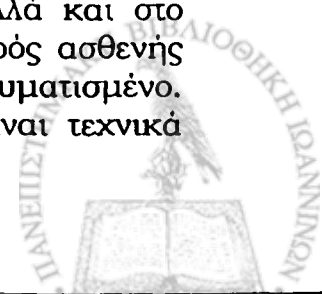
πιθανότητα ανάπτυξης συμφύσεων όχι μεταξύ ελύτρου και τενόντων, αλλά μεταξύ των δύο καμπτήρων.

Μια τρίτη μέθοδος κινητοποίησης είναι η ήπια ενεργητική κινητοποίηση κατά την οποία ο ασθενής πρώτα τοποθετεί παθητικά το δάκτυλο σε θέση κάμψης και στη συνέχεια του ζητείται ενεργητικά να το διατηρήσει σε αυτή τη θέση (place and hold-*Strickland, 1996*, Εικόνα 35). Τέλος, τέταρτος τρόπος κινητοποίησης είναι με τη χρήση αμιγώς ενεργητικών πρωτοκόλλων στα οποία ο ασθενής κινητοποιεί ενεργητικά το δάκτυλο με ή χωρίς την χρήση προστατευτικών ναρθήκων για αποφυγή της υπερέκτασης (*Becker, 1979, Elliot, 1994, Gratton, 1993, Small, 1989, Taras, 1996*). Προϋπόθεση για την εφαρμογή και των δύο τύπων ενεργητικής κινητοποίησης είναι η ισχυρή αρχική συρραφή (τουλάχιστον τεσσάρων περασμάτων και επιτενόντιο ράμμα), καθώς η συχνότητα μετεγχειρητικών ρήξεων της συρραφής με αυτές τις μεθόδους κινητοποίησης είναι μεγαλύτερη. Μειονέκτημα των ενεργητικών μεθόδων είναι ότι χρειάζεται στενή φυσιοθεραπευτική παρακολούθηση και ιδιαίτερα συνεργάσιμος ασθενής. Έχουν περιγραφεί ένα πλήθος συνδυασμών των προαναφερθέντων μεθόδων αποκατάστασης (πχ. *Silverskill, Chow*) όπως και άλλα πρωτόκολλα αποκατάστασης, σύμφωνα με τα οποία παθητική και ενεργητική κινητοποίηση εναλλάσσονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (*Chow, 1989, Cullen, 1989, Schenck, 1996*).

Λόγω της ύπαρξης πληθώρας τεχνικών συρραφής όσο και προγραμμάτων αποκατάστασης, είναι πολύ δύσκολη η σύγκριση των αποτελεσμάτων της συρραφής των καμπτήρων τενόντων. Είναι γενικά αποδεκτό ότι με τις νεότερες τεχνικές συρραφής και τα πρωτόκολλα πρώιμης (ενεργητικής ή παθητικής) κινητοποίησης, ικανοποιητικά αποτελέσματα μπορούν να αναμένονται σε άνω του 80% των ασθενών. Είναι επίσης αποδεκτό ότι τα ενεργητικά προγράμματα αποκατάστασης σε συνδυασμό με ισχυρές συρραφές και επίβλεψη κατά τη διάρκεια της θεραπείας αποδίδουν ελαφρώς καλύτερα αποτελέσματα σε εξειδικευμένα κέντρα.

Διατομές καμπτήρων τενόντων στα παιδιά

Οι διατομές των καμπτήρων τενόντων στα παιδιά αντιμετωπίζονται με τις ίδιες χειρουργικές αρχές με αυτές των ενηλίκων. Παρ'όλα αυτά τα παιδιά εμφανίζουν κάποιες ιδιαιτερότητες. Στο επίπεδο της διάγνωσης και με δεδομένο ότι περίπου το μισό των διατομών προκαλείται από οξυαιχμα αντικείμενα και κυρίως γυαλί, υπάρχει συχνά καθυστέρηση ή και διαφυγή της διάγνωσης. Μέχρι και 25% των διατομών μπορούν να διαφύγουν της αρχικής διάγνωσης (*Osterman, 1997*). Αυτό οφείλεται στην αδυναμία κυρίως του παιδιού να συνεργαστεί κατά την κλινική εξέταση, η οποία στηρίζεται κυρίως στην παρατήρηση, αλλά και στο φαινόμενο της παγίδευσης (trapping) κατά το οποίο ο μικρός ασθενής χρησιμοποιεί το παρακείμενο δάκτυλο για να κάμπτει το τραυματισμένο. Στο επίπεδο της θεραπείας οι τενοντοραφές στα παιδιά είναι τεχνικά



δυσκολότερες, καθώς το μικρό μέγεθος των τενόντων υπαγορεύει και τη χρήση μικρότερης διαμέτρου υλικών συρραφής. Επίσης η αδυναμία των μικρότερων τουλάχιστον παιδιών να συνεργαστούν σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης δυσχεραίνει περαιτέρω την αποθεραπεία τους. Τέλος, εάν δημιουργηθούν συμφύσεις και ουλώδης ιστός τότε αυτός δεν ακολουθεί την ταχεία ανάπτυξη της άκρας χειρός με αποτέλεσμα με την πάροδο της ηλικίας να επιτείνονται οι συγκάμψεις (Buck Gramcko, 1978). Τόσο κλινικές όσο και πειραματικές μελέτες έχουν δείξει ότι καθυστέρηση της ανάπτυξης του πάσχοντος δακτύλου παρατηρείται μετά από συρραφή καμπτήρων τενόντων (σε μικρότερο βαθμό βέβαια απ' ότι εάν η διατομή δεν αντιμετωπιστεί), αλλά αυτή σπανίως είναι κλινικά σημαντική (Cunningham, 1985, Gaisford, 1973, Nishijima, 1995).

Για τα παιδιά μικρής ηλικίας που δεν δύνανται να συνεργαστούν σε ένα πρόγραμμα πρώιμης κινητοποίησης, είναι αποδεκτό να παραμένει το δάκτυλο σε ακινητοποίηση με νάρθηκα μέχρι και για περίοδο τεσσάρων εβδομάδων. Για τα μικρά αυτά παιδιά η πρώιμη κινητοποίηση δεν φαίνεται να έχει σημασία στα λειτουργικά αποτελέσματα συγκρινόμενη με την ακινητοποίηση, με ανώτερο όμως όριο τις τέσσερις εβδομάδες. Τα ποσοστά ικανοποιητικών αποτελεσμάτων που αναφέρονται στις πρόσφατες δημοσιευμένες μελέτες πρωτοπαθούς ή καθυστερημένης πρωτοπαθούς συρραφής καμπτήρων τενόντων στα παιδιά είναι άνω του 70% και προσομοιάζουν αυτά των ενηλίκων (Vahvanev, 1981, Hollwarth, 1985, Grobbelaar, 1994, O'Connell, 1994, Berndtsson, 1995, Fittussi, 1999, Kato, 2002).

Στη συγγραφή αυτού του κεφαλαίου ελήφθησαν στοιχεία και από άρθρα ή κεφάλαια ανασκόπησης από τους Green, 1999, Strickland, 2000, Boyer, 2002, Kleinert, 1995, Silva, 2000.



Δευτεροπαθής αποκατάσταση καμπτήρων τενόντων

Σε ένα σημαντικό αριθμό ασθενών με διατομές καμπτήρων τενόντων απαιτείται δευτεροπαθής αντιμετώπιση. Αυτοί μπορούν να χωριστούν σε τρεις μεγάλες ομάδες: α) ασθενείς με διατομές καμπτήρων τενόντων που για διάφορους λόγους δεν αντιμετωπίστηκαν με πρωτοπαθή ή καθυστερημένη πρωτοπαθή συρραφή, β) ασθενείς των οποίων οι διατομές συρράφθηκαν αρχικά, αλλά παρουσίασαν κάποια επιπλοκή και γ) ασθενείς που υπεβλήθησαν σε χειρουργικές επεμβάσεις στην άκρα χείρα για άλλο λόγο και παρουσίασαν επιπλοκή από τους καμπτήρες τένοντες. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν ασθενείς των οποίων η διατομή είτε διέλαθε της διάγνωσης αρχικά (και αυτό αφορά συνήθως μεμονωμένες διατομές του επιπολής ή του εν τω βάθει καμπτήρα ή διατομές και των δύο καμπτήρων σε παιδιά) ή ασθενείς των οποίων η κατάσταση του τραύματος κατά την αρχική αντιμετώπιση δεν επέτρεπε την πρωτοπαθή ή καθυστερημένη πρωτοπαθή συρραφή των καμπτήρων τενόντων (επιμόλυνση, ελλείμματα μαλακών μορίων, οστική συντριβή ή ελλείμματα, συνθλιπτικές κακώσεις, ορισμένοι ακρωτηριασμοί κ.α.).

Για όλους τους ανωτέρω ασθενείς οι δόκιμες χειρουργικά λύσεις είναι τρεις κυρίως: η τενοντόλυση, τα τενόντια μοσχεύματα σε ένα χρόνο, τα τενόντια μοσχεύματα σε δύο χρόνους με τη χρήση ράβδου σιλικόνης. Πέραν αυτών έχουν δοκιμαστεί σε μικρές σειρές στη βιβλιογραφία και άλλες λύσεις όπως τα τενόντια αλλομοσχεύματα, οι τεχνητοί τένοντες και τα αγγειούμενα τενόντια μοσχεύματα. Η τεχνική που πραγματεύεται αυτή η διδακτορική διατριβή (η τροποποιημένη κατά Paneva ανακατασκευή των καμπτήρων τενόντων) ανήκει στις ανακατασκευές καμπτήρων τενόντων σε δύο στάδια με χρήση σιλικόνης και απευθύνεται σε τέτοιους ασθενείς. Στο κεφάλαιο αυτό θα προσπαθήσουμε εν συντομία να δώσουμε τις ενδείξεις και τη θέση που έχουν στη θεραπευτική αγωγή στον παρόντα χρόνο οι προαναφερθείσες μέθοδοι.

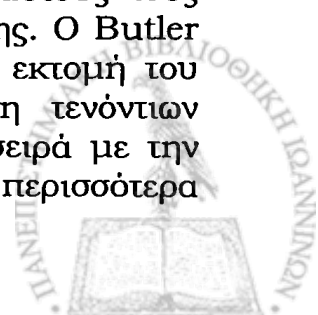
Ιστορική αναδρομή

Η πρώτη χρήση τενόντιου μοσχεύματος αποδίδεται στον Missa το 1770, η οποία όμως στην πραγματικότητα ήταν τενοντομεταφορά εκτεινόντα τένοντα από τον παράμεσο στον μέσο δάκτυλο. Η πρώτη πραγματική χρήση τενόντιου αυτομοσχεύματος φαίνεται ότι έγινε το 1889 από τον Robson με χρήση ελεύθερου τενόντιου μοσχεύματος από ακρωτηριασμένο δάκτυλο, για να αποκατασταθεί καμπτικός μηχανισμός σε τραυματισμένο δείκτη. Η πρώτη δημοσιευμένη σειρά τενόντιων μοσχευμάτων χρονολογείται από το 1912 από τον Lexer. Ακολούθησαν οι επιστημονικές συνεργασίες των Mayer και Bunnell (δείτε «Ιστορική αναδρομή» προηγούμενου κεφαλαίου), οι οποίες καθιέρωσαν τα τενόντια μοσχεύματα ως τη μέθοδο εκλογής στην αντιμετώπιση των διατομών καμπτήρων τενόντων. Το 1922 ο Bunnell έδινε αυτή τη συμβουλή για τις διατομές των καμπτήρων τενόντων: «Συρράψτε το δέρμα, περιμένετε το

τραύμα να επουλωθεί, στη συνέχεια κάντε δευτεροπαθή αποκατάσταση με τον παρακάτω τρόπο: αφαιρέστε τους δύο καμπτήρες και τοποθετήστε μόσχευμα μόνο στον εν τω βάθει από το επίπεδο των ελμινθοειδών μέχρι το άκρο των δακτύλων».

Πραγματικά, η καθολική σχεδόν αποδοχή του δόγματος του Sterling Bunnell ότι η Ζώνη 2 των καμπτήρων αποτελεί απροσπέλαστο τόπο ("no man's land") οδήγησε σε εκτεταμένη χρήση τενόντιων μόσχευμάτων, καθώς οι διατομές των καμπτήρων τενόντων παρέμεναν χωρίς αντιμετώπιση σε πρώτο χρόνο. Ένα πλήθος εργασιών με τη χρήση τενόντιων μόσχευμάτων που δημοσιεύτηκαν μέχρι την δεκαετία του '60 παρουσίαζαν αποδεκτά λειτουργικά αποτελέσματα με αυτόν τον τρόπο αντιμετώπισης. Τα αποδεκτά αποτελέσματα ήταν μάλλον αποτέλεσμα της προσκόλλησης στις αρχές που έθεσε ο Bunnell για ατραυματική τεχνική, αναιμακτο πεδίο, λεπτομερή παρασκευή και διατήρηση των δακτυλιοειδών συνδέσμων. Το 1944 ο Bunnell επίσης περιγράφει την τεχνική του διεκβαλλόμενου ράμματος (pull-out suture) για την καθήλωση των τενόντιων μόσχευμάτων σε οστά. Αυθεντία στον χώρο των τενόντιων μόσχευμάτων θεωρείτο ο Pulvertaft στο Ηνωμένο Βασίλειο και οι Graham, Littler, Boyes, Stark και White στις Ηνωμένες Πολιτείες και οι Rank και Wakefield στην Αυστραλία. Συνεισφορά είχαν επίσης τα πρώτα χρόνια της καριέρας τους ο Claude Verdan στην Ελβετία και ο Raoul Tubiana στη Γαλλία, οι οποίοι όμως σύντομα στράφηκαν στις πρωτοπαθείς συρραφές. Καθώς όμως η χρήση των τενόντιων μόσχευμάτων ήταν γενικευμένη, συχνά εφαρμόζοταν σε ασθενείς με ακατάλληλη κοίτη για το μόσχευμα (ύπαρξη εκτεταμένης ουλοποίησης, πλήρης καταστροφή του ελύτρου, τροφικές διαταραχές δακτύλου) και αρκετοί ασθενείς παρουσίαζαν την επιπλοκή των συμφύσεων. Έτσι παράλληλα με την χειρουργική των τενόντιων μόσχευμάτων αναπτύχθηκε και η τεχνική της χειρουργικής απελευθέρωσης των συμφύσεων, δηλαδή της τενοντόλυσης. Μετά τη δεκαετία του '60 και με την επικράτηση της αντίληψης των Verdan και Kleinert για πρωτοπαθή συρραφή των διατομών των καμπτήρων τενόντων, μικρή εξέλιξη υπάρχει στο χώρο των τενόντιων μόσχευμάτων σε ένα χρόνο, αν και σημαντικές σειρές έχουν δημοσιευτεί από τους Boyes, Stark και τον McClinton (Boyes, 1971, Stark, 1977, McClinton, 1982).

Με την εκτεταμένη έρευνα γύρω από τα τενόντια μόσχευμα στην δεκαετία του '60 διαπιστώθηκε ότι κάποιες ομάδες ασθενών είχαν μικρές πιθανότητες επιτυχίας. Τέτοιοι ασθενείς ήταν αυτοί που είχαν συνθλιπτικό μηχανισμό κάκωσης, ανέπτυσαν εκτεταμένη ουλοποίηση της κοίτης του τένοντα, παρουσίαζαν φλεγμονές, είχαν ελλείμματα του συστήματος των δακτυλιοειδών συνδέσμων, παρουσίαζαν συγκάμψεις στις αρθρώσεις ή είχαν χειρουργηθεί επανειλημμένα. Γι' αυτούς τους ασθενείς προτάθηκε η χρήση σταδιοποιημένης αντιμετώπισης. Ο Butler σε πειραματικές συνθήκες δοκίμασε την σε πρώτο στάδιο εκτομή του ουλώδους ιστού και την σε δεύτερο χρόνο τοποθέτηση τενόντιων μόσχευμάτων, ενώ το 1960 ο Pulvertaft δημοσίευσε μια σειρά με την καθυστερημένη τοποθέτηση τενόντιων μόσχευμάτων δέκα ή περισσότερα



χρόνια μετά τον αρχικό τραυματισμό υποστηρίζοντας ότι με αυτόν τον τρόπο τα τελικά λειτουργικά αποτελέσματα ήταν βελτιωμένα. Μέσα σε αυτό το κλίμα η Paneva-Hollewich πρότεινε το 1965 μια σταδιοποιημένη τεχνική στην οποία τα εγγύς κολοβώματα του επιπολής και του εν τω βάθει καμπτήρα συρράπτονταν μεταξύ τους σε πρώτο στάδιο και σε δεύτερο στάδιο ο επιπολής καμπτήρας κοβόταν στο αντιβράχιο και φερόταν σαν προέκταση του εν τω βάθει για να χρησιμοποιηθεί ως τενόντιο μόσχευμα. Ο συνδυασμός αυτής της τεχνικής με την τοποθέτηση ράμματος σιλικόνης στο πρώτο στάδιο αποτελεί το θέμα αυτής της διδακτορικής διατριβής.

Η σε δύο χρόνους αντιμετώπιση με χρήση τενόντιων μοσχευμάτων χωρίς άλλη προετοιμασία της κοίτης του τένοντα όπως περιγράφηκε ανωτέρω δεν απέδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Έτσι μια ερευνητική προσπάθεια αναπτύχθηκε παράλληλα για την δημιουργία ευνοϊκότερων συνθηκών στην κοίτη στην οποία στη συνέχεια τοποθετούνταν το τενόντιο μόσχευμα: η ιδέα του «ψευδοελύτρου». Οι Meyer και Ransohoff το 1936 είναι αυτοί που πρώτοι διερεύνησαν αυτήν την αρχή, χρησιμοποίησαν όμως άκαμπτα υλικά όπως γυαλί, μέταλλο ή σελοϊδίνη (celloidin), που ήταν μεν ανεκτά από τα μαλακά μόρια, αλλά οδηγούσαν λόγω της ακαμψίας τους σε δυσκαμψία των αρθρώσεων. Στη δεκαετία του 1950 οι Bassett και Carroll άρχισαν τις πειραματικές εργασίες τους με τις εύκαμπτες ράβδους σιλικόνης στην προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα ψευδοέλυτρο. Βασιζόμενος σε αυτές τις εργασίες ο James Hunter με την παρότρυνση του μέντορά του Guy Pulvertaft ξεκίνησε την τελειοποίηση της χρήσης ράβδων σιλικόνης με την επιδίωξη αρχικά αυτές να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατα τενόντιων (δηλαδή ως τεχνητοί τένοντες) (*James Hunter, Προσωπική επικοινωνία*). Όμως στον αρχικό τύπο ράβδου σιλικόνης, την οποία από το 1965 χρησιμοποιούσε ο James Hunter, δεν ήταν δυνατή η ασφαλής καθήλωση κινητήριου τένοντα για την χρήση ως τεχνητού τένοντα. Έτσι ο Hunter χρησιμοποίησε τη ράβδο σιλικόνης για την προετοιμασία του ψευδοελύτρου και στη συνέχεια, μετά από δύο έως τρεις μήνες, την αντικαθιστούσε χρησιμοποιώντας ελεύθερο μόσχευμα. Έτσι αναπτύχθηκε η πιο αξιόπιστη μορφή ανακατασκευής, η ανακατασκευή σε δύο στάδια με τη χρήση ράβδων σιλικόνης. Στην προσπάθειά του ο Hunter να καθηλώσει τον κινητήριο τένοντα στη ράβδο σιλικόνης, στη δεκαετία του '70, προσέθεσε στο σχεδιασμό έναν κεντρικό πυρήνα από ίνες Dacron σε πυκνή πλέξη, ο οποίος εμβαπτιζόταν στην σιλικόνη (Dacron reinforced silicone rod). Η επιδίωξη ήταν η καθήλωση του κινητήριου τένοντα να γίνεται στις ίνες του Dacron. Παρ'ότι η αρχή της χρήσης της σιλικόνης ως τεχνητός τένοντας δεν ευδοκίμησε, οι ενισχυμένες με Dacron ράβδοι σιλικόνης βελτιστοποίησαν τα αποτελέσματα των ανακατασκευών σε δύο χρόνους με ράβδους σιλικόνης με αποτέλεσμα αυτές να κυριαρχήσουν τα τελευταία τριάντα χρόνια.



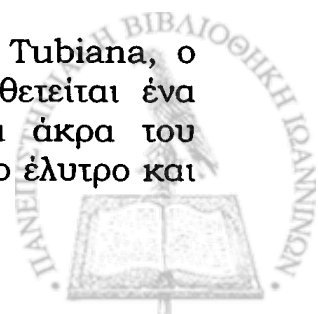
Τενόντια μοσχεύματα σε ένα χρόνο - Ελεύθερα τενόντια μοσχεύματα

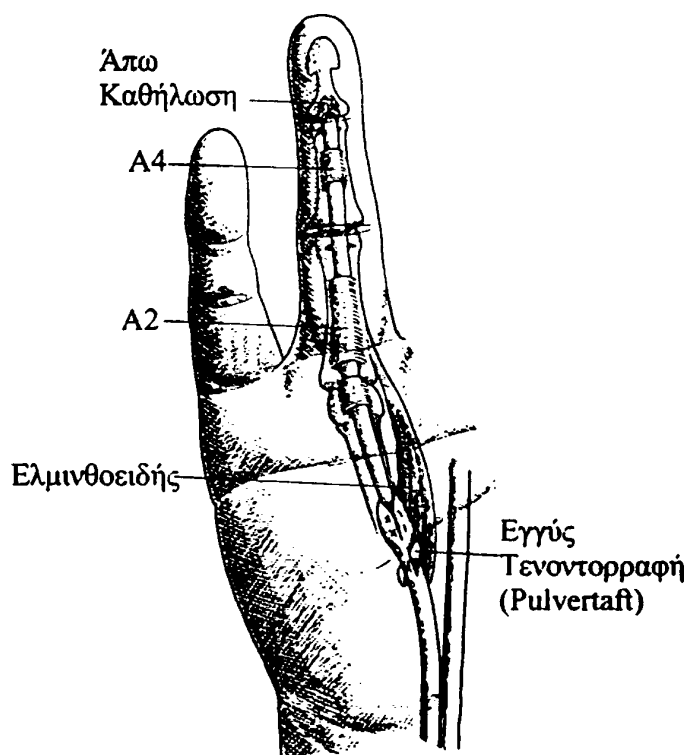
Οι ενδείξεις για τα συμβατικά ελεύθερα τενόντια μοσχεύματα έχουν τεθεί με ακρίβεια από τον Guy Pulvertaft, ο οποίος δήλωνε ότι αυτά μπορεί να έχουν επιτυχία όταν: «Το χέρι είναι σε καλή συνολικά κατάσταση. Δεν υπάρχει εκτεταμένη ουλοποίηση. Οι παθητικές κινήσεις είναι πλήρεις ή σχεδόν πλήρεις. Η κυκλοφορία είναι ικανοποιητική. Τουλάχιστον ένα δακτυλικό νεύρο στο πάσχον δάκτυλο είναι ακέραιο. Ο ασθενής είναι συνεργάσιμος. Χρησιμοποιείται ακριβής και προσεκτική χειρουργική τεχνική».

Είναι εύκολα αντιληπτό ότι τη σημερινή εποχή της πρωτοπαθούς συρραφής των καμπτήρων τενόντων δεν είναι πολλοί οι ασθενείς που συγκεντρώνουν τις παραπάνω προϋποθέσεις. Έτσι το μεγαλύτερο πρόβλημα για το χειρουργό του χεριού όταν αντιμετωπίζει έναν ασθενή χωρίς λειτουργία των καμπτήρων τενόντων είναι να αποφασίσει εάν αυτός έχει μεγαλύτερες πιθανότητες επιτυχίας με την απλή τεχνική τοποθέτησης τενόντιου μοσχεύματος σε ένα στάδιο ή θα πρέπει εξαρχής να προχωρήσει σε μια σταδιοποιημένη τεχνική χρήσης ράβδου σιλκόνης η οποία έχει ευρύτερες ενδείξεις. Επίσης, στις περιπτώσεις που οι καμπτήρες τένοντες είναι είτε ακέραιοι είτε καλώς συρραμμένοι, αλλά δεν λειτουργούν εξαιτίας μερικών συμφύσεων, το δίλημμα τίθεται εάν κάποιος θα χρησιμοποιήσει τενόντια μοσχεύματα σε ένα χρόνο ή θα προβεί σε τενοντόλυση. Μια ένδειξη που φαίνεται να υφίσταται ακόμα για τα τενόντια μοσχεύματα σε ένα χρόνο είναι αυτή των διατομών καμπτήρων τενόντων, που για τον ένα ή τον άλλο λόγο εμφανίζονται προς αντιμετώπιση σε χρόνο αργότερο από τον γενικά παραδεκτό για την καθυστερημένη πρωτοπαθή συρραφή (δηλαδή των τριών εβδομάδων). Το κατώτερο όριο ηλικίας για την εφαρμογή της μεθόδου φαίνεται να είναι τα τρία έτη, ενώ προβληματισμός υπάρχει και στους πολύ ηλικιωμένους ή τους μη συνεργάσιμους ασθενείς.

Ως τένοντες-δότες συνήθως επιλέγονται ο μακρός παλαμικός, ο πελματικός, οι μακροί εκτεινόντες των δακτύλων του άκρου ποδός (συνηθέστερα του δεύτερου, τρίτου και τέταρτου δακτύλου), και σπανιότερα οι ίδιοι εκτεινόντες τένοντες της άκρας χειρός (του δείκτη και του μικρού δακτύλου). Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ενδοϋμενικοί τένοντες ως τενόντια μοσχεύματα (είτε για ενός είτε για δύο σταδίων αποκατάσταση, δείτε «Εισαγωγή Ειδικού Μέρους»). Έτσι προτείνεται η χρήση των επιπολής καμπτήρων της άκρας χειρός (του μικρού ή σπανιότερα του παράμεσου δακτύλου) και των καμπτήρων του άκρου ποδός.

Οι αρχές της χειρουργικής τεχνικής έχουν τεθεί από τον Tubiana, ο οποίος υποστηρίζει ότι σε κάθε δάκτυλο πρέπει να τοποθετείται ένα τενόντιο μόσχευμα όχι ιδιαίτερα μεγάλης διαμέτρου, τα άκρα του μοσχεύματος θα πρέπει να συρράπτονται έξω από το τενόντιο έλυτρο και





Εικόνα 36. Σχηματική απεικόνιση της τοποθέτησης τενόντιου μοσχεύματος σε ένα χρόνο (ελεύθερου τενόντιου μοσχεύματος)..

ότι η τάση θα πρέπει να υπολογίζεται προσεκτικά. Παρά τις αρχικές συστάσεις του Bunnell για αφαίρεση του μεγαλύτερου τμήματος του ορογόνου ελύτρου πιστεύεται ότι θα πρέπει να διατηρείται όσο το δυνατόν περισσότερο μέρος του τενοντίου ελύτρου. Η διατήρηση του μεγαλύτερου τμήματος των A2 και A4 δακτυλιοειδών συνδέσμων κρίνεται απαραίτητη (Εικόνα 36). Εάν το μεγαλύτερο μέρος του ελύτρου και των δακτυλιοειδών συνδέσμων είναι κατεστραμμένο και είναι απαραίτητη η ανακατασκευή δακτυλιοειδών συνδέσμων, ο χειρουργός θα πρέπει να σκεφτεί σοβαρά το ενδεχόμενο της μετατροπής σε τεχνική δύο σταδίων. Γενικώς οι ενδείξεις για ενός ή δύο σταδίων τεχνική τίθενται από τη διεγχειρητική εικόνα του πάσχοντος δακτύλου. Στις τεχνικές λεπτομέρειες της μεθόδου περιλαμβάνονται η προσπέλαση του τένοντα διά «παραθύρων» που διαμορφώνονται στην περιοχή των χιαστών συνδέσμων του ελύτρου, η διατήρηση της περιφερικής κατάφυσης του εν τω βάθει καμπτήρα για να γίνει η άπω καθήλωση του μοσχεύματος, η επιλογή του εν τω βάθει καμπτήρα ως κινητήριου τένοντα για το δάκτυλο (εκτός εάν συντρέχουν λόγοι ρικνωσής του, οπότε επιλέγεται ο επιπολής). Η εγγύς τενοντοραφή γίνεται συνήθως με τη μέθοδο Pulvertaft και η τάση του μοσχεύματος είναι τόση, ώστε να θέτει το πάσχον δάκτυλο σε λίγο μεγαλύτερη κάμψη απ' ό,τι τα παρακείμενα (τεχνική που έχει περιγράψει ο ίδιος συγγραφέας).

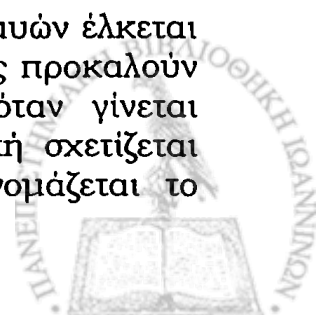
Μετεγχειρητικά η κλασική διδαχή ήταν η ακινητοποίηση του τενοντίου μοσχεύματος για τρεις εβδομάδες και η έναρξη ήπιας κινησιοθεραπείας μετά από αυτό το χρονικό διάστημα. Στις νεότερες όμως σειρές κυριαρχεί η χρήση της «ελεγχόμενης κινητοποίησης» με νάρθηκα τύπου Kleinert.



Μια ιδιαίτερη περίπτωση χρήσης τενόντων μοσχευμάτων είναι η διατομή του εν τω βάθει καμπτήρα με ακέραιο επιπολής, που συχνά παραμένει αδιάγνωστη το πρώτο διάστημα μετά τον τραυματισμό, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η τελικο-τελική συρραφή του όταν διαγνωστεί. Η γενική αρχή αντιμετώπισης είναι ότι ο ακέραιος επιπολής καμπτήρας δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να αφαιρείται σε πρώτο χρόνο. Κάποιοι χειρουργοί προτείνουν μια πιο συντηρητική αντιμετώπιση με αρθρόδεση ή τενόδεση της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής. Η τοποθέτηση τενοντιαίων μοσχευμάτων, αν και ενέχει τους κινδύνους της δημιουργίας συμφύσεων και του περιορισμού τελικά του εύρους κίνησης του δακτύλου, θα πρέπει να επιχειρείται σε νεαρούς ασθενείς όταν η χρήση της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής άρθρωσης είναι απαραίτητη στην επαγγελματική τους δραστηριότητα. Ή εάν η επαγγελματική δραστηριότητα σχετίζεται με δεξιότητες, τότε η ανακατασκευή των δύο κερκιδικών δακτύλων είναι πιο δικαιολογημένη, ενώ εάν σχετίζεται με ισχυρό δραγμό είναι πιο επιβεβλημένο να ανακατασκευαστούν τα δύο ωλένια δάκτυλα. Η χρήση λεπτού τενόντιου μοσχεύματος είναι απαραίτητη, ενώ δεν είναι υποχρεωτικό το μόσχευμα να περάσει διά του χιάσματος του Camper το οποίο μπορεί και να παρακάμψει. Έχει αναφερθεί και η ανακατασκευή του εν τω βάθει καμπτήρα σε δύο στάδια με ράβδο σλικόνης (Wilson, 1980).

Ιδιαίτερη περίπτωση επίσης αποτελεί η ανάγκη ανακατασκευής του μακρού καμπτήρα του αντίχειρα στον οποίο όμως και αναλόγως των λειτουργικών απαιτήσεων του ασθενούς πέραν της ανακατασκευής με τενόντιο μόσχευμα σε ένα ή και σε δύο χρόνους με παρεμβολή ράβδου σλικόνης, υπάρχουν εναλλακτικές μέθοδοι θεραπείας. Η αρθρόδεση της φαλαγγο-φαλαγγικής, η επιμήκυνση του τενόντιου ή του μυοτενοντίου τμήματος του μακρού καμπτήρα του αντίχειρα και τελικο-τελική συρραφή, η τενοντόδεση της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής και μερικές φορές η συντηρητική αντιμετώπιση, ιδίως σε ηλικιωμένα άτομα, αποτελούν επίσης αποδεκτές λύσεις.

Συχνότερες επιπλοκές από τη χρήση τενόντων μοσχευμάτων είναι η δημιουργία συμφύσεων και η ρήξη του μοσχεύματος στην κεντρική ή την περιφερική του κατάφυση. Μια άλλη επιπλοκή είναι η υπερέκταση στην εγγύς φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση. Αυτή είναι συνήθως αποτέλεσμα της πλήρους αφαίρεσης του επιπολής καμπτήρα και γι' αυτό ορισμένοι συνιστούν να μην αφαιρούνται τα καταφυτικά πεδία του επιπολής καμπτήρα, αλλά να χρησιμοποιούνται για να γίνει τενόδεση της εγγύς φαλαγγο-φαλαγγικής σε έκταση πριν τοποθετηθεί το μόσχευμα. Δύο ακόμα επιπλοκές σχετίζονται με την τοποθέτηση τενόντιου μοσχεύματος μεγαλύτερου ή μικρότερου μήκους από το επιθυμητό. Η μία είναι το δάκτυλο με υπερίσχυση των αυτοχθόνων (lumbrical plus finger), καθώς η έκφυση των ελμινθοειδών μυών έλκεται εγγύτερα εξαιτίας του μακρού μοσχεύματος, οι ελμινθοειδείς προκαλούν παράδοξη έκταση στις φαλαγγο-φαλαγγικές αρθρώσεις όταν γίνεται προσπάθεια κάμψης του δακτύλου. Μια δεύτερη επιπλοκή σχετίζεται αντίθετα με τα υπερβολικά βραχέα μοσχεύματα και ονομάζεται το



σύνδρομο του ρωμαϊκού άρματος (the quadriga syndrome). Η αιτιολογία έγκειται στο ότι οι εν τω βάθει καμπήρες εκφύονται από κοινή μυϊκή γαστέρα με αποτέλεσμα εάν η έκφυση ενός τένοντα από τη γαστέρα μετακινηθεί περιφερικότερα μειώνεται η δράση των άλλων καμπήρων. Έτσι παρατηρείται μειωμένη κάμψη των παρακείμενων υγιών δακτύλων εάν τοποθετηθεί ένα πολύ βραχύ μόσχευμα στο πάσχον δάκτυλο.

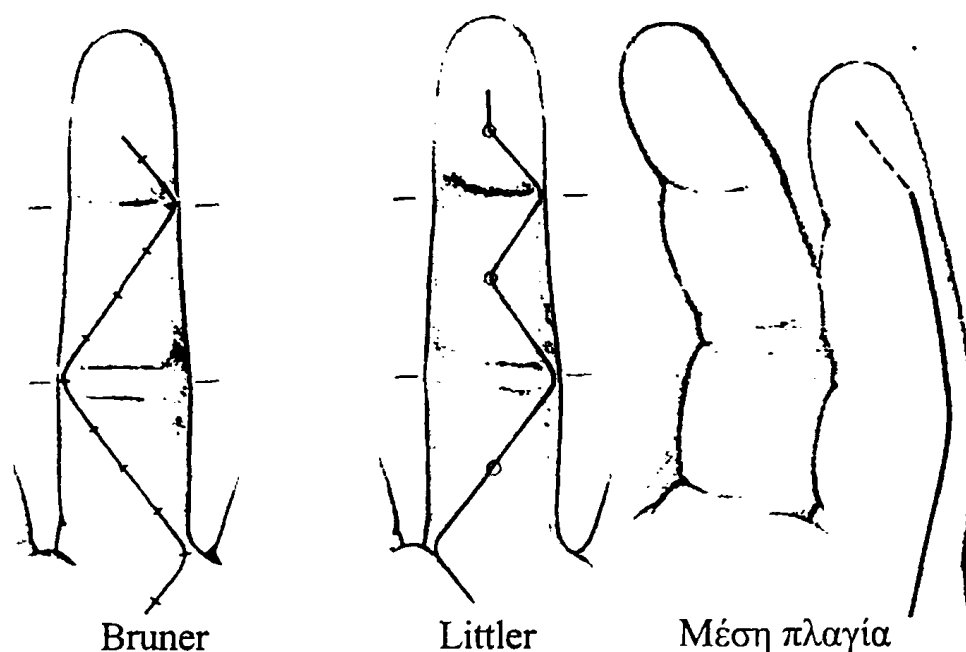
Τενοντόλυση

Η τενοντόλυση είναι η χειρουργική αφαίρεση των συμφύσεων μεταξύ των τενόντων και των πέριξ ιστών. Παρά το γεγονός ότι η βιολογική βάση και η κλινική αποτελεσματικότητα της μεθόδου έχει αμφισβητηθεί από ορισμένους συγγραφείς (*Bunnell, Rank, Peacock*) και παρόλο που σαν επέμβαση είναι τεχνικά απαιτητική, παραμένει ένα σημαντικό όπλο στη θεραπευτική φαρέτρα μας για τους ασθενείς με σχετικώς περιορισμένης έκτασης συμφύσεις (*Fetrow, 1967, Whitaker, 1977, Hunter, 1982, Schneider, 1987, Baker, 1996*).

Η τενοντόλυση μπορεί να ενδείκνυται όταν μετά από μια τενοντοραφή ή μετά την τοποθέτηση τενόντιου μοσχεύματος το παθητικό εύρος κίνησης είναι μεγαλύτερο από το ενεργητικό και αφού παρέλθει ένα χρονικό διάστημα τουλάχιστον τριών μηνών από την επέμβαση χωρίς βελτίωση της κίνησης (παρά την εντατική φυσιοθεραπεία που πρέπει να εφαρμόζεται). Η περίοδος αναμονής μπορεί να παραταθεί έως έξι ή εννέα μήνες μετά την επέμβαση, εάν παρατηρείται έστω και μικρή βελτίωση με τη φυσιοθεραπεία. Στις προϋποθέσεις για να διενεργηθεί η τενοντόλυση περιλαμβάνονται ο συνεργάσιμος ασθενής, η καλή επούλωση των τραυμάτων, η ύπαρξη επαρκούς δερματικής κάλυψης, η πώρωση όλων των καταγμάτων, η κινητοποίηση των συγκάμψεων και η ανάληψη στοιχειώδους τουλάχιστον αισθητικότητας και ικανοποιητικής μυϊκής ισχύος. Καθώς οι τενοντολύσεις στα παιδιά μικρότερης ηλικίας των έντεκα ετών έχει δείχθει ότι δεν αποδίδουν ικανοποιητικά αποτελέσματα αυτό τίθεται και ως το μικρότερο όριο ηλικίας για τη διενέργειά τους (*Birnie, 1995*).

Η τενοντόλυση είναι προτιμητέο να γίνεται υπό τοπική ή περιοχική αναισθησία με επιπρόσθετη ενδοφλέβια αναλγησία και αγκόλυση καθώς είναι επιθυμητό αφ'ενός να ελέγχεται το ικανοποιητικό της λύσης με ενεργητικές κινήσεις κατά τη διάρκεια του χειρουργείου και αφ'ετέρου ο ασθενής να ενθαρρύνεται παρατηρώντας το εύρος κίνησης που επιτυγχάνεται διεγχειρητικά. Παρ'ότι η χρήση ισχαιμης περίδεσης είναι επιβεβλημένη, η παρατεταμένη χρήση της οδηγεί σε μυϊκή παράλυση και απώλεια του πλεονεκτήματος της συνεργασίας του ασθενούς διεγχειρητικά. Η προσπέλαση του δακτύλου γίνεται με τομές Bruner ή Littler ή μέση πлагία, μόλις παλαμιαία του αγγειονευρώδους δωματίου κατά Rank (Εικόνα 37). Η τενοντόλυση διενεργείται με ειδικά λεπτά χειρουργικά εργαλεία και γίνεται προσπάθεια διατήρησης των δακτυλιοειδών συνδέσμων και εάν απαιτείται ανακατασκευή τους τότε





Εικόνα 37. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες δερματικές τομές προσπέλασης του δακτύλου στις τενοντολύσεις αλλά και στην χειρουργική της άκρας χειρός γενικότερα.

αυτή πρέπει να γίνει με ισχυρή τεχνική ανακατασκευής (π.χ. την περιέλιξη τενόντιου μοσχεύματος γύρω από τη φάλαγγα) ή θα πρέπει να γίνει μετατροπή σε τεχνική ανακατασκευής δύο σταδίων με ράβδους σιλικόνης. Όπως και για τα τενόντια μοσχεύματα, η τελική ένδειξη για το είδος της επέμβασης τίθεται διεγχειρητικά και η τενοντόλυση ενδεικνύεται όταν υπάρχουν σχετικώς περιορισμένες συμφύσεις κατά μήκος των καμπτήρων. Μια ιδιαίτερη τεχνική έχει περιγραφεί για τους οριακούς εκείνους ασθενείς μεταξύ των ενδείξεων των δύο μεθόδων από τον Strickland (Strickland, 1985). Με αυτή την τεχνική μια ράβδος σιλικόνης τοποθετείται κάτω από τον απελευθερωμένο τένοντα και χρησιμεύει ως μηχανικός φραγμός κατά των συμφύσεων στο ραχιαίο τμήμα του τένοντα, αλλά και σαν πιθανό πρώτο στάδιο για την τοποθέτηση τενόντιου μοσχεύματος εάν η τενοντόλυση αποτύχει. Ένα πλήθος φαρμακευτικών ουσιών και μηχανικών μέσων έχουν χρησιμοποιηθεί παράλληλα με την τενοντόλυση για την αποφυγή επαναδημιουργίας συμφύσεων (δείτε «Φυσιολογία των συμφύσεων»), αλλά κανένας από τους τρόπους αυτούς δεν φαίνεται να έχει λύσει οριστικά το πρόβλημα. Η τοποθέτηση καθετήρα πριν την σύγκλιση του δέρματος για περιοδικές εγχύσεις αναλγητικών κατά την άμεση μετεγχειρητική περίοδο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιτευχθεί πρόωμη κινητοποίηση.

Σε ασθενείς με εκτεταμένες συμφύσεις και συγκάμψεις πιθανώς να ενδεικνύεται και η ολική πρόσθια τενοντόλυση (total anterior tenolysis, TATA) κατά την οποία, διά πλαγίας προσπέλασης, ανασπάται το περίοσαιο και οι παλαμιαίες πλάκες (palmar plates) από τη μεσότητα της εγγύς φάλαγγας έως και την άπω φάλαγγα. Όταν διεγχειρητικά η πλήρης απελευθέρωση των καμπτήρων δεν φαίνεται να αποδίδει πλήρη

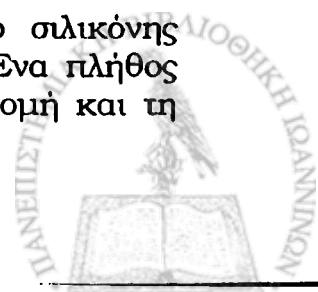
κάμψη θα πρέπει ο χειρουργός να σκεφτεί την πιθανότητα διενέργειας τενοντοαρθρόλυσης του εκτατικού μηχανισμού (teno-arthrolysis of the dorsal apparatus, TADA).

Η μετεγχειρητική φυσιοθεραπεία απαιτεί την πλήρη συνεργασία του ασθενή και παρατείνεται για σημαντικό χρονικό διάστημα μετά την τενοντόλυση. Εάν τα σημεία συρραφής του τένοντα κρίνονται επαρκή, τότε προτείνεται η έναρξη ενεργητικής κινησιοθεραπείας άμεσα (εντός δώδεκα ωρών μετεγχειρητικά) με προστασία των σημείων ανακατασκευής των δακτυλιοειδών συνδέσμων. Εάν όμως η ρήξη του τένοντα θεωρείται πιθανή τότε η παθητική κινητοποίηση του δακτύλου σε κάμψη και εν συνεχεία η ενεργητική από τον ασθενή διατήρηση της θέσης αυτής (place and hold) θεωρείται ο καλύτερος θεραπευτικός χειρισμός για την άμεση μετεγχειρητική περίοδο. Ένα τρίτο μετεγχειρητικό πρόγραμμα προτάθηκε από τον Foucher (Foucher, 1993), ο οποίος αρχικά ακινητοποιεί το χειρουργηθέν δάκτυλο σε κάμψη και τη δεύτερη μετεγχειρητική μέρα υπό τοπική αναισθησία κινητοποιεί το δάκτυλο σε έκταση για να ρηχθούν πιθανές νεοδημιουργηθείσες συμφύσεις και ακολουθεί πρόγραμμα κινησιοθεραπείας. Η συνεχής παθητική κινητοποίηση με ειδικές συσκευές μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί (McCarthy, 1986).

Ανακατασκευή καμπτήρων τενόντων σε δύο στάδια με τη χρήση ράβδων σιλικόνης

Στο χώρο των ανακατασκευών των καμπτήρων τενόντων τα τελευταία τριάντα χρόνια έχει κυριαρχήσει η μέθοδος της σε δύο στάδια ανακατασκευής με τη χρήση ράβδων σιλικόνης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η μέθοδος αυτή συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της χρήσης τενοντίων μοσχευμάτων με τα πλεονεκτήματα της δημιουργίας ψευδοελύτρου (pseudosheath) γύρω από τη ράβδο σιλικόνης. Τα τενόντια μοσχεύματα αφ'ενός αναπληρώνουν την απώλεια τενόντιας μάζας που παρατηρείται σε αυτούς τους ασθενείς και αφ'ετέρου επιτρέπουν τη διενέργεια τενοντοραφών χωρίς τάση σε περιοχές εκτός του τενοντίου ελύτρου (εκτός της Ζώνης 2), όπου οι πιθανότητες επούλωσης χωρίς τη δημιουργία συμφύσεων είναι πολύ μεγαλύτερες. Το ψευδοέλυτρο από την άλλη προσφέρει μια ευνοϊκή κοίτη μέσα στην οποία το τενόντιο μόσχευμα μπορεί να ολισθήσει και να τραφεί μειώνοντας έτσι τις πιθανότητες συμφύσεων μεταξύ του μοσχεύματος και των παρακείμενων μαλακών μορίων. Επίσης είναι δυνατόν το ψευδοέλυτρο να ενισχυθεί σε επιλεγμένα σημεία του με τη χρήση διαφόρων τεχνικών ανακατασκευής δακτυλιοειδών συνδέσμων, ώστε η τελική αρχιτεκτονική του δομή να προσομοιάζει με αυτή του φυσιολογικού ελύτρου των καμπτήρων τενόντων.

Το ψευδοέλυτρο που δημιουργείται γύρω από τη ράβδο σιλικόνης αποτελεί το κομβικό στοιχείο της επιτυχίας της μεθόδου. Ένα πλήθος ερευνητών έχει ασχοληθεί σε πειραματικά μοντέλα με τη δομή και τη





Φυσιολογικό έλυτρο

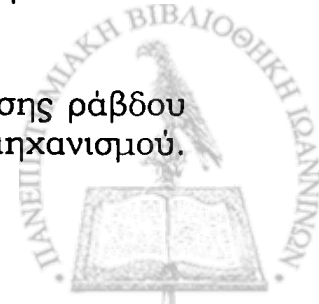
Ψευδοέλυτρο πριν την τοποθέτηση τενόντιου μοσχεύματος

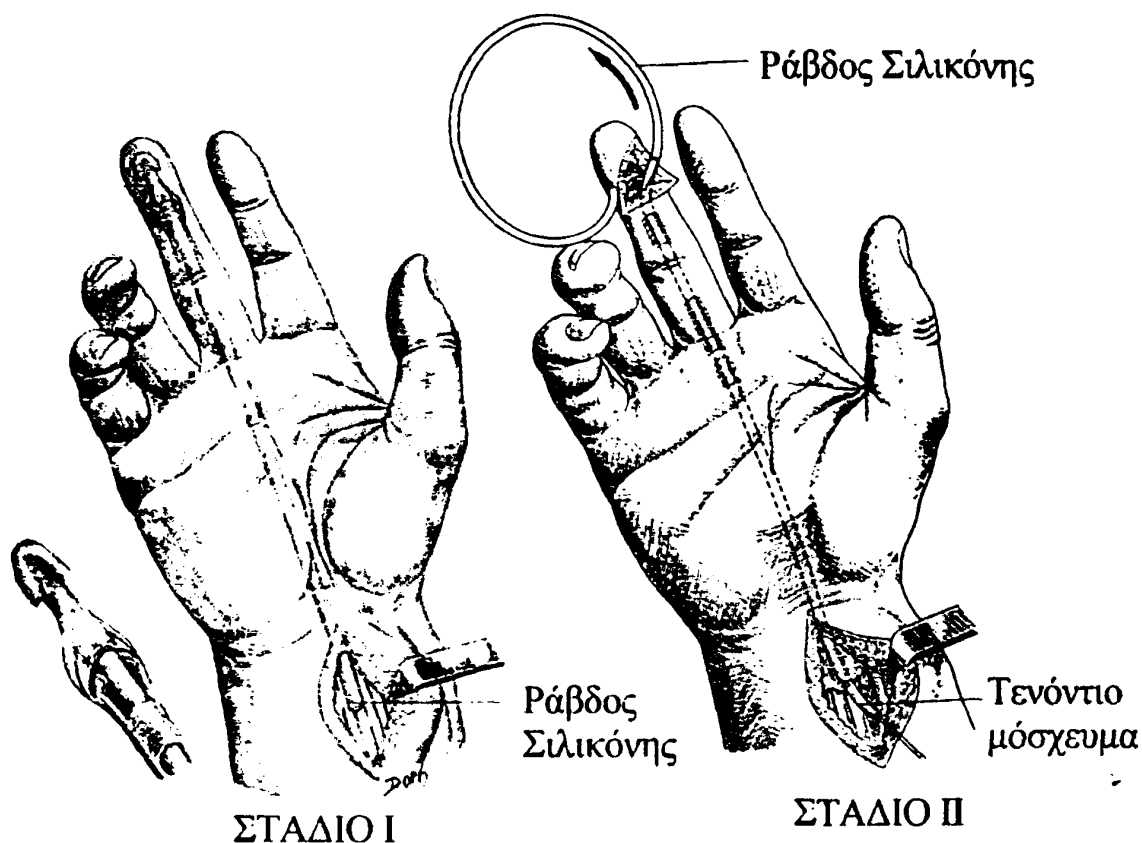
Ψευδοέλυτρο μετά την τοποθέτηση τενόντιου μοσχεύματος

Εικόνα 38. Εικόνες από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (σε μεγέθυνση X 300) της επιφανειακής μορφολογίας ελύτρων σε πειραματικό μοντέλο σε κοτόπουλο.

Λειτουργία του ψευδοελύτρου. Πειράματα διεξήχθησαν από την ομάδα του Hunter στα παρασπονδυλικά μαλακά μόρια και τους εκτεινόντες τένοντες σε σκυλιά, από τον Urbanik (*Urbanik, 1984*) σε καμπτήρες τένοντες σκυλιών, από τον Farcas και τον Salisbury σε καμπτήρες τένοντες κοτόπουλων. Οι συγγραφείς αυτοί συμφωνούν ότι η μικροσκοπική δομή του ψευδοελύτρου προσομοιάζει με αυτή του φυσιολογικού ελύτρου, καθώς αυτό επενδύεται από επιθηλιακά κύτταρα που ονομάστηκαν «μεσοθηλιακά». Υπήρξαν άλλοι όμως συγγραφείς όπως οι Eiken και Rayner, που υποστήριζαν ότι το έλυτρο αποτελείται κυρίως από συνδετικό ιστό και ότι τα κύτταρα δεν ήταν «μεσοθηλιακά», αλλά ινοβλάστες. Ο Rayner το 1976 υποστήριξε μάλιστα ότι, άμεσα μετά την τοποθέτηση της ράβδου σιλικόνης, το ινοβλαστικό δυναμικό του ψευδοελύτρου είναι τέτοιο, που εάν τοποθετηθεί τενόντιο μόσχευμα αυτό θα ενσωματωθεί με το ψευδοέλυτρο. Έτσι πρότεινε καθυστέρηση τουλάχιστον 3-4 μηνών στην τοποθέτηση του μοσχεύματος για να παρέλθει η περίοδος έντονης ινοβλαστικής δραστηριότητας. Αν και δεν έχει επιβεβαιωθεί πειραματικά από άλλες εργασίες, η αντίληψη αυτή επικρατεί στην χειρουργική πρακτική μέχρι και σήμερα. Απάντηση στο θέμα της πραγματικής δομής του ψευδοελύτρου φαίνεται να δίνουν οι εργασίες των Salamon και συνεργατών (*Salamon, 1997*) με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης, οι οποίες καταδεικνύουν ότι αφ' ενός αυτό εμφανίζει δύο τύπους επενδυματικών κυττάρων, που ο τύπος Α έχει φαγοκυτταρικά χαρακτηριστικά, ενώ ο τύπος Β εκκριτική ικανότητα. Δύο παρόμοιοι τύποι κυττάρων (Α και Β) έχουν βρεθεί σε υπομικροσκοπικές μελέτες του φυσιολογικού τενοντίου ελύτρου (*Schmidt & McKay, 1982*). Επίσης οι ερευνητές αυτοί κατέδειξαν με μελέτες σε κοτόπουλα ότι η μορφολογία της επιφάνειας του ψευδοελύτρου προσομοιάζει σημαντικά με αυτήν του φυσιολογικού ελύτρου μετά την τοποθέτηση τενοντίου μοσχεύματος (Εικόνα 38).

Η κυριότερη ένδειξη της ανακατασκευής σε δύο στάδια χρήσης ράβδου σιλικόνης είναι η εκτεταμένη ουλοποίηση του καμπτικού μηχανισμού.





Εικόνα 39. Σχηματική απεικόνιση της ανακατασκευής των καμπτήρων τενόντων σε δύο στάδια με τη χρήση ράβδου σιλικόνης κατά Hunter.

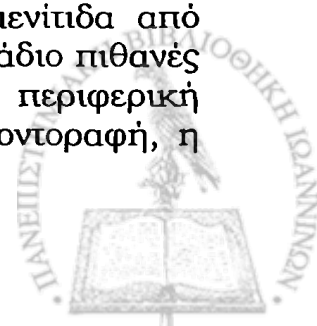
Αυτή μπορεί να είναι αποτέλεσμα είτε της βαρύτητας του αρχικού τραυματισμού είτε φλεγμονών, καθυστερημένης πρωτοπαθούς αντιμετώπισης, αποτυχίας προηγούμενων χειρουργικών επεμβάσεων, καταστροφής σε μεγάλη έκταση του οστεοϊνώδους ελύτρου (όπως π.χ. σε ακρωτηριαστικές κακώσεις) ή και της ιδιοσυστασιακής ιδιαιτερότητας ορισμένων ασθενών να αναπτύσσουν εκτεταμένες ουλές μετά από τραύμα. Άλλες ενδείξεις είναι η ύπαρξη συγκάμψεων ή νευρικών βλαβών ή ανάγκης ανακατασκευής δακτυλιοειδών συνδέσμων, καθώς αυτές μπορούν να αποκατασταθούν κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου και να επουλωθούν στο μεσοδιάστημα μέχρι την διενέργεια του δεύτερου σταδίου (την τοποθέτηση τενόντιου μόσχευματος), χωρίς έτσι να επηρεάσουν σημαντικά την μετέπειτα φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση του ασθενούς.

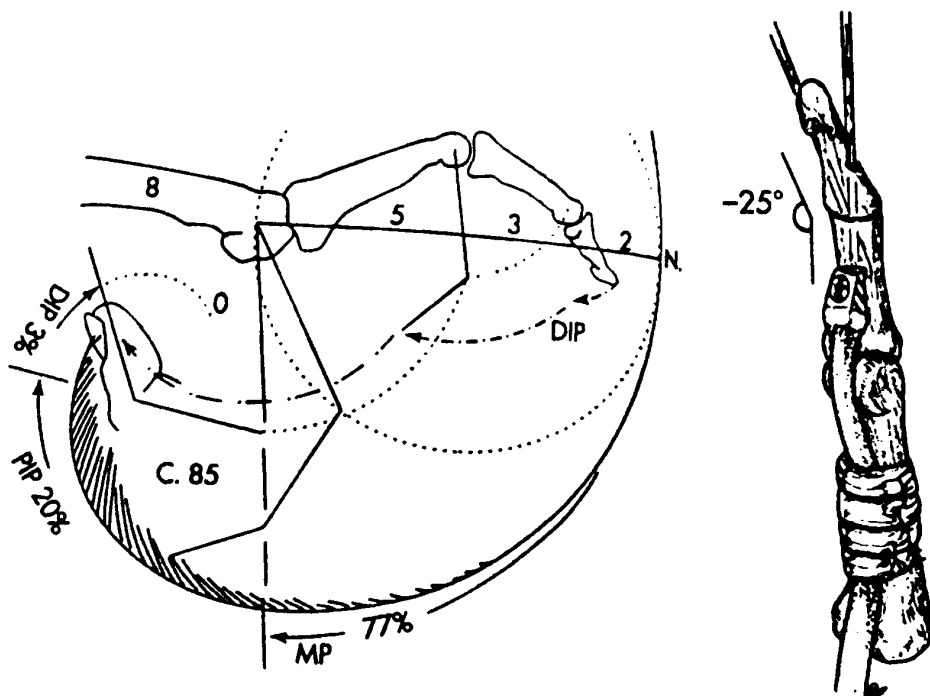
Η τεχνική αυτή άρχισε να χρησιμοποιείται από τον Hunter στα μέσα της δεκαετίας του '60 και πρωτοδημοσιεύτηκε ολοκληρωμένη το 1971 (Hunter, 1971). Συνοπτικά στο πρώτο στάδιο οι ουλοποιημένοι καμπτήρες τένοντες αφαιρούνται και γίνεται προσπάθεια να διατηρηθούν όσοι δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι είναι εφικτό. Στη συνέχεια τοποθετείται μια ράβδος σιλικόνης (Εικόνα 39), η οποία καθλώνεται στο υπόλειμμα της κατάφυσης του εν τω βάθει καμπτήρα στην άπω φάλαγγα και εκτείνεται μέχρι το άπω τεταρτημόριο του αντιβραχίου μεταξύ των επιπολής και των εν τω βάθει καμπτήρων. Εάν είναι απαραίτητο



δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι ανακατασκευάζονται συνήθως με το αφαιρεθέν τενόντιο υλικό πάνω από τη ράβδο σιλικόνης στα κατάλληλα σημεία και με διάφορες τεχνικές (για λεπτομέρειες δείτε «Ειδικό μέρος: Χειρουργική τεχνική»). Ο επιπολής καμπτήρας κόβεται στο μυοτενοντώδες όριό του και αφαιρείται, ενώ ο εν τω βάθει καμπτήρας διατηρείται για να χρησιμοποιηθεί ως κινητήριος μυς. Μικρές παραλλαγές στην τεχνική έχουν περιγραφεί. Αφ'ενός έχει παραχθεί ράβδος σιλικόνης με ενσωματωμένη μια μικρή μεταλλική πλάκα στο ένα άκρο της, ώστε η καθήλωση στην άπω φάλαγγα να γίνεται με μια βίδα 2mm. Αφ'ετέρου έχει περιγραφεί η τοποθέτηση μικρότερης σε μήκος ράβδου σιλικόνης, η οποία εκτείνεται μέχρι την παλάμη (Coyle, 2002). Μετά την ολοκλήρωση του πρώτου σταδίου ξεκινάει παθητική κινητοποίηση στις επτά με δέκα ημέρες μετεγχειρητικά. Το δεύτερο στάδιο διενεργείται μετά από τρεις μήνες περίπου. Αφού ληφθεί το κατάλληλο ελεύθερο τενόντιο μόσχευμα, με μια μικρή τομή στην άπω φάλαγγα και με μια δεύτερη κατά το κεντρικό άκρο της ράβδου σιλικόνης η τελευταία ανευρίσκεται και το τενόντιο μόσχευμα συρράπτεται προσωρινά πάνω της. Στη συνέχεια η ράβδος σιλικόνης αφαιρείται από το χειρουργικό τραύμα της άπω φάλαγγας παρασύροντας έτσι το τενόντιο μόσχευμα στο ψευδοέλυτρο (Εικόνα 39). Το μόσχευμα, αφού αποκοπεί η ράβδος σιλικόνης, καθλώνεται στην άπω φάλαγγα με απευθείας συρραφή στο υπόλειμμα του εν τω βάθει καμπτήρα και διεκβαλλόμενο διά του δέρματος ράμμα (pull-out suture), το οποίο σταθεροποιείται σε κουμπί στη ραχιαία επιφάνεια της εγγύς φάλαγγας. Στη συνέχεια ρυθμίζεται η τάση του μοσχεύματος (έτσι ώστε να βρίσκεται σε λίγο μεγαλύτερη κάμψη το πάσχον δάκτυλο από το παρακείμενο) και υπ' αυτήν την τάση το τενόντιο μόσχευμα συρράπτεται στον κινητήριο μυ με τη χρήση της τεχνικής Pulvertaft. Τα συχνότερα χρησιμοποιούμενα από τον Hunter ελεύθερα μοσχεύματα ήταν αυτά του πελματικού, των εκτεινόντων των δακτύλων και του μακρού παλαμικού τένοντα. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι κινητήριοι μύες ήταν ο εν τω βάθει καμπτήρας (ο οποίος έδινε κίνηση στο τραυματισμένο ή και σε παρακείμενο δάκτυλο), ο εν τω βάθει καμπτήρας παρακείμενου δακτύλου προς το τραυματισμένο και ο επιπολής καμπτήρας του ίδιου του δακτύλου. Μετά το δεύτερο στάδιο ακολουθεί πρόγραμμα προστατευόμενης ενεργητικής κινητοποίησης (συνήθως τύπου Kleinert). Ο χρόνος της κινητοποίησης ποικίλει μεταξύ των διαφόρων συγγραφέων και κυμαίνεται από τρεις ημέρες έως τρεις εβδομάδες μετεγχειρητικά.

Οι πιθανές επιπλοκές της μεθόδου έχουν καταγραφεί από τους Σουκάκο και συνεργάτες (Soucacos, 1997). Πιθανές επιπλοκές μετά το πρώτο στάδιο της επεμβάσεως είναι ρήξη του περιφερικού άκρου της σιλικόνης και μετανάστευση αυτής, αναδίπλωση (buckling) της σιλικόνης κατά τις κινήσεις κάμψης του δακτύλου ή του καρπού (εξαιτίας συνήθως της υπερβολικής τάσης στα ανακατασκευασθέντα pulleys), υμενίτιδα από σιλικόνη, φλεγμονές, νέκρωση δέρματος. Μετά το δεύτερο στάδιο πιθανές επιπλοκές είναι η απόσπαση του μοσχεύματος από την περιφερική φάλαγγα, η ρήξη του μοσχεύματος στην κεντρική του τενοντοραφή, η





Εικόνα 40. Αριστερά, σχηματική απεικόνιση της συμμετοχής των επιμέρους αρθρώσεων των δακτύλων στην πλήρη σύνθετη κάμψη του δακτύλου κατά Littler όπου φαίνεται ότι το 85% του συνολικού τόξου κίνησης επιτυγχάνεται με την πλήρη κάμψη της μετακαρποφαλαγγικής και της εγγύς φαλαγγο-φαλαγγικής αρθρώσεως. Το διάγραμμα αυτό αποτελεί τη θεωρητική βάση της εφαρμογής του δακτύλου του επιπολής καμπτήρα (superficialis finger). Δεξιά, σχηματική απεικόνιση της τοποθέτησης ράβδου σιλικόνης ως ενεργητικό τενόντιο εμφύτευμα (active tendon implant) με ανακατασκευή ενός δακτύλου του επιπολής καμπτήρα.

ακατάλληλη τάση στο μόσχευμα (μοσχεύματα μεγαλύτερου μήκους, τα οποία δεν επιτυγχάνουν πλήρη κάμψη ή μοσχεύματα μικρότερου μήκους, τα οποία δεν επιτυγχάνουν πλήρη έκταση), η εμπλοκή (impingement) της εγγύς τενοντοραφής στο εγγύς άκρο του ψευδοελύτρου κατά την έκταση, η εμφάνιση του φαινομένου χορδής τόξου (bowstringing) κατά την κάμψη (που οφείλεται σε ανεπαρκή αριθμό ή ρήξη των ανακατασκευασθέντων δακτυλιοειδών συνδέσμων), οι φλεγμονές και οι απώτερες συγκάμψεις στην εγγύς ή των άπω φαλαγγο-φαλαγγική.

Η προσφορά του James Hunter στην ανάπτυξη της δευτεροπαθούς ανακατασκευής των καμπτήρων τενόντων σε δύο στάδια με ράβδους σιλικόνης είναι τόσο μεγάλη που συχνά η μέθοδος αυτή αναφέρεται ως μέθοδος Hunter. Αποτελέσματα της μεθόδου Hunter έχουν δημοσιεύσει πολλοί συγγραφείς (Wehbe, 1986, Amadio, 1983, Schneider, 1982, Schneider, 1985, LaSalle, 1988, Soucacos, 1995 κ.α.). Τα αποτελέσματα αυτά συζητούνται συγκριτικά με τα αποτελέσματα των ανακατασκευών της τροποποιημένης κατά Panena τεχνικής στο τμήμα της συζήτησης του ειδικού μέρους της διατριβής.

Άλλες μέθοδοι δευτεροπαθούς αποκατάστασης των καμπτήρων τενόντων

Το δάκτυλο του επιπολής καμπτήρα (superficialis finger)

Το δάκτυλο του επιπολής καμπτήρα αποτελεί μια λύση διάσωσης της λειτουργίας ενός δακτύλου κατά την οποία η δράση του εν τω βάθει καμπτήρα καταργείται με αρθρόδεση της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής σε μια λειτουργική θέση και μεταφορά της κατάφυσης του κινητήριου τένοντα στη μέση φάλαγγα. Η αρχή της εφαρμογής της μεθόδου στηρίζεται στην παρατήρηση του Littler ότι το 85% του συνολικού εύρους κίνησης του δακτύλου μπορεί να επιτευχθεί με την πλήρη κάμψη των μετακαρποφαλαγγικών και εγγύς φαλαγγικών αρθρώσεων, χωρίς την κάμψη της άπω φαλαγγοφαλαγγικής (Εικόνα 40). Έτσι η καθήλωση του τενοντίου μοσχεύματος γίνεται στη μεσότητα της μέσης φάλαγγας αντί στη βάση της περιφερικής φάλαγγας. Οι κυριότερες ενδείξεις της τεχνικής αυτής είναι η ανεπάρκεια της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής (εξαιτίας ενδαρθρικού κατάγματος, καταστροφής του εκτατικού μηχανισμού ή από μακρού εγκατεστημένης σύγκαμψης, η οποία δεν βελτιώνεται με φυσιοθεραπεία) και η ρήξη της περιφερικής κατάφυσης τενόντιου μοσχεύματος, που επιπλέκεται με ίνωση στην περιοχή. Έχουν αναφερθεί και τεχνικές ανακατασκευής δακτύλου του επιπολής καμπτήρα (superficialis finger) σε δύο χρόνους με τη χρήση ράβδων σιλκόνης (Chuinard, 1980).

Αλλομοσχεύματα

Η χρήση τενόντιων αλλομοσχευμάτων έχει αναφερθεί σε μια σειρά από τον Asencio (Asencio, 1996) ως μια λύση διάσωσης του δακτύλου. Δεν υπάρχει εκτεταμένη εμπειρία στη μέθοδο αυτή.

Αγγειούμενα τενόντια μοσχεύματα

Έχει περιγραφεί η χρήση του εξωϋμενικού τμήματος του επιπολής καμπτήρα του παράμεσου ή του μικρού ως αγγειούμενο τενόντιο μόσχευμα βασιζόμενο στην ωλένια αρτηρία. Με αυτήν την τεχνική ο τένοντας του επιπολής καμπτήρα λαμβάνεται μαζί με τον παρατένοντά του (με το θεωρητικό πλεονέκτημα της διατήρησης της αγγείωσης και του μηχανισμού ολίσθησης) και μεταφέρεται ως νησιδωτό μόσχευμα βασιζόμενο στην ωλένια αρτηρία, η οποία διατέμνεται και περιστρέφεται με άξονα το παλαμιαίο τόξο (Guimberteau, 2003). Δεν υπάρχουν δημοσιευμένα αποτελέσματα της μεθόδου αυτής, η οποία πιστεύεται να έχει το πλεονέκτημα της σε ένα στάδιο αποκατάστασης, αλλά και τα μειονεκτήματα της μεταφοράς ενός εξωϋμενικού τένοντα σε ενδοϋμενικό περιβάλλον και της ανάγκης χρήσης μικροχειρουργικών τεχνικών.



Σε καταστάσεις ολικής καταστροφής όλων των συστατικών του καμπικού μηχανισμού του δακτύλου ως λύση διάσωσης έχει αναφερθεί και η λήψη όλου του καμπικού μηχανισμού (δύο καμπήρες, τενόντιο έλυτρο, παλαμιαίες πλάκες) από δάκτυλα του ποδιού και η μεταφορά τους σαν σύνθετο ελεύθερο κρημνό στο χέρι (*Backhach, 2003*). Η εμπειρία από την εφαρμογή της μεθόδου αυτής είναι εξαιρετικά περιορισμένη.

Τεχνητοί τένοντες

Οι προσπάθειες ανάπτυξης τεχνητών τενόντων χρονολογούνται από το 1900 οπότε και ο Lange χρησιμοποίησε μετάξι για αποκατάσταση των καμπήρων τενόντων. Άλλα υλικά που κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί είναι το σύρμα, το πολυαιθυλένιο, το νάιλον, συνδυασμοί τους. Επίσης έχει δοκιμαστεί ο συνδυασμός μεταξιού και φλεβικού μοσχεύματος, ενώ πολυλακτικό οξύ (PLLA) έχει χρησιμοποιηθεί σαν ενισχυτικό τένοντα. Καμία από τις παραπάνω μεθόδους όμως δεν φαίνεται να έχει αποδώσει στην κλινική πράξη.

Το πλησιέστερο σε τεχνητό τένοντα κλινικά χρησιμοποιημένο υλικό είναι οι ράβδοι σιλικόνης ενισχυμένοι με Dacron, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν από τον Hunter ως «ενεργητικά τένοντια εμφυτεύματα» (active tendon implants) (*Hunter, 1985, Hunter, 1988, Hunter, 1993*). Η καθήλωση του περιφερικού άκρου της ράβδου στην άπω φάλαγγα γίνεται με μεταλλική πλάκα και βίδα, ενώ το κεντρικό άκρο συνδέεται με τον κινητήριο τένοντα είτε με τεχνικές αγκύλης μέσα σε αγκύλη (loop in loop) είτε με την συρραφή του Dacron (το οποίο αποτελεί το υλικό του πυρήνα της ράβδου σιλικόνης) με τον κινητήριο τένοντα. Ο Hunter δημοσίευσε το 1988 τα αποτελέσματα 44 τέτοιων εμφυτευμάτων σε 36 ασθενείς. Από αυτά μόνο 17 εξακολουθούσαν να λειτουργούν ως ενεργητικά τένοντια εμφυτεύματα, ενώ στα υπόλοιπα είχε τοποθετηθεί τενόντιο μόσχευμα όπως στην σε δύο στάδια τεχνική. Εκτοτε δεν έχουν δημοσιευτεί αποτελέσματα της μεθόδου, όμως ένας σημαντικός αριθμός των ασθενών που υπεβλήθησαν στην επέμβαση οδηγήθηκαν σε βαριές συγκάμψεις στην άπω φαλαγγο-φαλαγγική. Ο συγγραφέας έχει τροποποιήσει τώρα την τεχνική του και προτείνει για την χρήση σε ράβδους σιλικόνης ως ενεργητικό τενόντιο εμφύτευμα την δημιουργία δακτύλου του επιπολής καμπήρα (*superficialis finger*) (*James Hunter, προσωπική επικοινωνία*). Έτσι σήμερα προτείνεται η αρθρόδεση της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής σε 25 μοίρες κάμψη και η καθήλωση της ράβδου σιλικόνης στη μεσότητα της μέσης φάλαγγας με την ταυτόχρονη δημιουργία ενός ισχυρού A2 pulley (με την τεχνική της περιέλιξης). Ο ίδιος συγγραφέας πιστεύει ότι δεν μπορεί η τεχνική να θεωρείται ως μόνιμη λύση, αλλά ως ένα παρατεταμένο στάδιο έναρξης ανακατασκευής καμπήρων τενόντων μέχρι που να υποστεί το εμφύτευμα ρήξη και να οδηγηθούμε στο δεύτερο στάδιο των ανακατασκευών. Η θέση της τεχνικής αυτής φαίνεται σήμερα να είναι στις επεμβάσεις διάσωσης του δακτύλου.



Γενετική μηχανική

Η δημιουργία τενόντων με τη μέθοδο της γενετικής μηχανικής με τη μορφή σύνθετων ιστών με κύτταρα και κολλαγόνο (cell and collagen composites) βρίσκεται υπό έρευνα αλλά κλινικές εφαρμογές σε τένοντες δεν έχουν δοκιμαστεί (Butler, 1999).

Στη συγγραφή αυτού του κεφαλαίου ελήφθησαν στοιχεία και από άρθρα ή κεφάλαια ανασκόπησης από τους Hunter, 1997, Green, 1999, Boyer, 2002.



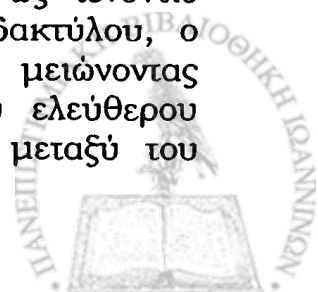
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ



Ιστορική αναδρομή της μεθόδου

Η τεχνική, η οποία αποτελεί το αντικείμενο αυτής της διατριβής (τροποποιημένη τεχνική Paneva με χρήση ράβδων σιλικόνης), είναι μια μέθοδος ανακατασκευής καμπτήρων τενόντων όταν η πρωτοπαθής συρραφή έχει αποτύχει ή όταν έχει παρέλθει διάστημα από τον τραυματισμό, τέτοιο που δεν επιτρέπει την πρωτοπαθή συρραφή. Η περιγραφή όμως, της αρχής της μεθόδου από την Paneva-Hollevich αφορούσε την αντιμετώπιση οξέως των διατομών των καμπτήρων τενόντων, ήταν δηλαδή με την ευρύτερη έννοια μια μέθοδος πρωτοπαθούς αποκατάστασης. Όπως περιγράφεται και στην ιστορική αναδρομή του γενικού μέρους, στην δεκαετία του '60 κυριαρχούσαν ακόμα στους χειρουργούς του χεριού οι αντιλήψεις του Sterling Bunnell για την «απροσπέλαστη ζώνη» ("no man's land") και έτσι οι διατομές των καμπτήρων τενόντων στη Ζώνη 2 της άκρας χειρός αντιμετωπιζόνταν σε δεύτερο χρόνο με τη χρήση ελεύθερων τενόντιων μόσχευμάτων. Στις δημοσιεύσεις των αποτελεσμάτων της χρήσης τενόντιων μόσχευμάτων σε ένα χρόνο, οι ασθενείς κυρίως χωρίζονταν σε δύο μεγάλες ομάδες: σε ασθενείς με κακώσεις «ευνοϊκές» για τοποθέτηση μόσχευμάτων (με πλήρες παθητικό εύρος κίνησης, φυσιολογική αισθητικότητα, έλλειψη εκτεταμένης ουλοποίησης) και ασθενείς με «μη ευνοϊκές» κακώσεις.

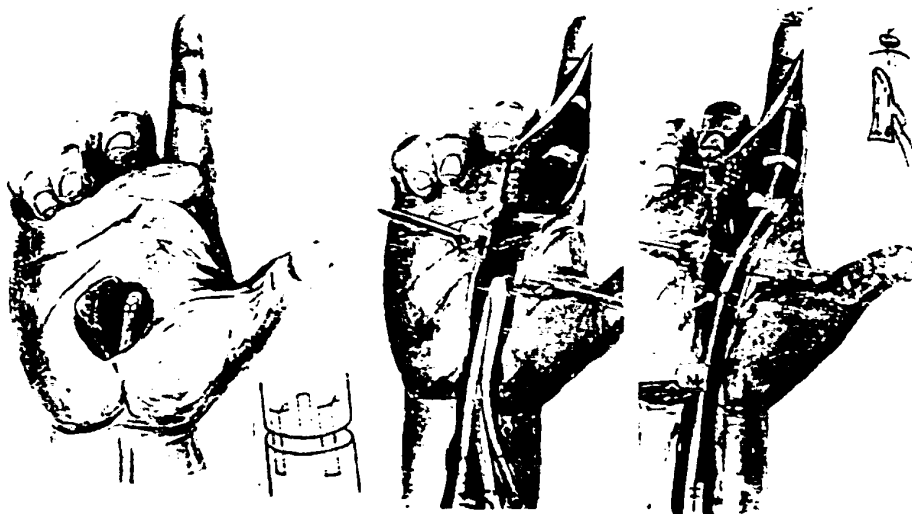
Η Paneva-Hollevich εκείνο το διάστημα ήταν χειρουργός στο Ινστιτούτο Ορθοπαιδικής και Τραυματολογίας της Σόφιας στη Βουλγαρία και είχε παντρευτεί τον ορθοπεδικό Hollevich, ο οποίος ήταν τότε διάσημος χειρουργός ισχίου στη χώρα. Η Paneva-Hollevich στις αρχές της δεκαετίας του '60 επινόησε έναν ιδιοφυή τρόπο να «εκμεταλλεύεται» το χρονικό διάστημα μεταξύ του αρχικού τραυματισμού και της αποκατάστασης με τενόντια μόσχευματα. Έτσι, ενώ σύμφωνα με τις κλασικές διδασχές του Bunnell ένας τραυματισμός με διατομή καμπτήρων τενόντων αντιμετωπιζόταν σε πρώτο χρόνο μόνο με χειρουργικό καθαρισμό και σύγκλιση του τραύματος η Paneva-Hollevich πρότεινε μαζί με το χειρουργικό καθαρισμό να γίνεται συρραφή των κεντρικών κολοβωμάτων του επιπολής και του εν τω βάθει καμπτήρα σε μια αγκύλη. Στη συνέχεια, στο δεύτερο στάδιο της αποκατάστασης, έναν ή δύο μήνες αργότερα, αντί να χρησιμοποιεί ένα ελεύθερο τενόντιο μόσχευμα (μακρό παλαμικό, πελματικό, εκτείνοντες των δακτύλων του άκρου ποδός), χρησιμοποιούσε τον επιπολής καμπτήρα του τραυματισμένου δακτύλου ως τενόντιο μόσχευμα. Ο επιπολής καμπτήρας δηλαδή, αναγνωριζόταν στο αντιβράχιο, κοβόταν στο μυοτενοντώδες όριό του και αναδιπλωνόταν σαν προέκταση του εν τω βάθει και καθηλωνόταν στην άπω φάλαγγα. Η τροποποίηση αυτή έφερε δύο σημαντικά πλεονεκτήματα. Αφ'ενός χρησιμοποιούσε ως τενόντιο μόσχευμα τον τραυματισμένο επιπολής καμπτήρα του δακτύλου, ο οποίος σε άλλη περίπτωση θα έμενε ανεκμετάλλευτος, μειώνοντας παράλληλα τη νοσηρότητα από τη δότρια περιοχή του ελεύθερου τενόντιου μόσχευματος. Αφ'ετέρου το χρονικό διάστημα μεταξύ του



Two-Stage Tenoplasty in Injury of the Flexor Tendons of the Hand

BY E. PANEVA-HOLEVICH, M.D.*. SOFIA, BULGARIA

*From the Department of Orthopaedics and Traumatology,
Postgraduate Medical Training Institute, Sofia*



Εικόνα 41. Η κεφαλίδα και σχήματα από το πρώτο δημοσιευμένο άρθρο της τεχνικής Paneva.

χειρουργικού καθαρισμού και της χειρουργικής αντιμετώπισης χρησίμευε σαν χρόνος επούλωσης της τενοντοραφής μεταξύ του επιπολής και του εν τω βάθει καμπιήρα, που στη συνέχεια θα αποτελούσε την εγγύς τενοντοραφή του μοσχεύματος, με αποτέλεσμα να εκμηδενιστεί σχεδόν η πιθανότητα ρήξης της εγγύς τενοντοραφής την πρώιμη μετεγχειρητική περίοδο. Η Paneva-Hollelich δημοσίευσε την τεχνική της το 1965 αρχικά με ασθενείς με «ευνοϊκές» κακώσεις. Καθώς όμως διαπίστωσε σημαντική βελτίωση των αποτελεσμάτων, στη συνέχεια περιέλαβε και ασθενείς με «μη ευνοϊκές» κακώσεις, όπως και ασθενείς που προσέρχονταν με παραμελημένες διατομές τενόντων μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα. Έτσι όταν το 1969 δημοσίευσε τα αποτελέσματα της τεχνικής της στο *Journal of Bone and Joint Surgery* (Εικόνα 41) το υλικό της περιελάμβανε και ασθενείς που σήμερα θα αντιμετώπιζονταν με δευτεροπαθή ανακατασκευή (Paneva, 1969). Παρ'όλα όμως τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα σε ασθενείς με «ευνοϊκές» κακώσεις, τα αποτελέσματα που παρουσίασε για τις «μη ευνοϊκές» κακώσεις παρέμεναν μέτρια, όπως και με την τεχνική των ελεύθερων μοσχευμάτων. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι στην τεχνική όπως αρχικά περιγράφηκε κατά το δεύτερο στάδιο επαναλαμβανόταν η χειρουργική προσπέλαση στη Ζώνη 2 (Εικόνα 41), με αποτέλεσμα το χειρουργικό τραύμα να αποτελεί βασικό παράγοντα για συμφύσεις. Σε μετέπειτα περιστατικά τροποποίησε την τεχνική της αφήνοντας μια νησίδα μαλακών μορίων στο όριο μεταξύ Ζώνης 2 και Ζώνης 3 ανέπαφη κατά το δεύτερο στάδιο της επέμβασης (Paneva, 1982).



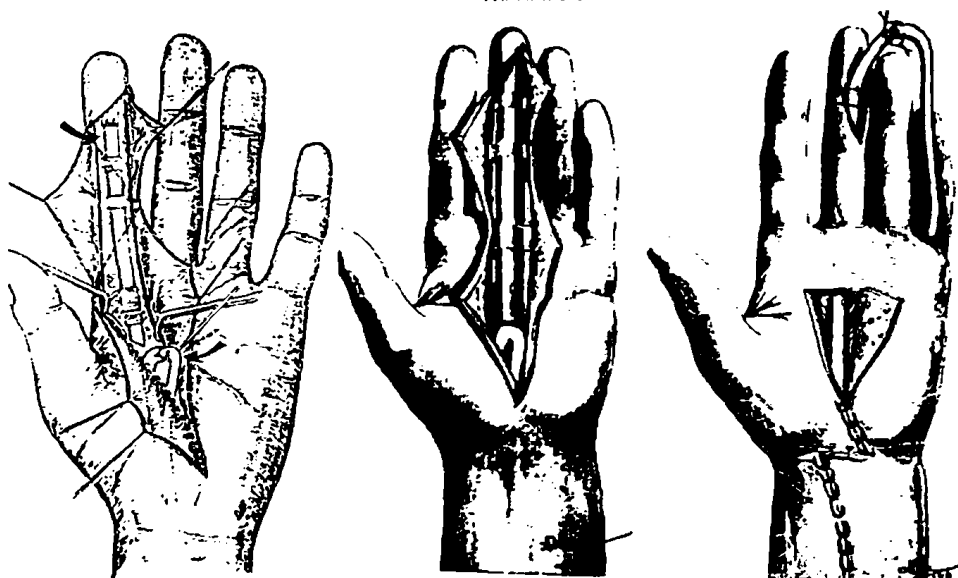
Η δημοσίευση της τεχνικής Paneva συνέπεσε χρονικά με την ανακοίνωση από τον James Hunter της τεχνικής της σε δύο στάδια ανακατασκευής των καμπτήρων τενόντων με τη χρήση ράβδων σιλικόνης. Η τεχνική Hunter βελτίωσε σημαντικά τα αποτελέσματα των ανακατασκευών των καμπτήρων τενόντων και έτυχε ενθουσιώδους αποδοχής από τους χειρουργούς του χεριού. Περίπου στο ίδιο χρονικό διάστημα ανακοινώθηκαν και τα αποτελέσματα της ομάδας του Kleinert για πρωτοπαθείς συρραφές καμπτήρων τενόντων με πρόωμη κινητοποίηση περιορίζοντας έτσι ακόμα περισσότερο τις ενδείξεις της χειρουργικής επέμβασης όπως την περιέγραψε η Paneva-Hollewich.

Μελετώντας προσεκτικά τη βιβλιογραφία διαπιστώνεται όμως, ότι ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '70 κάποιοι χειρουργοί χεριού αντιλήφθηκαν τα πλεονεκτήματα που θα είχε ο συνδυασμός των τεχνικών Hunter και Paneva. Ο Fred Kessler δημοσιεύει το 1972 τα πρώτα αποτελέσματα μιας μικρής σειράς έξι ασθενών, στους οποίους γίνεται ανακατασκευή καμπτήρων τενόντων με την τοποθέτηση ράβδου σιλικόνης και δημιουργίας αγκύλης μεταξύ του επιπολής και του εν τω βάθει καμπτήρα στο πρώτο στάδιο και χρησιμοποίηση του επιπολής καμπτήρα ως τενόντιο μόσχευμα στο δεύτερο στάδιο (αυτό που ονομάζουμε τροποποιημένη Paneva τεχνική) (Kessler, 1972). Ο Kessler μάλιστα ισχυρίζεται στο άρθρο του ότι το πρώτο περιστατικό χειρουργήθηκε με αυτή την τεχνική εν αγνοία της δημοσίευσης της Paneva-Hollewich που προηγήθηκε (Εικόνα 42). Την ίδια χρονιά

USE OF A PEDICLED TENDON TRANSFER WITH A
SILICONE ROD IN COMPLICATED SECONDARY
FLEXOR TENDON REPAIRS

FRED B. KESSLER, M.D.

Houston, Tex.



Εικόνα 42. Κεφαλίδα από την πρώτη δημοσίευση της τροποποιημένης τεχνικής Paneva με τη χρήση ράβδου σιλικόνης από τον Kessler (1972). Σχήματα από άρθρα των Winspur (1978) αριστερά, και Paneva-Hollewich (1982) δεξιά.



δημοσιεύεται η εμπειρία του Kenneth Chong από τη Φιλαδέλφεια των Ηνωμένων Πολιτειών, ο οποίος συνδύασε τις τεχνικές Paneva και Hunter για την καθυστερημένη πρωτοπαθή αντιμετώπιση πολλαπλών διατομών καμπτήρων τενόντων στη Ζώνη 2 (Chong, 1972).

Στη συνέχεια και μέχρι τη δεκαετία του '90 σποραδικές μόνο αναφορές της μεθόδου υπάρχουν (δείτε «Συζήτηση»). Ο Ian Winspur από το Ντένβερ περιγράφει δέκα ασθενείς το 1978 (Winspur, 1978) (εικόνα 42), ενώ η Paneva-Hollelich δημοσιεύει το 1982 την εμπειρία της από ανακατασκευές με την μέθοδο που εκείνη είχε αρχικά δημοσιεύσει, αλλά και με το συνδυασμό της με τη χρήση ράβδων σιλικόνης (Paneva, 1982). Στις δεκαετίες του '80 και του '90 η μέθοδος Hunter κυριάρχησε στις Ηνωμένες Πολιτείες, ενώ στην Ευρώπη η τροποποιημένη τεχνική Paneva έχει χρησιμοποιηθεί από λίγους χειρουργούς χειριού (Alnot και Gilbert στη Γαλλία [Alnot, 1996], Brug στη Γερμανία [Brug, 1979, Brug, 1998], Μπερής στην Ελλάδα [Beris, 1998, Beris, 2003]). Αξιοσημείωτο είναι ότι παρά τις σποραδικές δημοσιεύσεις της μεθόδου στην αγγλόφωνη και τη γερμανόφωνη βιβλιογραφία, αυτές κωλαινούν στον τομέα της εκτίμησης των αποτελεσμάτων και καμία δεν επιχειρεί σύγκριση με τα αποτελέσματα των ανακατασκευών κατά Hunter, της μοναδικής μεθόδου δηλαδή με την οποία μοιράζονται τις ίδιες ενδείξεις.

Ενδοϋμενικά έναντι εξωϋμενικών τενοντίων μοσχευμάτων

Στους χειρουργούς που έχουν εφαρμόσει τόσο την τροποποιημένη κατά Paneva μέθοδο όσο και τη μέθοδο Hunter είναι εμφανές ότι η πρώτη υπερέχει εξαιτίας των τεχνικών ευκολιών που παρέχει κατά τη διάρκεια του χειρουργείου αλλά και της απουσίας νοσηρότητας από τη δότηρια περιοχή. Στη δεκαετία του '90 όμως, προστέθηκε άλλος ένας σημαντικός λόγος που ενισχύει την υπεροχή της τροποποιημένης μεθόδου κατά Paneva. Από τα μέσα της δεκαετίας του '90 η ομάδα του Gelberman από το Saint Louis σε συνεργασία με ερευνητές από την Ατλάντα, το Σαν Ντιέγκο και το Pittsburgh των Ηνωμένων Πολιτειών, αλλά και το Lund της Σουηδίας, άρχισαν να δημοσιεύουν άρθρα για τις διαφορές μεταξύ ενδοϋμενικών και εξωϋμενικών τενόντων. Το ενδιαφέρον για αυτές τις διαφορές προκύπτει από τη χρήση τενόντιων μοσχευμάτων όχι μόνο στην ανακατασκευή των καμπτήρων τενόντων της άκρας χειρός, αλλά και την ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου, η οποία καθιερώθηκε κατά τη δεκαετία του '90. Έτσι φάνηκε αρχικά ότι σε *in vitro* καλλιέργειες εξωϋμενικών τενόντων (όπως ο μακρός παλαμικός, ο πελματικός και οι εκτείνοντες των δακτύλων στον άνθρωπο και ο αχιλλεύς και οι περονιαίοι στα πειραματόζωα) και ενδοϋμενικών τενόντων (όπως οι καμπτήρες της άκρας χειρός και οι μακροί καμπτήρες του άκρου ποδός στον άνθρωπο και οι καμπτήρες των άκρων στα πειραματόζωα), αυτοί παρουσίαζαν διαφορές στον κυτταρικό πολλαπλασιασμό και στη σύνθεση θεμέλιας ουσίας. Αποδείχτηκε ότι οι ενδοϋμενικοί τένοντες εμφάνιζαν μεγαλύτερη κυτταρική δραστηριότητα

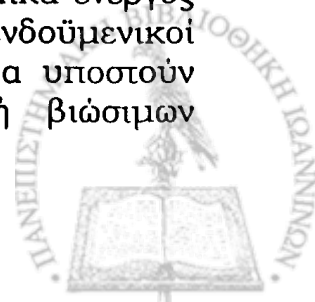


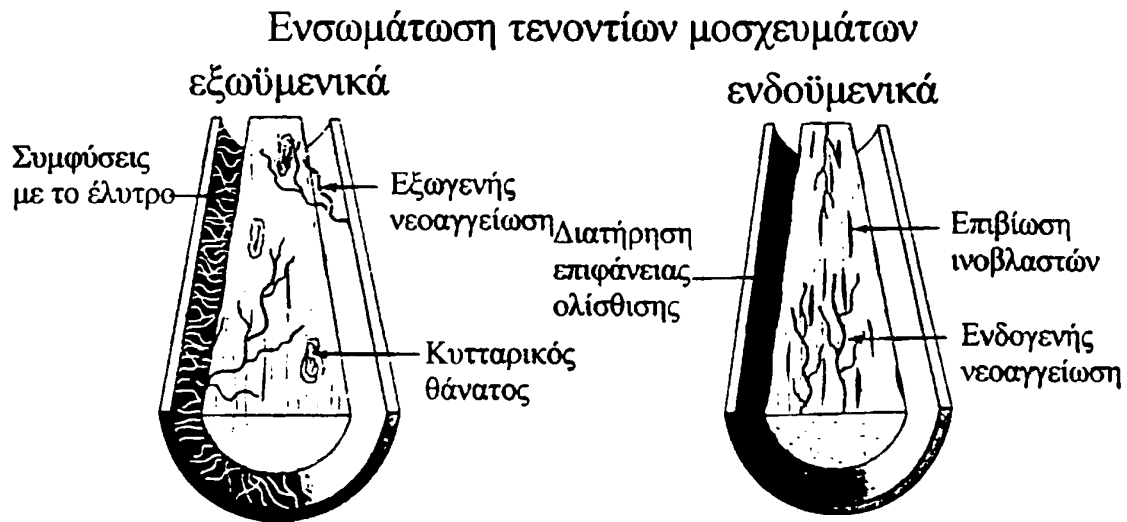
σε καλλιεργητικά μέσα (όπως το DMEM), τα οποία χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια χονδροκυττάρων, ενώ οι εξωϋμενικοί τένοντες παρουσίαζαν μεγαλύτερη δραστηριότητα σε μέσα (όπως το MCDB 105), που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια ινοβλαστών (Abrahamsson, 1994). Οι διαφορές αυτές συμπίπτουν με προηγούμενες παρατηρήσεις ότι τα ανάγγεια τμήματα των ενδοϋμενικών τενόντων παρουσιάζουν δομή που προσομοιάζει με αυτή του χόνδρου (δείτε «Γενικό μέρος: Ανατομία»). Στα ανάγγεια αυτά τμήματα πιστεύεται ότι η διατροφή του τένοντα στηρίζεται κυρίως στη διάχυση από το υγρό του ελύτρου, όπως δηλαδή η διατροφή του χόνδρου στηρίζεται στη διάχυση από το αρθρικό υγρό. Έτσι αναπτύχθηκε η υπόθεση ότι οι «ινοχόνδρινοι» ενδοϋμενικοί τένοντες πιθανόν να έχουν καλύτερο μεταβολικό υπόστρωμα για να δεχθούν διατροφή με μηχανισμούς διάχυσης εάν μεταφερθούν ως τενόντια μοσχεύματα σε περιοχές που «διαβρέχονται» από αρθρικό υγρό (όπως για παράδειγμα στην ανακατασκευή του προσθίου χιαστού συνδέσμου στο γόνατο) ή υγρό του υμενώδους τενοντίου ελύτρου (όπως στην ανακατασκευή καμπτήρων τενόντων στην άκρα χείρα).

Η υπόθεση αυτή εμπεριέχει μια ριζική μεταβολή στην αντίληψή μας περί χρήσης τενοντίων μοσχευμάτων. Μέχρι και τη δεκαετία του '90 πιστεύαμε ότι τα αποτελέσματα της τοποθέτησης τενοντίων μοσχευμάτων συναρτώταν μόνο από την κατάσταση της κοίτης που θα δεχθεί το τενόντιο μόσχευμα. Μετά από αυτές τις παρατηρήσεις τέθηκε το ερώτημα εάν η προέλευση του μοσχεύματος και η ακριβής ιστολογική του δομή επηρεάζει την επούλωση των τενοντίων μοσχευμάτων.

Ήδη από την δεκαετία του '60 ο Flynn είχε διατυπώσει την υπόθεση ότι οι εξωϋμενικοί τένοντες που χρησιμοποιούνται ως τενόντια μοσχεύματα λειτουργούν ως ανάγγεια θεμέλια ουσία (ικρίωμα) μέσα στην οποία αναπτύσσονται μετά την τοποθέτησή τους στη δότρια περιοχή νέα ζώντα κύτταρα. Ο όρος strut graft χρησιμοποιήθηκε κατ' αναλογία με τα ανάγγεια φλοιώδη οστικά μοσχεύματα (παρ'ότι strut σημαίνει υποστύλωμα και τα τενόντια μοσχεύματα προφανώς δεν έχουν τέτοιο μηχανικό ρόλο). Έτσι από την ομάδα του Gelberman άρχισαν in vivo πειράματα με τη χρήση ενδοϋμενικών και εξωϋμενικών τενόντων ως τενόντια μοσχεύματα σε πειραματόζωα (Seiler, 1997). Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών συνοψίζονται στην Εικόνα 43 και τον Πίνακα 1.

Φάνηκε λοιπόν ότι τα εξωϋμενικά τενόντια μοσχεύματα όταν τοποθετηθούν σε ενδοϋμενικό περιβάλλον θα υποστούν πρόιμη κυτταρική νέκρωση και θα εποικιστούν από κύτταρα που προέρχονται από το τενόντιο έλυτρο. Η επαναγγείωσή τους θα γίνει μέσα σε δύο εβδομάδες διά αγγειοβριθών συμφύσεων από το τενόντιο έλυτρο, ενώ παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα σύνθεσης DNA και κολλαγόνου, καθώς μετά την αρχική κυτταρική νέκρωση ακολουθεί μια μεταβολικά ενεργός μαζική διαδικασία κυτταρικού εποικισμού. Αντίθετα, οι ενδοϋμενικοί τένοντες όταν τοποθετούνται σε ενδοϋμενικό περιβάλλον θα υποστούν μικρότερης έκτασης κυτταρική νέκρωση με παραμονή βιώσιμων





Εικόνα 43. Σχηματική απεικόνιση των διαφορών στην ενσωμάτωση μεταξύ εξωϋμενικών και ενδοϋμενικών τενόντιων μοσχευμάτων όταν αυτά μεταφερθούν σε ενδοϋμενικό περιβάλλον.

ινοβλαστών στο εσωτερικό τους, η νεοαγγείωση θα είναι ενδογενής από τα σημεία των τενοντοραφών και στην αρχή θα αφορά τις επιφανειακές τους στιβάδες, ενώ στη συνέχεια θα επεκτείνεται με ενδοτενόντια νεοαγγείωση. Η διατροφή τους γίνεται με διάχυση από το υμενικό υγρό με αποτέλεσμα να μη δημιουργούνται συμφύσεις με το τενόντιο έλυτρο και να διατηρούνται οι επιφάνειες ολίσθησης. Σε μια σειρά από πειράματα που αφορούσαν τις μηχανικές ιδιότητες των ενδοϋμενικών και εξωϋμενικών τενόντων ως τενόντια μοσχεύματα μετά την ενσωμάτωσή τους, φάνηκε ότι ενώ η ισχύς των δύο τύπων μοσχευμάτων σε ελκτικές δυνάμεις είναι παρόμοια, τα ενδοϋμενικά μοσχεύματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη διαδρομή στην κίνηση και προκαλούν έτσι μεγαλύτερη κάμψη των αρθρώσεων από τις οποίες διέρχονται.

Πίνακας 1. Σύνοψη των διαπιστωθέντων διαφορών στην ενσωμάτωση και τη λειτουργία μεταξύ εξωϋμενικών και ενδοϋμενικών τενόντιων μοσχευμάτων όταν αυτά μεταφερθούν σε ενδοϋμενικό περιβάλλον. Βασισμένος σε στοιχεία από *in vivo* πειράματα σε σκυλιά.

| | <i>Ενδοϋμενικά</i> | <i>Εξωϋμενικά</i> |
|--------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Μορφολογία</i> | Δημιουργία συμφύσεων | Διατήρηση επιφανειών ολίσθησης |
| <i>Νεοαγγείωση</i> | Εξωγενής | Ενδογενής |
| <i>Επιβίωση κυτάρων</i> | Εκτεταμένη νέκρωση | Ελάχιστη νέκρωση |
| <i>Σύνθεση DNA, κολλαγόνου</i> | Εντονα αυξημένη (επαναδόμηση μετά από νέκρωση) | Μετρίως αυξημένη (ενδογενής επούλωση) |
| <i>Ισχύς σε ελκτικά φορτία</i> | Παρόμοια | |
| <i>Διαδρομή τένοντα</i> | Μικρή | Μεγάλη |
| <i>Εύρος κίνησης</i> | Μικρό | Μεγάλο |

Φάνηκε δηλαδή με σαφήνεια στα πειραματόζωα, ότι οι ενδοϋμενικοί τένοντες υπερέχουν των εξωϋμενικών όταν μεταφέρονται σε σημεία όπου υπάρχει τενόντιο έλυτρο ή «ψευδοέλυτρο». Στην προσπάθειά τους να εφαρμόσουν κλινικά αυτή τη βασική έρευνα οι προαναφερθέντες ερευνητές πρότειναν την χρήση των μακρών καμπιτήρων του άκρου ποδός ως ελεύθερα μοσχεύματα για τη μεταφορά τους στη Ζώνη 2 της άκρας χειρός. Αγνόησαν όμως το γεγονός ότι ήδη από το 1972, ένας περιορισμένος αριθμός χειρουργών μεταφέρει τον επιπολής καμπιτήρα του πάσχοντος δακτύλου (ο οποίος είναι ενδοϋμενικός τένοντας) ως τενόντιο μόσχευμα στη Ζώνη 2 με τη χρήση της τροποποιημένης κατά *Ranava* τεχνικής.



Εισαγωγή στην τεχνική

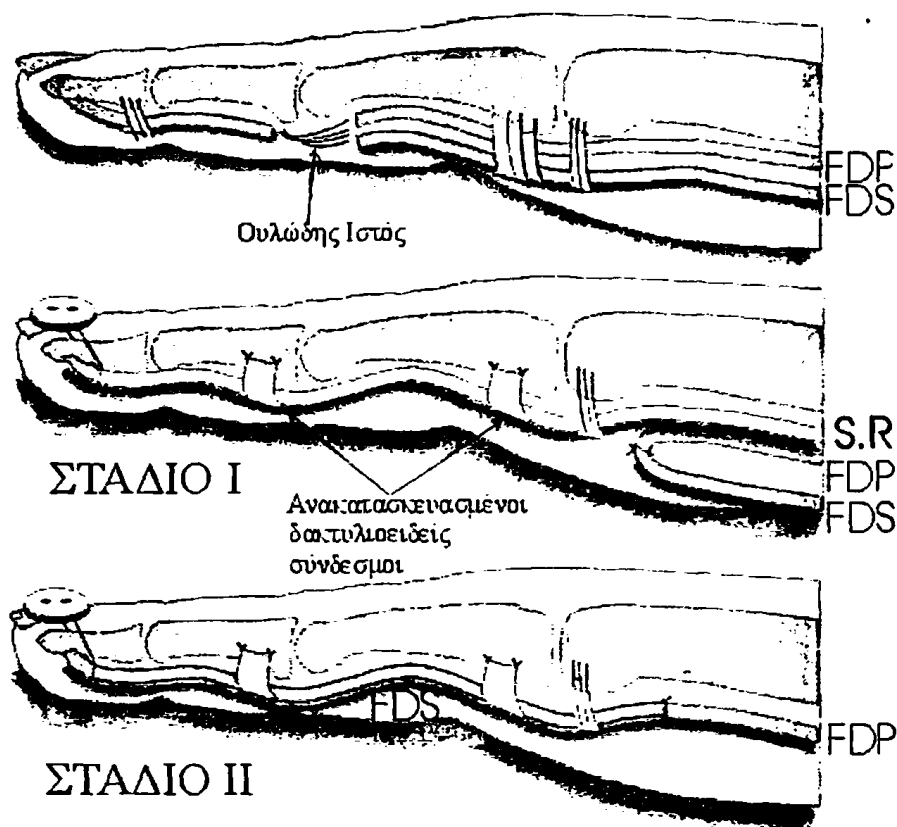
Η ανακατασκευή των καμπτήρων τενόντων της άκρας χειρός σε δύο στάδια με τη χρήση ράβδου σιλικόνης και την τροποποιημένη τεχνική κατά Papeva γίνεται σε ασθενείς στους οποίους ο καμπτικός μηχανισμός του δακτύλου δεν λειτουργεί και δεν μπορεί να αποκατασταθεί με άλλες απλούστερες μεθόδους (δείτε «Γενικό μέρος: Δευτεροπαθής αποκατάσταση καμπτήρων τενόντων»). Οι ενδείξεις για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής είναι ουσιαστικά ίδιες με αυτές της ανακατασκευής σε δύο στάδια με ράβδους σιλικόνης και ελεύθερο μόσχευμα (τεχνική Hunter). Η κυριότερη ένδειξη είναι ασθενείς με συμφύσεις στον καμπτικό μηχανισμό στη ζώνη 2 της άκρας χειρός. Οι συμφύσεις αυτές μπορεί να είναι αποτέλεσμα είτε της βαρύτητας του τραυματισμού ή προηγούμενου χειρουργείου και φλεγμονής, ενώ μπορεί να εμπλέκονται και ιδιοσυστασιακοί λόγοι του ασθενούς. Εάν υπάρχουν ελάχιστες μόνο συμφύσεις στον καμπτικό μηχανισμό και συντρέχουν και άλλες προϋποθέσεις, τότε οι ασθενείς μπορούν να αντιμετωπιστούν με τενοντόλυση ή τενόντια μοσχεύματα σε ένα χρόνο, η εμπειρία όμως δείχνει ότι ο αριθμός αυτών των ασθενών είναι εξαιρετικά μικρός. Ακόμα και αν οι συμφύσεις είναι περιορισμένες υπάρχει ένδειξη εφαρμογής της μεθόδου, εάν συνυπάρχουν κακώσεις στις αρθρώσεις του δακτύλου που οδηγούν σε περιορισμό του εύρους κίνησης τους ή τραυματισμός των δακτυλικών νεύρων, ιδιαίτερα εάν έχει οδηγήσει σε τροφικές διαταραχές στο δάκτυλο. Επίσης ασθενείς με συνδυασμό των προαναφερθέντων προβλημάτων ή τραυματισμό σε περισσότερα του ενός δάκτυλα είναι υποψήφιοι για αντιμετώπιση με τη μέθοδο αυτή.

Η κλίμακα των Boyes και Stark είναι η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη για να καταγραφεί η προεγχειρητική κατάσταση των δακτύλων (Πίνακας 2). Η τεχνική αυτή είναι κατάλληλη για την αντιμετώπιση ασθενών που κατατάσσονται στο βαθμό 2 της κλίμακας ή και μεγαλύτερο.

Πίνακας 2. Η κλίμακα των Boyes & Stark.

| <i>Βαθμός</i> | <i>Προεγχειρητική κατάσταση</i> |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Καλή. Ελάχιστες συμφύσεις με ευκίνητες αρθρώσεις και χωρίς τροφικές διαταραχές |
| 2 | Ουλή. Άφθονες συμφύσεις εξαιτίας της αρχικής κάκωσης, προηγηθείσας χειρουργικής επέμβασης ή φλεγμονής |
| 3 | Άρθρωση. Τραυματισμός αρθρώσεως με περιορισμό του εύρους κίνησης |
| 4 | Νεύρο ή Αρτηρία. Νευρικός τραυματισμός, τροφικές διαταραχές |
| 5 | Πολλαπλές βλάβες. Τραυματισμός άνω του ενός δακτύλου ή συνδυασμός των ανωτέρω |

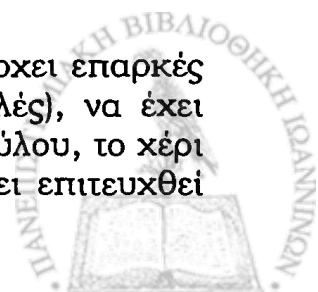


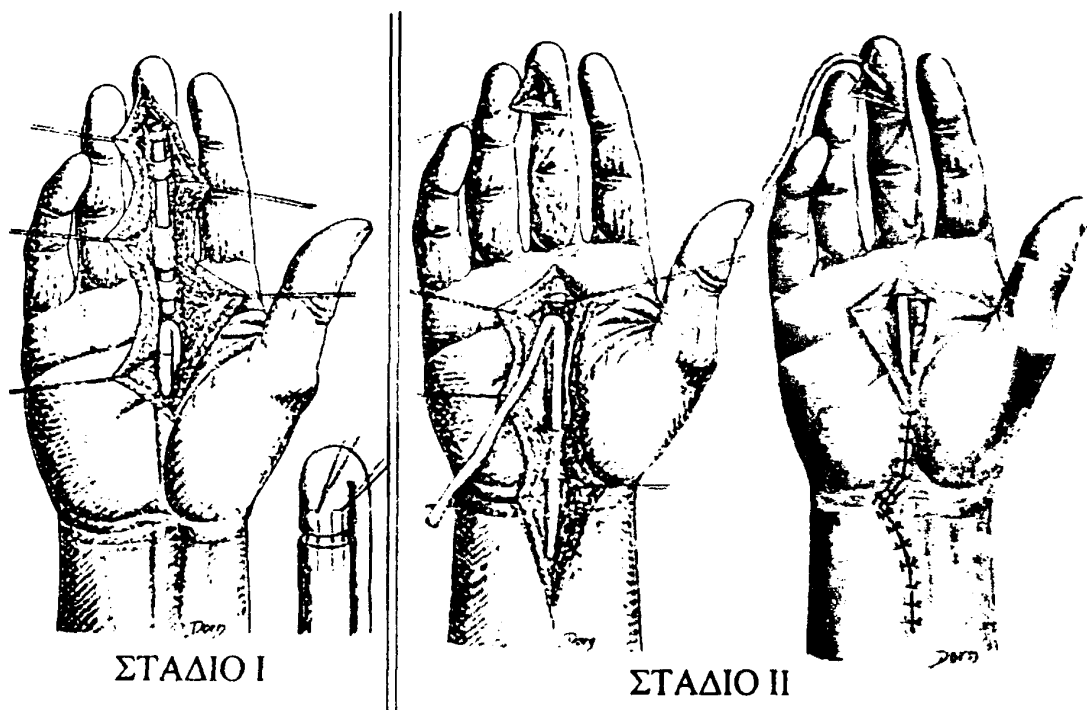


Εικόνα 44. Σχηματική απεικόνιση της ανακατασκευής καμπτήρων τενόντων σε δύο στάδια με τη χρήση ράβδου σιλικόνης και την τροποποιημένη κατά Paneva τεχνική. Επάνω: τραυματισμός στη ζώνη 2 με δημιουργία ουλώδους ιστού και συμφύσεων μεταξύ επιπολής και εν τω βάθει καμπτήρα. Στάδιο I: οι τραυματισμένοι τένοντες αφαιρούνται από τη ζώνη 2, τοποθετείται ράβδος σιλικόνης (SR), ανακατασκευάζονται δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι από τενόντιο υλικό από τους αφαιρεθέντες τένοντες και παράλληλα στην παλάμη τα κεντρικά κολοβώματα του επιπολής και του εν τω βάθει καμπτήρα συρράπτονται μεταξύ τους σε μια αγκύλη στο ύψος των ελμινθοειδών μυών. Στάδιο II: τρεις μήνες αργότερα ο επιπολής καμπτήρας διατέμνεται στο μυοτενοντώδες όριο του στο εγγύς αντιβράχιο και αναδιπλώνεται ως τενόντιο μόσχευμα διά του ψευδοελύτρου που έχει ήδη σχηματιστεί γύρω από τη ράβδο σιλικόνης, η οποία και αφαιρείται.

Άλλες ενδείξεις της μεθόδου είναι οι ακρωτηριασμοί με καταστροφή στο οστεοϊνώδες έλυτρο (καθώς αυτοί εμπίπτουν στο βαθμό 5 της κλίμακας Boyes και Stark), οι αποτυχημένες προηγούμενες προσπάθειες αποκατάστασης του καμπτικού μηχανισμού και ως σχετική ένδειξη προβάλλει η ανάγκη ανακατασκευής δακτυλιοειδών συνδέσμων. Έχει δειχθεί ότι όταν υπάρχει ανάγκη ανακατασκευής του συστήματος των δακτυλιοειδών συνδέσμων εάν αυτό γίνει στα πλαίσια μιας τενοντόλυσης ή τοποθέτησης τενόντιου μοσχεύματος σε ένα χρόνο, οι πιθανότητες επιτυχούς έκβασης είναι περιορισμένες.

Προϋποθέσεις για την εφαρμογή της μεθόδου είναι να υπάρχει επαρκές και ικανοποιητικά επουλωμένο δέρμα (χωρίς ασταθείς ουλές), να έχει αποκατασταθεί ικανοποιητική αρτηριακή άρδευση του δακτύλου, το χέρι να μην παρουσιάζει αλγοδυστροφικά φαινόμενα και να έχει επιτευχθεί

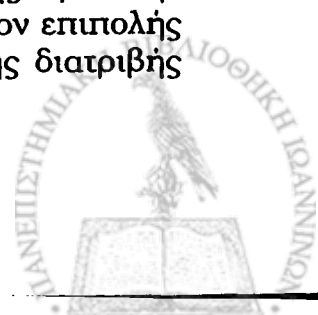




Εικόνα 45. Ανακατασκευή καμπτήρων τενόντων σε δύο στάδια με ράβδους σιλικόνης και την τροποποιημένη κατά Panena τεχνική. Στάδιο I: μετά την αφαίρεση των τραυματισμένων τενόντων από τη ζώνη 2 τοποθετείται ράβδος σιλικόνης και πάνω της ανακατασκευάζονται δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι. Παράλληλα στην παλάμη τα κεντρικά κολοβώματα του επιπολής και του εν τω βάθει καμπτήρα συρράπτονται μεταξύ τους σε μια αγκύλη (ένθετη εικόνα) στο επίπεδο των ελμινθοειδών μυών. Στάδιο II: (αριστερά) ο επιπολής καμπτήρας κόβεται στο μυοτενοντώδες όριό του στο περιφερικό τμήμα του αντιβραχίου και χωρίς να γίνει εκ νέου προσπέλαση στην περιοχή του δακτύλου διεκβάλλεται διά του ψευδοελύτρου και φέρεται στην άπω φάλαγγα όπου και καθλώνεται (δεξιά).

το μέγιστο δυνατόν παθητικό εύρος κινήσεως. Όπως θα τονιστεί και στη συνέχεια είναι απαραίτητο να προηγηθεί της επέμβασης ένα πρόγραμμα παθητικής κινησιοθεραπείας, ώστε να λυθούν κατά το δυνατόν τυχόν συγκάμψεις των αρθρώσεων. Σχετική αντένδειξη για την εφαρμογή της τροποποιημένης κατά Panena τεχνικής είναι η ύπαρξη εκτεταμένης ουλοποίησης στην περιοχή της παλάμης. Σε κάθε περίπτωση όμως, οι ενδείξεις για την εφαρμογή της μεθόδου θα πρέπει να επιβεβαιώνονται από τα διεγχειρητικά ευρήματα κατά τη διάρκεια της διερεύνησης της άκρας χειρός κατά το πρώτο στάδιο της επέμβασης.

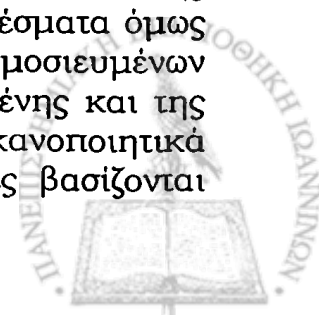
Γίνεται σαφές ότι η επέμβαση αυτή είναι μια επέμβαση διάσωσης (salvage operation) της λειτουργίας του καμπτικού μηχανισμού του δακτύλου και επί αποτυχίας της δεν φαίνεται να υπάρχουν επί του παρόντος άλλες αξιόπιστες λύσεις. Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η τεχνική εφαρμόζεται μόνο εάν υπάρχουν διατομές και των δύο καμπτήρων του δακτύλου. Η χρήση ράβδων σιλικόνης για την ανακατασκευή μόνο του εν τω βάθει καμπτήρα με ακέραιο τον επιπολής έχει περιορισμένες ενδείξεις, συζητείται στο γενικό μέρος της διατριβής και δεν αποτελεί ένδειξη για την τεχνική αυτή.



Συνοπτικά η τεχνική εξελίσσεται σε δύο στάδια (Εικόνα 44 και 45). Στο πρώτο στάδιο γίνεται διερεύνηση σε όλο το μήκος του τραυματισμένου δακτύλου και στην περιοχή της παλάμης με προσπάθεια διατήρησης όσων περισσότερων εκ των δακτυλιοειδών συνδέσμων είναι εφικτό. Ανευρίσκονται οι τραυματισμένοι τένοντες και αφαιρούνται από το έλυτρο. Διατηρείται μόνο ένα τμήμα της κατάφυσης του εν τω βάθει καμπτήρα μήκους περίπου ενός εκατοστού, το οποίο θα χρησιμεύσει στην σταθεροποίηση της σιλικόνης και του τενόντιου μοσχεύματος αργότερα. Μετά την αφαίρεση των τενόντων τοποθετείται ράβδος σιλικόνης κατάλληλης διαμέτρου και ανακατασκευάζονται πάνω από αυτή δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι που έχουν καταστραφεί από τον αρχικό τραυματισμό ή από τις μετέπειτα συμφύσεις. Παράλληλα στην περιοχή της παλάμης και στο ύψος περίπου των ελμινθοειδών μυών τα κεντρικά κολοβώματα του επιπολής και του εν τω βάθει καμπτήρα του ίδιου δακτύλου συρράπτονται μεταξύ τους σε μια αγκύλη. Κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου γίνεται επίσης διερεύνηση στην περιοχή των δακτυλικών νεύρων και εάν είναι απαραίτητο αυτά αποκαθίστανται, απελευθερώνονται μαλακά μόρια πέριξ των αρθρώσεων που είναι πιθανώς υπεύθυνα για συνυπάρχουσες συγκάμψεις και διενεργούνται πλαστικές δέρματος εάν αυτές είναι απαραίτητες. Το στάδιο I ακολουθεί ένα πρόγραμμα παθητικής κινητοποίησης του δακτύλου επί τρίμηνο.

Το δεύτερο στάδιο της επέμβασης διενεργείται μετά από τρεις μήνες με τη χρήση χειρουργικών τομών εκτός της περιοχής του ψευδοελύτρου, το οποίο στο μεταξύ έχει δημιουργηθεί γύρω από τη ράβδο σιλικόνης. Με μια τομή στη παλάμη, ανευρίσκεται αρχικά η αγκύλη του επιπολής με τον εν τω βάθει καμπτήρα. Με μια δεύτερη τομή στο περιφερικό τεταρτημόριο του αντιβραχίου αναγνωρίζεται ο επιπολής καμπτήρας, κόβεται στο μυοτενοντώδες όριό του και αναδιπλώνεται και διεκβάλλεται δια του ψευδοελύτρου μέχρι την άπω φάλαγγα, όπου και σταθεροποιείται στο υπόλειμμα της κατάφυσης του εν τω βάθει καμπτήρα, αλλά και με διεκβαλλόμενο ράμμα (pull-out suture) και κουμπί. Το δεύτερο στάδιο ακολουθείται από μια περίοδο κινητοποίησης του δακτύλου με την τεχνική Kleinert.

Ουσιαστικά λοιπόν αυτό που επιτυγχάνεται με την τεχνική που περιγράψαμε είναι να αντικατασταθεί το σύστημα των δύο καμπτήρων (επιπολής και εν τω βάθει) του δακτύλου με ένα νέο σύστημα ενός καμπτήρα, το οποίο καταφύεται στην άπω φάλαγγα. Στο σύστημα αυτό ως κινητήριος μυς (motor muscle) χρησιμοποιείται κατά κανόνα ο εν τω βάθει καμπτήρας του δακτύλου. Εκ προοιμίου λοιπόν θα πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι το καλύτερο λειτουργικό αποτέλεσμα που μπορεί να επιτευχθεί σε αυτόν τον ασθενή θα είναι το ίδιο με αυτό που θα είχαμε εάν ο ασθενής αρχικά είχε υποστεί διατομή μόνο του επιπολής καμπτήρα και αυτή δεν είχε αντιμετωπιστεί. Από τα αποτελέσματα όμως τόσο των ανακατασκευών κατά Hunter όσο και των δημοσιευμένων σειρών, που αφορούν αυτή την τεχνική (συμπεριλαμβανομένης και της δικής μας), προκύπτει ότι ασθενείς που έχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα με τις προαναφερθείσες τεχνικές (οι οποίες βασίζονται

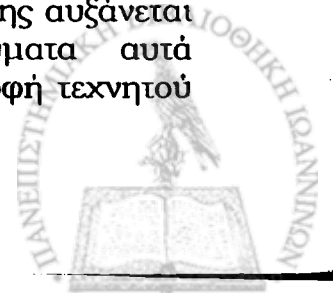


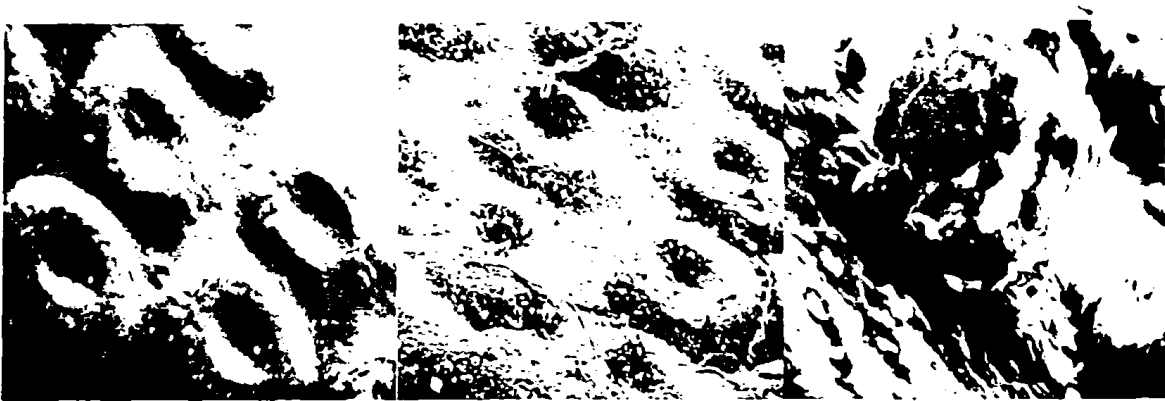
στην ίδια αρχή), μπορούν να αντεπεξέλθουν με επιτυχία στις λειτουργικές απαιτήσεις της επαγγελματικής και της προσωπικής τους ζωής. Και οι δύο τεχνικές στοχεύουν στο να μεταφέρουν τα σημεία των νέων τενοντοραφών σε περιοχές εκτός της συμφυσιογόνου ζώνης 2, δηλαδή στη ζώνη 1 (κατάφυση του εν τω βάθει καμπτήρα) και ζώνη 3 (εγγύτερα του Α1 δακτυλιοειδούς συνδέσμου), όπου η πιθανότητα ανάπτυξης συμφύσεων που να εμποδίζουν την ολίσθηση του τένοντα είναι σημαντικά μικρότερες.

Η ιδιαιτερότητα της τροποποιημένης κατά Panena τεχνικής έγκειται στο ότι χρησιμοποιεί ως τενόντιο μόσχευμα τον ήδη τραυματισμένο εν τω βάθει καμπτήρα του δακτύλου, ο οποίος είναι ενδοϋμενικός τένοντας σε αντίθεση με τους συχνότερα χρησιμοποιούμενους ως ελεύθερα μοσχεύματα τένοντες, οι οποίοι είναι εξωϋμενικοί. Μια άλλη ιδιαιτερότητα είναι ότι με την τεχνική αυτή, το χρονικό διάστημα μεταξύ των σταδίων I και II αξιοποιείται για να επουλωθεί η εγγύς τενοντοραφή του μοσχεύματος (η περιοχή δηλαδή της αγκύλης), έτσι ώστε μετά το στάδιο II αυτή να μπορεί να αντεπεξέλθει στα ελκτικά φορτία του προγράμματος αποκατάστασης χωρίς σημαντικές πιθανότητες ρήξης.

Εμφυτεύματα σιλικόνης

Τα εμφυτεύματα σιλικόνης που χρησιμοποιούνται (ράβδοι σιλικόνης) αναπτύχθηκαν στη δεκαετία του '70 από τον James Hunter. Οι βασικοί τύποι που υπάρχουν είναι δύο: τα εμφυτεύματα που αποτελούνται μόνο από σιλικόνη και τα εμφυτεύματα τα οποία έχουν στον πυρήνα τους ίνες Dacron. Τα εμφυτεύματα σιλικόνης κατασκευάζονται με τη χρήση ειδικής για ιατρικές εφαρμογές σιλικόνης, η οποία συμπυκνώνεται υπό υψηλές πιέσεις μέσα σε καλούπια ανοξειδωτού χάλυβα. Ιδιαίτερη σημασία έχει η δημιουργία απόλυτα λείων επιφανειών, ώστε να περιοριστεί η αντίδραση ξένου σώματος και να επαχθεί η δημιουργία ενός λείου ψευδοελύτρου, που θα παρέχει ολίσθηση, αλλά και διατροφή για το τενόντιο μόσχευμα. Ο δεύτερος τύπος εμφυτευμάτων είναι οι ενισχυμένες με Dacron ράβδοι σιλικόνης. Η ενσωμάτωση τμημάτων Dacron μέσα στη σιλικόνη επιτεύχθηκε στα τέλη της δεκαετίας του '60 σε μια κλωστοϋφαντουργική μονάδα (Holter Company) στη Φιλαδέλφεια των Ηνωμένων Πολιτειών όπου και δραστηριοποιούνταν ο James Hunter (*James Hunter, προσωπική επικοινωνία*). Ο κεντρικός πυρήνας του προθέματος τοποθετείται από ίνες Dacron (τύπος 55), ο οποίος κατασκευάζεται με μια ειδική τεχνική που ονομάζεται Flu-flow. Πολυάριθμες ίνες υφαινονται σε ένα πλέγμα, το οποίο στη συνέχεια εμβαπτίζεται σε ιατρική σιλικόνη και η τελευταία συμπυκνώνεται υπό υψηλές πιέσεις μέσα σε καλούπια ανοξειδωτού χάλυβα. Ο πυρήνας του Dacron έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι αντέχει ελκτικές δυνάμεις από 9,1 έως 18 κιλιόγραμμα (αναλόγως του μεγέθους της ράβδου), ενώ μετά την τοποθέτηση της επιστρώσης από σιλικόνη η ισχύς κάμψης αυξάνεται κατά 2 έως 3 κιλιόγραμμα. Καθώς τα εμφυτεύματα αυτά δημιουργήθηκαν με αρχικό στόχο να αποτελέσουν μια μορφή τεχνητού





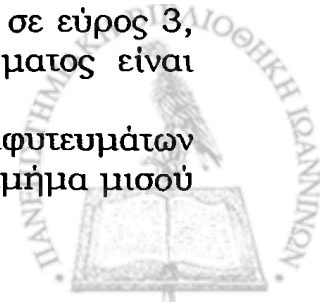
Εικόνα 46. Οι ηλεκτροστατικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στην επιφάνεια της ράβδου σιλικόνης προδιαθέτουν τη συσσώρευση σωματιδίων εάν δεν γίνουν οι κατάλληλοι χειρισμοί. Εικόνες από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης. Αριστερά, επιφάνεια ράβδου σιλικόνης, μόλις έχει αφαιρεθεί από την προστατευτική της συσκευασία (X 40). Μέσον, επιφάνεια ράβδου σιλικόνης μετά από χειρισμούς στο χειρουργικό πεδίο χωρίς λήψη προστατευτικών μέτρων. Διακρίνονται πολυάριθμα σωματίδια τα οποία έχουν συσσωρευτεί στην επιφάνειά της ηλεκτροστατικά (X 40). Δεξιά, ένα από τα ξένα σώματα στην επιφάνεια της ράβδου σιλικόνης σε μεγάλη μεγέθυνση (X 800).

τένοντα (ενεργητικό τενόντιο μόσχευμα-active tendon implant) οι ίνες Dacron προστέθηκαν, ώστε να μπορεί με αυτές να συρραφθεί ο κινητήριος τένοντας και το σύστημα εμφύτευμα-κινητήριος μυς να αποκτήσει μεγαλύτερη συνοχή (*James Hunter, προσωπική επικοινωνία*). Φάνηκε όμως στη συνέχεια ότι ο πυρήνας του Dacron προσέθετε σε ισχύ, όπως και έδινε στο εμφύτευμα την απαραίτητη σκληρότητα, ώστε να μπορεί να υφίσταται επανειλημμένες φορτίσεις σε κάμψη και σε έκταση χωρίς το φόβο θραύσης. Πραγματικά, μετά την εισαγωγή των ιών Dacron δεν έχουν αναφερθεί θραύσεις ή μεταναστεύσεις ράβδων σιλικόνης.

Στην ευρωπαϊκή αγορά τα εμφυτεύματα αυτά διατίθενται από την εταιρεία Wright Medical Technology (Arlington, TN) στις παρακάτω μορφές:

- Τενόντιο εμφύτευμα από σιλικόνη με την ονομασία Swanson-Hunter®, μήκους 24 εκατοστών και σε εύρος 3, 4, 5 και 6 χιλιοστών. Η διατομή αυτού του εμφυτεύματος είναι οβάλ.
- Εμφύτευμα σιλικόνης ενισχυμένο με ίνες Dacron με την ονομασία Hunter Tendon Rod® μήκους 24,5 εκατοστών και εύρους 2, 3, 4, 5 και 6 χιλιοστών. Η διατομή αυτού του εμφυτεύματος είναι παραλληλόγραμμη.
- Εμφύτευμα από σιλικόνη ενισχυμένη με Dacron, το οποίο στο ένα άκρο του φέρει μεταλλική πλάκα για σταθεροποίηση στην άπω φάλαγγα με βίδα φλοιώδους 2mm με την ονομασία Hunter Passive Tendon Implant®. Διατίθεται σε μήκος 25 εκατοστών και σε εύρος 3, 4, 5 και 6 χιλιοστών. Η διατομή αυτού του εμφυτεύματος είναι παραλληλόγραμμη.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στις άκρες των τενόντιων εμφυτευμάτων ενισχυμένων με Dacron (Hunter Tendon Rod) υπάρχει ένα τμήμα μισού



περίπου εκατοστού στο οποίο δεν υπάρχει πυρήνας Dacron, αλλά μόνο σιλικόνη. Έτσι εάν τοποθετηθούν ράμματα στην περιοχή αυτή χάνεται το πλεονέκτημα της καλύτερης καθήλωσης με ράμματα που περνάνε μέσα από τον πυρήνα του Dacron.

Μεγάλη σημασία στην χρήση των ράβδων σιλικόνης έχει το γεγονός ότι στην επιφάνειά τους αναπτύσσονται υψηλά ηλεκτροστατικά φορτία. Το αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι εάν η ράβδος σιλικόνης παραμείνει εκτεθειμένη εκτός της συσκευασίας της στο περιβάλλον του χειρουργείου για μεγάλο χρονικό διάστημα να συσσωρεύονται στην επιφάνειά της σωματίδια (Εικόνα 46). Τα σωματίδια αυτά πιστεύεται ότι προδιαθέτουν στην ανάπτυξη φλεγμονών, αλλά και στο φαινόμενο της υμενιτίδας από σιλικόνη. Για να αποφευχθεί το φαινόμενο θα πρέπει οι ράβδοι σιλικόνης να αφαιρούνται από τη συσκευασία τους μόνο όταν έλθει ο κατάλληλος χειρουργικός χρόνος για την τοποθέτησή τους, από τα γάντια του χειρουργού να έχει αφαιρεθεί το ταλκ με σκούπισμα με βρεγμένο τολύπιο πριν γίνουν χειρισμοί με τη ράβδο και οι χειρισμοί αυτοί να γίνονται με χειρουργικά εργαλεία προσπαθώντας όμως να μην τραυματιστεί η λεία επιφάνειά της. Πιστεύεται επίσης ότι η διαβροχή της ράβδου με φυσιολογικό ορό μειώνει την εμφάνιση του φαινομένου αυτού.

Σκοποί της μελέτης

Η εισαγωγή της τροποποιημένης κατά Paneva τεχνικής στην ανακατασκευή των καμπτήρων τενόντων της άκρας χειρός στην Ορθοπαιδική Κλινική του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων έγινε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 από τον καθηγητή Αλέξανδρο Μπερή. Η άνω της δεκαετίας εμπειρία στην εφαρμογή αυτής της τεχνικής είναι μοναδική για τα ελληνικά δεδομένα, ενώ η σειρά των ασθενών που έχουν χειρουργηθεί και παρουσιάζεται σε αυτήν τη διατριβή είναι από τις μεγαλύτερες παγκοσμίως, δεδομένου ότι μικρός σχετικά αριθμός ασθενών έχουν πρόσβαση στις εξειδικευμένες αυτές τεχνικές ανακατασκευής, που εφαρμόζονται σε κέντρα με μεγάλη εμπειρία στην χειρουργική της άκρας χειρός.

Σκοπός μας ήταν να μελετηθεί λεπτομερώς το σπάνιο αυτό υλικό. Ανασκοπώντας τη βιβλιογραφία βρήκαμε σποραδικές μόνο αναφορές στην τεχνική αυτή με μικρό αριθμό ασθενών και πλημμελή και ποικίλα πρωτόκολλα αξιολόγησης των αποτελεσμάτων. Σε καμία από αυτές τις αναφορές δεν γινόταν προσπάθεια σύγκρισης των αποτελεσμάτων με την τροποποιημένης κατά Paneva τεχνικής με τα αποτελέσματα της τεχνικής Hunter, με την οποία έχουν και' ουσίαν τις ίδιες ενδείξεις, αλλά έναντι της οποίας η τεχνική Paneva προσφέρει σημαντικές τεχνικές ευκολίες. Με δεδομένο τον μικρό αριθμό ανακατασκευών που διενεργούνται ακόμα και στα ειδικά κέντρα θα ήταν σχεδόν αδύνατον να σχεδιάσει κάποιος μια διπλή τυχαιοποιημένη μελέτη, για να συγκρίνει τις δύο μεθόδους. Έτσι ο καλύτερος δυνατός τρόπος για να συγκριθούν τα αποτελέσματα των δύο τεχνικών είναι να χρησιμοποιηθούν οι ίδιες

κλίμακες αξιολόγησης με αυτές που έχουν χρησιμοποιηθεί στις μεγαλύτερες σειρές αποτελεσμάτων από την τεχνική Hunter στη διεθνή βιβλιογραφία. Ο παράγοντας αυτός λήφθηκε σοβαρά υπόψη στο σχεδιασμό της μετεγχειρητικής παρακολούθησης των ασθενών αυτών.

Με δεδομένα τα πλεονεκτήματα της χρήσης ενδοϋμενικών τενόντιων μοσχευμάτων σε πειραματικά μοντέλα, η εκτίμηση μιας σειράς ασθενών με ανακατασκευές καμπιτήρων τενόντων με αυτήν την τεχνική μας έδωσε την ευκαιρία να εκτιμήσουμε εάν τα πειραματικά αυτά πλεονεκτήματα έχουν αντανάκλαση στην κλινική πράξη. Η άνω της δεκαετίας εμπειρία στη χρήση ενός ενδοϋμενικού τενόντιου μοσχεύματος (του επιπολής καμπιτήρα) στην κλινική πράξη μας επέτρεψε να αντλήσουμε συμπεράσματα για την απώτερη συμπεριφορά του μοσχεύματος.

Στόχος μας επίσης στο σχεδιασμό της μετεγχειρητικής παρακολούθησης των ασθενών ήταν να εκτιμηθεί η τελική επίπτωση του τραυματισμού, αλλά και της ανακατασκευής του καμπικού μηχανισμού στη λειτουργία της άκρας χειρός, να εκτιμήσουμε δηλαδή κατά πόσον μια μέθοδος ανακατασκευής είναι δυνατόν να επαναφέρει μια φυσιολογική λειτουργία στο άκρο χέρι και σε τι βαθμό ακόμα και μια επιτυχημένη ανακατασκευή καταλείπει μιας μορφής «αναπηρία». Μελετήθηκαν οι επιπλοκές της μεθόδου και έγινε προσπάθεια να εντοπιστούν παράγοντες που επηρεάζουν την τελική έκβαση του χειρουργείου. Επίσης εκτιμήθηκε η αποτελεσματικότητα δευτερογενών επεμβάσεων (π.χ. αποκατάστασης νεύρων ή χειρουργικής απελευθέρωσης συγκάμψεως των αρθρώσεων), που συχνά διενεργούνται παράλληλα με την ανακατασκευή των τενόντων. Στο υλικό που συγκεντρώσαμε είχαμε την τύχη να έχουμε έναν ικανό αριθμό παιδιών τα οποία υπεβλήθησαν σε ανακατασκευή καμπιτήρων τενόντων (την τρίτη σε αριθμό σειρά από τις δημοσιευμένες στην ιατρική βιβλιογραφία). Έτσι επιχειρήθηκε να εκτιμηθούν τα αποτελέσματα ξεχωριστά στην ειδική αυτή ομάδα πληθυσμού.

Όπως προαναφέρθηκε εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία σποραδικές αναφορές αυτής της μεθόδου την τελευταία τριακονταετία. Ένα από τα μειονεκτήματα αυτών των αναφορών ήταν ότι χρησιμοποιούσαν διαφορετικές μεθόδους αξιολόγησης των αποτελεσμάτων καθιστώντας έτσι αδύνατη τη σύγκριση. Καθώς όμως ο αριθμός των ασθενών που παρουσιαζόταν στις μελέτες αυτές ήταν μικρός, συχνά οι συγγραφείς περιελάμβαναν έναν πίνακα με τις τιμές των μετρήσεων του εύρους κίνησης για κάθε ασθενή ξεχωριστά. Αυτό μας έδωσε την ευκαιρία να ανάγουμε τα αποτελέσματα των μελετών αυτών σε κάποιες από τις κλίμακες αξιολόγησης που χρησιμοποιήσαμε καθιστώντας έτσι δυνατή τη σύγκριση, αλλά και την εξαγωγή συμπερασμάτων με βάση έναν μεγαλύτερο συνολικό αριθμό ασθενών. Τέλος, επί τη βάσει των αποτελεσμάτων που καταγράψαμε επιχειρήσαμε να κάνουμε κάποιες προτάσεις που στοχεύουν στη βελτίωση της τεχνικής.



Ασθενείς

Από το 1992 έως το 2003, 28 ασθενείς υπεβλήθησαν σε ανακατασκευή των καμπιτήρων τενόντων στη ζώνη 2 της άκρας χειρός στο Ορθοπαιδικό Τμήμα του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ιωαννίνων και αποτελούν το υλικό αυτής της διατριβής. Στους 28 αυτούς ασθενείς ανακατασκευάστηκε ο καμπτικός μηχανισμός 30 δακτύλων που είχαν υποστεί κακώσεις ή προηγούμενες επεμβάσεις στη ζώνη 2. Σε όλες τις δακτυλικές ακτίνες που ανακατασκευάστηκαν υπήρχε βλάβη που αφορούσε τον επιπολής και τον εν τω βάθει καμπιτήρα του δακτύλου. 24 από τους 28 ασθενείς ήταν άρρενες και 4 θήλειες. Η μέση ηλικία των ασθενών ήταν 23,6 έτη με εύρος 2,3 έως 54 έτη. Από αυτούς τους ασθενείς 9 ήταν παιδιά ηλικίας έως 15 ετών κατά τη διενέργεια του πρώτου σταδίου της ανακατασκευής και ο μέσος όρος ηλικίας των 9 αυτών παιδιών ήταν 7 έτη. Στους 19 ασθενείς έγινε ανακατασκευή στο κυρίαρχο άνω άκρο, ενώ στους 9 στο μη κυρίαρχο.

Η γεωγραφική προέλευση των ασθενών ήταν στην πλειοψηφία τους από την ηπειρωτική Ελλάδα πλην δύο, οι οποίοι προέρχονταν από νησιωτικές περιοχές του Αιγαίου και του Ιονίου αντίστοιχα. Δεν αντιμετωπίστηκαν ασθενείς που διέμεναν στο νομό Αττικής, το νομό Θεσσαλονίκης, την Πελοπόννησο ή την Κρήτη. Με δεδομένη την πληθυσμιακή πυκνότητα των περιοχών αυτών και το γεγονός ότι δεν υπάρχει άλλη ελληνική δημοσιευμένη σειρά τέτοιων ανακατασκευών είναι λογικό να υποθέσουμε ότι ο συνολικός αριθμός ασθενών στους οποίους ενδείκνυται μια τέτοια ανακατασκευή στη χώρα μας είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από αυτόν που παρουσιάζουμε εδώ. Στη μεγάλη τους πλειοψηφία, πλην των παιδιών, οι ασθενείς που μελετούνται εδώ ήταν χειρώνακτες ή απασχολούνταν σε τεχνικά επαγγέλματα.

Η κατανομή των ανακατασκευών στις δακτυλικές ακτίνες περιγράφεται στον πίνακα 3. Τα δύο κερκιδικά δάκτυλα υπερέχουν σε αριθμό των δύο ωλενίων και αυτό πιθανώς επειδή οι ασθενείς συχνότερα επιδιώκουν την αποκατάσταση τέτοιων βλαβών όταν επηρεάζεται η δεξιότητα της άκρας χειρός και λιγότερο για λόγους μείωσης της δύναμης δραγμού. Τέλος η ανακατασκευή ενός μακρού καμπιτήρα του αντίχειρα με μια τροποποίηση της τεχνικής, η οποία περιγράφεται στο κεφάλαιο της χειρουργικής τεχνικής, περιλαμβάνεται στη μελέτη μας.

Πίνακας 3. Η κατανομή των τραυματισμών σε δακτυλικές ακτίνες.

| | |
|------------|---|
| Δείκτης | 9 |
| Μέσος | 8 |
| Παράμεσος | 6 |
| Μικρός | 6 |
| Αντίχειρας | 1 |

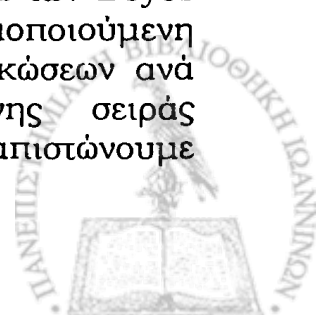


Πίνακας 4. Αιτιολογία ανακατασκευής.

| Αιτιολογία | N (δάκτυλα) | Μέσος χρόνος από τον τραυματισμό (μήνες) | |
|-----------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------|---|
| Αποτυχία πρωτοπαθούς συρραφής | 9 | 5,1 | |
| Ακρωτηριασμοί | 8 | 8,7 | |
| | Πλήρης | | 2 |
| | Ατελής μη βιώσιμος | | 3 |
| Ατελής βιώσιμος | 3 | | |
| Παραμελημένες διατομές | 6 | 3,4 | |
| Αποτυχία προηγούμενων χειρουργικών επεμβάσεων | 6 | 19,1 | |
| Ηλεκτρικό έγκαυμα | 1 | 12 | |

Οι λόγοι που οδήγησαν στην ανακατασκευή περιγράφονται στον πίνακα 4 όπως και ο μέσος χρόνος μεταξύ τραυματισμού και ανακατασκευής. Ιδιαίτερου σχολιασμού χρήζουν ο υψηλός αριθμός ανακατασκευών μετά από ακρωτηριασμό σε σχέση με αυτούς που περιγράφονται στη βιβλιογραφία και αυτός μπορεί να εξηγηθεί με το γεγονός ότι η Πανεπιστημιακή Ορθοπαιδική Κλινική των Ιωαννίνων αποτελεί κέντρο μικροχειρουργικής επανασυγκολλήσεων, με αποτέλεσμα να αντιμετωπίζει ασθενείς που έχουν υποστεί τέτοιες κακώσεις μέχρι και την αποθεραπεία τους. Από τους 8 ακρωτηριασμούς στους οποίους έγιναν ανακατασκευές, δύο ήταν πλήρεις μη βιώσιμοι και τρεις ατελείς μη βιώσιμοι ακρωτηριασμοί στους οποίους έγιναν επανασυγκολλήσεις, ενώ άλλοι τρεις ήταν ατελείς βιώσιμοι ακρωτηριασμοί. Σημαντικός επίσης είναι ο αριθμός των μη διαγνωσθέντων διατομών που αντιμετωπίστηκαν σε χρόνο που δεν επέτρεπε ακόμα και την καθυστερημένη πρωτοπαθή συρραφή τους (μέσος όρος 3,4 μήνες). Το φαινόμενο αυτό σχετίζεται με τον περιορισμένο αριθμό και την άνιση γεωγραφική κατανομή των χειρουργών με ειδική εκπαίδευση στην χειρουργική της άκρας χειρός που υπάρχει στη χώρα μας και θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στον τοπογραφικό σχεδιασμό των υπηρεσιών υγείας της χώρας μας. Εάν αυτοί οι ασθενείς είχαν αντιμετωπιστεί με ικανοποιητικό τρόπο αρχικά, ήταν αναμενόμενο σύμφωνα με τις διεθνείς στατιστικές ότι το 80% αυτών θα έχει ικανοποιητικό αποτέλεσμα, δηλαδή 5 περίπου από τους 6 δεν θα είχαν ανάγκη να υποβληθούν σε μια χρονοβόρα και επίπονη επέμβαση, η οποία συνεπάγεται επί μακρόν αποχή από την εργασία τους.

Η βαρύτητα των τραυματισμών έτσι όπως τεκμηριώθηκε από τη χειρουργική διερεύνηση κατά το πρώτο στάδιο της επέμβασης παρουσιάζεται στον πίνακα 5. Χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα των Boyes και Stark (Hunter, 1971), η οποία είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη για αυτές τις κακώσεις. Συγκρίνοντας τα ποσοστά των κακώσεων ανά κατηγορία με αυτά της μεγαλύτερης δημοσιευμένης σειράς ανακατασκευών με την τεχνική Hunter (Wehbe, 1986) διαπιστώνουμε



Πίνακας 5. Κατανομή στη κλίμακα των Boyes & Stark (δείτε και Πιν 2).

| Βαθμός | | N (δάκτυλα) |
|--------|------------------|-------------|
| 2 | Ουλή | 5 |
| 3 | Άρθρωση | 5 |
| 4 | Νεύρο ή Αρτηρία | 7 |
| 5 | Πολλαπλές βλάβες | 11 |

παρόμοια κατανομή, η οποία είναι ενδεικτική του ότι με την τεχνική αυτή αντιμετωπίστηκαν εξίσου βαριές κατώσεις και ως εκ τούτου τα αποτελέσματά μας προσφέρονται για σύγκριση με τα αποτελέσματα των ανακατασκευών με τη μέθοδο Hunter.

Στην προεγχειρητική εκτίμηση των ασθενών αυτών διαπιστώθηκαν νευρικές βλάβες σε 17 ασθενείς. Στην πλειοψηφία τους αυτές αφορούσαν τραυματισμούς ή διατομές δακτυλικών ή κοινών δακτυλικών νεύρων (συνολικά 24 νεύρα), ενώ σε έναν ασθενή διαπιστώθηκε διατομή του ωλένιου νεύρου στο κανάλι του Guyon. Από τους προαναφερθέντες 17 ασθενείς σε μόνον 3 ασθενείς (3 νεύρα) είχε επιχειρηθεί αποκατάσταση σε πρώτο χρόνο.

Αναλυτικά στοιχεία για κάθε ασθενή που περιλαμβάνεται στη μελέτη βρίσκονται στο «Παράρτημα».

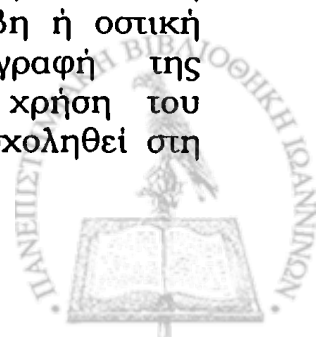


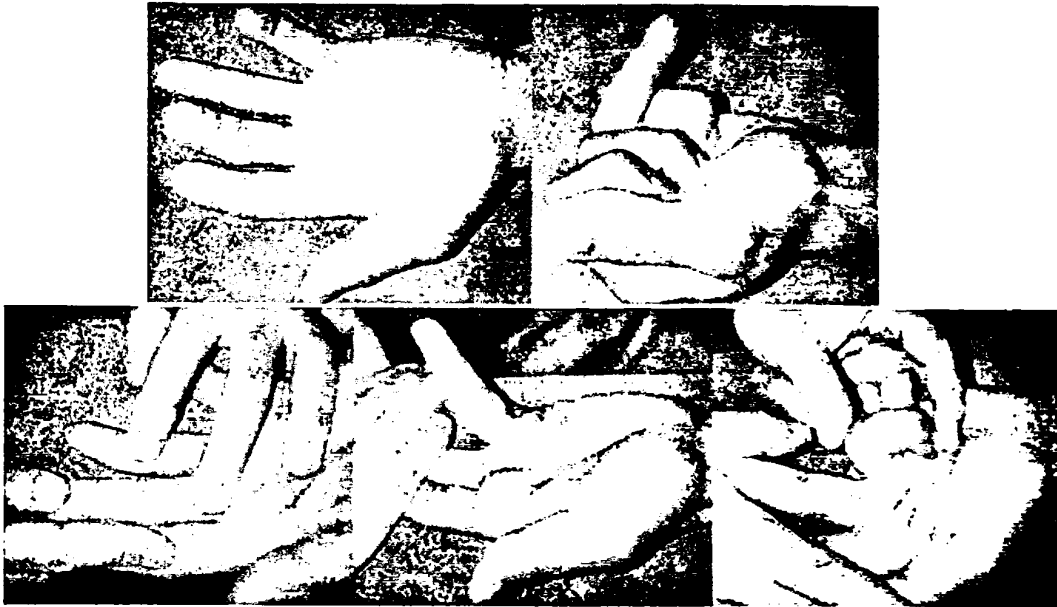
Προεγχειρητική εκτίμηση

Η προεγχειρητική εκτίμηση των ασθενών ξεκινάει με τη λήψη ενός πλήρους ιστορικού. Πέραν των δημογραφικών στοιχείων αναζητούνται πληροφορίες για τον αρχικό τραυματισμό και ιδιαίτερα για το μηχανισμό του, για την πιθανή αρχική χειρουργική αντιμετώπιση, την μετεγχειρητική φυσιοθεραπευτική αγωγή και τις πιθανές επιπλοκές. Ιδιαίτερη σημασία για το σχεδιασμό της επέμβασης έχει η ύπαρξη ιστορικού συνθλιπτικής ή ακρωτηριαστικής κάκωσης και η μετεγχειρητική ανάπτυξη φλεγμονής, συνδρόμου συμπαθητικής δυστροφίας ή εκτεταμένων ουλών και κηλοειδών. Επίσης λαμβάνονται στοιχεία και αποστέλλεται έλεγχος που αφορά τη γενική κατάσταση της υγείας του ασθενούς δεδομένου ότι η επέμβαση γίνεται συνήθως υπό γενική αναισθησία.

Η κλινική εξέταση περιλαμβάνει την εκτίμηση της αγγείωσης του δακτύλου, αλλά και της άκρας χειρός με τη διενέργεια Allen test (καθώς ακόμα και σε μεμονωμένους τραυματισμούς η χειρουργική προσπέλαση επεκτείνεται στην περιοχή της παλάμης με κίνδυνο τραυματισμού των αρτηριακών τόξων). Στη συνέχεια εκτιμάται το δέρμα (για ύπαρξη επαρκούς δερματικής κάλυψης χωρίς την παρουσία ασταθών ουλών), η ύπαρξη νευροτροφικών ή δυστροφικών διαταραχών στο δάκτυλο και το άκρο χέρι, η τυχόν ύπαρξη σημείων φλεγμονής με εκροή, και η τυχόν ύπαρξη εκτεταμένων ρικνωτικών ουλών για τις οποίες θα απαιτηθεί κάποιου τύπου πλαστική δέρματος κατά το πρώτο στάδιο.

Με ιδιαίτερη προσοχή εκτιμάται το εύρος κίνησης του δακτύλου (Εικόνα 47) τόσο ενεργητικά όσο και παθητικά. Διενεργούνται κλινικές δοκιμασίες για τη λειτουργία του επιπολής και του εν τω βάθει καμπτήρα και καταγράφονται τυχόν συγκάμψεις ή αποκλίσεις από τον λειτουργικό άξονα. Ακολουθεί η νευρολογική εκτίμηση της άκρας χειρός που περιλαμβάνει εκτίμηση της μυϊκής ισχύος ιδιαίτερα εάν συνυπάρχουν και άλλοι τραυματισμοί στο άνω άκρο και εκτίμηση της αισθητικότητας με τη διενέργεια της δοκιμασίας διάκρισης δύο σημείων (two-point discrimination). Οι διατομές των καμπτήρων λόγω της ανατομικής τους εγγύτητας με τα δακτυλικά νεύρα συχνά συνοδεύονται από διατομές ή κακώσεις αυτών, αλλά και πιθανό σχηματισμό ουλώδους ιστού που μπορεί δευτεροπαθώς να επηρεάσει τη λειτουργία των δακτυλικών νεύρων. Εάν υπάρχει ιστορικό συμβατό με οσική βλάβη γίνονται ακτινογραφίες της άκρας χειρός στις οποίες για να προχωρήσει η εφαρμογή της μεθόδου θα πρέπει τα τυχόν κατάγματα να εμφανίζονται επαρκώς πωρωμένα. Εάν συνυπάρχουν σημαντικές συγκάμψεις στις αρθρώσεις των δακτύλων θα πρέπει ακτινολογικά να διερευνάται η πιθανότητα αυτές να προέρχονται από ενδοαρθρική βλάβη ή οσική αγκύλωση. Είναι σημαντική η λεπτομερής καταγραφή της προεγχειρητικής κατάστασης του δακτύλου τόσο για χρήση του χειρουργού όσο και του φυσιοθεραπευτή, ο οποίος θα ασχοληθεί στη συνέχεια με τον ασθενή.





Εικόνα 47. Προεγχειρητική κλινική εξέταση ασθενούς (υπ' αριθμόν 26, ΖΑ).

Σημαντικός χρόνος στην πρώτη συνέντευξη με τον ασθενή θα πρέπει να δαπανηθεί στην ενημέρωσή του γύρω από την χειρουργική τεχνική και την μετεγχειρητική αποκατάσταση. Τόσο η ίδια η επέμβαση, η οποία εξελίσσεται σε δύο στάδια με χρονική διαφορά τουλάχιστον τριών μηνών μεταξύ τους, όσο και η περιεγχειρητική φυσιοθεραπευτική αγωγή είναι χρονοβόρες και επίπονες και απαιτούν παρατεταμένη αποχή από την εργασία, αλλά και ενεργή συμμετοχή του ασθενούς σε αυτές. Η φωτογραφική καταγραφή της προεγχειρητικής κατάστασης της άκρας χειρός είναι σημαντική τόσο για ιατρικούς όσο και για ιατρονομικούς λόγους.

Χειρουργική τεχνική

Προεγχειρητική φυσιοθεραπεία

Είναι σημαντικό να προηγείται της επέμβασης ένα χρονικό διάστημα έντονης παθητικής και ενεργητικής φυσιοθεραπείας του πάσχοντος δακτύλου. Τα τραυματισμένα δάκτυλα, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχει λειτουργία των καμπτήρων ή συνυπάρχουν νευρικές βλάβες συχνά παραμένουν ακινητοποιημένα ή πλημμελώς κινητοποιημένα για μεγάλο χρονικό διάστημα με αποτέλεσμα την εμφάνιση συγκάμψεων οφειλόμενων στα μαλακά μόρια. Οι συγκάμψεις αυτές μπορούν σε ένα βαθμό να αποκατασταθούν με την διενέργεια ενεργητικής και παθητικής κινησιοθεραπείας, τη χρήση φυσιοθεραπευτικών μέσων και την εφαρμογή ειδικών νάρθηκων είτε στατικών, όπως οι νυκτερινοί νάρθηκες έκτασης, είτε δυναμικών, οι οποίοι προοδευτικά διορθώνουν τις παραμορφώσεις. Ασθενείς με τραυματισμούς δακτυλικών νεύρων μπορούν να βοηθηθούν φυσιοθεραπευτικά στη βελτίωση των συμπτωμάτων επώδυνων παραισθησιών που συχνά εμφανίζονται κατά την φάση αναγέννησης του νεύρου. Ο στόχος των φυσιοθεραπευτικών



Εικόνα 48. Τοποθέτηση του ασθενούς στο χειρουργικό τραπέζι για τη διενέργεια ανακατασκευής καμπτήρων τενόντων και πιθανό νευρικό τραυματισμό κατά την κλινική εξέταση. Προετοιμασία και του κάτω άκρου ως πιθανή δότρια περιοχή νευρικών μοσχευμάτων (δερματικό νεύρο της γαστροκνημίας).



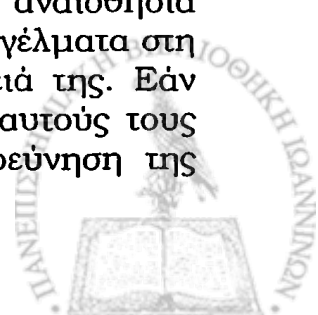
Εικόνα 49. Οι χειρουργικές τομές που απαιτούνται για τη διενέργεια του πρώτου σταδίου της επέμβασης. Τομή Bruner στο πάσχον δάκτυλο και τομή Γ στην περιοχή της παλάμης με βάση στο θέναρ (Α) και προσπέλαση των δύο κερκιδικών δακτύλων και στο οπισθέναρ (Β) για προσπέλαση των δύο ωλένιων δακτύλων.

παρεμβάσεων είναι ο ασθενής πριν από τη διενέργεια του πρώτου σταδίου της επέμβασης να έχει εύκαμπτες αρθρώσεις με το μέγιστο δυνατό παθητικό εύρος κίνησης. Η προεγχειρητική φυσιοθεραπεία πέραν από τη βελτίωση του εύρους κίνησης διδάσκει στον ασθενή τους θεραπευτικούς χειρισμούς, τους οποίους θα εφαρμόσει στη συνέχεια μετά το πρώτο και το δεύτερο στάδιο της επέμβασης, αλλά και ελέγχει το εάν αυτός είναι ικανός ή πρόθυμος να βοηθήσει στην αποθεραπεία του.

Η δευτεροπαθής ανακατασκευή των καμπτήρων τενόντων με τη χρήση της τροποποιημένης κατά Paneva τεχνικής διενεργείται σε δύο στάδια.

Στάδιο I

Η επέμβαση γίνεται συνήθως υπό γενική αναισθησία, εκτός εάν υπάρχουν σοβαρές αμφιβολίες για την έκταση των συμφύσεων και θεωρείται ως ενδεχόμενη η διενέργεια τενοντόλυσης, οπότε και η επέμβαση μπορεί να αρχίσει με κάποιας μορφής περιοχική αναισθησία διατηρώντας έτσι την δυνατότητα να εκτελεί ο ασθενής παραγγέλματα στη διάρκεια της τενοντόλυσης για να εξακριβώνεται η επάρκειά της. Εάν όμως δεν αντιμετωπίζεται τέτοιο ενδεχόμενο και καθώς σε αυτούς τους ασθενείς απαιτείται συνήθως εκτεταμένη χειρουργική διερεύνηση της άκρας χειρός είναι προτιμότερη η γενική αναισθησία.



Ο ασθενής τοποθετείται σε ύπτια θέση και η αντισηψία και η τοποθέτηση του χειρουργικού ιματισμού είναι αυτή που κλασικά χρησιμοποιείται στην χειρουργική της άκρας χειρός. Εάν από την κλινική εξέταση διαπιστώνονται νευρικές βλάβες, οι οποίες πιθανώς να χρειαστούν αποκατάσταση με νευρικά μοσχεύματα, θα πρέπει να γίνει προετοιμασία και της δότριας περιοχής των μοσχευμάτων (Εικόνα 48). Η επέμβαση δίνεται υπό ισχαιμη περίδεση και είναι απαραίτητη η χρήση μεγεθυντικών γυαλιών από τον χειρουργό.

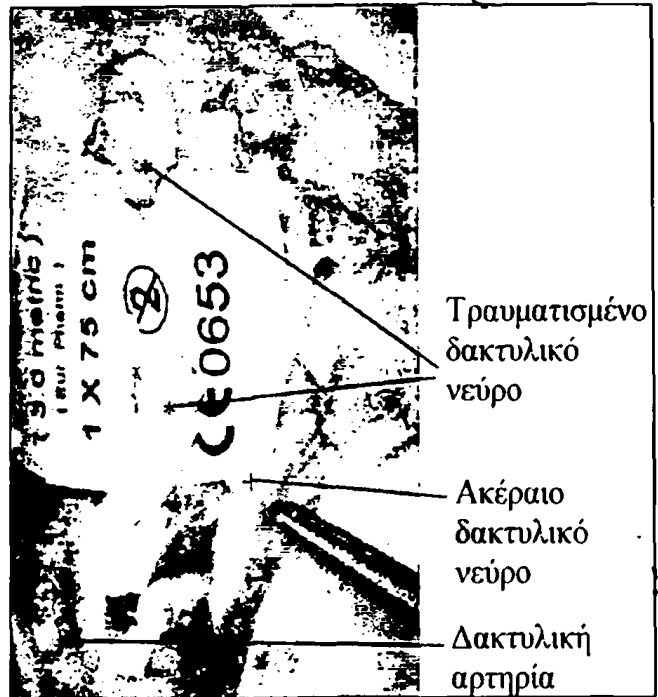
Οι τομές που χρησιμοποιούνται στο πρώτο στάδιο για την διερεύνηση της άκρας χειρός είναι μια Bruner τομή στο πάσχον δάκτυλο και μια τομή τύπου ανάστροφου Γ, η οποία έχει τη βάση της στην περιοχή του σθέναρος όταν αντιμετωπίζονται τα δύο κερκιδικά δάκτυλα και στην τομή του οπισθέναρος όταν αντιμετωπίζονται τα δύο ωλένια (εικόνα 49). Μερικές φορές η έκταση της βλάβης είναι τέτοια που απαιτείται μεγαλύτερη προσπέλαση και τότε οι δύο προαναφερθείσες τομές ενώνονται μεταξύ τους και πιθανώς επεκτείνονται και στην περιοχή του εγκαρσίου συνδέσμου. Το πρώτο τμήμα της επέμβασης αφορά τη χειρουργική διερεύνηση για να διαπιστωθούν η έκταση του τραυματισμού και των συμφύσεων, τυχόν βλάβες άλλων δομών (π.χ. νεύρα, περιαθρικά μαλακά μόρια) και τα αποτελέσματα τυχόν προηγούμενης χειρουργικής αντιμετώπισης. Συχνά τα ευρήματα αυτής της διερεύνησης δεν μπορούν να προβλεφθούν από την προεγχειρητική κλινική εξέταση του ασθενούς. Ταινίες συμφύσεων που πιθανώς να έχουν δημιουργηθεί μπορούν π.χ. να προσδίδουν ελάχιστη κίνηση στην εγγύς φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση δημιουργώντας την εντύπωση ακεραιότητας του εν τω βάθει καμπιτήρα προεγχειρητικά, ενώ διεγχειρητικά να ανευρίσκεται πλήρης διατομή του. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι κατά κανόνα οι ασθενείς αυτοί έχουν ένα βαθμό κίνησης στην μετακαρποφαλαγγική άρθρωση (Εικόνα 49), η οποία οφείλεται στη δράση των ακέραιων συνήθως αυτοχθόνων μυών της άκρας χειρός. Η αρχική αυτή διερεύνηση θα επιβεβαιώσει τις ενδείξεις για την εφαρμογή της μεθόδου και είναι συνήθως το πιο απαιτητικό τεχνικά τμήμα της επέμβασης.

Στους ασθενείς που αντιμετωπίζονται με αυτή τη μέθοδο το συχνότερο αρχικό εύρημα είναι η ύπαρξη εκτεινμένων συμφύσεων των καμπιτήρων τενόντων με τα περίξ μαλακά μόρια και μεταξύ τους στην ζώνη 2 της άκρας χειρός (Εικόνα 50). Παράλληλα όμως με τους καμπιτήρες θα πρέπει να διερευνηθούν και άλλες δομές και κυρίως οι κοινές και οι ίδιες δακτυλικές αρτηρίες ώστε να προστατευθούν κατά την προσπέλαση, αλλά και τα κοινά και τα ίδια δακτυλικά νεύρα. Καθώς αυτές οι δομές μπορεί να περιβάλλονται από ουλώδη ιστό, το τμήμα αυτό της παρασκευής είναι δυνατόν να παρουσιάσει δυσκολίες. Η γενική αρχή που εφαρμόζεται είναι ότι η παρασκευή ξεκινάει από περιοχές οι οποίες δεν έχουν υποστεί τραυματισμό και όπου η αναγνώριση των ανατομικών





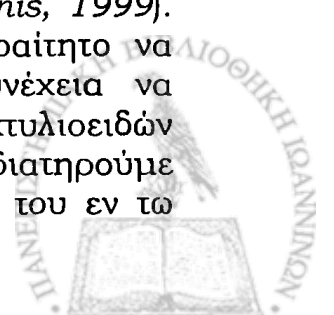
Εικόνα 50. Χειρουργική διερεύνηση του δακτύλου. Διαπιστώνονται εκτεταμένες συμφύσεις μεταξύ των καμπτήρων και των περίξ μαλακών μορίων. Επίσης διαπιστώνεται διατομή δακτυλικού νεύρου (δείκτης).

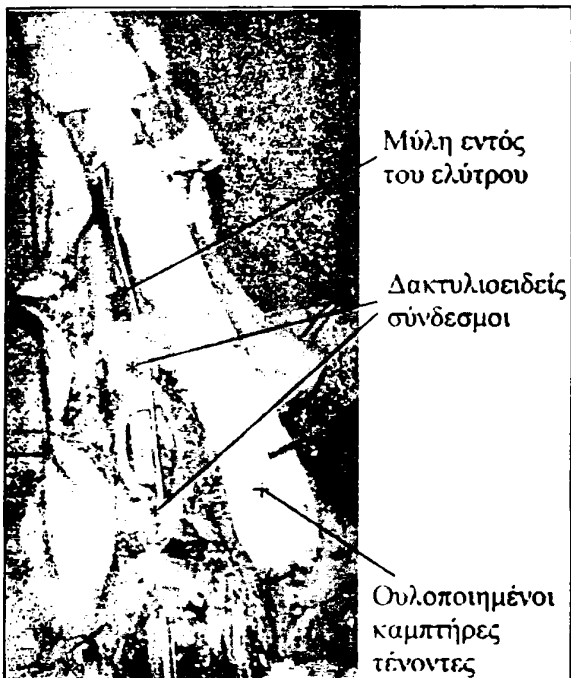


Εικόνα 51. Χειρουργική διερεύνηση του δακτύλου. Διακρίνεται το δακτυλικό νεύρο που έχει υποστεί διατομή.

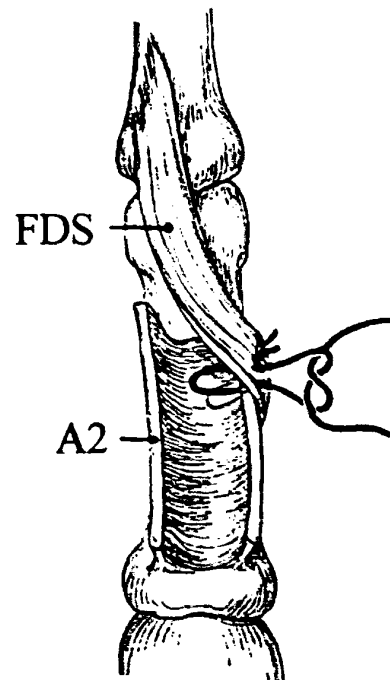
δομών είναι πιο εύκολη και προχωράει προς την περιοχή του τραυματισμού (Εικόνα 51). Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στην περιοχή της παλάμης όπου για να αναγνωριστούν οι καμπτήρες απαιτείται να παρασκευαστεί το επιπολής παλαμιαίο τόξο και εάν η διερεύνηση οδηγηθεί στην περιοχή του εγκαρσίου συνδέσμου να αναγνωριστούν και να προστατευθούν το μέσο και ωλένιο νεύρο και οι κινητικοί τους κλάδοι.

Αφού ολοκληρωθεί η διερεύνηση προχωρούμε στην αφαίρεση και των δύο καμπτήρων τενόντων από τη ζώνη 2. Η αφαίρεση αυτή γίνεται με τη χρήση «παραθύρων» που ανοίγονται κατά προτίμηση στις περιοχές του ελύτρου που καλύπτονται από χιαστούς συνδέσμους. Συχνά το έλυτρο δεν μπορεί να αναγνωριστεί σε μεγάλη έκταση, καθώς είτε συμμετείχε στον αρχικό τραυματισμό είτε είναι αδύνατον να διαχωριστεί από τους τένοντες εξαιτίας των εκτεταμένων συμφύσεων. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στη διατήρηση όσων από τους δακτυλιοειδείς συνδέσμους είναι ακέραιοι. Εάν για τεχνικούς λόγους είναι απαραίτητο να διανοικτούν προτιμάται η κατά το ήμισυ διάνοιξή τους (ιδιαίτερα του A2 και A4), που σύμφωνα με μελέτες επιτρέπει τη διατήρηση της λειτουργίας τους (Mitsionis, 1999). Εάν πάντως ακέραιοι δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι είναι απαραίτητο να διανοικτούν σε όλο το μήκος τους θα πρέπει στη συνέχεια να αποκατασταθούν στη φάση της ανακατασκευής των δακτυλιοειδών συνδέσμων (Εικόνα 52). Από τους τραυματισμένους τένοντες διατηρούμε ένα τμήμα μήκους ενός εκατοστού περίπου στην κατάφυση του εν τω





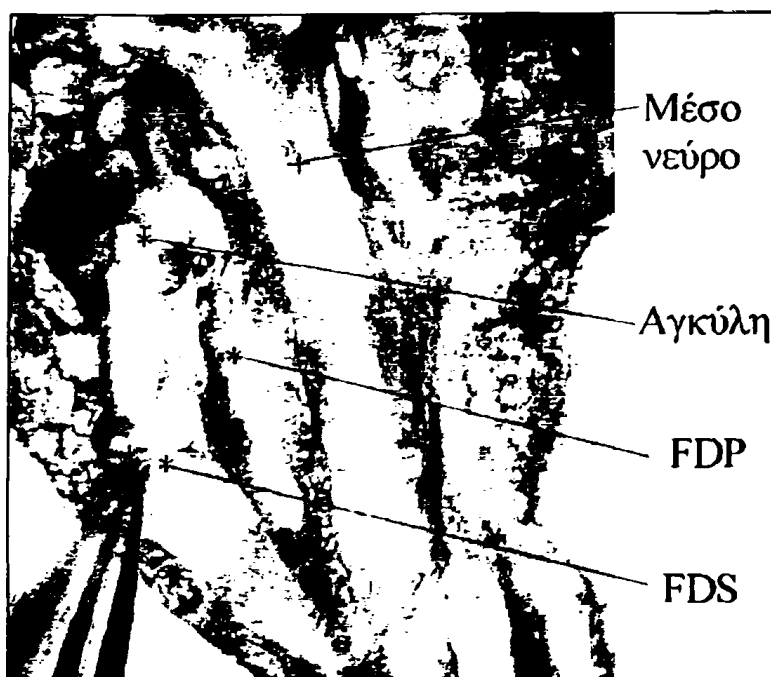
Εικόνα 52. Αφαίρεση των ουλοποιημένων καμπτήρων τενόντων από το έλυτρό τους με τη χρήση «παραθύρων» στο έλυτρο για την προσπέλασή τους.



Εικόνα 53. Τεχνική της ανακατασκευής δακτυλιοειδούς συνδέσμου χρησιμοποιώντας μια από τις καταφυτικές δεσμίδες του εν τω βάθει καμπτήρα.

βάθει καμπτήρα στην άπω φάλαγγα, ώστε να μας χρησιμεύσει στη συνέχεια στη σταθεροποίηση της ράβδου σιλκόνης και στο δεύτερο στάδιο του μοσχεύματος. Επίσης διατηρούνται, εάν δεν συμμετέχουν στην ουλή, οι δύο καταφυτικές δεσμίδες (tails) του εν τω βάθει καμπτήρα. Οι δεσμίδες αυτές μπορεί να χρησιμεύσουν στην ανακατασκευή δακτυλιοειδών συνδέσμων με τη συρραφή μόνο του ελεύθερου άκρου τους στο υπόλειμμα της κατάφυσης του ελύτρου (Εικόνα 53) ή να χρησιμοποιηθούν για τενόδεση της εγγύς φαλαγγοφαλαγγικής σε ουδειτέρα θέση ώστε να αποφευχθεί τυχόν μετέπειτα παραμόρφωσή της σε υπερέκταση. Η δεύτερη αυτή χρήση των δεσμίδων του εν τω βάθει καμπτήρα δεν έχει εφαρμοστεί στη σειρά αυτή των ασθενών.

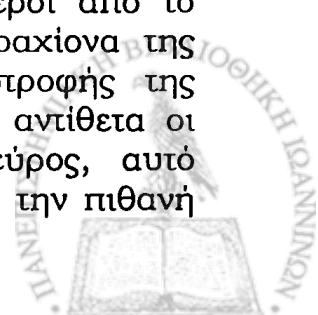
Παράλληλα στην περιοχή της παλάμης αναγνωρίζονται τα εγγύς κολοβώματα του επιπολής και εν τω βάθει καμπτήρα και συρράπτονται τελικο-τελικά μεταξύ τους με τη χρήση απορροφήσιμων ραμμάτων (π.χ. Vicryl 4-0). Η τοποθέτηση 4 ή 5 τέτοιων ραμμάτων κατά μήκος της περιφέρειας του τένοντα είναι επαρκής για να δημιουργηθεί μια ομαλή αγκύλη. Δεν είναι απαραίτητη η χρήση μη απορροφήσιμου ράμματος, διότι η τενοντοραφή αυτή δεν θα δεχθεί ελκτικές δυνάμεις μέχρι και την επούλωσή της, ενώ όταν θα αποτελέσει την εγγύς τενοντοραφή του τενόντιου μοσχεύματος στο δεύτερο στάδιο θα έχει πλέον επουλωθεί. Συνήθως τενοντοραφή του επιπολής με τον εν τω βάθει καμπτήρα δεν γίνεται στην κορυφή της αγκύλης (δείτε «Εισαγωγή», Εικόνα 48). Το κολόβωμα του εν τω βάθει καμπτήρα διατηρείται σε λίγο μεγαλύτερο μήκος, αναδιπλώνεται και συρράπτεται στον επιπολής έτσι ώστε να μην

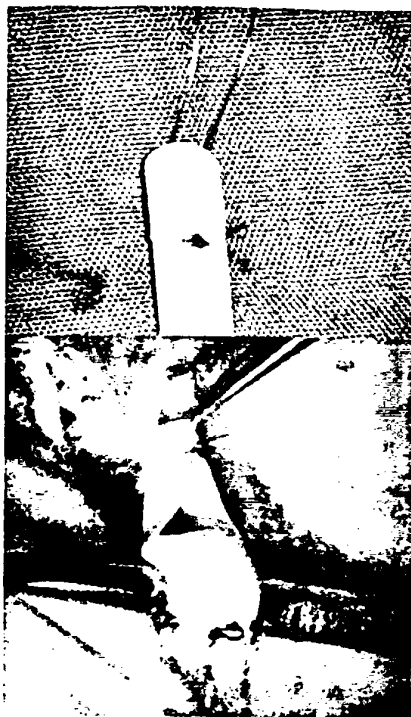


Εικόνα 54. Δημιουργία της αγκύλης μεταξύ επιπολής και εν τω βάθει καμπτήρα στην παλάμη.

υπάρχει δυνατότητα δημιουργίας συμφύσεων στην κορυφή της αγκύλης (Εικόνα 54). Παρότι συνήθως δεν είναι δυσχερές να ανευρεθεί η ογκώδης αγκύλη κατά το δεύτερο στάδιο υπάρχει δυνατότητα να τοποθετηθεί διεγχειρητικά μια σήμανση της αγκύλης. Αυτό μπορεί να γίνει με την τοποθέτηση ενός αγγειοκλίπ στην περιοχή ή ενός μη απορροφήσιμου ράμματος, αλλά επίσης η αγκύλη μπορεί να περιβροχιστεί με μια παροχέτευση σιλικόνης (Wright, Arlington, TN), η οποία συγκρατείται στη θέση της με ένα αγγειοκλίπ (Εικόνα 55). Εάν η αγκύλη έχει δημιουργηθεί σε διαφορετικό ύψος από το σύνηθες (το οποίο είναι στο επίπεδο της κατάφυσης των ελμινθοειδών στον εν τω βάθει καμπτήρα) ή εάν βρίσκεται σε μεγάλη εγγύτητα με δομές όπως το εγγύς παλαμιαίο τόξο αυτό θα πρέπει να σημειώνεται με σαφήνεια στο πρακτικό χειρουργείου ώστε να αποφευχθούν άσκοποι χειρισμοί για την ανεύρεσή της κατά το δεύτερο στάδιο.

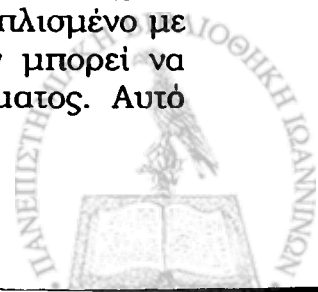
Στη συνέχεια σειρά έχει η τοποθέτηση της ράβδου σιλικόνης στο έλυτρο. Το μέγεθος της ράβδου σιλικόνης που θα χρησιμοποιηθεί επιλέγεται διεγχειρητικά ανάλογα με το μέγεθος του επιπολής καμπτήρα που στη συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί σαν τενόντιο μόσχευμα. Η σημασία του μεγέθους του πλάτους της ράβδου σιλικόνης έγκειται στο ότι αυτό θα καθορίσει το εύρος των δακτυλιοειδών συνδέσμων που θα ανακατασκευαστούν έτσι ώστε αυτοί να επιτρέπουν την άριστη δράση του μοσχεύματος και την επίτευξη του μέγιστου δυνατού εύρους κίνησης. Εάν οι δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι είναι κατά πολύ ευρύτεροι από το μόσχευμα αυτό θα οδηγήσει στη μεταφορά του μοχλοβραχίονα της δράσης του τένοντα μακριά από το κέντρο της περιστροφής της άρθρωσης και έτσι στην απώλεια χρήσιμης κίνησης. Εάν αντίθετα οι δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι έχουν μικρότερο ή οριακό εύρος, αυτό δυσχεραίνει την ολίσθηση του μοσχεύματος με αποτέλεσμα την πιθανή

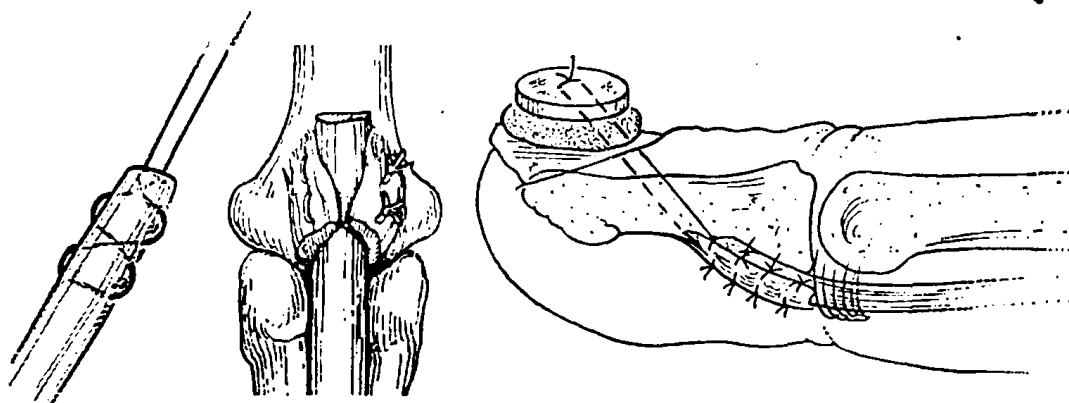




Εικόνα 55. Τεχνικές λεπτομέρειες του πρώτου σταδίου της ανακατασκευής. Επάνω: η τεχνική της τοποθέτησης ραμμάτων στη ράβδο σιλικόνης. Είναι επιτρεπτή η δημιουργία κόμπου που παραμένει μέσα στο χειρουργικό τραύμα μόνο κατά το πρώτο στάδιο της επέμβασης. Κάτω: χρησιμοποίηση παροχέτευσης σιλικόνης ως δείκτη για την ανεύρεση της αγκύλης του επιπολής-εν τω βάθει καμπτήρα κατά το δεύτερο στάδιο.

δημιουργία συμφύσεων. Η δυνατότητα που παρέχεται με αυτήν την τεχνική, να υπολογιστεί υπό άμεση όραση το μέγεθος της ράβδου σιλικόνης που θα χρησιμοποιηθεί, αποτελεί μια από τις σημαντικές τεχνικές ευκολίες της. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες ράβδοι σιλικόνης στους ενήλικες είναι πλάτους 4 ή 5 χιλιοστών. Πριν ο χειρουργός αρχίσει χειρισμούς στη ράβδο σιλικόνης αλλάζει τα χειρουργικά γάντια και σκουπίζει με ένα βρεγμένο τολύπιο την επιφάνειά τους ώστε να αφαιρεθεί το ταλκ το οποίο ηλεκτροστατικά μπορεί να παραμείνει στη ράβδο σιλικόνης και μετά την τοποθέτησή της. Αρχικά από τη συσκευασία της αφαιρείται μόνο το ένα άκρο της ράβδου σιλικόνης, ενώ η υπόλοιπη παραμένει προστατευμένη μέσα σε αυτήν. Εάν στη συνέχεια και μετά την αφαίρεσή της από τη συσκευασία η ράβδος σιλικόνης χρειαστεί να παραμείνει επί μακρόν στο χειρουργικό τραπέζι αυτή είναι προτιμότερο να διατηρείται μέσα σε ένα σκεύος με φυσιολογικό ορό παρά να προστατεύεται με μια βρεγμένη γάζα, καθώς σωματίδια μπορούν να μεταφερθούν από τη γάζα ηλεκτροστατικά προς τη σιλικόνη. Τοποθετούνται δύο μη απορροφήσιμα ράμματα (συνήθως Nylon ή Prolene) στο ελεύθερο άκρο της σιλικόνης και αφού γίνουν 2 ή 3 περάσματα, τα ελεύθερά τους άκρα δένονται μεταξύ τους επί της σιλικόνης (Εικόνα 55). Οι βελόνες αυτών των δύο ραμμάτων παραμένουν χωρίς να αφαιρεθούν, καθώς στη συνέχεια θα χρησιμεύσουν για την διεκβολή του ράμματος διά του δέρματος. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι εάν χρησιμοποιείται ενισχυμένη με Dacron ράβδος σιλικόνης οι ίνες του Dacron δεν φτάνουν μέχρι το ελεύθερο άκρο της και θα πρέπει ο χειρουργός να φροντίσει τα ράμματα που τοποθετεί να εκτείνονται σε τέτοιο μήκος ώστε να συλλαμβάνουν και τις ίνες του Dacron. Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι εάν δεν υπάρχει διαθέσιμο ράμμα οπλισμένο με βελόνες και στα δύο άκρα του, η προετοιμασία αυτή δεν μπορεί να εφαρμοστεί στο δεύτερο στάδιο επί του τενόντιου μοσχεύματος. Αυτό





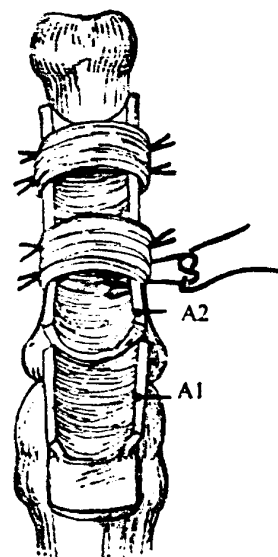
Εικόνα 56. Η τεχνική της άπω καθήλωσης της ράβδου σιλικόνης στο πρώτο στάδιο και του μοσχεύματος του επιπολής καμπτήρα στο δεύτερο. Αριστερά: τα ράμματα περνούν στον τένοντα με τροποποιημένη κατά Bunnell συρραφή. Μέσον: γίνεται σταθεροποίηση του μοσχεύματος με ράμματα στο υπόλειμμα της κατάφυσης του εν τω βάθει καμπτήρα. Δεξιά: τελική σταθεροποίηση με διεκβαλλόμενα ράμματα στη ράχη της άπω φάλαγγας τα οποία δένονται πάνω από ένα κουμπί. Η τεχνική όπως απεικονίζεται εδώ οδηγεί σε δυσμορφίες του νυχιού λόγω τραυματισμού της μήτρας και έχει πλέον τροποποιηθεί ώστε τα διεκβαλλόμενα ράμματα να εξέρχονται εγγύτερα της μήτρας του νυχιού.

ισχύει γιατί ο κόμπος που δημιουργείται με τη χρήση δύο ραμμάτων στην επιφάνεια της ράβδου σιλικόνης θα αφαιρεθεί διεγχειρητικά στην αρχή του δεύτερου σταδίου της επέμβασης, ενώ εάν ένας τέτοιος κόμπος δημιουργηθεί στην επιφάνεια του τενόντιου μοσχεύματος δεν θα είναι δυνατόν να αφαιρεθεί το ράμμα διαδερμικά μετά το δεύτερο στάδιο. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται μια άλλη τεχνική που περιγράφεται στο δεύτερο στάδιο της επέμβασης.

Στη συνέχεια η ράβδος διεκβάλλεται διά των υπολειμμάτων του τενοντίου ελύτρου με κατεύθυνση συνήθως από εγγύς προς άπω μέχρι την άπω φάλαγγα. Υπολογίζεται το μήκος που θα απαιτηθεί, το οποίο συνήθως είναι τέτοιο ώστε η ράβδος να φτάνει 2 ή 3 εκατοστά εγγύτερα της αγκύλης που έχει προηγουμένως δημιουργηθεί. Με αυτή την τεχνική χρησιμοποιούμε μια βραχεία ράβδο σιλικόνης σε αντίθεση με την κλασική περιγραφή της μεθόδου Hunter όπου το μήκος της ράβδου σιλικόνης είναι μεγάλο και φτάνει μέχρι το άπω αντιβράχιο. Διατηρώντας βραχύ το μήκος της ράβδου σιλικόνης μειώνουμε τις πιθανότητες αυτή να αγκιστρωθεί στα γύρω μαλακά μόρια κατά την κίνηση του καρπού. Το ελεύθερο άκρο της κομμένης ράβδου τοποθετείται μεταξύ των επιπολής και των εν τω βάθει καμπτήρων και ελέγχοντας την κίνηση των δακτύλων και του καρπού σε κάμψη και σε έκταση βεβαιωνόμαστε ότι ολισθαίνει ελεύθερα. Το περιφερικό άκρο της ράβδου φέρεται κάτω από το υπόλειμμα της κατάφυσης του εν τω βάθει καμπτήρα, και τα ράμματα που έχουν ήδη τοποθετηθεί στη ράβδο χωρίς να έχουν αφαιρεθεί οι βελόνες τους φέρονται στη ράχη της ονυχοφόρου φάλαγγας της άκρας χειρός και αφού τοποθετηθεί ένα υπόστρωμα βαζελινούχου γάζας περνούν από τις δύο τρύπες ενός κουμπιού και δένονται μεταξύ τους (Εικόνα 56, Εικόνα 57).



Εικόνα 57. Εξωτερική σταθεροποίηση των διεκβαλλόμενων ραμμάτων πάνω σε κουμπί.

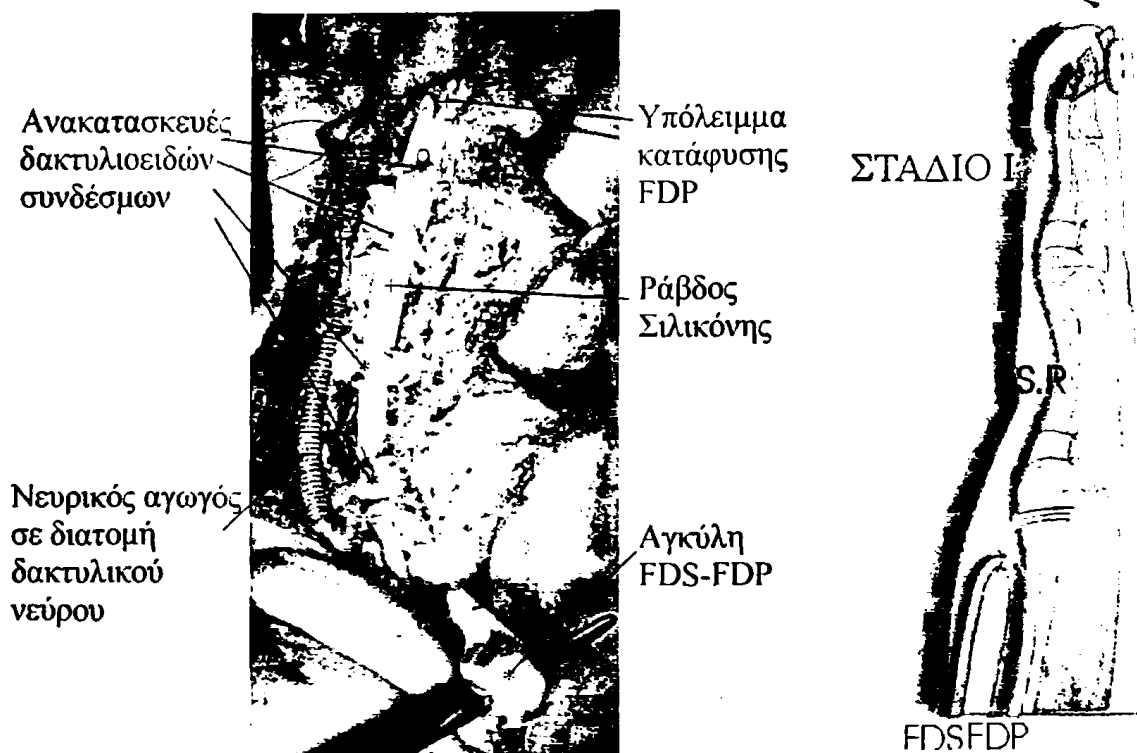


Εικόνα 58. Τεχνική ανακατασκευής δακτυλιοειδών συνδέσμων με απευθείας συρραφή στο υπόλειμμα του κατεστραμμένου δακτυλιοειδούς συνδέσμου.

Η ανακατασκευή των δακτυλιοειδών συνδέσμων γίνεται στη συνέχεια. Γι' αυτήν χρησιμοποιείται το τενόντιο υλικό που έχει αφαιρεθεί από το έλυτρο και το οποίο έχει στο ενδιάμεσο διατηρηθεί σε φυσιολογικό ορό. Η τεχνική που χρησιμοποιούμε είναι η απευθείας συρραφή στο υπόλειμμα των αρχικών δακτυλιοειδών συνδέσμων. Δύο ή τρία ράμματα (μεγέθους 4-0) εκατέρωθεν συνήθως επαρκούν (Εικόνα 58). Στην περίπτωση που το τενόντιο υλικό δεν επαρκεί για την ανακατασκευή όλων των δακτυλιοειδών συνδέσμων που επιθυμούμε, τότε για την ανακατασκευή δευτερεύουσας μηχανικής σημασίας δακτυλιοειδών συνδέσμων (A5, A3) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ισχυρές ταινίες ινώδους ιστού που έχουν αφαιρεθεί. Στο ίδιο στάδιο πρέπει να συρραφθούν και τυχόν δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι που έχουν διανοιχτεί κατά την χειρουργική προσπέλαση. Εάν λόγω του μεγέθους της ράβδου σιλκόνης η συρραφή των ελεύθερων άκρων γίνεται υπό τάση είναι δυνατόν να απελευθερωθεί ένα τμήμα της κατάφυσής τους ώστε η ράβδος σιλκόνης να ολισθαίνει ευχερώς μετά τη συρραφή. Όταν ανακατασκευάζεται ο A1 δακτυλιοειδής σύνδεσμος έχει σημασία αυτός να παραμένει λίγο χαλαρότερος των υπολοίπων, καθώς όταν τοποθετηθεί το τενόντιο μόσχευμα η εγγύς τενοντογραφία μπορεί να φτάνει μέχρι το εγγύς όριό του και εάν αυτός είναι πολύ στενός να αγκιστρώνει, αποτρέποντας την πλήρη έκταση του δακτύλου. Το ικανοποιητικό εύρος του A1 δακτυλιοειδούς συνδέσμου ελέγχεται και διεγχειρητικά κατά το δεύτερο στάδιο.

Ο αριθμός των δακτυλιοειδών συνδέσμων που θα πρέπει να επιδιορθωθούν ή να ανακατασκευαστούν ποικίλει. Είναι απαραίτητο





- Εικόνα 59. Τελική διεγχειρητική εικόνα του πρώτου σταδίου με τοποθετημένη την ράβδο σιλκόνης και προετοιμασμένη την αγκύλη του επιπολής και του εν τω βάθει καμπτήρα. Αποκατάσταση διατομής δακτυλικού νεύρου με νευρικό αγωγό. Σχηματική απεικόνιση του πρώτου σταδίου της επέμβασης.

εμβιομηχανικά, για να επιτευχθεί ικανοποιητική κίνηση, να υπάρχουν οι A2 και A4 δακτυλοειδείς σύνδεσμοι ενώ στην κλινική μας προτιμάται η ανακατασκευή και του A1 δακτυλοειδούς συνδέσμου. Οι A5 και A3 δακτυλοειδείς σύνδεσμοι είναι καλό να ανακατασκευάζονται εφόσον υπάρχει διαθέσιμο υλικό και η χρονική διάρκεια της επεμβάσεως το επιτρέπει. Σε αυτήν τη σειρά ανακατασκευάστηκαν ή επιδιορθώθηκαν κατά μέσο όρο 2,6 δακτυλοειδείς σύνδεσμοι ανά δάκτυλο με συχνότερους τους A2, A4 και A1.

Ακολουθεί η διενέργεια τυχόν δευτερογενών επεμβάσεων που είναι απαραίτητες. Νευρικές βλάβες στα κοινά ή τα ίδια δακτυλικά νεύρα αποκαθίστανται αναλόγως του ελλείμματος ιστού που καταλείπεται είτε με νευρόλυση είτε με τελικο-τελική συρραφή ή συχνότερα με τη χρήση νευροαγωγών ή ελεύθερων νευρικών μοσχευμάτων συνήθως από το δερματικό νεύρο της γαστεροκνημίας. Τέτοιου τύπου νευρική αποκατάσταση απαιτήθηκε σε 8 από τους 28 ασθενείς που παρουσιάζονται εδώ και αποκαταστάθηκαν εν συνόλω 11 νεύρα. Επίσης εάν απαιτείται απελευθέρωση μαλακών μορίων πέριξ των αρθρώσεων, για να αποκατασταθούν συγκάμψεις (αρθρόλυση) αυτές διενεργούνται στο ίδιο στάδιο, ενώ κατά τη σύγκλιση του δέρματος είναι πιθανόν να απαιτηθούν πλαστικές δέρματος για τυχόν προϋπάρχουσες ουλές ή για διάνοιξη ρικνωμένων μεσοδακτύλιων διαστημάτων. Οι δευτερογενείς επεμβάσεις που έγιναν σε αυτούς τους ασθενείς αναλύονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Δευτεροπαθείς επεμβάσεις κατά το 1^ο στάδιο.

| Επέμβαση | | N (Δάκτυλα) |
|---------------------------------------|--------------|-------------|
| Νευρική αποκατάσταση | Τελικοτελική | 2 |
| | Αυτομόσχευμα | 3 |
| | Αγωγοί | 2 |
| | Νευρόλυση | 4 |
| Αρθρόλυση ΕΦΦ | | 3 |
| Πλαστική μεσοδακτύλιου διαστήματος | | 3 |

Με το πέρας του πρώτου σταδίου η ράβδος σιλκόνης έχει τοποθετηθεί στο έλυτρο και οι δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι έχουν ανακατασκευαστεί πάνω από αυτή, έχει δημιουργηθεί μια αγκύλη μεταξύ του επιπολής και του εν τω βάθει καμπτήρα στο ύψος των ελμινθοειδών μυών και έχουν ολοκληρωθεί τυχόν απαραίτητες δευτερογενείς επεμβάσεις (Εικόνα 59). Μετά την αφαίρεση της ισχαιμης περίδεσης, την αιμόσταση και τη σύγκλιση του δέρματος τοποθετείται ραχιαίος νάρθηκας με άφθονο υπόστρωμα με τον οποίο ο καρπός διατηρείται σε 30 μοίρες κάμψη, οι μετακαρποφαλαγγικές αρθρώσεις σε 70 μοίρες κάμψη και οι μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις σε θέση ηρεμίας με μερικές μοίρες κάμψη. Το άκρο τοποθετείται σε ανάρροπη θέση.

Φυσιοθεραπεία μετά το στάδιο 1

Ο ραχιαίος νάρθηκας διατηρείται για τις πρώτες 1 έως 2 εβδομάδες έως ότου υποχωρήσει ο τοπικός ερεθισμός από το χειρουργικό τραύμα. Είναι όμως σημαντικό η παθητική φυσιοθεραπεία του δακτύλου να ξεκινήσει ο συντομότερο δυνατόν μετά την επέμβαση. Ο ασθενής διδάσκεται από την τρίτη κιόλας μετεγχειρητικά ημέρα να κινητοποιεί παθητικά το δάκτυλό του με στόχο να επιτευχθεί πλήρες παθητικό εύρος κίνησης σε κάμψη και σε έκταση πριν από το δεύτερο στάδιο. Στον ασθενή πρέπει να τονιστεί ότι κάθε άρθρωση θα πρέπει να κινητοποιείται ξεχωριστά και να επιτυγχάνεται σε αυτήν το μέγιστο δυνατό εύρος κίνησης (Εικόνα 60). Το φυσιοθεραπευτικό πρόγραμμα συνεχίζει καθ' όλη τη διάρκεια των τριών μηνών που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο σταδίων. Το βάρος της μετεγχειρητικής φυσιοθεραπείας των μικρών παιδιών επωμίζονται οι γονείς τους.

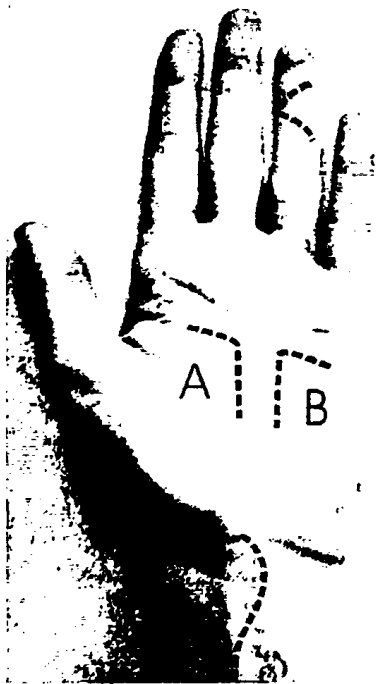


Εικόνα 60. Μετά το πρώτο στάδιο της επέμβασης ακολουθεί παθητική κινησιοθεραπεία.

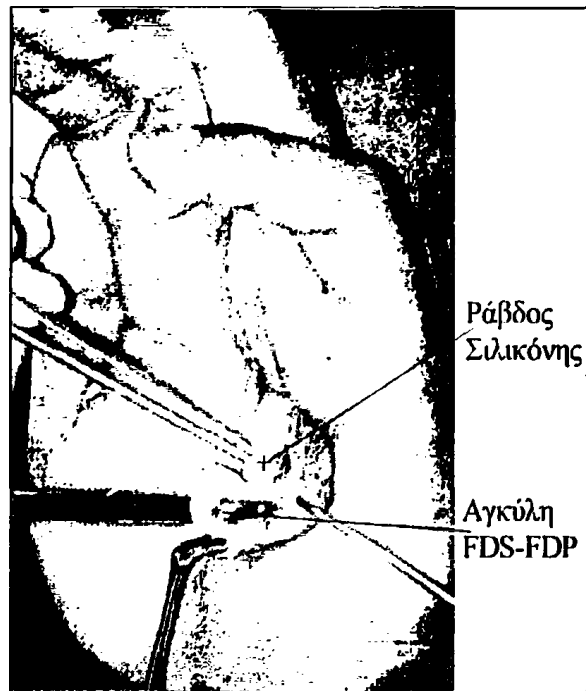
Στάδιο II

Το δεύτερο στάδιο της επέμβασης διενεργείται μετά από μια περίοδο τριών μηνών. Ο χρόνος αυτός είναι απαραίτητος για να ολοκληρωθεί ο σχηματισμός του ψευδοελύτρου γύρω από τη ράβδο σιλικόνης. Έχει αναφερθεί η διενέργεια του σταδίου 2 και σε συντομότερο χρονικό διάστημα (σε ασθενείς με έντονη υμενίτιδα από σιλικόνη που δεν ελεγχόταν με άλλο τρόπο) ή σε πολύ απώτερο χρόνο (μέχρι και δύο έτη μειεχειρητικά) (δείτε «Τροποποιήσεις της τεχνικής»). Ο ασθενής υποβάλλεται σε γενική αναισθησία και προετοιμάζεται όπως και στο στάδιο I. Η χειρουργική προσπέλαση γίνεται με τρεις δερματικές τομές: μια μικρή γωνιώδη τομή στην άπω φάλαγγα, μια τομή τύπου Γ με βάση το θέναρ ή το οπισθέναρ, επί αυτής που έχει χρησιμοποιηθεί στο πρώτο στάδιο και μια σχήματος επιμηκυμένου S (lazy S) στο περιφερικό τεταρτημόριο του αντιβραχίου (Εικόνα 61). Είναι δυνατόν, εάν εντοπιστούν προβλήματα στην αναγνώριση των καμπτήρων τενόντων, οι τομές της παλάμης και του αντιβραχίου να ενοποιηθούν και η προσπέλαση να γίνει δια του εγκαρσίου συνδέσμου, δεν είναι όμως επιθυμητό να γίνει εκ νέου προσπέλαση της ζώνης 2 διά του ψευδοελύτρου, το οποίο πρέπει να παραμένει ακέραιο.

Η επέμβαση αρχίζει με την τομή στην παλάμη διά της οποίας αναγνωρίζονται η ήδη επουλωθείσα αγκύλη μεταξύ επιπολής και εν τω βάθει καμπήρα και το κεντρικό άκρο της ράβδου σιλικόνης (Εικόνα 62).



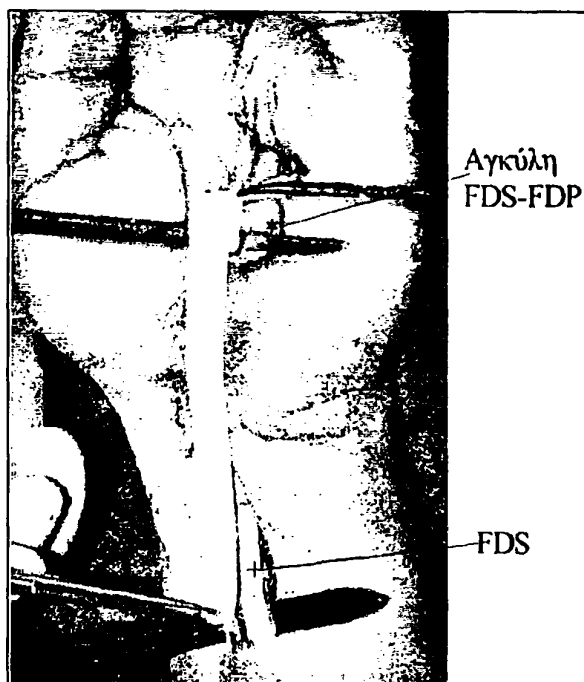
Εικόνα 61. Οι δερματικές τομές που χρησιμοποιούνται κατά το δεύτερο στάδιο της επέμβασης (δείτε και εικόνα 49).



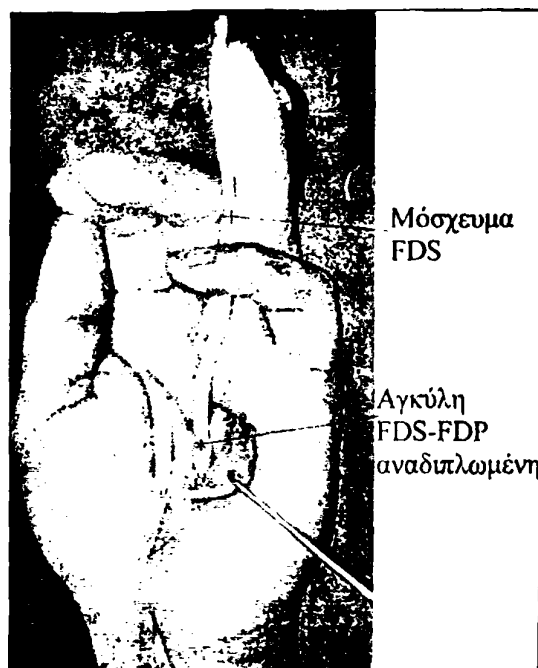
Εικόνα 62. Διά της τομής στην παλάμη αναγνωρίζονται η ράβδος σιλικόνης και η αγκύλη επιπολής-εν τω βάθει καμπήρα.

Η ανεύρεση της αγκύλης εξαιτίας του όγκου της δεν είναι συνήθως δυσχερής και είναι πάντως ευχερέστερη από την εύρεση μόνο του εν τω βάθει καμπτήρα όταν εφαρμόζεται η τεχνική Hunter. Εάν αντιμετωπιστούν δυσκολίες οδηγό σημείο αποτελεί ο ελμινθοειδής μυς, ο οποίος εκφύεται από τον εν τω βάθει καμπτήρα του πάσχοντος δακτύλου. Υποβοηθητικές μπορεί να είναι οι τεχνικές σήμανσης της αγκύλης που αναφέρθηκαν στο στάδιο I. Εάν η αγκύλη είναι ιδιαίτερα ογκώδης ή παρουσιάζει συμφύσεις μεταξύ των σκελών τους αυτές μπορούν να λυθούν χειρουργικά. Δεδομένου ότι η αγκύλη παραμένει στη ζώνη 3 μετά την αναδιπλωσή της, η συμφυσιόλυση εκεί δεν δημιουργεί συνήθως κλινικό πρόβλημα. Στη σειρά των ασθενών αυτών λέπτυνση ογκώδους αγκύλης απαιτήθηκε σε 2 από τους 28 ασθενείς.

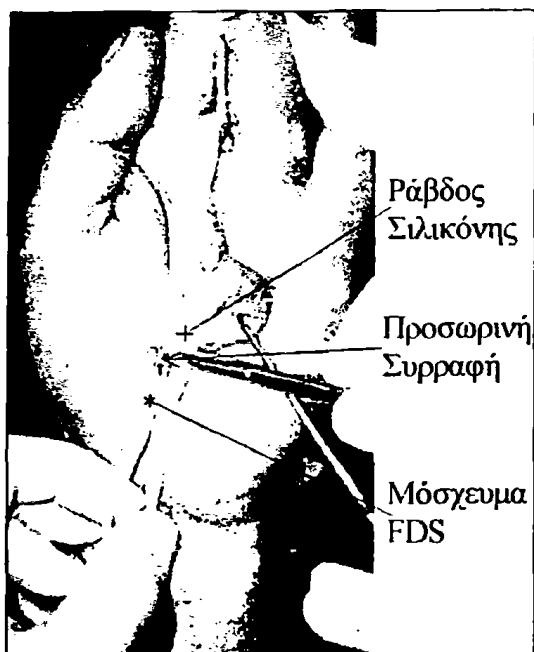
Στη συνέχεια με την προσπέλαση του άνω αντιβραχίου αναγνωρίζεται ο επιπολής καμπτήρας του πάσχοντος δακτύλου. Σε αυτό βοηθούν η γνώση της ανατομικής κατανομής των καμπτήρων περίξ του εγκαρσίου συνδέσμου (Δείτε «Ανατομία», εικόνα 8), αλλά η επιλογή του σωστού καμπτήρα μπορεί να επιβεβαιωθεί και με την εφαρμογή έλξης στα σκέλη της αγκύλης στο τραύμα της παλάμης, η οποία μεταφέρεται στον αντίστοιχο καμπτήρα. Το μήκος του μοσχεύματος που θα χρειαστεί από την αγκύλη ως την άνω φάλαγγα μετράται με μια φακαρόλα και η μέτρηση αυτή μεταφέρεται κατά μήκος του επιπολής καμπτήρα (Εικόνα 63). Ο επιπολής καμπτήρας διατέμνεται 2 έως 3 εκατοστά εγγύτερα αυτής της μέτρησης ώστε να είμαστε βέβαιοι ότι υπάρχει επαρκές μήκος. Εάν στο επίπεδο της διατομής υπάρχουν μυϊκές ίνες προσφυόμενες στον τένοντα (μυοτενοντώδες όριο) τότε μετά τη διατομή του, αυτές



Εικόνα 63. Το απαιτούμενο μήκος του μοσχεύματος του επιπολής καμπτήρα υπολογίζεται με μια φακαρόλα.



Εικόνα 64. Το μόσχευμα του επιπολής καμπτήρα φέρεται από το τραύμα του αντιβραχίου στο τραύμα της παλάμης.



Εικόνα 65. Το τενόντιο μόσχευμα συρράπτεται προσωρινά στη ράβδο σιλικόνης.

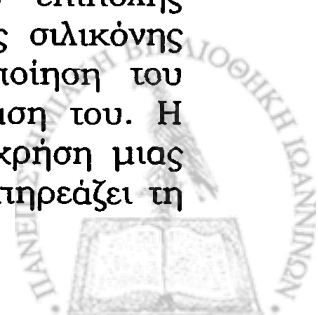


Εικόνα 66. Μετά την απόσυρση της ράβδου σιλικόνης από το ψευδοέλυτρο το τενόντιο μόσχευμα έχει έλθει στην άπω φάλαγγα όπου και σταθεροποιείται προσωρινά για να υπολογιστεί η τελική του τάση.

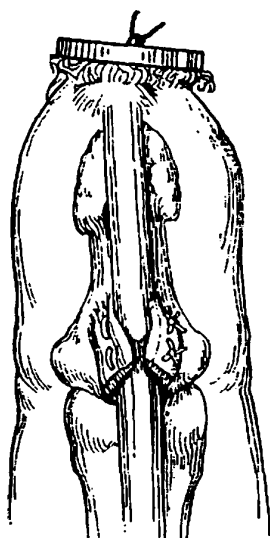
καθαρίζονται. Εάν δε ο επιπολής καμπτήρας είναι σε αυτό το σημείο του εξαιρετικά αποπεπλατυσμένος μπορεί αυτός να διαμορφωθεί σε κυλινδρικό σχήμα με τη χρήση μερικών απλών ραμμάτων.

Στη συνέχεια με έλξη του σκέλους της αγκύλης που αντιστοιχεί στον επιπολής καμπτήρα αυτός φέρεται από το τραύμα του αντιβραχίου στο τραύμα της παλάμης (Εικόνα 64). Εάν διαπιστωθούν δυσκολίες στη δίοδο του επιπολής καμπτήρα διά του εγκαρσίου συνδέσμου είναι προτιμότερο να ενωθούν οι δύο δερματικές τομές και να γίνει ανοικτή προσπέλαση του εγκαρσίου συνδέσμου από το να επιχειρείται χωρίς άμεση όραση παρασκευή του επιπολής καμπτήρα στην περιοχή του εγκαρσίου συνδέσμου. Η διεκβολή αυτή πάντως του επιπολής καμπτήρα συνήθως γίνεται χωρίς προβλήματα. Ακολουθεί η προσωρινή καθήλωση του ελεύθερου άκρου του επιπολής καμπτήρα στο εγγύς άκρο της ράβδου σιλικόνης με 2 ή 3 ράμματα (Εικόνα 65).

Με την τρίτη δερματική τομή στην άπω φάλαγγα αναγνωρίζεται η ράβδος σιλικόνης και το υπόλειμμα της κατάφυσης του εν τω βάθει καμπτήρα, αφαιρούνται τα ράμματα και το κουμπί στη ράχη του δακτύλου και έλκοντας τη ράβδο σιλικόνης από το περιφερικό της άκρο στο τραύμα της άπω φάλαγγας την αφαιρούμε από το έλυτρο και παράλληλα αυτή συμπαρασύρει το προσωρινά συρραφθέν μόσχευμα του επιπολής καμπτήρα διά του ελύτρου στην άπω φάλαγγα. Η ράβδος σιλικόνης αφαιρείται και πετιέται και γίνεται προσωρινή σταθεροποίηση του μοσχεύματος στην άπω φάλαγγα για να υπολογιστεί η τάση του. Η προσωρινή αυτή σταθεροποίηση μπορεί να γίνει ή με τη χρήση μιας ελαφριάς λαβίδας συλλήψεως, ώστε το βάρος της να μην επηρεάζει τη



θέση του δακτύλου ή με τη χρήση διαδερμικών υποδερμικών βελονών, οι οποίες καθλώνουν προσωρινά τον τένοντα στο δέρμα του πολφού (Εικόνα 66). Ο υπολογισμός της τάσης του μοσχεύματος γίνεται εμπειρικά έτσι ώστε το πάσχον δάκτυλο να φέρεται σε λίγο μεγαλύτερη κάμψη συγκρινόμενο με τα παρακείμενα καθ' όλο το εύρος της παθητικής κίνησης του καρπού. Η παθητική κίνηση του καρπού με το φαινόμενο της τενόδεσης προκαλεί κάμψη και έκταση στα δάκτυλα δίνοντάς μας έτσι μια εκτίμηση των τάσεων που αναπτύσσονται στους τένοντες. Ο χειρισμός αυτός μπορεί να χρειαστεί να επαναληφθεί μερικές φορές καθλώνοντας σε διαφορετικό μήκος το τενόντιο μόσχευμα στην άπω φάλαγγα ώστε να είμαστε βέβαιοι ότι έχει επιτευχθεί η επιθυμητή τάση. Στη συνέχεια ολοκληρώνεται η καθήλωση του μοσχεύματος στην άπω φάλαγγα όπως περιγράφεται στο πρώτο στάδιο (εικόνα 56) με διεκβαλλόμενο ράμμα (pull-out suture) και κουμπί. Μια τεχνική λεπτομέρεια είναι ότι, εάν δεν είναι διαθέσιμο ράμμα με οπλισμένες δύο βελόνες στην άκρη του, το διεκβαλλόμενο ράμμα θα πρέπει πρώτα να τοποθετηθεί διά του δέρματος της ράχης άπω φάλαγγας προς το παλαμιαίο τραύμα και αφού γίνουν 2 ή 3 περάσματα εκατέρωθεν του ελεύθερου άκρου του καμπιήρα τένοντα το ίδιο ράμμα να προωθηθεί από το παλαμιαίο τραύμα προς τη ράχη του δακτύλου. Ο χειρισμός αυτός γίνεται έτσι ώστε να μην δημιουργείται κόμπος μέσα στο χειρουργικό τραύμα και το διεκβαλλόμενο ράμμα να μπορεί να ολισθήσει ευχερώς κατά την αφαίρεσή του. Μια άλλη τεχνική καθήλωσης εφαρμόστηκε σε τρεις ασθενείς σε αυτήν τη σειρά σύμφωνα με την οποία το τενόντιο μόσχευμα διεκβλήθη από το δέρμα της κορυφής του δακτύλου και καθλώθηκε με άμεση συρραφή στο πέριξ δέρμα, αλλά και με διεκβαλλόμενο ράμμα και κουμπί στην κορυφή του δακτύλου (Εικόνα 67). Η τεχνική αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι αποφεύγονται

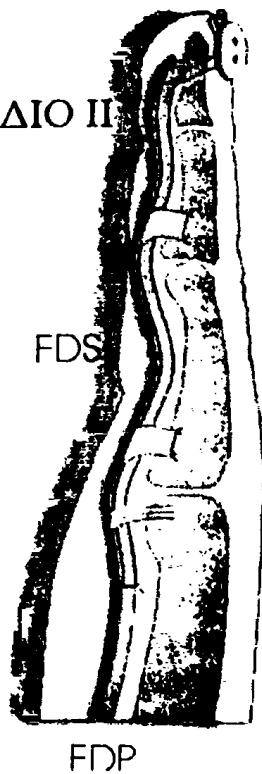


Εικόνα 67. Μια εναλλακτική μορφή καθήλωσης του μοσχεύματος στην άπω φάλαγγα με διεκβολή του από το δέρμα του πολφού και σταθεροποίηση των ραμμάτων πάνω σε κουμπί.



Εικόνα 68. Μετά το τέλος της επέμβασης η σωστή τάση του μοσχεύματος ελέγχεται. Το πάσχον δάκτυλο πρέπει να βρίσκεται σε λίγο μεγαλύτερη κάμψη από τα παρακείμενα καθ' όλο το εύρος της παθητικής κίνησης του καρπού.

ΣΤΑΔΙΟ II



Εικόνα 69. Σχηματική απεικόνιση του δευτέρου σταδίου της επέμβασης.

τραυματισμοί της μήτρας του νυχιού και κατ' επέκταση δυσμορφία του, αλλά και το μειονέκτημα ότι καταλείπει μια μικρή ουλή στην κορυφή του πολφού του δακτύλου. Γίνεται εκ νέου έλεγχος της ορθής τάσης στο μόσχευμα (Εικόνα 68), επιμελής αιμόσταση και συρραφή των τραυμάτων κατά στρώμα.

Πριν το τέλος της επέμβασης τοποθετείται ένα ισχυρό ράμμα Nylon στο ελεύθερο άκρο του νυχιού, το οποίο στη συνέχεια θα χρησιμεύσει για την εφαρμογή ενός δυναμικού πρωτοκόλλου κινητοποίησης κατά Kleinert. Εφαρμόζεται τέλος ένας ραχιαίος νάρθηκας, με άφθονο υπόστρωμα, παρόμοιος με αυτόν του σταδίου 1.

Έτσι κατά το δεύτερο στάδιο ο επιπολής καμπτήρας κόβεται και αναδιπλώνεται ως τενόντιο μόσχευμα- προέκταση του εν τω βάθει και καθλώνεται στην άπω φάλαγγα. Ο εν τω βάθει καμπτήρας έτσι λειτουργεί ως ο μοναδικός κινητήριος μυς του δακτύλου καθώς η κατάφυσή του έχει αποκατασταθεί στην άπω φάλαγγα και δρώντας με μοχλοβραχίονα κοντά στις αρθρώσεις (που τον εξασφαλίζουν οι ανακατασκευασθέντες δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι) κάμπτει το δάκτυλο (Εικόνα 69).

Στους πρώτους ασθενείς που αντιμετωπίστηκαν με αυτήν την τεχνική παρατηρήθηκε αυξημένο ποσοστό δυσμορφιών του νυχιού. Έτσι η τεχνική καθήλωσης, στην άπω φάλαγγα έχει τροποποιηθεί και το διεκβαλλόμενο ράμμα εξέρχεται τώρα στη ράχη της άπω φάλαγγας αρκετά εγγύτερα της κοίτης του νυχιού, ώστε να είμαστε βέβαιοι ότι δεν θα την τραυματίσει αντί της περιοχής δίπλα στη βάση του νυχιού.

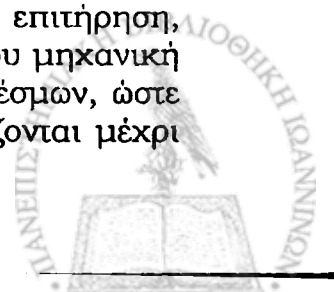


Σε έναν ασθενή ανακατασκευάστηκε ο μακρός καμπτήρας του αντίχειρα με μια τροποποίηση της τεχνικής την οποία είχε συστήσει αρχικά η *Raneva (Raneva, 1982)*, αλλά δεν έχει αναφερθεί βιβλιογραφικά η κλινική εφαρμογή της. Με αυτήν την τεχνική στο πρώτο στάδιο δημιουργείται αγκύλη του κεντρικού κολοβώματος του μακρού καμπτήρα του αντίχειρα και του μακρού παλαμικού μόλις εγγύτερα του εγκάρσιου συνδέσμου. Παράλληλα τοποθετείται ράβδος σιλκόνης στον αντίχειρα, η οποία προωθείται διά των μυών του θένaros και κόβεται σε τέτοιο μήκος ώστε το κεντρικό της άκρο να φτάνει 2 έως 3 εκατοστά εγγύτερα του εγκάρσιου συνδέσμου. Στο δεύτερο στάδιο ο μακρός παλαμικός κόβεται στο εγγύς αντιβράχιο και ανασπάται ως τενόντιο μόσχευμα διά του ψευδοελύτρου. Θα πρέπει να σημειωθεί όμως ότι ο μακρός παλαμικός είναι εξωϋμενικός τένοντας έτσι τα πλεονεκτήματα της χρήσης ενδοϋμενικού μόσχευματος δεν ισχύουν όταν εφαρμόζεται αυτή η τροποποίηση της τεχνικής, η οποία διατηρεί μόνο το πλεονέκτημα της επούλωσης της εγγύς τενοντοραφής μέχρι να διενεργηθεί το δεύτερο στάδιο της επέμβασης. Η τροποποιημένη αυτή ανακατασκευή έχει ένδειξη μόνο σε ασθενείς που έχουν υψηλές λειτουργικές απαιτήσεις από τον αντίχειρα, καθώς το πρόβλημα της παραμελημένης διατομής του μακρού καμπτήρα του αντίχειρα ή της αποτυχίας της πρωτοπαθούς συρραφής της μπορεί να λυθεί με άλλες απλούστερες τεχνικές (δείτε «Δευτεροπαθείς ανακατασκευές») χωρίς να δημιουργείται σοβαρό λειτουργικό έλλειμμα.

Φυσιοθεραπεία μετά το στάδιο II

Μετά το δεύτερο στάδιο της επέμβασης ακολουθείται ένα πρόγραμμα πρώιμης κινητοποίησης με παθητική κάμψη και δυναμική ενεργητική έκταση κατά *Kleinert* (δείτε «Πρωτοπαθής αποκατάσταση» εικόνα 35). Στον ασθενή δίνονται οδηγίες να εκτείνει ενεργητικά το δάκτυλό του στο όριο που του επιτρέπει ο ραχιαίος νάρθηκας και στη συνέχεια να χαλαρώνει ώστε το δάκτυλο να κάμπτεται παθητικά από την ελαστική ταινία που έχει συνδεθεί στο ράμμα που καθλώνεται στην κορυφή του νυχιού. Έχει σημασία να δίνονται οδηγίες στον ασθενή ώστε στα μεσοδιαστήματα να συμπληρώνει αυτό το πρόγραμμα με παθητικές εκτάσεις της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής, καθώς η κινητοποίηση κατά *Kleinert* δεν φαίνεται να είναι τόσο αποτελεσματική για την αποκατάσταση του εύρους κίνησης της άπω φάλαγγας (*Mc Grouther, 1981, Phillips, 1985*). Αυτής όμως της μορφής η κινητοποίηση έχει το σημαντικό πλεονέκτημα ότι δεν χρειάζεται συχνή επιτήρηση από εξειδικευμένο φυσιοθεραπευτή που με τα σημερινά δεδομένα είναι δύσκολο στη χώρα μας.

Ο ραχιαίος νάρθηκας και το κουμπί αφαιρούνται στις πέντε εβδομάδες και ξεκινάει ένα πρόγραμμα ενεργητικής κινητοποίησης. Το πρόγραμμα αυτό καλό είναι στα πρώτα στάδιά του να γίνεται υπό στενή επιτήρηση, καθώς ο ασθενής θα πρέπει να εφαρμόζει με το υγιές χέρι του μηχανική υποστήριξη στα σημεία ανακατασκευής δακτυλιοειδών συνδέσμων, ώστε αυτοί να ανταποκριθούν στις αυξημένες τάσεις που εφαρμόζονται μέχρι



την πλήρη επούλωσή τους, ενώ παράλληλα θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι κινητοποιούνται επαρκώς όλες οι φαλαγγο-φαλαγγικές αρθρώσεις. Ένας άλλος λόγος για τη στενή φυσιοθεραπευτική παρακολούθηση είναι ότι θα πρέπει να καταγράφεται η πρόοδος του ασθενούς, καθώς το άμεσο μετεγχειρητικό διάστημα ο ασθενής δεν πετυχαίνει το μέγιστο της δυνατής κίνησης' το λειτουργικό μήκος του κινητήριου μυ (εν τω βάθει καμπήρα) προσαρμόζεται σταδιακά στις νέες τάσεις που εφαρμόζονται μέσα στους πρώτους μήνες μετά το χειρουργείο. Έτσι ο ασθενής παρατηρώντας ότι το δάκτυλό του δεν έχει πλήρες εύρος κίνησης άμεσα μετεγχειρητικά απογοητεύεται και αμελεί την εφαρμογή του φυσιοθεραπευτικού προγράμματος. Αντίθετα, εάν η κίνηση που μπορεί να επιτύχει καταγράφεται είναι εύκολο γι' αυτόν να δει το ρυθμό βελτίωσης και να επιτείνει τις φυσιοθεραπευτικές προσπάθειες. Εάν στη μετεγχειρητική περίοδο διαπιστωθούν ελλείμματα εκτάσεως σε κάποιες αρθρώσεις αυτά είναι δυνατόν να αποκατασταθούν είτε με έντονη παθητική φυσιοθεραπεία των αρθρώσεων είτε με τη χρήση νυχτερινών ναρθήκων έκτασης. Η εφαρμογή των νυχτερινών ναρθήκων έκτασης, ιδιαίτερα στην άπω φαλαγγο-φαλαγγική, αν και μπορεί να είναι δύσκολη αποδίδει καλά αποτελέσματα.

Ιδιαίτερη μνεία θα πρέπει να γίνει στο φυσιοθεραπευτικό πρόγραμμα που εφαρμόζεται στα παιδιά, που δεν είναι σε ηλικία για να συνεργαστούν για να εφαρμοσθεί ένα πρόγραμμα τύπου Kleinert. Στα παιδιά αυτά (ηλικίας κάτω των 6 ετών συνήθως) εφαρμόζεται ο ίδιος ραχιαίος νάρθηκας με άφθονο υπόστρωμα στην παλάμη και δίνεται στους γονείς η οδηγία να κινητοποιούν πολλές φορές ημερησίως παθητικά το δάκτυλο σε κάμψη και σε έκταση. Μετά την αφαίρεση του γύψινου νάρθηκα και του κουμπιού στις τέσσερις εβδομάδες μπορεί να ξεκινήσει ενεργητική κινητοποίηση του χεριού με τη χρήση παιχνιδιών, αλλά θα πρέπει το παιδί να είναι υπό επιτήρηση ώστε να μην ασκηθούν από τραυματισμό βίαιες δυνάμεις έκτασης στο δάκτυλο. Για τα μεγαλύτερα από αυτά τα παιδιά τα ηλεκτρονικά παιχνίδια χειρός παρέχουν έναν εύκολο τρόπο κινητοποίησης. Όπως ισχύει για τους ενήλικες, τα αποτελέσματα στα παιδιά βελτιώνονται σε περίοδο μηνών ή και έτους μετά τη διενέργεια του δεύτερου σταδίου. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης όμως, θα πρέπει το παιδί να παρακολουθείται, έτσι ώστε τυχόν εγκατάσταση συγκάμψεων να εντοπίζεται σύντομα και να αντιμετωπίζεται με φυσιοθεραπεία και νυχτερινούς νάρθηκες.



Τροποποιήσεις της τεχνικής

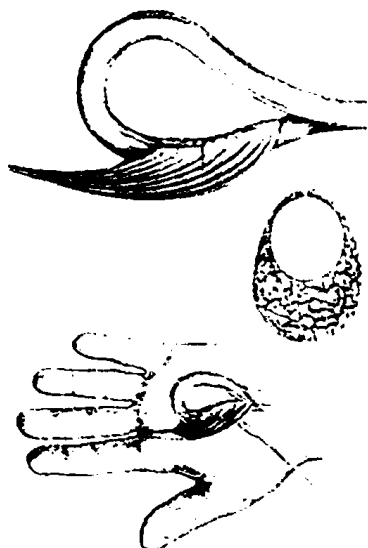
Παρότι η χειρουργική τεχνική είναι ουσιαστικά η ίδια σε όλες τις προηγούμενες δημοσιευμένες σειρές της μεθόδου, μικρές τροποποιήσεις τόσο στη χειρουργική τεχνική όσο και στο μετεγχειρητικό φυσιοθεραπευτικό πρόγραμμα έχουν περιγραφεί.

Στη διάρκεια του σταδίου I η αγκύλη μεταξύ επιπολής και εν τω βάθει καμπήρα μπορεί να γίνει είτε με συρραφή κατά Kessler (Naam, 1997) είτε χρησιμοποιώντας την τεχνική fish mouth, η οποία συνίσταται στην επιμήκη διάνοιξη του ελεύθερου άκρου του ενός τένοντα και τη συρραφή του άλλου μεταξύ των χειλών αυτής της διάνοιξης (Brug, 1998). Οι ισχυρότερες αυτές τεχνικές συρραφής της αγκύλης ή η χρήση μη απορροφήσιμων ραμμάτων κατά την άποψή μας δεν δικαιολογείται, καθώς δεν εφαρμόζονται τάσεις σε αυτήν την τενοντοραφή μέχρι και την επούλωσή της. Μερικοί συγγραφείς αναδιπλώνουν τη μυϊκή γαστέρα των ελμινθοειδών πάνω από αυτήν τη συρραφή για να την προστατέψουν από τυχόν δημιουργία συμφύσεων (Εικόνα 70) (Brug, 1979, 1998, Chuinard, 1980). Μια τέτοιου τύπου βράχυνση του λειτουργικού μήκους των ελμινθοειδών όμως, εμπεριέχει τον κίνδυνο της ανάπτυξης παράδοξης έκτασης της εγγύς φαλαγγο-φαλαγγικής στην προσπάθεια κάμψης του δακτύλου (δάκτυλο των σφικτών ελμινθοειδών – lubrical plus finger). Στη σειρά που παρουσιάζουμε αποφεύχθηκε η αναδιπλωση αυτή των ελμινθοειδών και κανένας ασθενής μας δεν εμφάνισε την επιπλοκή αυτή ούτε παρατηρήθηκε θετική δοκιμασία Bunnell για τους σφικτούς ελμινθοειδείς κατά τη μετεγχειρητική παρακολούθηση.

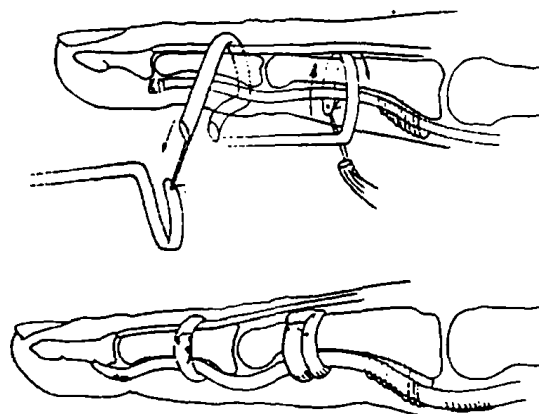
Ως υλικό για την ανακατασκευή των δακτυλιοειδών συνδέσμων εκτός από τους αφαιρεθέντες τένοντες έχει περιγραφεί η χρήση του μακρού παλαμικού (Chuinard, 1980) και τμήματος της ραχιαίας περιτονίας του καρπού (extensor retinaculum) (Alnot, 1996). Ως τεχνική ανακατασκευής δακτυλιοειδών συνδέσμων έχει αναφερθεί και η τεχνική της περιέλιξης μοσχεύματος γύρω από τη φάλαγγα και κάτω από τους εκτεινόντες (Εικόνα 71) (Brug, 1998), αλλά παρότι είναι μηχανικά ισχυρότερη απαιτεί ύπαρξη άφθονου τένοντιου μοσχεύματος για να πραγματοποιηθεί και δεν είναι κατάλληλη για παιδιά. Η σταθεροποίηση της ράβδου σιλικόνης μόνο στο κολόβωμα της κατάφυσης του εν τω βάθει καμπήρα (χωρίς δηλαδή τη χρησιμοποίηση διεκβαλλόμενου ράμματος και κουμπιού, Εικόνα 72) έχει αναφερθεί ότι είναι επαρκής (Kessler, 1972, Winspur, 1978, Brug, 1979, Naam, 1997).

Μια μακρότερη περίοδος ακινητοποίησης μετά τη διενέργεια του πρώτου σταδίου διάρκειας δύο εβδομάδων έχει υποστηριχθεί από μερικούς συγγραφείς (Brug, 1979, 1998, Chuinard, 1980), αλλά θα μπορούσε να αυξήσει τη δυσκαμψία των αρθρώσεων χωρίς να έχει κάποια εμφανή πλεονεκτήματα δεδομένου ότι την περίοδο εκείνη δεν εφαρμόζονται τάσεις σε καμία τενοντοραφή.





Εικόνα 70. Μερικοί συγγραφείς υποστηρίζουν την αναδίπλωση του ελμινθοειδούς γύρω από την τενοντοραφή της αγκύλης (δείτε κείμενο).

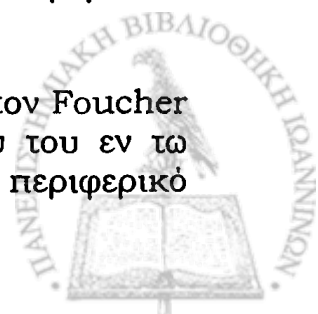


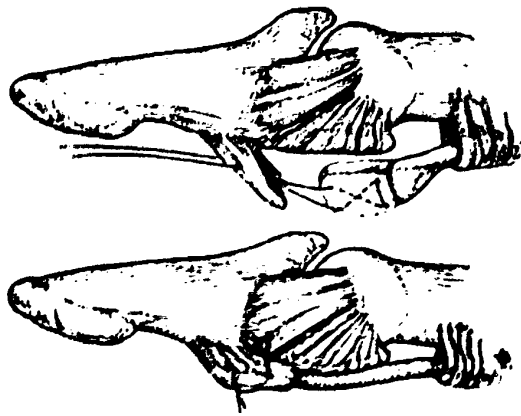
Εικόνα 71. Η τεχνική της ανακατασκευής δακτυλιοειδών συνδέσμων με αναδίπλωση τενόντιου υλικού γύρω από τη φάλαγγα.

Έχει αναφερθεί η διενέργεια του σταδίου II σε χρόνο συντομότερο από το συνηθισμένο μέχρι 8 έως 10 εβδομάδες μετά το στάδιο 1 (*Brug, 1979, Chuinard, 1980*). Στο στάδιο II σημαντικές δυνάμεις ασκούνται στην περιοχή της περιφερικής καθήλωσης του τενόντιου μοσχεύματος και έτσι όλοι ανεξαιρέτως οι συγγραφείς συστήνουν τη χρήση διεκβαλλόμενου ράμματος και κουμπιού και την απευθείας συρραφή του μοσχεύματος στο υπόλειμμα του εν τω βάθει καμπτήρα. Η καθήλωση αυτή μπορεί να ενισχυθεί εάν ο τένοντας περαστεί μέσα από ένα οστικό τούνελ στην άπω φάλαγγα (Εικόνα 73) (*Kessler, 1972*), τεχνική που προφανώς δεν είναι κατάλληλη για παιδιά.

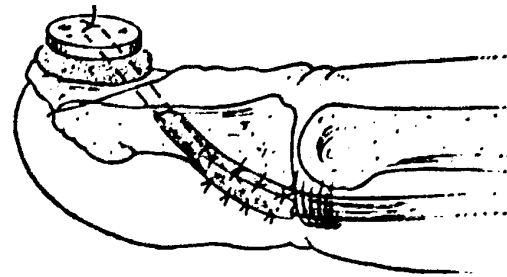
Η κινητοποίηση μετά το δεύτερο στάδιο με το πρόγραμμα Kleinert έχει περιγραφεί και από άλλους συγγραφείς (*Winspur, 1978, Brug, 1979, Chuinard, 1980, Naam, 1997*). Σε μερικές από αυτές τις αναφορές η αφαίρεση του νάρθηκα γινόταν γρηγορότερα (στις τρεις αντί των πέντε εβδομάδων), παρ'όλο που η έναρξη ενεργητικής κινησιοθεραπείας καθυστερούσε μετά την πέμπτη εβδομάδα. Κάποιοι συγγραφείς (*Alnot, 1996, Naam, 1997*) χρησιμοποιούν εξαρχής ένα ελεγχόμενο ενεργητικό πρωτόκολλο κινητοποίησης, ενώ ένα ακόμα επιθετικότερο πρωτόκολλο με μόνο πέντε ημέρες τοποθέτηση ραχιαίου νάρθηκα και άμεση έναρξη ενεργητικής κινητοποίησης περιγράφεται από την *Panava (1982)*. Η εφαρμογή όμως τέτοιων πρώιμων πλήρως ενεργητικών προγραμμάτων κινησιοθεραπείας προϋποθέτει στενή εξειδικευμένη φυσιοθεραπευτική παρακολούθηση που επί του παρόντος είναι πολύ δύσκολη για τα ελληνικά δεδομένα.

Μια πιο ριζική τροποποίηση της τεχνικής περιγράφηκε από τον *Foucher* το 1978 και περιελάμβανε τη δημιουργία αγκύλης μεταξύ του εν τω βάθει καμπτήρα και του μακρού παλαμικού στο περιφερικό





Εικόνα 72. Η καθήλωση της ράβδου σιλκόνης μόνο στο υπόλειμμα της κατάφυσης του εν τω βάθει καμπτήρα κατά το πρώτο στάδιο.



Εικόνα 73. Η τεχνική της περιφερικής καθήλωσης του τενόντιου μοσχεύματος με τη χρήση οστικού τούνελ.

τεταρτημόριο του αντιβραχίου. Η τεχνική αυτή με τη χρήση ενός εξωύμενικού τενόντιου μοσχεύματος, το οποίο δεν είναι ανατομικά σταθερό και την ανάγκη της τοποθέτησης μακριάς ράβδου σιλκόνης μέχρι τη μεσότητα περίπου του αντιβραχίου δεν φαίνεται να έχει εμφανή πλεονεκτήματα έναντι αυτής που περιγράψαμε. Η εφαρμογή της στον αντίχειρα περιγράφεται μαζί με τη χειρουργική τεχνική του δεύτερου σταδίου. Η τροποποιημένη κατά Paneva τεχνική έχει χρησιμοποιηθεί για την ανακατασκευή «δακτύλου του επιπολής καμπτήρα» (*superficialis finger*) με την κατάφυση του μοσχεύματος στη μέση φάλαγγα και αρθρόδεση της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής (δείτε «Γενικό μέρος: Δευτεροπαθής αποκατάσταση») είτε ως αρχική τεχνική ανακατασκευής (*Chuinard, 1980*) είτε ως επέμβαση που αντιμετώπιζε την επιπλοκή της περιφερικής ρήξης του μοσχεύματος (*Alnot, 1996*).

Εάν για κάποιο λόγο ο επιπολής καμπτήρας του τραυματισμένου δακτύλου δεν υφίσταται, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο επιπολής καμπτήρας ενός παρακείμενου τραυματισμένου δακτύλου ως τενόντιο μόσχευμα, αφού πρώτα συρραφθεί στο πρώτο στάδιο σε αγκύλη με τον εν τω βάθει καμπτήρα του πάσχοντος δακτύλου (*Brug, 1979*). Στις περιπτώσεις που η λειτουργία του κινητήριου μυ για την ανακατασκευή μας (δηλαδή του εν τω βάθει καμπτήρα του δακτύλου) είναι απύσχα ή τίθεται υπό αμφισβήτηση η τεχνική μπορεί να τροποποιηθεί, ώστε να χρησιμοποιηθεί ο επιπολής καμπτήρας του ίδιου δακτύλου ή ενός παρακείμενου δακτύλου ως κινητήριος μυς (*Wehbe, 1986*). Παρ'ότι η χρήση του επιπολής καμπτήρα ως κινητήριου και του εν τω βάθει ως τενόντιο μόσχευμα με αυτή την τεχνική θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε όλους τους ασθενείς αποδίδοντας έτσι πλήρως ανεξάρτητη κίνηση στο πάσχον δάκτυλο σε σχέση με τα παρακείμενα, αυτή εμφανίζει δύο θεωρητικά τουλάχιστον μειονεκτήματα. Είναι γνωστό ότι για να επιτευχθεί πλήρης κάμψη του δακτύλου απαιτούνται τουλάχιστον 7 εκατοστά διαδρομής του τένοντα (*Horibe, 1990, McGrouther, 1981, Wehbe, 1985*) και το λειτουργικό μήκος των μυϊκών ινών του εν τω βάθει καμπτήρα είναι κατά μέσο όρο 6,6 εκατοστά για όλα τα δάκτυλα με

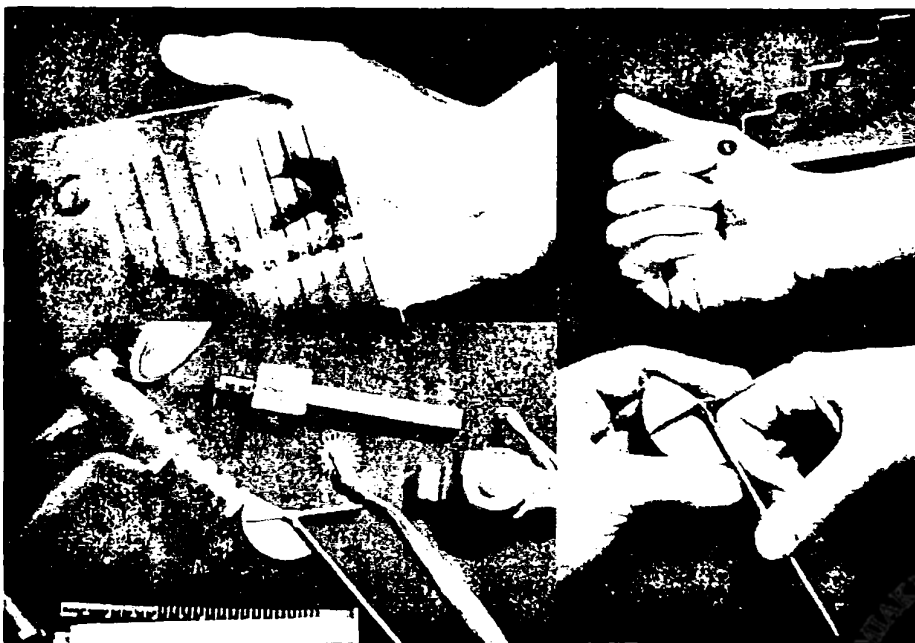
αποτέλεσμα να τον καθιστά κατάλληλο για αυτή τη λειτουργία. Αντίθετα, το λειτουργικό μήκος των μυϊκών ινών του επιπολής καμπτήρα διαφέρει μεταξύ των δακτύλων (δείτε «Γενικό μέρος: Ανατομία») με αποτέλεσμα να μην είναι βέβαιο ακόμα και μετά την προσαρμογή τους στη νέα λειτουργία αν θα μπορούν να αποδώσουν το επιθυμητό εύρος κίνησης. Ένας δεύτερος λόγος που κάνει προτιμητέα τη χρήση του εν τω βάθει καμπτήρα ως κινητήριου μυ είναι η ύπαρξη της έκφυσης των ελμινθοειδών στο περιφερικό του τμήμα. Έτσι η συνεργική σύσπαση των ελμινθοειδών του πάσχοντος δακτύλου με τους παρακειμένους υγιείς στην περίοδο μετά τον τραυματισμό πιθανώς να είναι η αιτία που η μυϊκή γαστέρα των εν τω βάθει καμπτήρων διατηρείται εναργής (πολύ δε περισσότερο καθώς η μυϊκή αυτή γαστέρα είναι κοινή για όλα τα δάκτυλα μέχρι και περιφερικότερα της μεσότητας του αντιβραχίου) μέχρι την περίοδο της αποκατάστασης. Στις τριάντα ανακατασκευές που περιγράφουμε σε αυτήν τη διατριβή δεν παρατηρήθηκε ρίκνωση της μυϊκής γαστέρας του εν τω βάθει καμπτήρα σε τέτοιο βαθμό που να μη λειτουργεί ο κινητήριος μυς στα ανακατασκευασμένα δάκτυλα. Το ίδιο ισχύει για μια ανακατασκευή που περιγράφουμε δυόμισι έτη μετά τον αρχικό τραυματισμό και μια που περιγράφουν οι Wehbe και συνεργάτες (1985) τρεισήμισι έτη μετά τον αρχικό τραυματισμό. Αντίθετα, δεν υπάρχει εμπειρία για τη λειτουργικότητα της μυϊκής γαστέρας του επιπολής καμπτήρα μετά από παρατεταμένη κινητοποίηση και έτσι επί του παρόντος δεν μπορούμε να συστήσουμε χρήση αυτού του μυός ως κινητήριο σε όλους τους ασθενείς παρά μόνο σε αυτούς που για κάποιο λόγο έχουν χάσει τη λειτουργία της γαστέρας του εν τω βάθει καμπτήρα.



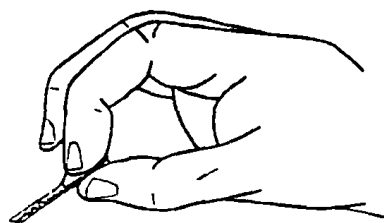
Μετεγχειρητική εκτίμηση

Στη μετεγχειρητική εκτίμηση των ασθενών ακολουθήθηκε ένα πρωτόκολλο που στόχευε στο να απαντηθούν τα ερωτήματα που τέθηκαν στην αρχή αυτής της μελέτης (δείτε «Ειδικό μέρος: Εισαγωγή στη τεχνική»). Η εκτίμηση όλων των ασθενών έγινε με προσωπικές συνεντεύξεις από τον συγγραφέα του παρόντος. Προηγείτο λήψη λεπτομερούς ιστορικού για να συμπληρωθούν τυχόν κενά που υπήρχαν στο μέχρι τότε αρχείο του ασθενούς.

Η κλινική εκτίμηση ξεκινούσε με τη μέτρηση του παθητικού και του ενεργητικού εύρους κινήσεως. Για τις μετρήσεις αυτές χρησιμοποιήθηκε γωνιόμετρο ειδικής κατασκευής για μετρήσεις στη ραχιαία επιφάνεια του δακτύλου, το οποίο είχε διαβαθμίσεις ανά δύομισι μοίρες. Για κάθε άρθρωση του δακτύλου λαμβάνονταν τρεις διαφορετικές μετρήσεις ζητώντας από τον ασθενή να διατηρήσει το άκρο χέρι σε θέση γροθιάς για την μέτρηση του ενεργητικού εύρους κάμψης. Στη συνέχεια μετρήθηκε το παθητικό εύρος κίνησης σε κάμψη και σε έκταση του δακτύλου εφαρμόζοντας δύναμη στην άπω φάλαγγα από το χέρι του εξεταστή. Για τις μετρήσεις στην άπω φαλαγγο-φαλαγγική, ακινητοποιούταν η εγγύς φαλαγγο-φαλαγγική σε μέγιστη έκταση από τον εξεταστή, και αυτό γιατί, σε ασθενείς με σχεδόν πλήρες εύρος κίνησης δεν είναι δυνατό να εφαρμοστεί το γωνιόμετρο στην άπω φαλαγγο-φαλαγγική, καθώς αυτή εφάπτεται σχεδόν της παλάμης σε θέση γροθιάς. Οι τρεις αυτές μετρήσεις λαμβάνονταν σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της συνέντευξης από το πάσχον και το αντίστοιχο υγιές δάκτυλο του άλλου χεριού. Ο μέσος όρος των μετρήσεων στρογγυλοποιημένος ανά πέντε μοίρες καταγραφόταν. Η μέτρηση της απόστασης μεταξύ του

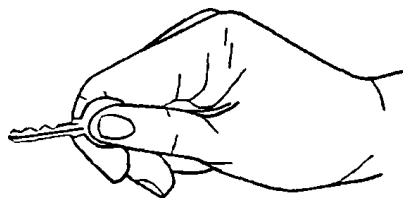


Εικόνα 74. Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στην εκτίμηση των ασθενών. Οι τρόποι εκτίμησης του εύρους κίνησης.



Λεπτή σύλληψη

Εικόνα 75. Σχηματική απεικόνιση της λεπτής και πλάγιας σύλληψης.

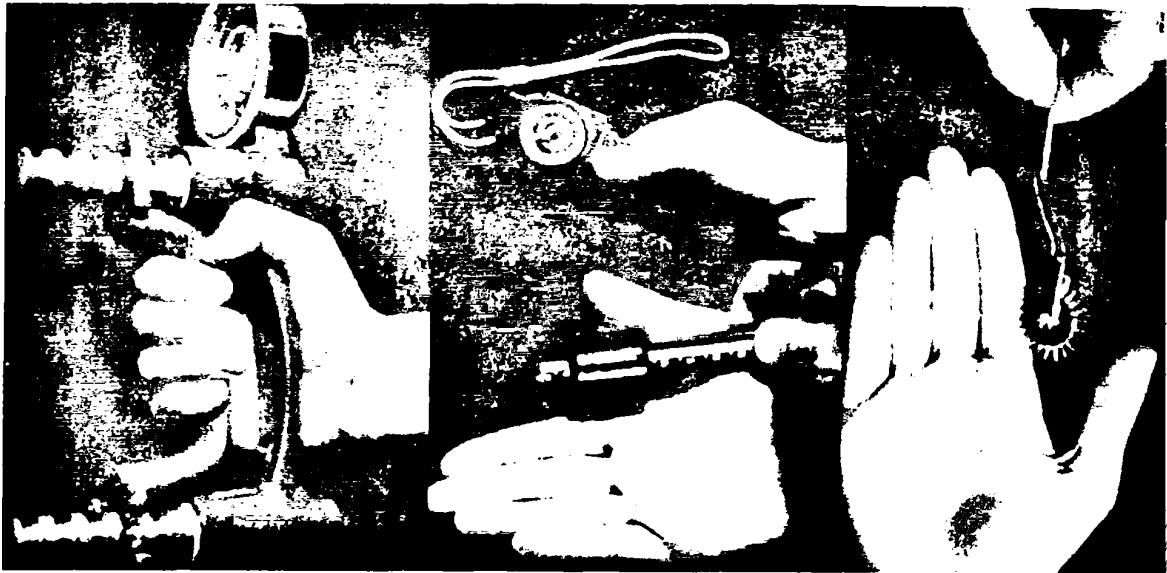


Πλαγία σύλληψη

πολφού του δακτύλου και της άπω χειρομαντικής γραμμής (pulp to distal flexion crease distance) γινόταν με τη χρήση ειδικού διαφανούς χάρακα (Εικόνα 74).

Η δύναμη δραγμού μετρήθηκε με υδραυλικό δυναμόμετρο και η δύναμη λεπτής και πλάγιας σύλληψης (Εικόνα 75) με έλασμα σύλληψης (pinch gauge) της εταιρείας Baseline (FEInk, Irvington, NY). Οι μετρήσεις αυτές επαναλαμβάνονταν τρεις φορές εναλλάξ στο πάσχον και στο υγιές χέρι. Η μέτρηση της δύναμης δραγμού γινόταν με τον ασθενή σε όρθια θέση, τον αγκώνα σε 90 μοίρες κάμψη και τη λαβή του δυναμόμετρου στην ίδια θέση (συνήθως θέση 2 ή θέση 3) αναλόγως του μεγέθους της άκρας χειρός του ασθενούς και για τα δύο χέρια. Ακολουθώντας τη σύγχρονη βιβλιογραφία δε λήφθηκαν υπόψη διαφορές μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου άκρου στις παραπάνω μετρήσεις (Armstrong, 1999). Σε παιδιά που δεν μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν δυναμόμετρο επιχειρήθηκε η μέτρηση της δύναμης δραγμού με πιεσόμετρο ενηλίκου με τον παρακάτω τρόπο: Η περιχειρίδα του πιεσόμετρου τυλιγόταν έτσι ώστε η τελική της διάμετρος να είναι περί τα 5 εκατοστά. Η πίεση στον αεροθάλαμο αυξανόταν μέχρι τα 50 χιλιοστά στήλης υδραργύρου και στη συνέχεια ζητούταν από το μικρό ασθενή να εφαρμόσει τη μεγαλύτερη δυνατή πίεση στην περιχειρίδα και καταγραφόταν η αύξηση της πίεσης άνω των 50 mmHg.

Για την εκτίμηση της αισθητικότητας χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από την συνέντευξη του ασθενούς (ύπαρξη προσατευτικής αισθητικότητας στο θερμό - ψυχρό, αντίληψη του πόνου, αντίληψη της αφής, ύπαρξη υπερβολικής αντίδρασης στα επώδυνα ερεθίσματα) και η δοκιμασία διάκρισης δύο σημείων (two-point discrimination) με τη χρήση ειδικού εργαλείου (Εικόνα 76) τόσο σαν στατική όσο και σαν δοκιμασία κινούμενων δύο σημείων (static and moving). Οι δοκιμασίες έγιναν χωρίς αποκλεισμό των σύστοιχων υγιών δακτυλικών νεύρων και πραγματοποιήθηκαν σε όλα τα τραυματισμένα δάκτυλα ανεξαρτήτως ιστορικού τραυματισμού ή αποκατάστασης του νεύρου αναζητώντας έτσι και πιθανές ιατρογενείς βλάβες. Το τελικό αποτέλεσμα ταξινομήθηκε με



Εικόνα 76. Τρόποι εκτίμησης της δύναμης δραγμού, λεπτής και πλάγιας σύλληψης και της αισθητικότητας.

βάση την κατάταξη της Αμερικανικής Εταιρείας Χειρουργικής του Χεριού για την ανάκτηση της αισθητικότητας όπως αυτή έχει τροποποιηθεί για να περιλαμβάνει και τη δοκιμασία διάκρισης δύο σημείων. Τιμές διάκρισης δύο σημείων άνω των 15 mm δεν καταγράφονταν ξεχωριστά (Mackinnon & Dellon, 1988).

Η δοκιμασία Littler-Bunnell για ρίκνωση των ελμινθοειδών πραγματοποιήθηκε σε όλους τους ασθενείς. Η δοκιμασία θεωρείται θετική όταν το εύρος της κάμψης της εγγύς φαλαγγο-φαλαγγικής άρθρωσης εμφανίζεται μειωμένο, όταν η μετακαρποφαλαγγική άρθρωση ακινητοποιείται σε έκταση, συγκρινόμενο με αυτό που μετράται, όταν η μετακαρποφαλαγγική άρθρωση ακινητοποιείται σε κάμψη (προκαλώντας έτσι χαλάρωση των ελμινθοειδών). Επίσης αναζητούνταν και καταγράφονταν τυχόν προβολές του καμπτήρα τένοντα εν είδει χορδής τόξου (bowstringing), παραμορφώσεις του νυχιού ή επώδυνες και υπερτροφικές ουλές. Τέλος, καταγράφονταν οι απαντήσεις του ασθενούς σε ερωτήσεις που αφορούσαν τη συνολική ικανοποίησή του από το χειρουργείο, τον περιορισμό των καθημερινών του δραστηριοτήτων εξαιτίας της λειτουργίας του χεριού του, την τυχόν ύπαρξη υπολειμματικού πόνου, την τυχόν ύπαρξη περιορισμού δραστηριοτήτων και την επαγγελματική του κατάσταση πριν τον αρχικό τραυματισμό και μετά το τελικό στάδιο της ανακατασκευής. Τέλος, γινόταν φωτογραφική καταγραφή του εύρους ενεργητικής κίνησης του χεριού σε κάμψη και σε έκταση σε κατά μέτωπο και πλάγια προβολή.

Η επιλογή της κλίμακας με την οποία θα ταξινομούσαν τα αποτελέσματα με βάση το εύρος κίνησης υπήρξε αντικείμενο έντονου προβληματισμού. Ιστορικά και μέχρι τη δεκαετία του '70 η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος ήταν αυτή του Boyes, η οποία χρησιμοποιούσε ως μόνο κριτήριο την απόσταση μεταξύ του πολφού του πάσχοντος δακτύλου και της άπω χειρομαντικής γραμμής σε εκατοστά.

Πίνακας 7. Δείκτες χρησιμοποιούμενοι στην εκτίμηση του εύρους κίνησης.

| Δείκτης | Index | Υπολογισμός |
|--------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|
| Συνολική ενεργητική κάμψη | total active flexion (TAF) | Ενεργητική κάμψη (ΜΦ+ΕΦΦ+ΑΦΦ) |
| Συνολική παθητική κάμψη | total passive flexion (TPF) | Παθητική κάμψη (ΜΦ+ΕΦΦ+ΑΦΦ) |
| Συνολικό ενεργητικό έλλειμμα έκτασης | total active extension deficit (TAED) | Ενεργητικό έλλειμμα έκτασης (ΜΦ+ΕΦΦ+ΑΦΦ) |
| Συνολικό παθητικό έλλειμμα έκτασης | total passive extension deficit (TPED) | Παθητικό έλλειμμα έκτασης (ΜΦ+ΕΦΦ+ΑΦΦ) |
| Συνολική ενεργητική κίνηση | total active motion (TAM) | TAF-TAED |
| Συνολική παθητική κίνηση | total passive motion (TPM) | TPF-TPED |
| Δυνητική ενεργητική κάμψη % | Potential Active Flexion % (PAF%) | TAF/TPF X 100 |
| Δυνητική ενεργητική κίνηση % | Potential Active Motion% (PAM%) | TAM/TPM X 100 |

Είναι προφανές ότι μια τέτοια εκτίμηση παραλείπει τα τυχόν ελλείμματα έκτασης που μπορεί να υπάρχουν και που επηρεάζουν σοβαρά τη λειτουργικότητα της άκρας χειρός. Μετά τη δεκαετία του '70 υπήρξε μια πληθώρα βιβλιογραφικών αναφορών, που χρησιμοποιούσαν ποικίλες μεθόδους αξιολόγησης, γεγονός που οδήγησε στο να μην είναι εύκολα συγκρίσιμα τα αποτελέσματα διαφόρων σειρών μεταξύ τους. Υπήρξαν κάποιες ταξινομήσεις (όπως για παράδειγμα αυτή του Louisville που περιγράφηκε το 1977 από τον Lister), οι οποίες κατέστησαν επίκαιρες για κάποιο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια εγκαταλείφθηκαν πλήρως. Για την επιλογή των μεθόδων αξιολόγησης των αποτελεσμάτων λήφθηκαν υπόψη η συχνότητα με την οποία αυτές εμφανίζονται στην βιβλιογραφία της χειρουργικής των καμπιτήρων τενόντων τα τελευταία χρόνια, η συχνότητα με την οποία εμφανίζονται στην βιβλιογραφία των ανακατασκευών των καμπιτήρων τενόντων (ώστε τα αποτελέσματά μας να είναι συγκρίσιμα), το πόρισμα της Επιτροπής για τους τραυματισμούς των τενόντων της Αμερικανικής Εταιρείας Χειρουργικής του Χεριού (Kleinert & Verdan, 1983) και η ανάγκη τα αποτελέσματά μας να είναι συγκρίσιμα με τυχόν μελλοντικές μελέτες. Έτσι επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθούν τρία συστήματα αξιολόγησης:

α) το σύστημα της συνολικής ενεργητικής κίνησης όπου υπολογίζεται το άθροισμα της κάμψης των τριών αρθρώσεων του δακτύλου και αφαιρείται το έλλειμμα έκτασης κάθε μιας άρθρωσης ξεχωριστά. Το αποτέλεσμα αυτού του υπολογισμού ονομάζεται total active motion (TAM) και εκφράζεται ως ποσοστό της TAM του αντίστοιχου δακτύλου της υγιούς άκρας χειρός. Εάν δεν υφίσταται αντίστοιχο υγιές δάκτυλο, ως φυσιολογικό θεωρείται το εύρος των 260 μοιρών και τα αποτελέσματα χαρακτηρίζονται ως άριστα (φυσιολογικά), καλά (TAM > 75% της φυσιολογικής πλευράς), μέτρια (TAM > 50%), φτωχά (TAM < 50%). Η

ταξινόμηση αυτή παραμένει απλή και εύκολη, παρ' όλα αυτά δεν μπορεί να εκφράσει σημαντικές παραμέτρους που αφορούν για παράδειγμα το σε τι βαθμό μια χειρουργική επέμβαση βοηθάει τον ασθενή στο να μετατρέψει το προεγχειρητικό παθητικό εύρος κίνησής του σε ενεργητικό. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε μια επέκταση της μεθόδου, η οποία περιλαμβάνει πολλούς δείκτες που υπολογίζονται από το εύρος της ενεργητικής και παθητικής κίνησης του δακτύλου (Πίνακας 7).

β) Η κλίμακα Buck-Gramcko περιγράφηκε το 1976 (*Buck-Gramcko, 1976*) και είναι μια από τις συχνότερα χρησιμοποιούμενες κλίμακες στη χειρουργική της άκρας χειρός. Λαμβάνει υπόψη της όχι μόνο τη συνολική ενεργητική κίνηση, αλλά και ξεχωριστά τα ελλείμματα έκτασης και την απόσταση πολφού- άπω χειρομαντικής γραμμής και τα βαθμολογεί ανάλογα (Πίνακας 8).

γ) Η κλίμακα του Strickland έχει δύο σημαντικές διαφορές με τις ανωτέρω. Αφ' ενός δεν λαμβάνει υπόψη της την κίνηση της μετακαρποφαλαγγικής άρθρωσης ως κριτήριο λειτουργίας των

Πίνακας 8. Η κλίμακα Buck-Gramcko.

| Παράμετρος | Μέτρηση | Βαθμολογία |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|
| Απόσταση πολφού- άπω χειρομαντικής γραμμής (<i>Pulp to distal palmar crease</i>) σε πλήρη ενεργητική κάμψη | 0-2.5 εκ. | 6 |
| | 2.5-4 εκ. | 4 |
| | 4-6 εκ. | 2 |
| | >6 εκ. | 0 |
| Συνολικό έλλειμμα έκτασης | 0-30° | 3 |
| | 31-50° | 2 |
| | 51-70° | 1 |
| | >70° | 0 |
| Συνολική ενεργητική κίνηση | >160° | 6 |
| | >140° | 4 |
| | >120° | 2 |
| | <120° | 0 |
| Ερμηνεία: 14-15 Άριστο, 11-13 Καλό, 7-10 Ικανοποιητικό, 0-6 Πτωχό | | |



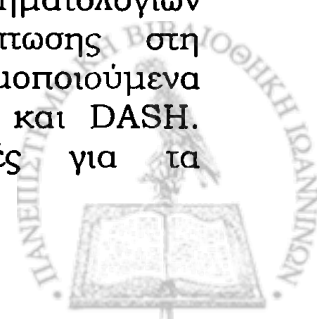
Πίνακας 9. Η αναθεωρημένη κλίμακα Strickland.

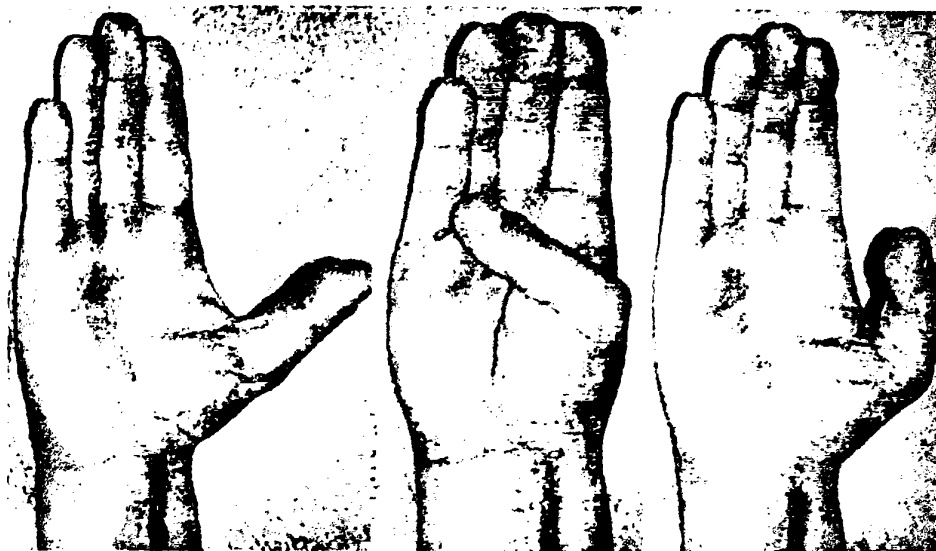
| Αποτέλεσμα | Ενεργητική κάμψη (ΕΦΦ+ΑΦΦ) μείον ελλείμματα έκτασης |
|------------|--------------------------------------------------------|
| Άριστο | >132 ⁰ |
| Καλό | 88-131 ⁰ |
| Μέτριο | 44-87 ⁰ |
| Πτωχό | <44 ⁰ |

καμπτήρων τενόντων χρησιμοποιώντας ως επιχείρημα το ότι η κάμψη της μετακαρποφαλαγγικής είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί και μόνο από τη λειτουργία των ελμινθοειδών. Αφ'ετέρου στην αρχική της περιγραφή κατέτασσε τα αποτελέσματα ως επί τοις εκατό σύγκριση με βάση την προεγχειρητική παθητική κίνηση του δακτύλου. Επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε μια τροποποίηση της κλίμακας αυτής (*Liversedge, 2000*) (Πίνακας 9), στην οποία η προεγχειρητική παθητική κίνηση του δακτύλου υπολογίζεται ως φυσιολογική στις 175 μοίρες για την εγγύς και την άπω φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση συνολικά, για δύο λόγους. Πρώτον διότι δεν υπήρχαν λεπτομερείς προεγχειρητικές μετρήσεις της παθητικής κίνησης για όλους τους ασθενείς μας και ιδιαίτερα για αυτούς που χειρουργήθηκαν πριν το 1997 και δεύτερον διότι μας ενδιέφερε περισσότερο να δούμε κατά πόσο η ανακατασκευή είναι δυνατόν να αποδώσει ένα δάκτυλο που να συγκρίνεται με το φυσιολογικό. Η απαλοιφή των μετρήσεων της μετακαρποφαλαγγικής άρθρωσης στην τελική εκτίμηση με την κλίμακα αυτή δεν μας βρίσκει σύμφωνους, καθώς μόνο με τη δράση των ελμινθοειδών δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί πλήρες εύρος κίνησης στις μετακαρποφαλαγγικές αρθρώσεις, αλλά παρ'όλα αυτά περιλάβαμε την κλίμακα αυτή στα αποτελέσματά μας κυρίως για λόγους σύγκρισης.

Όπως προκύπτει από τα ανωτέρω οι κλίμακες που επιλέχθηκαν να χρησιμοποιηθούν εκφράζουν όχι τόσο την ικανότητα της μεθόδου να βελτιώσει έστω και στο ελάχιστο την λειτουργία ενός βαριά τραυματισμένου δακτύλου όσο τη σύγκριση της τελικής λειτουργίας που θα επιτευχθεί με αυτή ενός φυσιολογικού δακτύλου.

Για τη μέτρηση των τελικών επιπτώσεων μετά την ανακατασκευή στη λειτουργία της άκρας χειρός, του άνω άκρου γενικότερα, αλλά και την τελική επίπτωση στη συνολική υγεία του ασθενούς υπήρξε επίσης σημαντικός προβληματισμός. Τα τελευταία χρόνια έχουν επικρατήσει στην βιβλιογραφία εκτενή ερωτηματολόγια τα οποία υπολογίζουν την επίπτωση μιας συγκεκριμένης νοσολογικής οντότητας στην γενικότερη υγεία (με την έννοια της σωματικής, πνευματικής, ψυχολογικής και «κοινωνικής» υγείας) του ασθενούς. Τμήματα αυτών των ερωτηματολογίων έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της επίπτωσης στη λειτουργικότητα του άνω άκρου. Το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα είναι τμήματα των ερωτηματολογίων SF-36, MFA/SMFA και DASH. Παρ'ότι βιβλιογραφικά υπάρχουν φυσιολογικές τιμές για τα





Εικόνα 77. Εικόνες από τη μετεγχειρητική εκτίμηση ασθενούς (υπ' αριθμόν 20,ΤΘ) με ανακατασκευή του μακρού καμπτήρα του αντίχειρα με τροποποίηση της τεχνικής (δείτε κείμενο).

ερωτηματολόγια όταν αυτά χρησιμοποιούνται συνολικά δεν έχουν δημοσιευτεί μελέτες με φυσιολογικές τιμές για το τμήμα των ερωτηματολογίων που αφορά μόνο το άνω άκρο. Έτσι επιλέχθηκε αντ' αυτών να χρησιμοποιηθεί ο πολύ πιο πολύπλοκος «Οδηγός για την εκτίμηση του μόνιμου επηρεασμού της λειτουργικότητας των άκρων και της σπονδυλικής στήλης» (Guide to the evaluation of permanent impairment of the extremities and back, 4th edition), η χρήση του οποίου έχει υιοθετηθεί από την Αμερικανική Εταιρεία Χειρουργικής του Χεριού, την Αμερικανική Ακαδημία Ορθοπεδικών Χειρουργών και τον Παναμερικανικό Ιατρικό Σύλλογο. Για το άκρο χέρι η μέθοδος αυτή λαμβάνει υπόψη της το εύρος κίνησης, την απώλεια αισθητικότητας, τυχόν ακρωτηριασμούς και εκφράζει τα τελικά αποτελέσματα μέσα από πίνακες ως ποσοστό απώλειας της λειτουργικότητας σε επίπεδο αρθρώσεων, δακτύλων, άκρας χειρός, άνω άκρου και του συνολικού οργανισμού. Η λεπτομερής περιγραφή της μεθόδου με την οποία γίνεται αυτή η εκτίμηση ξεφεύγει από το αντικείμενο της διατριβής αυτής και μπορεί να μελετηθεί στο βιβλίο των Hunter και συνεργατών «Rehabilitation of the hand: Surgery and Therapy», 4^η έκδοση, Saint Louis, Mosby, 1995.

Στην τελική παρουσίαση των αποτελεσμάτων μας και την εξαγωγή ποσοστών και πινάκων εξαιρέθηκαν μερικά δεδομένα. Παρ'ότι συλλέχθηκαν δεδομένα που αφορούσαν τη δύναμη δραγμού και λεπτής σύλληψης και την αισθητικότητα από παιδιά ηλικίας κάτω των 10 ετών κατά την τελική εκτίμηση, αυτά παρουσίασαν πολύ μεγάλες διαφορές μεταξύ διαδοχικών μετρήσεων με αποτέλεσμα να καθίστανται αναξιόπιστα και ως εκ τούτου δεν περιλαμβάνονται. Επίσης δεν περιλαμβάνονται τα στοιχεία από την ανακατασκευή του ενός αντίχειρα σε αυτήν τη σειρά στον οποίο επιτεύχθηκε εύρος κίνησης 0 έως 70 μοιρών στην φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση και πλήρης επαφή του πολφού του αντίχειρα με την παλάμη (Εικόνα 77), το οποίο και

θεωρείται άριστο αποτέλεσμα στην τροποποιημένη κλίμακα Buck-Grascko για τον αντίχειρα.

Τα συλλεχθέντα στοιχεία καταγράφηκαν σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε ειδικά γι' αυτό το σκοπό με το πρόγραμμα FileMaker Professional 5.0® και σε φύλλα εργασίας του προγράμματος Excel Microsoft Office 2000®. Επίσης δεδομένα μεταφέρθηκαν στα ειδικά φύλλα που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του μόνιμου επηρεασμού της λειτουργικότητας του άνω άκρου (παραδείγματα καταγραφών βρίσκονται στο «Παράρτημα»).

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με το πρόγραμμα Statistica 6.0® (StatSoft Inc., Tulsa, OK) με τη διενέργεια ελέγχου Student (Student's t-test), ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA), πολυπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης (MANOVA), ανάλυση συσχέτισης (Correlation analysis) και ανάλυσης παλινδρόμησης (Regression analysis), σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.



Αποτελέσματα

Ο μέσος χρόνος μετεγχειρητικής παρακολούθησης των ασθενών μας ήταν 42,6 μήνες με εύρος 3 έως 108 μήνες. 82% των ασθενών μας έχουν μετεγχειρητική παρακολούθηση άνω του ενός έτους. Κανένας από τους 28 ασθενείς δεν διέλαθε της μετεγχειρητικής παρακολούθησης.

Εύρος κίνησης

Η μέση συνολική ενεργητική κίνηση (TAM) που επιτεύχθηκε ήταν 181°. Η μέση συνολική παθητική κίνηση (TPM) μετεγχειρητικά ήταν 220°. Οι ασθενείς δηλαδή, μετεγχειρητικά μπόρεσαν να εκμεταλλευτούν το 80% (PAM%, δείτε «Μετεγχειρητική εκτίμηση», πίνακας 7) του συνολικού παθητικού εύρους κίνησης και να το μετατρέψουν σε ενεργητικό. Όσον αφορά μόνον την κάμψη, χωρίς να λαμβάνουμε δηλαδή υπόψη τα ελλείμματα εκτάσεως, το ποσοστό ενεργητικής εκμετάλλευσης της υπάρχουσας παθητικής κίνησης είναι 90% (PAF%). Το μέσο συνολικό ενεργητικό έλλειμμα έκτασης (TAED) ήταν 39° και αυτό παρατηρήθηκε καθ' υπεροχήν στην άπω φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση, στην οποία ένα μέσο έλλειμμα 26,5 μοιρών παρατηρήθηκε στα 22 από τα 30 δάκτυλα. Η πλειοψηφία δηλαδή των ασθενών μας παρουσίαζε ενός βαθμού έλλειμμα έκτασης στην άπω φαλαγγο-φαλαγγική.

Η απόσταση του πολφού του δακτύλου από την άπω χειρομαντική γραμμή όταν το δάκτυλο βρισκόταν σε πλήρη κάμψη ήταν 0 εκατοστά σε 14 δάκτυλα, 0,5 εκατοστά σε τρία, 1 έως 2 εκατοστά σε πέντε και περισσότερο από 2 εκατοστά σε οκτώ δάκτυλα. Η συνολική ενεργητική κίνηση του πάσχοντος δακτύλου αντιστοιχούσε στο 69,5% της συνολικής ενεργητικής κίνησης του αντίστοιχου δακτύλου του υγιούς άνω άκρου (TAM%).

Δύναμη δραγμού – σύλληψης

Η μέση δύναμη δραγμού για το πάσχον άκρο χέρι ήταν το 77% αυτής του υγιούς. Η δύναμη λεπτής και πλαγίας σύλληψης ήταν αντίστοιχα 67% και 80% αυτών των αντίστοιχων δακτύλων του υγιούς χεριού. Δεν έγιναν διορθώσεις στις τιμές των μετρήσεων με βάση την κυριαρχία του άκρου (Armstrong, 1979).

Αποτελέσματα σύμφωνα με τις κλίμακες αξιολόγησης

Τα αποτελέσματα σύμφωνα με τις κλίμακες Buck-Gramcko και τροποποιημένη κατά Strickland κλίμακα εμφανίζονται στους Πίνακες 10 και 11. Το συνολικό ποσοστό των καλών και άριστων αποτελεσμάτων ήταν 80% για την κλίμακα Buck-Gramcko και 63% για την



Πίνακας 10. Αποτελέσματα, κλίμακα Buck-Gramcko.

| Αποτέλεσμα | Βαθμολογία | N (δάκτυλα) |
|---------------|------------|-------------|
| Άριστο | 14-15 | 15 |
| Καλό | 11-13 | 9 |
| Ικανοποιητικό | 7-10 | 3 |
| Πτωχό | 0-6 | 3 |

τροποποιημένη κλίμακα Strickland. Οι διαφορές που σημειώνονται οφείλονται στο ότι η κλίμακα Strickland δεν λαμβάνει υπόψη της την κίνηση για τη μετακαρποφαλαγγική άρθρωση. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι και οι δύο κλίμακες δεν καταγράφουν τυχόν βελτίωση σε σχέση με την προεγχειρητική κατάσταση του δακτύλου, αλλά συγκρίνουν το αποτέλεσμα που επιτεύχθηκε με το απολύτως φυσιολογικό.

Αισθητικότητα

Κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου της επέμβασης αποκαταστάθηκαν σε οκτώ ασθενείς έντεκα νεύρα (δέκα δακτυλικά ή κοινά δακτυλικά και ένα ωλένιο νεύρο στο κανάλι του Guyon). Τα αποτελέσματα αυτών των αποκαταστάσεων όπως και τα αποτελέσματα τριών νευρορραφών που είχαν προηγηθεί του πρώτου σταδίου της επέμβασης περιγράφονται στον Πίνακα 10. Όλοι οι ασθενείς απέκτησαν προστατευτική αισθητικότητα και σε όλους είχαν υποχωρήσει οι παραισθησίες και δυσαισθησίες που συνοδεύουν την περίοδο νευρικής αναγέννησης. Με την κλίμακα της ASSH είχαμε επάνοδο S3+ σε επτά νεύρα και S3 σε τρία νεύρα, ενώ ένας ασθενής δεν κατέστη δυνατόν να εκτιμηθεί λόγω της μικρής του ηλικίας. Όλοι οι ασθενείς με νευρορραφές που είχαν προηγηθεί της ανακατασκευής των καμπήρων τενόντων είχαν επάνοδο S3+. Στην αξιολόγηση των παραπάνω αποτελεσμάτων θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι δεν διενεργήθηκε αποκλεισμός του υγιούς δακτυλικού νεύρου στις

Πίνακας 11. Αποτελέσματα, αναθεωρημένη κλίμακα Strickland.

| Αποτέλεσμα | Ενεργητική κάμψη (ΕΦΦ+ΑΦΦ)- έλλειμμα έκτασης | N (δάκτυλα) |
|------------|----------------------------------------------------|-------------|
| Άριστο | >132 ⁰ | 8 |
| Καλό | 88-131 ⁰ | 11 |
| Μέτριο | 44-87 ⁰ | 7 |
| Πτωχό | <44 ⁰ | 4 |



| Τεχνική | N (νεύρα) | Αποτελέσματα | | |
|-----------------------------------------------------------|-----------|--------------|----|-----|
| | | S2+ | S3 | S3+ |
| <i>Αποκαταστάσεις κατά το 1^ο στάδιο Ranava</i> | | | | |
| Τελικοτελική | 2 | 1† | | 1 |
| Μοσχεύματα | 3 | | 2 | 1 |
| Αγωγοί | 2* | | | 1 |
| Νευρόλυση | 4 | | | 4 |
| <i>Προηγηθείσες αποκαταστάσεις</i> | | | | |
| Τελικοτελική | 3 | | | 3 |

Πίνακας 12. Αποτελέσματα αποκαταστάσεων δακτυλικών και κοινών δακτυλικών νεύρων. † : ωλένιο νεύρο στο κανάλι Guyon, *: δεν περιλαμβάνεται ένας ασθενής ηλικίας 4,5 ετών στα αποτελέσματα.

μονόπλευρες βλάβες. Το αποτέλεσμα της τελικο-τελικής συρραφής του ωλένιου νεύρου στο κανάλι του Guyon δεν θεωρήθηκε ικανοποιητικό και η αποκατάσταση επαναλήφθηκε με τη χρήση νευρικών μοσχευμάτων.

Επιπτώσεις στη λειτουργικότητα

Η τελική λειτουργική επιβάρυνση σε επίπεδο αρθρώσεων, δακτύλου, χεριού, άνω άκρου και ατόμου υπολογίστηκαν σύμφωνα με το «Guide to the evaluation of permanent impairment of the extremities and back» (δείτε «Μετεγχειρητική εκτίμηση»). Ο τρόπος αυτός του υπολογισμού του λειτουργικού ελλείμματος είναι ιδιαίτερα αυστηρός και το εκφράζει ως ποσοστό «αναπηρίας» στο μελετούμενο επίπεδο. Σύμφωνα με αυτό στον τελευταίο μετεγχειρητικό έλεγχο οι ασθενείς μας είχαν χάσει 19% της λειτουργικότητας σε επίπεδο άπω φαλαγγο-φαλαγγικής, 21% στην εγγύς φαλαγγο-φαλαγγική, 10% στην μετακαρποφαλαγγική, ενώ η συνολική κίνηση του δακτύλου επηρεάστηκε κατά το 40% κατά μέσο όρο, λαμβάνοντας υπόψη τη λειτουργική αξία κάθε άρθρωσης. Σε ασθενείς που παρουσίαζαν και αισθητικές διαταραχές, αυτές οδήγησαν στην απώλεια κατά μέσο όρο του 24% της αισθητικότητας του δακτύλου. Λαμβάνοντας υπόψη τον συνδυασμό αισθητικών και κινητικών διαταραχών ο μέσος όρος επηρεασμού της λειτουργικότητας σε επίπεδο δακτύλου ανήλθε στο 48%. Αυτό αντιστοιχεί σε περίπου 8% απώλεια της λειτουργικότητας του χεριού, 7% απώλεια της λειτουργικότητας του άνω άκρου και 4% αναπηρία σε επίπεδο ατόμου. Όλα τα ανωτέρω ποσοστά αναφέρονται σε μέσους όρους. Ενώ το ποσοστό απώλειας της λειτουργικότητας του χεριού εξαιτίας του τραυματισμού και της ανακατασκευής των καμπιτήρων τενόντων ενός δακτύλου παρέμεινε σχετικά χαμηλό (μέσος όρος 8%), σε ασθενείς που είχαν πολλαπλά τραυματισμένα δάκτυλα (είτε σε αυτά διενεργήθηκε ανακατασκευή είτε όχι) παρατηρήθηκε κατά μέσο όρο το 30% της λειτουργικότητάς της άκρας χειρός.



Πίνακας 13. Αποτελέσματα ανακατασκευής καμπτήρων τενόντων σε παιδιά.

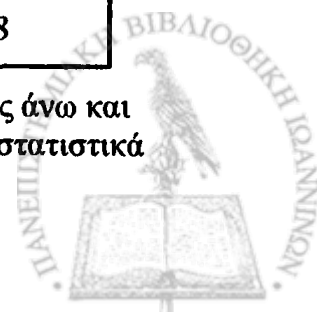
| Αποτέλεσμα | Κλίμακα, N (δάκτυλα) | |
|----------------------|----------------------|-------------------------|
| | Buck-Gramcko | Αναθεωρημένη Strickland |
| Άριστο | 4 | 2 |
| Καλό | 4 | 5 |
| Ικανοποιητικό/Μέτριο | 0 | 1 |
| Πτωχό | 1 | 1 |

Ανακατασκευές σε παιδιά

Στην παρούσα μελέτη περιλαμβάνονται και εννέα παιδιά ηλικίας κάτω των 15 ετών τα οποία υπεβλήθησαν σε ανακατασκευή καμπτήρων τενόντων. Τα αποτελέσματα σε αυτή την ηλικιακή ομάδα ξεχωριστά έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς συγκροτούν την μόλις τρίτη παγκοσμίως αναφορά ανακατασκευών σε παιδιά. Το μέσο συνολικό εύρος κίνησης (TAM) που επιτεύχθηκε ήταν 188° (72% του αντίστοιχου υγιούς δακτύλου). Το μέσο ενεργητικό έλλειμμα έκτασης σε όλες τις αρθρώσεις (TAED) ήταν 32°. Τα αποτελέσματα σύμφωνα με τις κλίμακες κλίμακες Buck-Gramcko και Strickland εμφανίζονται στον Πίνακα 13. Οι μέσες δυνάμεις δραγμού λεπτής και πλαγίας σύλληψης (σε ασθενείς άνω των 10 ετών κατά τον τελευταίο μετεγχειρητικό έλεγχο) ήταν αντίστοιχα 83%, 59% και 77% του αντίστοιχου υγιούς άκρου. Όταν τα παιδιά ομαδοποιήθηκαν σε δύο ομάδες άνω και κάτω των 10 ετών παρουσιάστηκαν διαφορές σε κάποιες από τις μετρηθείσες παραμέτρους οι οποίες εμφανίζονται στον Πίνακα 14. Παρ'ότι οι διαφορές αυτές δεν μπορούν να συσχετιστούν στατιστικά εξαιτίας του μικρού μεγέθους του δείγματος εκφράζουν μια τάση για καταγραφή καλύτερων αποτελεσμάτων σε παιδιά ηλικίας άνω των 10 ετών κατά την αρχική

| Ηλικία | Συνολική Ενεργητική Κίνηση (TAM) | Ενεργητικό έλλειμμα έκτασης (TAED) | Strickland score |
|----------|----------------------------------|------------------------------------|------------------|
| <10 ετών | 175° | 27° | 91 |
| >10 ετών | 216° | 41° | 128 |

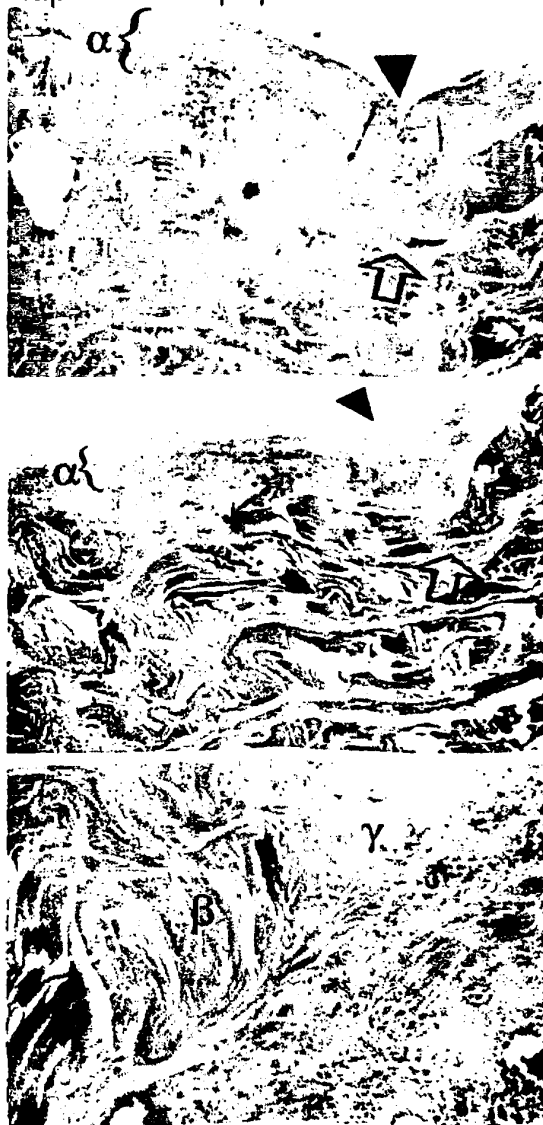
Πίνακας 14. Παράμετροι εύρους κίνησης (μέσος όρος) σε παιδιά ηλικίας άνω και κάτω των 10 ετών (με το διαθέσιμο δείγμα δεν αναδείχθηκαν διαφορές στατιστικά σημαντικές).



Πίνακας 15. Μετεγχειρητικές επιπλοκές.

| Επιπλοκές | N (δάκτυλα) |
|-----------------------------|-------------|
| Περιφερική ρήξη μοσχεύματος | 1 |
| Εν τω βάθει φλεγμονές | 5 |
| Συμφύσεις μοσχεύματος | 1 |
| Χαλαρό μόσχευμα | 2 |
| Bowstringing | 6 |
| Σύγκριση ΑΦΦ | 22 |
| Επιπολής φλεγμονές | 2 |
| Υπερέκταση ΕΦΦ | 2 |
| Εκτινασσόμενος δάκτυλος | 1 |
| Δυσμορφία όνυχος | 9 |

επέμβαση. Παρ'όλα αυτά πρέπει να σημειωθεί ότι από εμπειρική παρατήρηση φαίνεται τα αποτελέσματα στα μικρότερα παιδιά να εξακολουθούν να βελτιώνονται ιδιαίτερος στον τομέα της ενεργητικής κάμψης κατά τις περιόδους έντονης ανάπτυξης του παιδιού και το ανωτέρω πιθανώς να προκύπτει από ανεπαρκή χρονικά μετεγχειρητική παρακολούθηση.



Εικόνα 78. Ιστολογική εξέταση στην περιοχή της αγκύλης μεταξύ επιπολής και εν τω βάθει καμπτήρα, που αφαιρέθηκε δώδεκα ημέρες μετά την διενέργεια του σταδίου II λόγω περιφερικής ρήξης του μοσχεύματος. Στην περιοχή μετάπτωσης μεταξύ μοσχεύματος (επιπολής καμπτήρα) και εν τω βάθει καμπτήρα (κεφαλή βέλους) διακρίνεται πλήρης επούλωση με συνέχεια στις κολλαγόνες ίνες (βέλος). Τόσο το μόσχευμα όσο και ο εν τω βάθει καμπτήρας καλύπτονται από συνεχές παχύ ινώδες έλυτρο (α). Σε μεγαλύτερη μεγέθυνση (κάτω) διακρίνεται η μετάπτωση από μια περιοχή αραιότερου / άωρου (γ) σε περιοχή πυκνότερου / ώριμου συνδετικού ιστού (β).

Επάνω: χρώση HE X4, μέσον: χρώση Masson X4, κάτω: χρώση Masson X20



Εικόνα 79. Βράχυνση χαλαρού τενοντίου μοσχεύματος. Προεγχειρητική κατάσταση (αριστερά), τεχνική (κέντρο) και μετεγχειρητικό αποτέλεσμα (δεξιά).

Επιπλοκές - επανεπεμβάσεις

Ένας ασθενής υπέστη ρήξη της περιφερικής καθήλωσης του τενοντίου μοσχεύματος δώδεκα ημέρες μετά τη διενέργεια του δεύτερου σταδίου της επέμβασης. Σε αυτό πιθανόν να συνέτειναν αφ' ενός η ύπαρξη μιας επιπολής φλεγμονής κατά το δεύτερο στάδιο (θεωρήθηκε επιπολής, καθώς οι καλλιέργειες που εστάλησαν διεγχειρητικά κατά το δεύτερο στάδιο, αλλά και από το τενόντιο μόσχευμα που αφαιρέθηκε στη συνέχεια μετά τη ρήξη του απέβησαν όλες αρνητικές) και αφ' ετέρου πιθανή έλλειψη συνεργασίας του ασθενούς κατά το φυσιοθεραπευτικό πρόγραμμα. Το αφαιρεθέν τενόντιο μόσχευμα εξετάστηκε μικροσκοπικά (Εικόνα 78) και διαπιστώθηκε η πλήρης επούλωση της περιοχής της αγκύλης επιπολής - εν τω βάθει καμπιτήρα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι είναι η πρώτη φορά που παρουσιάζεται ιστολογική εικόνα επουλωμένης αγκύλης σε άνθρωπο στη βιβλιογραφία. Τελικώς το μόσχευμα αντικαταστάθηκε με ελεύθερο μόσχευμα μακρού παλαμικού και ο ασθενής οδηγήθηκε σε ένα καλό τελικό αποτέλεσμα (ασθενής υπ' αριθμόν 1, ΜΚ).

Σε δύο ασθενείς υπήρξε λανθασμένος υπολογισμός του μήκους του μοσχεύματος κατά το δεύτερο στάδιο, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εκμεταλλευτούν ενεργητικά το παθητικό εύρος κάμψης το οποίο είχαν μετεγχειρητικά. Οι δύο αυτοί ασθενείς υπεβλήθησαν σε βράχυνση του μοσχεύματος στην περιοχή του ανιβραχίου (Εικόνα 79) και τελικά οδηγήθηκαν και οι δύο σε καλό τελικό αποτέλεσμα (ασθενείς υπ' αριθμόν 7, ΚΑ, 22, ΔΓ).

Όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω η μικρή σύγκαμψη της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής είναι συχνή μετεγχειρητική επιπλοκή αυτής της τεχνικής. Ο μέσος όρος των 26 μοιρών σύγκαμψης που παρουσιάζεται σε αυτήν την άρθρωση ελάχιστα λειτουργικά προβλήματα δημιουργεί. Δύο ασθενείς παρουσίασαν σύγκαμψη άνω των 70 μοιρών και υπεβλήθησαν σε αρθρόδεση της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής σε δεύτερο χρόνο και ένας ακόμα των ασθενών μας παρουσιάζει σύγκαμψη 90 μοιρών και χρήζει

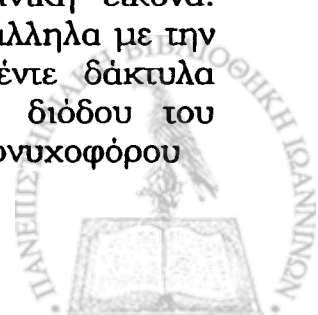


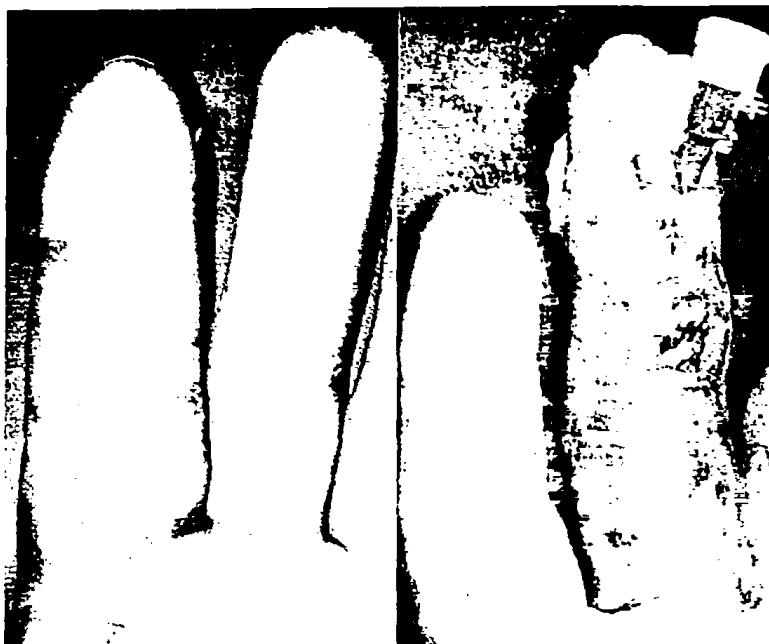
Εικόνα 80. Αδυναμία κάμψης του δακτύλου πρώιμα μετεγχειρητικά μετά το στάδιο II, που έθεσε την υπόνοια ρήξης του μοσχεύματος (αριστερά). Διεγχειρητικά διαπιστώθηκε ακέραιο μόσχευμα με εκτεταμένες συμφύσεις (κέντρο) και διενεργήθηκε τενοντόλυση. Μετά την τενοντόλυση επετεύχθη ενεργητική κάμψη του δακτύλου (ασθενής υπ' αριθμόν 28, ΑΣ- δείτε κείμενο).

αρθρόδεσης, αλλά είναι ικανοποιημένος από το λειτουργικό του αποτέλεσμα και δεν επιθυμεί επιπλέον θεραπεία.

Η επιπλοκή της δημιουργίας συμφύσεων γύρω από το τενόντιο μόσχευμα μετά το δεύτερο στάδιο της επέμβασης είναι καταστροφική και παρατηρείται σε σημαντική συχνότητα μετά τις ανακατασκευές με την τεχνική Hunter (δείτε συζήτηση). Η επιπλοκή αυτή αντιμετωπίστηκε σε έναν μόνο ασθενή και μάλιστα στην άμεση μετεγχειρητική περίοδο και σε τέτοια έκταση, που οι θεράποντες υπέθεσαν ότι ο ασθενής είχε υποστεί ρήξη του μοσχεύματος. Στη χειρουργική διερεύνηση, η οποία ακολούθησε, το τενόντιο μόσχευμα βρέθηκε ακέραιο και ο ασθενής υπεβλήθη σε εκτεταμένη τενοντόλυση (Εικόνα 80). Παρ'ότι ο ασθενής απέκτησε ενεργητική κάμψη μετά την τενοντόλυση, το συνολικό εύρος κίνησής του χαρακτηρίζεται πωχό και συζητείται εκτενέστερα στην παράγραφο των πωχών αποτελεσμάτων.

Η μεγαλύτερη σε συχνότητα και σοβαρότητα επιπλοκή που αντιμετωπίστηκε στους ασθενείς αυτούς ήταν η εν τω βάθει φλεγμονή. Πέντε ασθενείς μας επηπάλησαν με εν τω βάθει φλεγμονές και σε όλους εκδηλώθηκαν στο μεσοδιάστημα μεταξύ πρώτου και δευτέρου σταδίου. Ο χρόνος της εμφάνισης της φλεγμονής ποίκιλε από 15 ημέρες έως 2,5 μήνες μετά το πρώτο στάδιο της επέμβασης με συχνότερη την πιο όψιμη εμφάνιση. Το δάκτυλο παρουσίαζε χαρακτηριστική κλινική εικόνα: θερμό, διογκωμένο, ερυθρό και σιλπινό (Εικόνα 81). Παράλληλα με την εμφάνιση τοπικών σημείων φλεγμονής δύο από τα πέντε δάκτυλα εμφάνισαν εκροή οροπυώδους υγρού από το σημείο διόδου του διεκβαλλόμενου ράμματος (pull-out suture) στη ράχη της ονυχοφόρου





Εικόνα 81. Τυπική κλινική εικόνα φλεγμονής σε χειρουργηθέν δάκτυλο (αριστερά). Αντιμετώπιση εν τω βάθει φλεγμονής με τη χρήση ευρέων φλεβοκαθετήρων σε ένα σύστημα ροής και πλύσης (δεξιά).

φάλαγγας. Στους υπόλοιπους τρεις, με δεδομένη την μεγάλη συχνότητα με την οποία αναφέρεται η υμενίτιδα από σλικόνη στη βιβλιογραφία και την ομοιότητα της κλινικής εικόνας τους, δόθηκε αρχικά οδηγία να περιορίσουν την παθητική κινησιοθεραπεία και παράλληλα εισήχθησαν στο νοσοκομείο για χορήγηση προληπτικά αντιβίωσης. Κατά τη διάρκεια της νοσηλείας τους κανένας ασθενής δεν εμφάνισε αυξημένους δείκτες φλεγμονής ούτε και πυρετό. Τελικώς η διάγνωση σε όλους τους ασθενείς ετέθη με τη λήψη επανειλημμένων καλλιιεργειών σε αυτούς που είχαν εκροή ή διά διεγχειρητικών καλλιιεργειών. Τα μικρόβια που καλλιιεργήθηκαν ήταν *Staphylococcus aureus* σε τρεις ασθενείς, *Staphylococcus epidermidis* σε έναν και σε έναν συνδυασμός *Enterobacter cloacae* και *Morganella morganii*. Όλοι οι ασθενείς έλαβαν παρατεταμένα ενδοφλέβια αντιβίωση για κατά μέσο όρο ένα μήνα. Δύο ασθενείς μετά από χορήγηση αντιβίωσης επί ένα μήνα υπεβλήθησαν στο δεύτερο στάδιο της επέμβασης (ο ένας με επίσπευση του δεύτερου σταδίου). Κατά το στάδιο II, αφού αφαιρέθηκε η ράβδος σλικόνης έγιναν πλύσεις του ψευδοελύτρου με φυσιολογικό ορό και αντιβιοτικό διάλυμα στο οποίο το καλλιιεργηθέν μικρόβιο ήταν ευαίσθητο και έγινε η τοποθέτηση του μοσχεύματος του επιπολής καμπτήρα σύμφωνα με την τυπική χειρουργική τεχνική του δεύτερου σταδίου. Ο ένας από τους δύο αυτούς ασθενείς οδηγήθηκε σε ανάπτυξη εκτεταμένων συμφύσεων και ανάγκη για τενοντόλυση και περιγράφεται στο κεφάλαιο των πτωκών αποτελεσμάτων.

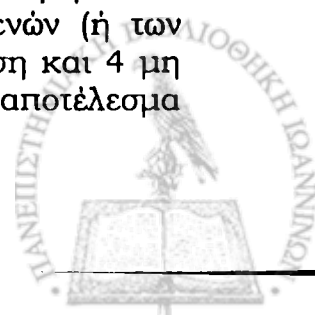
Δύο άλλοι ασθενείς αντιμετωπίστηκαν αρχικά με την τοποθέτηση πιλοτικών καθετήρων στα δύο άκρα του ψευδοελύτρου και διενέργεια συνεχούς έκπλυσης για πέντε ημέρες μετά την τοποθέτηση των καθετήρων και παράλληλα παρατεταμένη χορήγηση ενδοφλέβιας αντιβίωσης (Εικόνα 81). Μετά από αυτό η μία ασθενής οδηγήθηκε σε

κανονική διενέργεια του σταδίου II της επέμβασης, ενώ στον άλλο ασθενή λόγω επιμονής της φλεγμονής έγινε αφαίρεση της ράβδου σιλικόνης και επανάληψη του πρώτου σταδίου της επέμβασης τρεις μήνες αργότερα.

Η τεχνική της αφαίρεσης της αποικισμένης ράβδου σιλικόνης και μετά από πάροδο δύο ή τριών μηνών επανατοποθέτησης ράβδου σιλικόνης (επανάληψη του πρώτου σταδίου) έγινε συνολικά σε δύο ασθενείς (στον έναν μετά από προηγούμενη τοποθέτηση συστήματος συνεχούς έκπλυσης- δείτε ανωτέρω) και απέδωσε και στους δύο καλό τελικό κλινικό αποτέλεσμα. Το θέμα των φλεγμονών για αυτή την τεχνική σχολιάζεται στο κεφάλαιο της συζήτησης.

Άλλες ήσσονος σημασίας επιπλοκές περιλαμβάνουν δύο επιπολής φλεγμονές που αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς με από του στόματος χορήγηση αντιβιοτικών και μία υμενίτιδα από σιλικόνη, στην οποία η λήψη επανειλημμένων καλλιεργειών δεν απέδωσε παθογόνο μικροοργανισμό και η διενέργεια του δευτέρου σταδίου της επέμβασης προχώρησε κατά τα συνήθη. Προβολή του τένοντα εν είδει χορδής τόξου (bow stringing) εμφανίστηκε σε έξι ασθενείς (σε τέσσερις στη μετακαρποφαλαγγική και σε δύο στην εγγύς φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση). Παρ'ότι η δοκιμασία Littler-Bunnell για την ρίκνωση των ελμινθοειδών ήταν αρνητική για όλους τους ασθενείς, δύο παρουσίασαν ήπια υπερέκταση της τάξης των 5 ή 10 μοιρών στην εγγύς φαλαγγο-φαλαγγική με παράλληλη σύγκαμψη της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής, και η μορφολογία αυτή θα πρέπει να περιγραφεί ως παραμόρφωση τύπου λαιμού κύκνου (swan neck deformity). Είναι όμως χαρακτηριστικό ότι και στους δύο αυτούς ασθενείς η δοκιμασία ρίκνωσης των ελμινθοειδών ήταν αρνητική και έτσι θα πρέπει να υποθέσουμε ή ότι επρόκειτο για τα πολύ πρώιμα στάδια μιας παραμόρφωσης τύπου λαιμού κύκνου ή ότι η εικόνα αυτή αποτελεί απλή υπερέκταση της εγγύς φαλαγγο-φαλαγγικής, εξαιτίας ανεπάρκειας των παλαμιαίων στοιχείων που συμπίπτει με την (αρκετά συχνή σε αυτήν τη σειρά) σύγκαμψη της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής, χωρίς σε αυτό τουλάχιστον το στάδιο να συμμετέχουν σημαντικά οι αυτόχθονες μύες της άκρας χειρός. Ένας ασθενής παρουσίαζε μια ηπιότατη μορφή εκτινασσόμενου δακτύλου στο επίπεδο της μετακαρποφαλαγγικής που προφανώς οφειλόταν στη διόδο της εγγύς τενοντογραφής κάτω από τον A1 δακτυλιοειδή σύνδεσμο χωρίς όμως αυτό να προκαλεί καμία λειτουργική διαταραχή. Εννέα από τους παλαιότερα χειρουργηθέντες ασθενείς είχαν κάποιου βαθμού παραμόρφωση του νυχιού, αλλά μόνο δύο τη θεωρούν μη αποδεκτή αισθητικά. Τέλος ένας ασθενής παρουσίασε επώδυνο χηλιδές του τραύματος.

Δεν αντιμετωπίστηκαν νεκρώσεις δέρματος, αγκίστρωση και προβολή ράβδου, μετανάστευση της ράβδου σιλικόνης ή ρήξη της εγγύς τενοντογραφής. Οι επιπλοκές αυτές έχουν αναφερθεί με τη μέθοδο Hunter (Soucacos, 1997, Wehbe, 1986). 24 εκ των ασθενών (ή των γονέων για παιδιά) δήλωσαν ικανοποιημένοι με την επέμβαση και 4 μη ικανοποιημένοι. Εκ των τεσσάρων, δύο είχαν ικανοποιητικό αποτέλεσμα



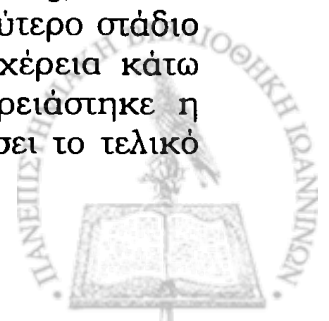
στη κλίμακα Buck-Gramcko. Μόνο 2 από τους 17 ασθενείς που εργάζονταν κατά τον αρχικό τραυματισμό έχουν αλλάξει επάγγελμα στον τελευταίο μετεγχειρητικό έλεγχο. Και οι δύο υπέστησαν κακώσεις σε πολλαπλά δάκτυλα της άκρας χειρός.

Διεγχειρητικά προβλήματα

Κατά το δεύτερο στάδιο της επέμβασης διαπιστώθηκε σε δύο ανακατασκευές μικρών δακτύλων ότι το μόσχευμα του επιπολής καμπτήρα ήταν ανεπαρκούς διαμέτρου καθ' όλο το μήκος του και ιδιαίτερα κατά το μυοτενοντώδες όριό του. Η εκτίμηση της διαμέτρου του μοσχεύματος κατά το πρώτο στάδιο γίνεται αναγκαστικά στην περιοχή της παλάμης χωρίς να μπορεί να ελεγχθεί αυτό σε όλο το μήκος του. Από αυτά τα δύο ανεπαρκή μοσχεύματα μικρού δακτύλου το ένα ενισχύθηκε με τοποθέτηση μοσχεύματος μακρού παλαμικού, ενώ το άλλο αντικαταστάθηκε κατά το δεύτερο στάδιο με μακρό παλαμικό (όπως εάν θα διενεργούνταν δεύτερο στάδιο της τεχνικής Hunter). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πρόβλημα ανεπαρκούς μεγέθους μοσχεύματος δεν αντιμετωπίστηκε ποτέ σε άλλο δάκτυλο πλην του μικρού.

Σε έναν ασθενή, δεν κατέστη δυνατός ο εντοπισμός διεγχειρητικά της αγκύλης μεταξύ επιπολής και εν τω βάθει καμπτήρα κατά το δεύτερο στάδιο. Ο ασθενής είχε υποβληθεί σε ανακατασκευή καμπτήρων του δείκτη και επεπλάκη με φλεγμονή κατά το πρώτο στάδιο, η οποία απαίτησε αφαίρεση της ράβδου σιλικόνης και επανατοποθέτησή της εννέα μήνες μετά το πρώτο στάδιο. Το δεύτερο στάδιο της επέμβασης διενεργήθηκε 14 μήνες μετά το αρχικό πρώτο στάδιο (κατά το οποίο είχε συρραφθεί η αγκύλη) και υπήρχε εκτεταμένη ουλοποίηση εξαιτίας της φλεγμονής στην παλάμη. Στον ασθενή τοποθετήθηκε μόσχευμα μακρού παλαμικού, το οποίο μετά από τελική βράχυνση έδωσε ένα καλό λειτουργικό αποτέλεσμα (ασθενής υπ' αριθμόν 22, ΔΓ). Η αδυναμία ανεύρεσης της αγκύλης θα πρέπει να αποδοθεί στην φλεγμονή και στην ίνωση και όχι τόσο στο μεγάλο χρονικό διάστημα που παρεμβλήθη μεταξύ των δύο σταδίων, καθώς σε άλλον ασθενή στον οποίο για προσωπικούς του λόγους παρεμβλήθηκαν μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου σταδίου 33 μήνες (αντί των 119 ημερών που παρεμβλήθηκαν κατά μέσο όρο στους ασθενείς αυτής της μελέτης) η αγκύλη ανευρέθη ευχερώς και χωρίς συμφύσεις (ασθενής υπ' αριθμόν 4, ΜΘ).

Σε δύο ασθενείς το κουμπί πάνω στο οποίο συρράπτεται το διεκβαλλόμενο ράμμα, που σταθεροποιεί την σιλικόνη αποσπάστηκε μεταξύ σταδίου 1 και σταδίου 2, χωρίς αυτό όμως να οδηγήσει σε μετανάστευση της σιλικόνης και περαιτέρω προβλήματα. Τέλος, σε δύο ασθενείς η αγκύλη μετά την επούλωσή της ανευρέθη στο δεύτερο στάδιο ιδιαίτερα ογκώδης, με αποτέλεσμα να μη διέρχεται με ευχέρεια κάτω από τον Α1 δακτυλιοειδή σύνδεσμο διεγχειρητικά και χρειάστηκε η λέπτυνση των αγκύλων αυτών, χωρίς αυτό όμως να επηρεάσει το τελικό λειτουργικό αποτέλεσμα.

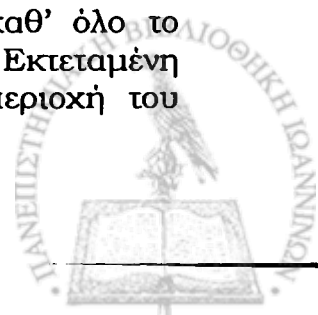


Πτωκά αποτελέσματα

Τα τρία πτωκά αποτελέσματα της μεθόδου σύμφωνα με τη κλίμακα Buck-Gramcko παρουσιάζονται με ένα σύντομο ιστορικό. Το πρώτο αφορά θήλυ ασθενή, 50 ετών κατά το αρχικό χειρουργείο, η οποία είχε ήδη υποστεί πέντε χειρουργικές επεμβάσεις στην περιοχή του μικρού δακτύλου και της παλάμης με αρχική διάγνωση «εκτινασσόμενος μικρός δάκτυλος» και στη συνέχεια «μειεγχειρητικές ρικνωτικές ουλές της παλάμης». Η ασθενής παρουσίαζε έντονα δύσκαμπτο δάκτυλο προ του πρώτου σταδίου της επέμβασης, το οποίο βελτιώθηκε ελάχιστα με την προεγχειρητική φυσιοθεραπεία, αλλά και τη διεγχειρητική αρθρόλυση. Στο τελικό follow-up η ασθενής έχει ένα λειτουργούν τενόντιο μόσχευμα, το οποίο όμως αποδίδει μόλις 15^ο συνολικής ενεργητικής κίνησης. Το υπόλοιπο άκρο χέρι στην τελική μειεγχειρητική εκτίμηση είχε δυστροφική εικόνα με απώλεια τρίχωσης, διαταραχές της αισθητικότητας και πόνο που αντανάκλουσε σε ολόκληρο το άνω άκρο, παρ'ότι έχουν παρέλθει 39 μήνες από την ολοκλήρωση της ανακατασκευής. Η ασθενής αρνήθηκε περαιτέρω κλινικο-εργαστηριακό έλεγχο για τη διευκρίνιση της αιτιολογίας της εικόνας αυτής (ασθενής υπ' αριθμόν 5, ΚΑ).

Το δεύτερο πτωκό αποτέλεσμα ήταν αυτό ενός επτάχρονου κατά την αρχική κάκωση αγοριού, το οποίο υπέστη ηλεκτρικό έγκαιμα στην παλάμη. Ο μέσος δάκτυλος διεσώθη με τη χρήση κοιλιακού κρημνού. Ο αρθρικός θύλακος και η παλαμιαία πλάκα της εγγύς φαλαγγοφαλαγγικής υπέστησαν βλάβη κατά τον αρχικό τραυματισμό, που οδήγησε σε υπεξάρθημα της εγγύς φαλαγγοφαλαγγικής. Παρ'ότι διενεργήθηκε αρθρόλυση και ανάταση της αρθρώσεως κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου και παρ'ότι το μόσχευμα λειτουργεί και είναι ισχυρό κατά την τελευταία κλινική εκτίμηση, η εγγύς φαλαγγοφαλαγγική άρθρωση παραμένει αγκυλωμένη σε έκταση (ασθενής υπ' αριθμόν 14, ΚΓ).

Το τρίτο πτωκό αποτέλεσμα αφορά ασθενή 50 ετών, ο οποίος μετά από αποτυχία πρωτοπαθούς συρραφής καμπτήρων τενόντων εξαιτίας συμφύσεων υπεβλήθη αλλαχού σε δεύτερη επέμβαση - αναθεώρηση της συρραφής, η οποία επεπλάκη εκ νέου από συμφύσεις. Δυο μήνες μετά τη διενέργεια του πρώτου σταδίου της ανακατασκευής στην κλινική μας, ο ασθενής εμφάνισε εν τω βάθει φλεγμονή, η οποία αντιμετωπίστηκε με ενδοφλέβια χορήγηση αντιβίωσης και με επίσπευση κατά μερικές μέρες της διενέργειας του δεύτερου σταδίου. Στο στάδιο II έγινε έκπλυση του ελύτρου και τοποθετήθηκε το μόσχευμα του επιπολής καμπτήρα. Ο ασθενής από τις πρώτες κιόλας μειεγχειρητικές ημέρες εμφάνιζε εξαιρετικά μικρό ενεργητικό εύρος κίνησης, το οποίο σε συνδυασμό με την κλινική εξέταση έθεσε την υποψία ρήξης της περιφερικής κατάφυσης του μοσχεύματος. Κατά τη χειρουργική διερεύνηση το τενόντιο μόσχευμα βρέθηκε ακέραιο με εκτεταμένες συμφύσεις καθ' όλο το μήκος του τόσο στη ζώνη 2 όσο και στη ζώνη 3 (Εικόνα 80). Εκτεταμένη ίνωση και διάχυτη σκληρία παρουσίαζε ακόμα και η περιοχή του



αντιβραχίου όπου έγινε η χειρουργική τομή για τη λήψη του μοσχεύματος. Η εικόνα αυτή βάζει υποψίες για μια ιδιοσυστασιακή διαταραχή της επούλωσης του συνδετικού ιστού σε αυτόν τον ασθενή. Διενεργήθηκε εκτεταμένη τενοντόλυση και παρ'ότι ο ασθενής έχει αποκτήσει περί τις 100^ο συνολικής ενεργητικής κίνησης, το αποτέλεσμα παραμένει πτωχό. Ο μικρός χρόνος μετεγχειρητικής παρακολούθησης αυτού του ασθενή δίνει ελπίδες βελτίωσης της τελικής του εικόνας (ασθενής υπ' αριθμόν 28, ΑΣ).

Αναλυτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων ανά ασθενή βρίσκεται στο «Παράρτημα».



Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων όταν το δείγμα είναι μικρό είναι ιδιαίτερα δυσχερής, καθώς οι στατιστικές διαφορές είναι δύσκολο να αναδειχθούν. Ως εργαλεία πρώτου ελέγχου (screening) χρησιμοποιήσαμε παραμετρικές μεθόδους, γιατί αφ'ενός η σημαντικότερη μετρούμενη μεταβλητή, δηλαδή το εύρος κίνησης (TAM), παρουσίαζε σχεδόν κανονική κατανομή (Γράφημα 1) και γιατί οι μέθοδοι αυτοί είναι δυνατόν να αναδείξουν μικρότερες διαφορές οι οποίες στη συνέχεια μπορούν να ελεγχθούν με μη παραμετρικές μεθόδους. Αναλυτικότερα στοιχεία για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων μας βρίσκονται στο παράρτημα.

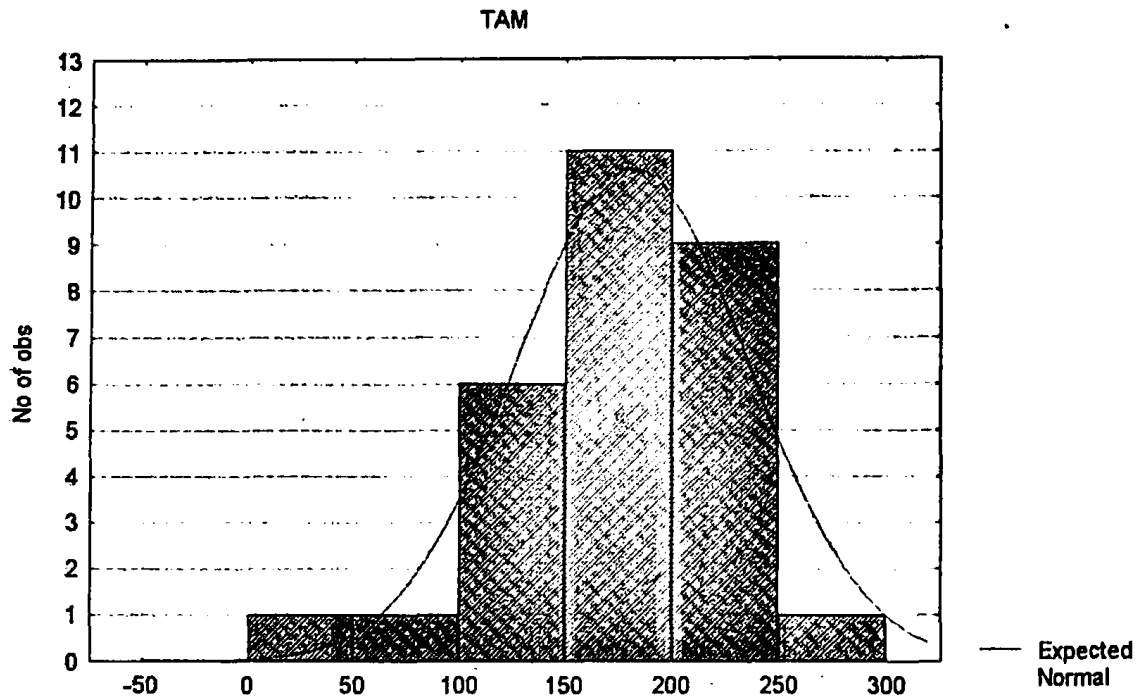
Μέθοδοι αξιολόγησης

Οι μέθοδοι αξιολόγησης που χρησιμοποιήσαμε, δηλαδή η επί τοις εκατό, σε σύγκριση με το υγιές, συνολική ενεργητική κίνηση (TAM %), η κλίμακα Buck-Gramcko, η αναθεωρημένη κλίμακα Strickland και το ποσοστό λειτουργικής επιβάρυνσης της άκρας χειρός (Hand impairment %, Hand Imp %) παρουσίασαν ισχυρή στατιστική συσχέτιση μεταξύ τους (Γράφημα 2). Το εύρημα αυτό έχει σημασία, διότι αφ'ενός δείχνει ότι οι διαφορετικοί παράμετροι που λαμβάνουν υπόψη τους οι κλίμακες δεν διαστρεβλώνουν το τελικό αποτέλεσμα (έτσι ώστε με τη χρήση μιας κλίμακας τα αποτελέσματα να εμφανίζονται σημαντικά καλύτερα ή χειρότερα). Αφ'ετέρου δείχνει ότι για την αδρή εκτίμηση των αποτελεσμάτων μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οποιαδήποτε από τις ανωτέρω κλίμακες χωρίς να αποκλίνουμε σημαντικά από την πραγματικότητα. Έτσι ως εργαλείο ελέγχου (screening) θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η πιο εύχρηστη κλίμακα Strickland, η οποία λαμβάνει υπόψη της μόνο την κίνηση στις φαλαγγο-φαλαγγικές αρθρώσεις του δακτύλου παραλείποντας την μετακαρποφαλαγγική άρθρωση, αν και εξακολουθούμε να πιστεύουμε ότι η εκτίμηση της αρθρώσεως αυτής έχει σημασία στην αναλυτική περιγραφή των αποτελεσμάτων. Από την άλλη ο υπολογισμός της λειτουργικής επιβάρυνσης του χεριού (Hand impairment %) είναι εξαιρετικά πολύπλοκος και μάλλον θα πρέπει να διατηρηθεί μόνο ως εργαλείο έρευνας ή ως ιατρονομικό εργαλείο.

Προεγχειρητικοί παράγοντες

Οι στατιστικές συσχετίσεις που περιλαμβάνουν τους σημαντικότερους προεγχειρητικούς παράγοντες εμφανίζονται στο Γράφημα 3. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι στις ομαδοποιήσεις που ακολουθούν εμφανίστηκαν αξιόλογες διαφορές στους μέσους όρους πολλών από τις μετρηθείσες παραμέτρους, αλλά εδώ θα σχολιαστούν οι στατιστικώς σημαντικές. Μια ιδέα των μη στατιστικώς σημαντικών διαφορών (με βάση το διαθέσιμο δείγμα) μπορεί να ληφθεί από τα γραφήματα που συνοδεύουν το





Γράφημα 1

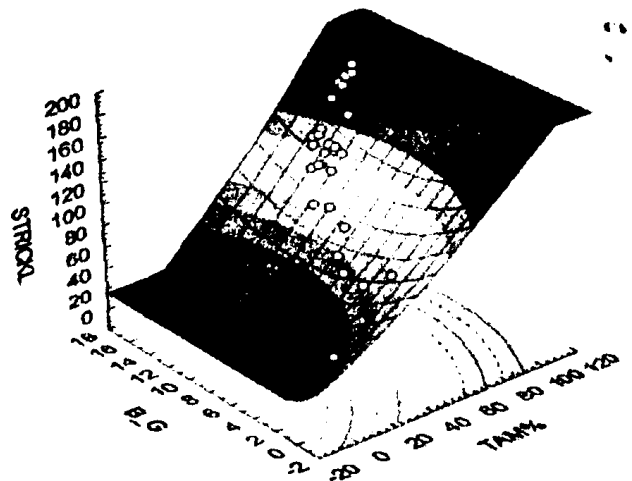
Correlations (data statistica.sta)

Marked correlations are significant at $p < .05000$
 N=29 (Casewise deletion of missing data)

| Variable | TAM% | B_G | STRICKL | CHAND% |
|----------|---------|---------|---------|--------|
| TAM% | 1.0000 | .9188 | .9173 | -.6719 |
| B_G | p= .000 | 1.0000 | .8068 | -.7201 |
| STRICKL | p= .000 | p= .000 | 1.0000 | -.7102 |
| CHAND% | p= .000 | p= .000 | p= .000 | 1.0000 |



Quadratic Surface
TAM% vs. B_G vs. STRICKL



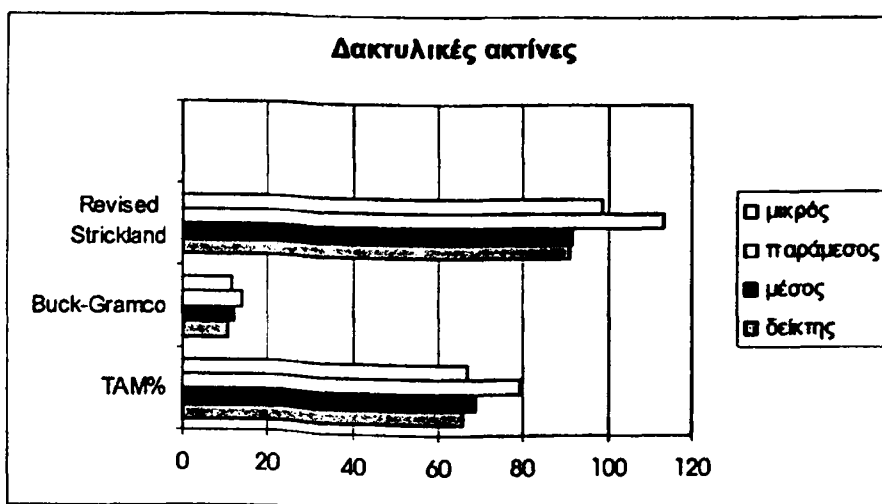
Γράφημα 2



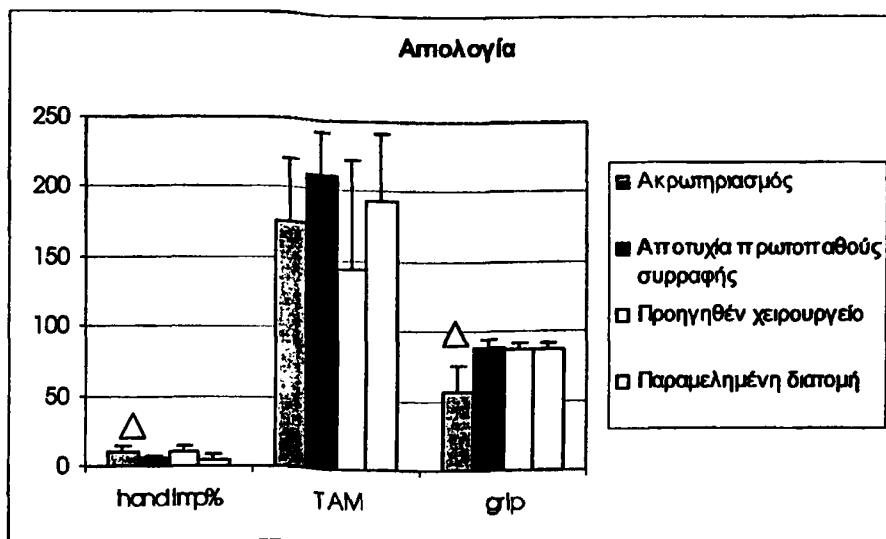
Marked correlations are significant at $p < .05000$
 N=19 (Casewise deletion of missing data)

| Variable | FINGER | BOYES | TAM | TAM% | B_G | STRICKL | GRIP% | PINCH% | K_PINCH% | HAND_% |
|----------|--------|-------|------|------|------|---------|-------|--------|----------|--------|
| FINGER | 1.00 | -.23 | -.04 | -.06 | .02 | .03 | .33 | -.11 | -.43 | -.46 |
| BOYES | -.23 | 1.00 | -.11 | -.11 | -.21 | -.21 | -.51 | .09 | .12 | .47 |
| TAM | -.04 | -.11 | 1.00 | .99 | .93 | .95 | .02 | .21 | .47 | -.69 |
| TAM% | -.06 | -.11 | .99 | 1.00 | .93 | .93 | -.03 | .19 | .48 | -.68 |
| B_G | .02 | -.21 | .93 | .93 | 1.00 | .85 | .09 | .13 | .47 | -.74 |
| STRICKL | .03 | -.21 | .95 | .93 | .85 | 1.00 | .09 | .17 | .29 | -.78 |
| GRIP% | .33 | -.51 | .02 | -.03 | .09 | .09 | 1.00 | .24 | -.03 | -.40 |
| PINCH% | -.11 | .09 | .21 | .19 | .13 | .17 | .24 | 1.00 | .63 | -.22 |
| K_PINCH% | -.43 | .12 | .47 | .48 | .47 | .29 | -.03 | .63 | 1.00 | -.07 |
| HAND_% | -.46 | .47 | -.69 | -.68 | -.74 | -.78 | -.40 | -.22 | -.07 | 1.00 |

Γράφημα 3



Γράφημα 4



Γράφημα 5



κείμενο. Στα γραφήματα οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές σημειώνονται με το σύμβολο «Δ» και ως επίπεδο σημαντικότητας έχει ληφθεί το 95%.

Δακτυλικές ακτίνες

Η στατιστική ανάλυση δεν έδειξε σημαντικές διαφορές στα αποτελέσματα μεταξύ των ανακατασκευασθέντων δακτυλικών ακτίνων. Είναι αξιοσημείωτο ότι με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία δεν είναι δυνατόν να καθοριστεί σημαντική διαφορά ακόμα και στη δύναμη δραγμού ανάμεσα στις ανακατασκευές μεταξύ των δύο κερκιδικών και των δύο ωλένιων δακτύλων. Επίσης δεν εμφανίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα αποτελέσματα του μικρού δακτύλου στο οποίο αντιμετωπίστηκαν τα περισσότερα τεχνικά προβλήματα στην εφαρμογή της τεχνικής. Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία φαίνεται ότι καλά αποτελέσματα μπορούμε να περιμένουμε ανεξαρτήτως της δακτυλικής ακτίνας που έχει προσβληθεί (Γράφημα 4).

Ηλικία

Από τα στοιχεία μας δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όταν οι ασθενείς χωρίστηκαν σε τρεις μεγάλες ηλικιακές ομάδες, 0-15 ετών (παιδιά), 15-30 και άνω των 30 ετών (γράφημα 7). Σε άλλες δημοσιευμένες σειρές (Wehbe, 1986, Brug, 1979, Naam, 1997) έχουν αναφερθεί καλύτερα αποτελέσματα σε νεαρούς ενήλικες. Η σύγκριση των μέσων τιμών στο δείγμα μας δείχνει την εμφάνιση μιας τέτοιας τάσης, παρ'όλα αυτά αυτή δεν είναι στατιστικώς σημαντική, πιθανώς εξαιτίας του μεγέθους του δείγματος.

Αιτιολογία

Με βάση την αιτιολογία της ανακατασκευής δεν εμφανίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις παραμέτρους που αφορούσαν το εύρος κίνησης, όμως η δύναμη δραγμού εμφανίστηκε σημαντικά μειωμένη στην ομάδα των ακρωτηριασμών (το οποίο ήταν και αναμενόμενο), ενώ η λειτουργικότητα της άκρας χειρός επηρεάστηκε περισσότερο στις ομάδες του ακρωτηριασμού και των προηγηθέντων χειρουργείων σε σχέση με τις ομάδες της αποτυχίας της πρωτοπαθούς συρραφής και των παραμελημένων διατομών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για τις συγκρίσεις αυτές στην ομάδα των ακρωτηριασμών λήφθηκε υπόψη μόνον ο επηρεασμός της λειτουργικότητας του χεριού από το χειρουργηθέν δάκτυλο (με μέσο όρο 10%) και όχι από τα υπόλοιπα τυχόν τραυματισμένα δάκτυλα, καθώς ο συνολικός μέσος όρος επηρεασμού της λειτουργικότητας του χεριού σε αυτήν την ομάδα ήταν 37% (Γράφημα 5).

Προεχειρητική κλίμακα Boyes και Stark

Όπως και με την αιτιολογία, η κατάταξη στην προεχειρητική κλίμακα Boyes και Stark δεν φαίνεται να επηρέασε σημαντικά το επιτευχθέν



εύρος κίνησης. Αντίθετα όμως, ο συνολικός επηρεασμός της λειτουργίας του χεριού (hand impairment %) και η δύναμη δραγμού ακολουθούν την βαρύτητα του αρχικού τραυματισμού και φαίνονται να βαίνουν βελτιούμενα καθώς προχωράμε από τις πιο σύνθετες κακώσεις προς τις απλούστερες (από τον βαθμό 5 της κλίμακας Boyes & Stark προς τον βαθμό 2). Συνεπώς, ενώ μπορεί να επιτευχθεί ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα όσον αφορά το εύρος κίνησης ανεξαρτήτως της προεγχειρητικής κατάστασης του δακτύλου, η επάνοδος της δύναμης δραγμού και της συνολικής λειτουργικότητας του χεριού επηρεάζεται από τη βαρύτητα της αρχικής κάκωσης (Γράφημα 6).

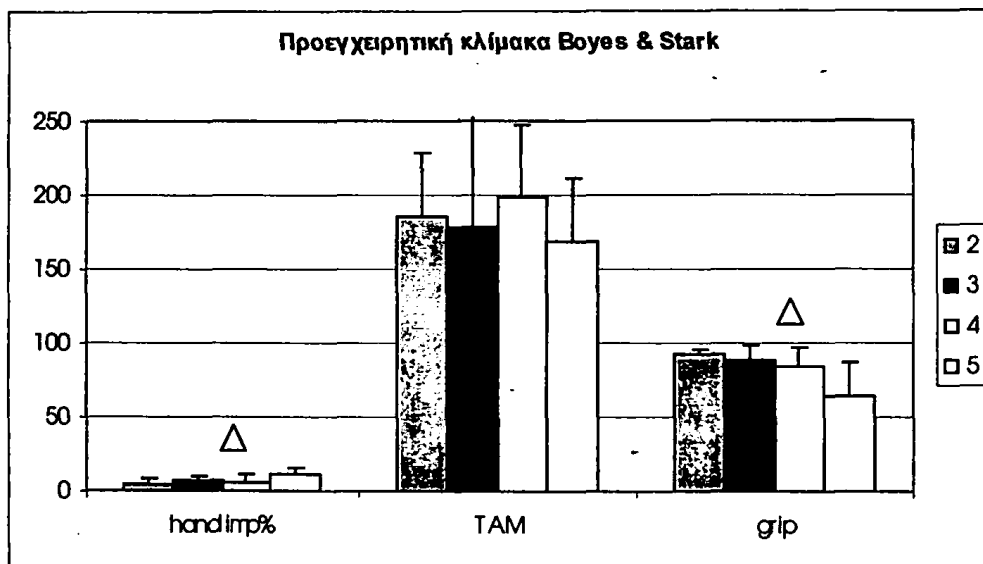
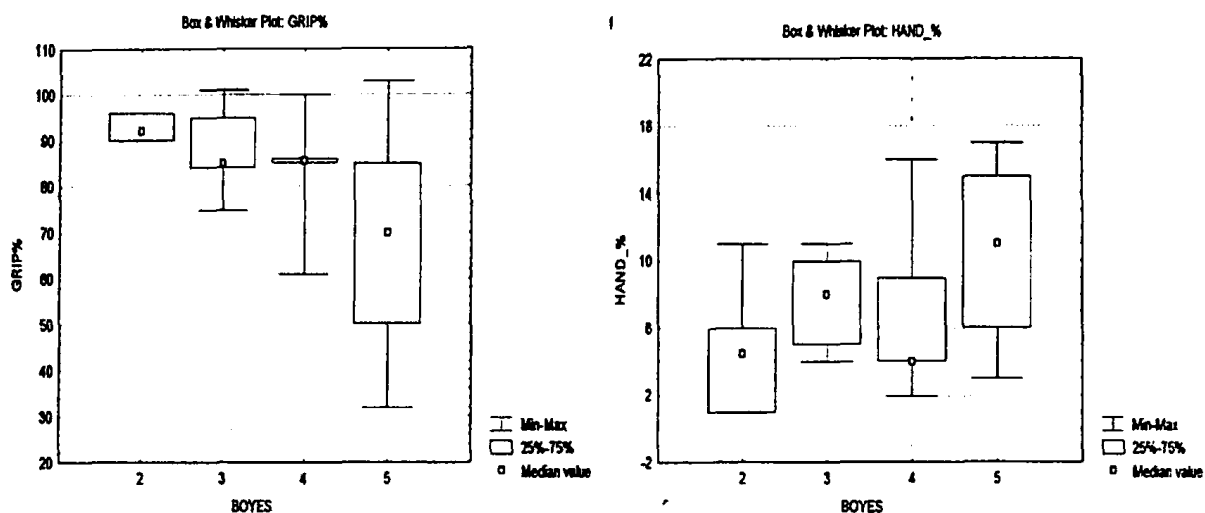
Βλάβη νεύρου

Εξετάζοντας την παράμετρο της προεγχειρητικής ύπαρξης νευρικής βλάβης δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε καμία από τις μετρούμενες παραμέτρους (Γράφημα 8).

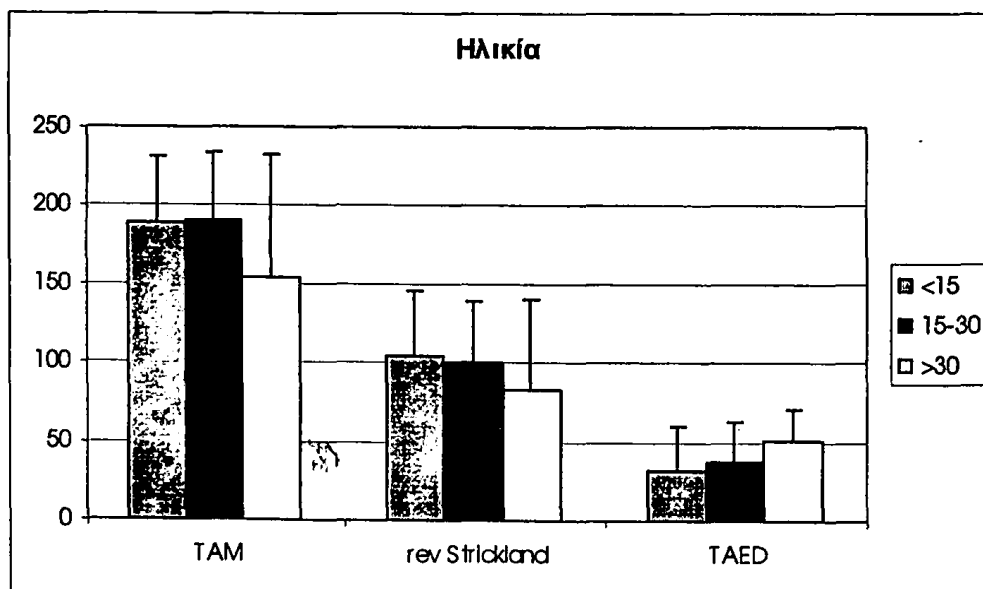
Όταν όμως εξετάσαμε στα αποτελέσματά μας την τελική μετεγχειρητική αισθητικότητα του δακτύλου (ανεξαρτήτως του εάν έγινε προσπάθεια αποκατάστασης ή όχι) με βάση το κριτήριο της απόστασης διάκρισης δύο σημείων (two-point discrimination) βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις παραμέτρους, που αφορούσαν το εύρος κίνησης και την δύναμη λεπτής σύλληψης. Η δύναμη δραγμού και ο συνολικός επηρεασμός της λειτουργικότητας της άκρας χειρός εμφάνιζαν αξιόλογες διαφορές στους μέσους όρους, χωρίς όμως αυτές να είναι στατιστικά σημαντικές.

Έτσι συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι το ιστορικό νευρικού τραυματισμού δεν είναι καθοριστικός παράγοντας για την τελική έκβαση του χειρουργείου, υπό την προϋπόθεση ότι οι νευρικές βλάβες θα αποκατασταθούν κατά τέτοιον τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται απόσταση διάκρισης μεταξύ δύο σημείων μικρότερη των 15 χιλιοστών, δηλαδή επάνοδο τουλάχιστον στο S3+ στην κλίμακα της εκτίμησης της αισθητικότητας της ASSH.



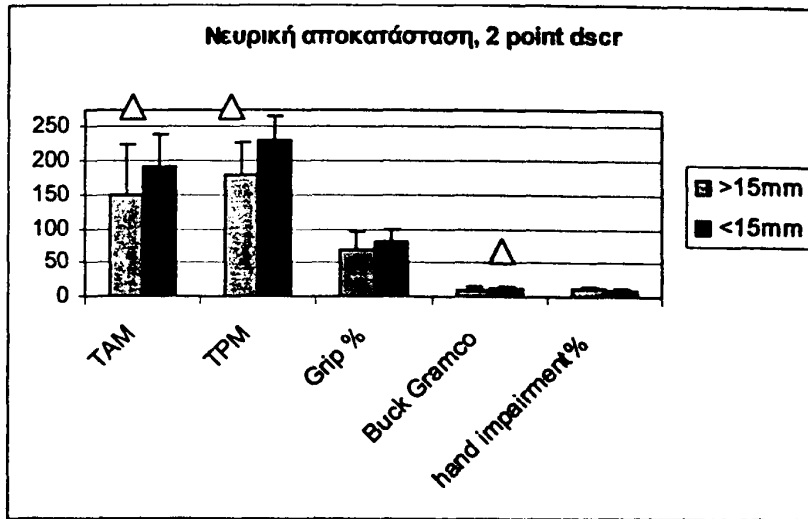


Γράφημα 6

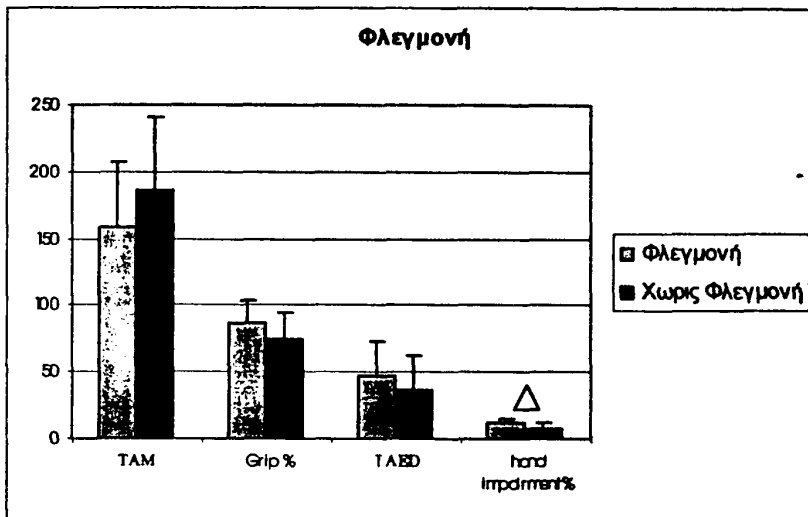


Γράφημα 7

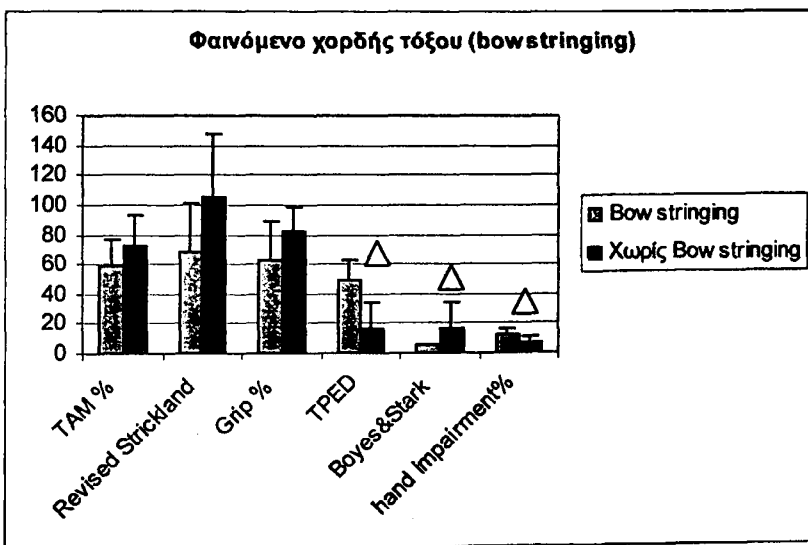




Γράφημα 8



Γράφημα 9



Γράφημα 10



Επίδραση των μετεγχειρητικών επιπλοκών

Μελετήθηκε η επίδραση των δύο μεγαλύτερων σε συχνότητα μετεγχειρητικών επιπλοκών που αντιμετωπίσαμε.

Φλεγμονές

Παρ'ότι οι φλεγμονές υπήρξαν οι σοβαρότερες μετεγχειρητικές επιπλοκές που αντιμετωπίσαμε με σημαντική παράταση του χρόνου νοσηλείας και του συνολικού χρόνου θεραπείας φαίνεται από τη στατιστική ανάλυση ότι δεν επηρέασαν σημαντικά το τελικό εύρος κίνησης και τη δύναμη δραγμού που επιτεύχθηκε. Παρ'όλα αυτά όμως, η συνολική λειτουργικότητα του χεριού είναι σημαντικά επηρεασμένη (Γράφημα 9). Η εμφάνιση φλεγμονής αποτελεί λοιπόν αρνητικό προγνωστικό παράγοντα για τον ασθενή.

Προβολή εν είδει χορδής τόξου

Το φαινόμενο του bow stringing εμφανίστηκε συχνότερα σε ασθενείς που αρχικώς είχαν βαρύτερες κακώσεις στην κλίμακα των Boyes και Stark. Στους ασθενείς αυτούς οι παράμετροι της κίνησης και της δύναμης δραγμού εμφανίστηκαν επηρεασμένες, αλλά οι διαφορές αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Αντίθετα, στατιστικώς σημαντικές διαφορές εμφανίστηκαν στις παραμέτρους που αφορούσαν την ανάπτυξη ελλειμμάτων έκτασης όπως και στο συνολικό επηρεασμό της λειτουργικότητας του χεριού (Γράφημα 10). Συμπερασματικά η εμφάνιση προβολής εν είδει χορδής τόξου σχετίζεται με τη βαρύτητα της αρχικής κάκωσης, είναι αρνητικός προγνωστικός παράγοντας για το τελικό αποτέλεσμα και προδιαθέτει στην εμφάνιση σημαντικών ελλειμμάτων έκτασης.



Συζήτηση

Η ανακατασκευή των καμπτήρων τενόντων σε δύο στάδια με την χρήση ράβδου σιλικόνης και την τροποποιημένη τεχνική Paneva βασίζεται σε μια απλή, αλλά ιδιοφυή σύλληψη της Paneva-Hollelich. Πριν από αυτήν οι χειρουργοί αναζητούσαν ένα ελεύθερο τενόντιο μόσχευμα, για να τοποθετήσουν στη θέση του τραυματισμένου τένοντα την ίδια ώρα που το κεντρικό κολόβωμα του επιπολής καμπτήρα βρισκόταν πάνω στο χειρουργικό τραπέζι, καθώς είχε αφαιρεθεί, ή παρέμενε στη θέση του ακρησιμοποιητο. Η ιδέα της Paneva-Hollelich ήταν να χρησιμοποιήσει αυτό το κεντρικό κολόβωμα του επιπολής καμπτήρα ως τενόντιο μόσχευμα, προετοιμάζοντας όμως την κεντρική τενοντοραφή με τη δημιουργία μιας αγκύλης στην παλάμη, η οποία επουλωνόταν καθ' όσο διάστημα ο ασθενής περίμενε για την τελική του αποκατάσταση. Παρ'ότι είναι προφανές και πριν ακόμα την δημοσίευση των αποτελεσμάτων αυτής, αλλά και άλλων σειρών, ότι τόσο ο ασθενής όσο και ο χειρουργός έχουν να ωφεληθούν από τη χρήση αυτής της μεθόδου έναντι της κλασσικής ανακατασκευής κατά Hunter, η τελευταία επικράτησε ως κυρίαρχη μέθοδος στην ανακατασκευή των καμπτήρων τενόντων. Την επικράτηση της μεθόδου Hunter δεν άλλαξε ούτε η επισήμανση αυτής της τεχνικής ως μεθόδου εκλογής για τις ανακατασκευές στη ζώνη 2 από τον Geldmacher στην περίφημη αναφορά της Επιτροπής για τους τραυματισμούς των τενόντων της Αμερικανικής Εταιρείας Χειρουργικής Χεριού, που δημοσιεύθηκε το 1983 (Kleinert & Verdan, 1983), και που είναι ένα από τα πιο πολυδιαβασμένα άρθρα της χειρουργικής του χεριού. Η μέθοδος Paneva φαίνεται τα τελευταία χρόνια να κερδίζει έδαφος στην Ευρώπη, ιδιαίτερα μετά την περιγραφή της στον άτλαντα της χειρουργικής του χεριού των Tubiana, Gilbert και Masquelet (Tubiana, 1999), αλλά στις Ηνωμένες Πολιτείες η επικράτηση της μεθόδου Hunter είναι σχεδόν καθολική.

Τεχνική – μόσχευμα

Ο κλασσικός τρόπος ανακατασκευής των καμπτήρων τενόντων σε δύο στάδια με ράβδο σιλικόνης και ελεύθερο μόσχευμα (τεχνική Hunter) χρησιμοποιεί ένα εξωϋμενικό τενόντιο μόσχευμα (μακρός παλαμικός, πελματικός, μακροί εκτεινόντες των δακτύλων του ποδός), για να αντικαταστήσει ένα ενδοϋμενικό μόσχευμα. Οι διαφορές στην ανατομική και στη φυσιολογία των δύο τύπων αυτών των μοσχευμάτων έχουν τονιστεί στην εισαγωγή του ειδικού μέρους.

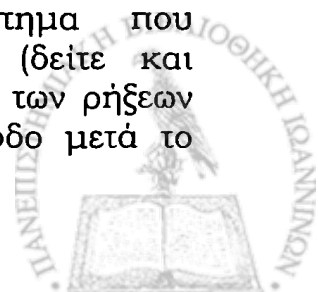
Με την τεχνική Hunter το μόσχευμα λαμβάνεται στο δεύτερο στάδιο της επέμβασης. Κατά συνέπεια όταν στο πρώτο στάδιο θα πρέπει ο χειρουργός να επιλέξει το μέγεθος της ράβδου σιλικόνης (και κατά συνέπεια το εύρος των δακτυλιοειδών συνδέσμων και του ψευδοελύτρου που θα ανακατασκευάσει) δεν μπορεί να τα αντιστοιχήσει με το μέγεθος του μοσχεύματός του, καθώς αυτό θα ληφθεί κατά το δεύτερο στάδιο της

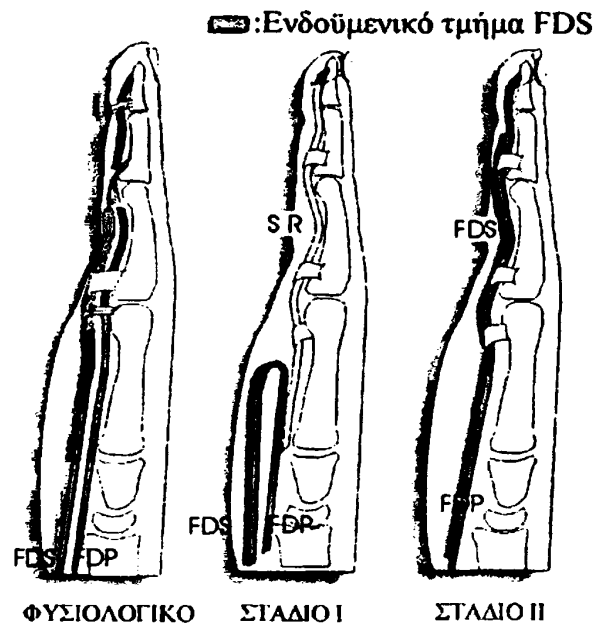


επέμβασης. Ως αποτέλεσμα είναι πιθανόν να τοποθετηθεί ένα μόσχευμα δυσανάλογα μεγάλο σε σχέση με το ψευδοέλυτρο, το οποίο θα έχει δυσκολίες στην ολίσθηση άρα και ευνοϊκούς παράγοντες για τη δημιουργία συμφύσεων, ή ένα μόσχευμα υπερβολικά μικρό σε σχέση με το ψευδοέλυτρο, το οποίο με το φαινόμενο της χορδής τόξου θα εφαρμόζει δυνάμεις στις αρθρώσεις, με μοχλοβραχίονα μακριά από το κέντρο περιστροφής τους και ως αποτέλεσμα θα προκαλεί συνολικά μικρότερο τελικό εύρος κίνησης. Με την τεχνική Hunter η εγγύς τενοντοραφή και η άπω καθήλωση του τενόντιου μοσχεύματος πρέπει να επουλωθούν στον ίδιο χρόνο (μετά το δεύτερο στάδιο της επέμβασης) και να αντέξουν και οι δύο στα φορτία του μετεγχειρητικού φυσιοθεραπευτικού προγράμματος. Μια συχνή τεχνική δυσκολία στη μέθοδο Hunter είναι να βρεθεί το κολόβωμα του εν τω βάθει καμπτήρα (που τυπικά χρησιμοποιείται ως ο κινητήριος μύς για την ανακατασκευή) κατά τη διάρκεια του δεύτερου σταδίου της επέμβασης. Τέλος, η συχνότητα επανεπεμβάσεων είτε για ρήξεις του μοσχεύματος είτε κυρίως για τενοντόλυσή του είναι τέτοια με την τεχνική Hunter που μερικοί αναφέρονται σε αυτή σαν «τεχνική τριών σταδίων».

Η τροποποιημένη κατά Paneva τεχνική έχοντας τις ίδιες ακριβώς ενδείξεις με την τεχνική Hunter δίνει λύσεις σε πολλά από τα προαναφερθέντα προβλήματα. Σε αυτή χρησιμοποιείται ένα ενδοϋμενικό μόσχευμα (ο επιπολής καμπτήρας), το οποίο σε πειραματικές μελέτες έχει δείξει ότι έχει καλύτερα μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τα εξωϋμενικά μοσχεύματα (*Liversedge, 2000, Seiler, 1997, Abrahamsson, 1994*, δείτε και «Ειδικό μέρος: Εισαγωγή»). Το μόσχευμα του επιπολής καμπτήρα έχει ανάλογο μέγεθος με αυτό του εν τω βάθει καμπτήρα, με μέση επιφάνεια διατομής $10,6\text{mm}^2$ και είναι πιο κατάλληλο συγκρινόμενο με τον μακρό παλαμικό που έχει $3,1\text{mm}^2$, τον πελματικό με $1,6\text{mm}^2$ και τους εκτεινόντες των δακτύλων με $3,2\text{mm}^2$ (*Carlson, 1993*). Ο επιπολής καμπτήρας είναι μια σταθερή ανατομική δομή σε αντίθεση με το μακρό παλαμικό και τον πελματικό, οι οποίοι δεν ανευρίσκονται στο 25% και 20% αντίστοιχα σε νεκροτομικές μελέτες (*Wehbe, 1994*). Παράλληλα με την αποφυγή λήψης ελεύθερου μοσχεύματος περιορίζεται σημαντικά η νοσηρότητα από τη δότηρια περιοχή.

Κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου το τενόντιο μόσχευμα (ο επιπολής καμπτήρας) αναγνωρίζεται στην παλάμη για να δημιουργηθεί η αγκύλη του με τον εν τω βάθει καμπτήρα. Ως εκ τούτου ο χειρουργός μπορεί να επιλέξει να τοποθετήσει ράβδο σιλικόνης ανάλογου μεγέθους προς το μόσχευμα υπό άμεση όραση. Αυτό εξασφαλίζει το σωστό μέγεθος του ψευδοελύτρου και των δακτυλοειδών συνδέσμων που θα δημιουργηθούν. Η εγγύς τενοντοραφή έχει επουλωθεί με την τροποποιημένη μέθοδο Paneva στο χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ πρώτου και δεύτερου σταδίου (δείτε και «Αποτελέσματα», Εικόνα 8278). Ως αποτέλεσμα, το ποσοστό των ρήξεων της εγγύς τενοντοραφής στην άμεσα μετεγχειρητική περίοδο μετά το στάδιο II μηδενίζεται.





Εικόνα 82. Ο επιπολής καμπτήρας δεν είναι ενδοϋμενικός σε όλο το μήκος του, αλλά με αυτή την τεχνική το ενδοϋμενικό του τμήμα μεταφέρεται μέσα στο ψευδοέλυτρο.

Αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία όταν συγκρίνεται με το ποσοστό ρήξεων της εγγύς τενοντοραφής με τη μέθοδο Hunter που ανέρχεται σε 7,4% (Wehbe, 1986). Επιπρόσθετα η ογκώδης αγκύλη του επιπολής και εν τω βάθει καμπτήρα στο επίπεδο των ελμινθοειδών είναι ευκολότερο να αναγνωρισθεί κατά τη διενέργεια του δεύτερου σταδίου της επέμβασης από ότι το κεντρικό κολόβωμα του εν τω βάθει καμπτήρα μόνο του με τη μέθοδο Hunter. Τέλος, εάν για οποιονδήποτε λόγο χρειαστεί διεγχειρητικά να εγκαταλειφθεί η τεχνική στη διάρκεια του δεύτερου σταδίου ή να τοποθετηθεί εκ νέου τενόντιο μόσχευμα, τότε η μετατροπή της στην κλασική τεχνική Hunter με ελεύθερο μόσχευμα είναι ευχερέστατη, καθώς η «δεξαμενή μοσχευμάτων» του ασθενούς είναι ανέπαφη.

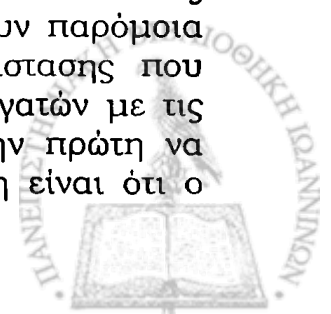
Ένα πιθανό τεχνικό μειονέκτημα της τροποποιημένης κατά Paneva τεχνικής είναι ότι η ρύθμιση της τάσεως θα πρέπει να γίνεται στην περιοχή της περιφερικής κατάφυσης του μοσχεύματος, όπου δεν είναι τόσο ευχερής όσο όταν γίνεται στην παλάμη στην περιοχή της εγγύς τενοντοραφής με τη μέθοδο Hunter. Παρόλα αυτά και με τις δύο τεχνικές η ρύθμιση της τάσης του μοσχεύματος παραμένει εμπειρική.

Η ενδεχόμενη επιφύλαξη που μπορεί να εκφραστεί για το γεγονός ότι ο επιπολής καμπτήρας δεν είναι ενδοϋμενικός σε όλο του το μήκος είναι αβάσιμη, καθώς όπως είναι εμφανές στην εικόνα 82 το τμήμα του επιπολής καμπτήρα που τελικώς μεταφέρεται στην περιοχή του ψευδοελύτρου του δακτύλου είναι εξ' ολοκλήρου ενδοϋμενικό.

Σύγκριση αποτελεσμάτων με την τεχνική Hunter

Η παρούσα μελέτη δεν διεκδικεί την ακρίβεια στις συγκρίσεις που παρέχει μια διπλή τυχαιοποιημένη προοπτική μελέτη, αλλά με δεδομένο τον σχετικά μικρό αριθμό ανακατασκευών των καμπτήρων τενόντων που έχουν δημοσιευθεί παγκοσμίως τα τελευταία τριάντα χρόνια, είναι από τα ακριβέστερα διαθέσιμα συγκριτικά εργαλεία που διαθέτουμε. Ο σχεδιασμός του τρόπου μετεγχειρητικής παρακολούθησης των ασθενών έγινε με κριτήριο την συγκρισιμότητά του με τις τρεις μεγαλύτερες δημοσιευμένες σειρές ανακατασκευών κατά Hunter (*Wehbe, 1986, LaSalle & Strickland, 1988, Amadio, 1983*). Το ποσοστό καλών και άριστων αποτελεσμάτων (63% σύμφωνα με την αναθεωρημένη κλίμακα του Strickland) που επιτεύχθηκε στους ασθενείς που παρουσιάζουμε στη μελέτη αυτή συγκρίνεται ευνοϊκά με τα αποτελέσματα των La Salle και Strickland (1988) και Amadio και συνεργατών (1983), οι οποίοι χρησιμοποιώντας την κλίμακα του Strickland αναφέρουν ποσοστό καλών και άριστων αποτελεσμάτων 39,5% και 42% αντίστοιχα. Θα πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι η τροποποιημένη κλίμακα του Strickland είναι «αυστηρότερη» από την αυθεντική που χρησιμοποιήθηκε στα προαναφερθέντα άρθρα, καθώς η δεύτερη χρησιμοποιεί ως μέτρο σύγκρισης τις πραγματικές τιμές προεγχειρητικής παθητικής κίνησης του ασθενούς, ενώ η αναθεωρημένη χρησιμοποιεί ως μέτρο της προεγχειρητικής κατάστασης το απολύτως φυσιολογικό εύρος παθητικής κίνησης για τις φαλαγγο-φαλαγγικές αρθρώσεις (δηλαδή 175°). Έτσι με την αυθεντική κλίμακα Strickland εκφράζεται το ποσοστό της προεγχειρητικής παθητικής κίνησης που μετατράπηκε σε ενεργητική, ενώ με την τροποποιημένη κατά Strickland κλίμακα η τελική κίνηση συγκρίνεται με το απολύτως φυσιολογικό.

Η πιο εκτενής και λεπτομερής παρουσίαση των αποτελεσμάτων της τεχνικής Hunter είναι από τον Wehbe και συνεργάτες το 1986, που παρουσιάζει συγκεντρωτικά τα περιστατικά που χειρουργήσε ο ίδιος ο James Hunter μαζί με μικρότερο αριθμό περιστατικών από άλλους τρεις χειρουργούς. Σε αυτό το άρθρο έχουμε λεπτομερή καταγραφή τόσο του εύρους κινήσεως και των δεικτών που χρησιμοποιούνται για την εκτίμησή τους όσο και καταγραφή των επιλοκών της μεθόδου Hunter. Στον Πίνακα 16 εμφανίζεται η σύγκριση όλων των δεικτών που υπολογίστηκαν για την παρούσα μελέτη με τους δείκτες στην μελέτη των Wehbe και συνεργατών για τη μέθοδο Hunter. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το είδος των ασθενών (η κατανομή τους δηλαδή στην προεγχειρητική κλίμακα των Boyes και Stark) είναι απολύτως ανάλογη στις δύο μελέτες. Αντιμετωπίστηκαν δηλαδή ασθενείς ίδιας ή παρόμοιας βαρύτητας. Τα αποτελέσματα που περιγράφονται στον πίνακα 16 είναι απολύτως ανάλογα, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι δύο μέθοδοι έχουν παρόμοια αποτελέσματα. Δημιουργείται όμως το ερώτημα της διάστασης που υπάρχει μεταξύ των αποτελεσμάτων των Wehbe και συνεργατών με τις δύο προαναφερθείσες μελέτες της μεθόδου Hunter με την πρώτη να παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα. Μια πιθανή εξήγηση είναι ότι ο



| Δείκτης | Τροποποιημένη τεχνική Raneva (παρούσα μελέτη) | Τεχνική Hunter (Wehbe και συν., 1986) |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|
| total active motion (TAM) | 180 | 176 |
| total passive motion (TPM) | 220 | 191 |
| total active flexion (TAF) | 219 | 219 |
| total passive flexion (TPF) | 243 | 232 |
| total active extension deficit(TAED) | 39 | 43 |
| total passive extension deficit (TPED) | 23 | 41 |
| Potential Active Flexion % | 89 | 94 |
| Potential Active Motion% | 80 | 92 |

Πίνακας 16. Σύγκριση τιμών εύρους κίνησης μεταξύ των τεχνικών Hunter και τροποποιημένης Raneva (δείτε και «Μετεγχειρητική παρακολούθηση», Πίνακας 7).

Wehbe αξιολογεί τα αποτελέσματα της σειράς των ασθενών που χειρουργήσε ο άνθρωπος που ανέπτυξε την μέθοδο Hunter και ως αποτέλεσμα έχει μια πολύ πιο αμβλεία καμπύλη εκμάθησης. Ίσως λοιπόν τα δικά μας αποτελέσματα, που εφαρμόζουμε μια μέθοδο που επινοήθηκε από τρίτους, να είναι καλύτερο να συγκριθούν με τα αποτελέσματα των άλλων δύο μελετών. Ένας άλλος λόγος πιθανώς να κρύβεται στη σύγκριση των αποτελεσμάτων της δυνητικής ενεργητικής κάμψης και δυνητικής ενεργητικής κίνησης (PAF και PAM) με τη μέθοδο Hunter. Οι δείκτες αυτοί δηλώνουν το ποσοστό της παθητικής κίνησης που έχει μετατραπεί σε ενεργητική μετεγχειρητικά με τη χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου. Στους δείκτες αυτούς η μέθοδος Hunter φαίνεται να υπερέχει και αυτό θα πρέπει να αποδοθεί στον σημαντικό αριθμό ασθενών μας (5 από τους 28) που παρουσιάζουν το φαινόμενο της χορδής τόξου (bowstringing), προφανώς λόγω μηχανικής αποτυχίας ανασκευασθέντων δακτυλιοειδών συνδέσμων.

Έτσι συμπερασματικά με βάση τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι η τροποποιημένη μέθοδος Raneva αποδίδει *εξίσου καλά* (συγκρινόμενα με την μελέτη των Wehbe και συν.) ή *καλύτερα* (συγκρινόμενα με τις σειρές των LaSalle & Strickland και Amadio και συν.) λειτουργικά αποτελέσματα από την κλασσική μέθοδο Hunter.

Πλεονεκτούν τα ενδοϋμενικά τενόντια μοσχεύματα;

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων που αφορούν το εύρος κίνησης με τη μέθοδο Raneva (που χρησιμοποιεί ένα ενδοϋμενικό μόσχευμα) με τη μέθοδο Hunter (που χρησιμοποιεί ελεύθερα εξωϋμενικά μοσχεύματα) όπως αναπτύχθηκε παραπάνω δεν μπορεί να δώσει σαφή απάντηση στο αν τα ενδοϋμενικά μοσχεύματα πλεονεκτούν στην κλινική πράξη, όπως υποστηρίζεται από πειραματικές μελέτες (δείτε «Ειδικό μέρος: Εισαγωγή»). Το αποτέλεσμα όμως που δίνει μια πολύ ισχυρή ένδειξη ότι τα αποτελέσματα των πειραματικών μελετών μεταφέρονται και στην κλινική πράξη είναι το ποσοστό των τενοντολύσεων με αυτήν την τεχνική.



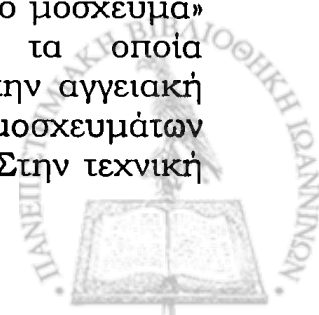
| Συγγραφέας | N (δάκτυλα) στη ζώνη II | Κλίμακα αξιολόγησης | Καλά & Άριστα αποτελέσματα (%) |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Kessler, 1972 | 6 | Strickland† | 83 |
| Winspur et al, 1978 | 10† | Buck-Gramcko† | 80 |
| Brug et al, 1979 | 27† | Buck-Gramcko | 52 |
| Chuinard et al, 1980 (δάκτυλο επιπολής καμπτήρα) | 16 | Boyes (modified) | 62,5 |
| Paneva-Hollewich, 1982 | 39† | Boyes (modified) | 56 † |
| Alnot, 1996 | 19 | TAM-TAED | 73 † |
| Naam, 1997 | 21 | Strickland & Glogovac | 52,4 |
| Brug et al, 1998 | 76 | Buck-Gramcko | 55 |
| | | Buck-Gramcko | 80 |
| Παρούσα μελέτη | 30 | Modified Strickland | 63 |

Πίνακας 17. Συγκριτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων των δημοσιευμένων μελετών για την τροποποιημένη τεχνική Paneva. †: μετά-ανάλυση με βάση στοιχεία των αυθεντικών άρθρων.

Τενοντόλυση απαιτήθηκε μόνο σε ένα δάκτυλο από τα τριάντα που περιλαμβάνονται στην παρούσα μελέτη και αυτό σε ασθενή που είχε υποστεί φλεγμονή και κατά πάσα πιθανότητα είχε ιδιοσυσσιασικούς λόγους δημιουργίας ουλών (δείτε «Αποτελέσματα»). Αντίθετα με την τεχνική Hunter τενοντολύσεις έχουν αναφερθεί σε ποσοστά από 16% έως 47% (Wehbe, 1986, La Salle, 1988, Amadio, 1983). Το εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό τενοντολύσεων (και κατά συνέπεια χαμηλό ποσοστό δημιουργίας συμφύσεων μεταξύ του τενόντιου μοσχεύματος και του ψευδοελύτρου) δεν μπορεί παρά να αποδοθεί στην ενδοϋμενική φύση του μοσχεύματος. Υπό αυτήν την έννοια η παρούσα μελέτη είναι μια ισχυρή ένδειξη ότι τα καλύτερα μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των ενδοϋμενικών μοσχευμάτων που παρατηρούνται σε πειραματικές μελέτες μπορούν να μεταφερθούν σε κλινική πράξη.

Σύγκριση με άλλες σειρές της ίδιας μεθόδου

Μετά από βιβλιογραφική έρευνα εντοπίστηκαν άρθρα που εφαρμόζουν την τροποποιημένη κατά Paneva τεχνική και αναφέρουν αποτελέσματά της. Σε μερικά από αυτά τα άρθρα η τεχνική εμφανίζεται με τη χρήση του όρου «νησιδωτό τενόντιο μόσχευμα» (“pedicled tendon graft”). Ο όρος αυτός δεν είναι απόλυτα ακριβής, διότι η έκφραση «νησιδωτό μόσχευμα» αναφέρεται συνήθως σε αγγειούμενα μοσχεύματα, τα οποία μεταφέρονται περί τον αγγειακό τους μίσχο διατηρώντας την αγγειακή τους άρδευση. Προϋπόθεση για την μεταφορά νησιδωτών μοσχευμάτων είναι τις περισσότερες φορές η μικροχειρουργική τεχνική. Στην τεχνική



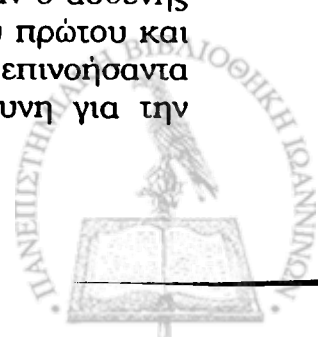
όπως την περιγράψαμε δεν λαμβάνεται καμία ιδιαίτερη προφύλαξη ώστε να διατηρηθεί ο αγγειακός μίσχος του τενόντιου μοσχεύματος και υπό αυτήν την έννοια το μόσχευμα μεταφέρεται ανάγγειο εξασφαλίζοντας την επιβίωσή του με τους μηχανισμούς που περιγράφουμε στο κεφάλαιο των ενδοϋμενικών μοσχευμάτων.

Κοινό χαρακτηριστικό των άρθρων που εντοπίστηκαν είναι ο σχετικά μικρός αριθμός των ασθενών και η αποσπασματική και με ποικίλες μεθόδους αξιολόγησης, παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Χρησιμοποιώντας στοιχεία από τα άρθρα κάναμε μια μετά-ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας κλίμακες συγκρίσιμες ή παρεμφερείς με αυτές που έχουν χρησιμοποιηθεί στην παρούσα μελέτη, αλλά και στις μελέτες της μεθόδου Hunter. Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακας 17. Οι άμεσες όμως συγκρίσεις μεταξύ των μελετών αυτών θα πρέπει να γίνουν με επιφύλαξη καθ' όσον αυτές δεν εμφανίζουν έναν ενιαίο τρόπο παρουσίασης της προεγχειρητικής κατάστασης των δακτύλων που αντιμετωπίστηκαν και ως εκ τούτου πιθανόν να αναφέρονται σε ασθενείς διαφορετικής βαρύτητας. Πάντως σε κάθε περίπτωση το ποσοστό των καλών και άριστων αποτελεσμάτων φαίνεται να υπερτερεί αυτών της μεθόδου Hunter που αναφέρθηκαν προηγουμένως (εξαιρουμένης της μελέτης των Wehbe και συνεργατών).

Φλεγμονές - υμενίτιδα

Οι πέντε εν τω βάθει φλεγμονές που αντιμετωπίστηκαν αποτέλεσαν τις σοβαρότερες επιπλοκές της μεθόδου αυτής. Με τον όρο «εν τω βάθει φλεγμονή» περιγράφουμε αυτό που άλλοι συγγραφείς ονομάζουν «σηπτική υμενίτιδα» εννοώντας την μικροβιακή φλεγμονή του ψευδοελύτρου. Αυτή έρχεται σε αντιδιαστολή με την ονομαζόμενη «υμενίτιδα από σιλικόνη», η οποία είναι μια άσηπτη φλεγμονώδης αντίδραση στο εμφύτευμα σιλικόνης που τοποθετούμε.

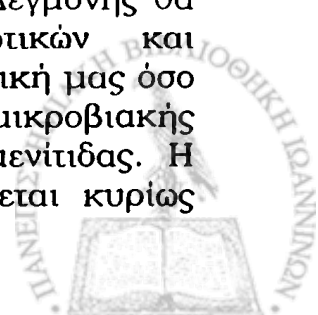
Η παθογένεση της ασηπτου υμενίτιδας όταν τοποθετούνται ράβδοι σιλικόνης είναι ασαφής. Ενώ για την υμενίτιδα από σιλικόνη που δημιουργείται από τοποθέτηση άλλων εμφυτευμάτων (π.χ. αρθροπλαστικές των μικρών αρθρώσεων της άκρας χειρός, εμφύτευμα κεφαλής κερκίδας) υπεύθυνη θεωρείται η απελευθέρωση στην άρθρωση ελεύθερων σωματιδίων σιλικόνης από τη φθορά του εμφυτεύματος, αυτό δεν μπορεί να υποστηριχτεί στην εφαρμογή αυτή, καθώς το εμφύτευμα παραμένει μόνο για τρεις μήνες και η υμενίτιδα δεν παρατηρείται παρά μόνο σε εμφυτεύματα που έχουν υποστεί θραύση. Ως προδιαθεσικός παράγοντας στην εμφάνιση υμενίτιδας στις ανακατασκευές των καμπτήρων τενόντων έχει θεωρηθεί το έντονο πρόγραμμα κινησιοθεραπείας. Αυτό προκύπτει από την εμπειρική παρατήρηση ότι τα κλινικά σημεία της υμενίτιδας φαίνεται να υποχωρούν εάν ο ασθενής περιορίσει την παθητική κινητοποίηση του δακτύλου μεταξύ πρώτου και δευτέρου σταδίου. Διαφορετική άποψη εκφράζεται από τον επινοήσαντα την μέθοδο James Hunter, ο οποίος πιστεύει ότι υπεύθυνη για την



υμενίτιδα είναι όχι η αδρή κίνηση της σιλικόνης μέσα στο ψευδοέλυτρο, αλλά η μικροκίνηση που προκαλείται από την ανεπαρκή καθήλωση του περιφερικού άκρου της σιλικόνης στην άπω φάλαγγα. Αυτός είναι ο λόγος μάλιστα που σχεδίασε τα ειδικά εμφυτεύματα που σταθεροποιούνται με μια μικρή μεταλλική πλάκα και βίδα στην άπω φάλαγγα (*James Hunter, προσωπική επικοινωνία*). Στην τεχνική όπως εφαρμόζεται από την ομάδα των Ιωαννίνων, η περιφερική καθήλωση της ράβδου σιλικόνης γίνεται με διεκβαλλόμενο ράμμα και κουμπί και απευθείας καθήλωση στο υπόλειμμα του εν τω βάθει, η οποία θεωρείται σταθερότερη από την απλή συρραφή στο υπόλειμμα του εν τω βάθει που εφαρμόζεται από άλλους συγγραφείς (*Kessler, 1972, Winspur, 1978, Brug, 1979, Naam, 1997*). Η υμενίτιδα από σιλικόνη έχει κλινική εικόνα πανομοιότυπη με την σηπτική υμενίτιδα με την εξαίρεση της πυώδους εκροής. Το δάκτυλο εμφανίζεται διογκωμένο, ερυθρό και σιλιπνό. Σε αντίθεση με τις σηπτικές τεντοελυτρίτιδες που παρουσιάζονται σε φυσιολογικά δάκτυλα, δεν υπάρχει έντονη ευαισθησία στην ψηλάφηση της παλαμιαίας επιφάνειας του δακτύλου ούτε το δάκτυλο διατηρείται σε κεκαμμένη θέση στις δύο ανωτέρω καταστάσεις, και το δεύτερο οφείλεται στο ότι δεν υφίσταται μεταξύ πρώτου και δευτέρου σταδίου τένοντιας που παθητικά θα κάμψει το δάκτυλο.

Ασθενής που παρουσιάζεται με την παραπάνω κλινική εικόνα χωρίς πυώδη εκροή θέτει ένα διαγνωστικό δίλημμα μεταξύ της «καλοήθους» υμενίτιδας από σιλικόνη και της εν τω βάθει φλεγμονής ή σηπτικής υμενίτιδας. Το δίλημμα περιπλέκεται περισσότερο από το γεγονός ότι η συχνότητα εμφάνισης των δύο επιπλοκών στη βιβλιογραφία διαφέρει σημαντικά. Πιο συγκεκριμένα οι Wehbe και συνεργάτες (*Wehbe, 1986*) αναφέρουν ποσοστό ασήπτου υμενίτιδας 21,5% και μικροβιακής φλεγμονής μόνο 4%, ενώ οι Amadio και συνεργάτες (*Amadio, 1983*) εμφανίζουν σηπτική υμενίτιδα σε ποσοστό από 9 έως 24% χωρίς να αναφέρονται σε υμενίτιδα από σιλικόνη. Στη δική μας μελέτη το ποσοστό σηπτικής υμενίτιδας είναι 16%, ενώ η άσηπτη υμενίτιδα από σιλικόνη εμφανίστηκε σε έναν μόνο ασθενή, ποσοστό 3%. Όσον αφορά τους παθογόνους μικροοργανισμούς, τόσο εμείς όσο και ο Amadio, που έχει κάνει την πιο εκτεταμένη αναφορά στις σηπτικές υμενίτιδες στη βιβλιογραφία, ανευρίσκουμε ως συχνότερο μικρόβιο το χρυσίζοντα σταφυλόκοκκο, χωρίς όμως να αποκλείονται και άλλα παθογόνα (δείτε «Αποτελέσματα»). Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι κανένας από τους ασθενείς μας με μικροβιακή φλεγμονή δεν παρουσίασε εμπύρετο ούτε αύξηση των δεικτών φλεγμονής.

Η εμπειρία μας από την αντιμετώπιση αυτών των ασθενών θα μπορούσε να συνοψιστεί στα παρακάτω: ασθενείς στους οποίους τίθεται το διαφορο-διαγνωστικό ερώτημα μεταξύ υμενίτιδας και εν τω βάθει φλεγμονής θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με χορήγηση αντιβιοτικών και παρακολούθηση κατά το πρώτο διάστημα, καθώς τόσο στη δική μας όσο και στην μελέτη του Amadio η συχνότητα εμφάνισης μικροβιακής φλεγμονής είναι μεγαλύτερη από αυτήν της ασήπτου υμενίτιδας. Η εμπειρική αντιμικροβιακή θεραπεία θα πρέπει να στρέφεται κυρίως



εναντίον του χρυσίζοντα σταφυλόκοκκου. Εάν παρά τη χορήγηση των αντιβιοτικών και τη μείωση της έντασης του φυσιοθεραπευτικού προγράμματος το δάκτυλο δεν βελτιώνεται κλινικά σε σύντομο χρονικό διάστημα, η καλύτερη λύση φαίνεται να είναι η αφαίρεση της ράβδου σιλικόνης. Η παρούσα μελέτη δεν μπορεί να απαντήσει στο ερώτημα αν μετά την αφαίρεση της ράβδου σιλικόνης είναι προτιμότερο να διενεργείται αμέσως το δεύτερο στάδιο της επέμβασης ή μετά από αναμονή 2 έως 3 μηνών να επανατοποθετείται ράβδος σιλικόνης και να επαναλαμβάνεται το πρώτο στάδιο της επέμβασης. Η δεύτερη μέθοδος είναι εξαιρετικά χρονοβόρος για τον ασθενή, αλλά πιθανώς να είναι ασφαλέστερη για ασθενείς που διεγχειρητικά κατά την αφαίρεση της ράβδου σιλικόνης φαίνεται να έχουν ψευδοέλυτρο που πυορροεί έντονα. Εάν αντίθετα τα σημεία φλεγμονής του ψευδοελύτρου είναι ήπια, τότε είναι δυνατόν να προχωρήσει κάποιος απευθείας στην τοποθέτηση μοσχεύματος, στη διενέργεια δηλαδή του δεύτερου σταδίου της επέμβασης. Ο ρόλος της τοποθέτησης συστήματος ροής και πλύσης του ψευδοελύτρου είναι αδιευκρίνιστος και πιθανώς να έχει θέση σε ασθενείς στους οποίους αντιμετωπίζεται το ενδεχόμενο άμεσης διενέργειας του δεύτερου σταδίου, αλλά ο χρόνος που έχει παρέλθει από το πρώτο στάδιο δεν είναι επαρκής για την ωρίμανση του ψευδοελύτρου. Η παρακολούθηση των δεικτών φλεγμονής δεν είναι αξιόπιστος δείκτης ούτε για την ύπαρξη ή όχι μικροβιακής φλεγμονής ούτε για την αποτελεσματικότητα της αντιμικροβιακής θεραπείας.

Εφαρμογή της μεθόδου στο μικρό δάκτυλο και στον αντίχειρα

Τεχνικά προβλήματα αντιμετωπίστηκαν εξαιτίας του μικρού μεγέθους του επιπολής καμπήρα του μικρού δακτύλου στις τρεις από τις έξι ανακατασκευές που αφορούσαν αυτό το δάκτυλο. Στα δύο από τα τρία αυτά δάκτυλα το μόσχευμα του επιπολής καμπήρα θεωρήθηκε ιδιαίτερα λεπτό κατά το δεύτερο στάδιο και επιλέχθηκε να ενισχυθεί με τον μακρό παλαμικό στη μία περίπτωση και να αντικατασταθεί από μακρό παλαμικό στην άλλη. Επίσης, η μοναδική περιφερική ρήξη μοσχεύματος μετά το δεύτερο στάδιο που αντιμετωπίσαμε εμφανίστηκε σε ασθενή με ιδιαίτερα λεπτό μόσχευμα μικρού δακτύλου αν και άλλοι παράγοντες μπορεί να συνέτειναν (η ύπαρξη επιπολής φλεγμονής στην περιοχή εξόδου των διεκβαλλόμενων ραμμάτων και η πλημμελής συνεργασία του ασθενούς στο φυσιοθεραπευτικό πρόγραμμα). Ως εκ τούτου ο χειρουργός θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός στην εφαρμογή της μεθόδου στο μικρό δάκτυλο και εάν το μέγεθος του επιπολής καμπήρα του μικρού δακτύλου θεωρηθεί ιδιαίτερα μικρό κατά το πρώτο στάδιο θα πρέπει να ενημερωθεί ο ασθενής για την πιθανότητα ανάγκης χρήσης ελευθέρου μοσχεύματος κατά το δεύτερο στάδιο. Η μετατροπή της μεθόδου πάντως κατά το δεύτερο στάδιο είναι τεχνικώς ευχερής και τα συνολικά αποτελέσματα των ανακατασκευών σε μικρά δάκτυλα παρά τις τεχνικές δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν δεν διαφέρουν στατιστικώς από τις ανακατασκευές άλλων δακτυλικών ακτίνων σε αυτήν τη σειρά.



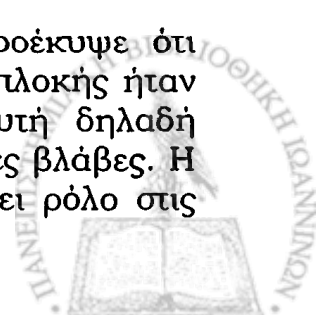
Η ανακατασκευή του μακρού καμπτήρα του αντίχειρα με τη χρήση τεχνικής δύο σταδίων και ράβδου σιλικόνης είναι χρονοβόρα και παράλληλα καθώς στην αγκύλη χρησιμοποιείται ο μακρός παλαμικός χάνεται το πλεονέκτημα χρήσης ενός ενδοϋμενικού μοσχεύματος με αυτήν την τροποποίηση της τεχνικής. Δεδομένου ότι υφίστανται απλούστερες λύσεις που αποδίδουν ένα αποδεκτό λειτουργικό αποτέλεσμα σε τέτοιους ασθενείς (δείτε «Γενικό μέρος: Δευτεροπαθής αντιμετώπιση») η ένδειξη για αυτή την ανακατασκευή είναι ιδιαίτερα περιορισμένη σε νέους ασθενείς με υψηλές λειτουργικές απαιτήσεις από την φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση του αντίχειρα.

Φαινόμενο χορδής τόξου (Bowstringing)

Έξι από τους ασθενείς μας παρουσίασαν φαινόμενο χορδής τόξου εξαιτίας ανεπάρκειας των δακτυλιοειδών συνδέσμων. Ενώ γενικώς η ανακατασκευή δύο δακτυλιοειδών συνδέσμων (A2 και A4) θεωρείται επαρκής, σε αυτή τη μελέτη ανακατασκευάστηκαν ή επιδιορθώθηκαν κατά μέσο όρο 2,6 δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι ανά δακτυλική ακτίνα με συχνότερους τους A2, A4 και A1 (παρ'ότι 4 από τις 6 προβολές εν είδη χορδής τόξου παρουσιάστηκαν στο επίπεδο του A1 δακτυλιοειδούς συνδέσμου). Συνεπώς ο ανεπαρκής αριθμός των ανακατασκευασθέντων δακτυλιοειδών συνδέσμων δεν είναι πιθανή εξήγηση για την εμφάνιση του φαινομένου χορδής τόξου και αυτό πρέπει να αποδοθεί σε πιθανές ρήξεις τους. Ρήξεις των δακτυλιοειδών συνδέσμων μπορούν να συμβούν είτε λόγω μη ικανοποιητικού τρόπου ανακατασκευής τους είτε λόγω άσκησης υπερβολικών φορτίων σε αυτούς στην πρώιμη μετεγχειρητική περίοδο κατά την επούλωσή τους. Και οι δύο αυτοί παράγοντες φαίνεται να συνέτειναν στην εμφάνιση της επιπλοκής αυτής στους ασθενείς μας.

Η τεχνική της άμεσης συρραφής στο υπόλειμμα του κατεστραμμένου δακτυλιοειδούς συνδέσμου που χρησιμοποιήθηκε είναι μεν επαρκής για τις περισσότερες περιπτώσεις, αλλά δεν είναι εξίσου ισχυρή με την τεχνική της ανακατασκευής με περιέλιξη μοσχεύματος γύρω από τη φάλαγγα (Εικόνα 71). Η τελευταία όμως αυτή τεχνική απαιτεί ύπαρξη μεν άφθονου τενόντιου μοσχεύματος για να ανακατασκευαστούν όλοι οι δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι, δεν είναι δε κατάλληλη για ανακατασκευές σε παιδιά και δεν έχει αναφερθεί η εφαρμογή της στην ανακατασκευή του A1 δακτυλιοειδούς συνδέσμου. Ο δεύτερος παράγοντας που συνέτεινε στην εμφάνιση της επιπλοκής αυτής είναι ότι οι ασθενείς μας συνήθως δεν παρακολουθούνται από εξειδικευμένο φυσιοθεραπευτή μετά το δεύτερο στάδιο, ο οποίος θα μπορούσε να εφαρμόσει τεχνικές (όπως τα θερμοπλαστικά δακτυλίδια) και να δώσει οδηγίες για την προστασία των δακτυλιοειδών συνδέσμων στο πρώτο διάστημα μετά το χειρουργείο.

Από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων μας προέκυψε ότι προδιαθεσικός παράγοντας για την εμφάνιση αυτής της επιπλοκής ήταν η βαρύτητα της αρχικής κατάστασης του δακτύλου, αυτή δηλαδή εμφανίστηκε συχνότερα σε ασθενείς με νευρικές ή πολλαπλές βλάβες. Η μείωση της αισθητικότητας του δακτύλου πιθανώς να παίζει ρόλο στις



ρήξεις που οφείλονται στο φυσιοθεραπευτικό πρόγραμμα. Για ασθενείς λοιπόν με προεγχειρητική κατάσταση βαθμού 4 ή 5 στην κλίμακα Boyes & Stark θα πρέπει να αντιμετωπίζεται το ενδεχόμενο χρησιμοποίησης μιας ισχυρότερης τεχνικής ανακατασκευής των δακτυλιοειδών συνδέσμων και να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην προστασία τους κατά το φυσιοθεραπευτικό πρόγραμμα της άμεσης μετεγχειρητικής περιόδου.

Συγκάμψεις στην άπω φαλαγγο-φαλαγγική

Η σύγκαμψη της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής είναι μια συχνή επιπλοκή τόσο στη δική μας όσο και σε άλλες (Naam, 1997) σειρές ασθενών. Η λειτουργική της επίπτωση δεν είναι όμως ιδιαίτερα μεγάλη, καθώς η συνήθης σύγκαμψη είναι της τάξης των -25° , θέση η οποία θεωρείται αρκούτως λειτουργική, γι' αυτό και οι αρθροδέσεις γίνονται σε αυτή τη θέση. Δύο παράγοντες μπορεί να ευθύνονται για την εμφάνιση της επιπλοκής αυτής. Αφ' ενός μεν τα εξαιρετικά μεγάλα φορτία που ασκούνται στην άπω φαλαγγο-φαλαγγική, καθώς τα ανακατασκευασμένα δάκτυλα έχουν ως μόνο κινητήριο μυ τον εν τω βάθει καμπτήρα και όλες οι δυνάμεις ασκούνται στην άπω φάλαγγα σε αντίθεση με τα φυσιολογικά όπου οι δυνάμεις κατά την κάμψη μοιράζονται μεταξύ μέσης και άπω φάλαγγας. Ένας δεύτερος παράγοντας πιθανόν να είναι το πρόγραμμα μετεγχειρητικής φυσιοθεραπείας. Το πρωτόκολλο Kleinert που χρησιμοποιείται, παρ' ότι έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να εφαρμόζεται χωρίς ιδιαίτερη φυσιοθεραπευτική επιτήρηση, έχει αποδειχθεί (Mc Grouther, 1981, Phillips, 1985) ότι δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στην κινητοποίηση της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής. Οι συγκάμψεις θα μπορούσαν να περιοριστούν εάν εφαρμοστεί ένα πρωτόκολλο πρώιμης ελεγχόμενης ενεργητικής κινησιοθεραπείας υπό την επίβλεψη εξειδικευμένου φυσιοθεραπευτή μετά το δεύτερο στάδιο και εάν πρώιμα αρχίσει η τοποθέτηση νυκτερινών ναρθήκων έκτασης.

Προγνωστικοί παράγοντες

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων μας προκύπτει ότι η προεγχειρητική κλίμακα Boyes και Stark και η αιτιολογία του τραυματισμού είναι προγνωστικοί παράγοντες για το τελικό αποτέλεσμα όσον αφορά τη δύναμη δραγμού και το συνολικό επηρεασμό της λειτουργικότητας του χεριού που θα επιτευχθεί. Αντίθετα, ο σημαντικότερος παράγοντας για το εύρος κίνησης που τελικά θα επιτευχθεί είναι ο βαθμός στον οποίο θα αποκατασταθεί η νευρική βλάβη που τυχόν συνυπάρχει. Η μετεγχειρητική εμφάνιση φλεγμονής ή του φαινομένου χορδής τόξου είναι σημαντικοί αρνητικοί προγνωστικοί παράγοντες. Αντίθετα, η εντόπιση του τραυματισμού στις δακτυλικές ακτίνες και ο χρόνος που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο σταδίων της επέμβασης δεν φαίνεται να παίζουν σημαντικό ρόλο, ενώ η ηλικία του ασθενούς εμφανίστηκε να επηρεάζει μεν (με καλύτερα αποτελέσματα σε νεαρούς ενήλικες), αλλά με τα διαθέσιμα δεδομένα δεν αναδείχθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά.



Νευρική βλάβη

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων μας προέκυψε ότι το ιστορικό νευρικής βλάβης δεν αποτελεί αρνητικό προγνωστικό παράγοντα για την τελική έκβαση του ασθενούς υπό την προϋπόθεση ότι αυτό θα αποκατασταθεί και θα επιτευχθεί αισθητικότητα τουλάχιστον S3+ (δηλαδή διάκριση μεταξύ δύο σημείων μικρότερη από 15 χιλιοστά). Η νευρική αποκατάσταση φαίνεται ότι βελτιώνει και το εύρος κίνησης που θα επιτευχθεί τελικά. Είναι συνεπώς σημαντικό να αποκαθίστανται οι νευρικές βλάβες κατά το πρώτο στάδιο της επέμβασης, γιατί αυτό μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη μεγαλύτερου τελικού συνολικού εύρους κίνησης. Ένας λόγος γι' αυτό μπορεί να είναι ότι ασθενείς με προστατευτική μόνο αισθητικότητα στο πάσχον δάκτυλο δεν μπορούν να συνεργαστούν ικανοποιητικά στο μετεγχειρητικό κινησιοθεραπευτικό πρόγραμμα. Η παράμετρος αυτή εξ όσων γνωρίζουμε δεν έχει αναγνωριστεί και μελετηθεί ξανά στη βιβλιογραφία.

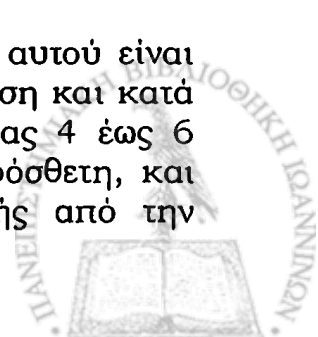
Μέθοδοι αξιολόγησης

Από τη στατιστική ανάλυση επίσης φάνηκε ότι οι μέθοδοι αξιολόγησης που χρησιμοποιήσαμε (το συγκριτικό επί τοις εκατό συνολικό ενεργητικό εύρος κίνησης [TAM %], η κλίμακα Buck-Gramcko, η τροποποιημένη κλίμακα Strickland, η επίδραση στην συνολική λειτουργία του χεριού [hand impairment %])) συσχετίζονται ισχυρά στατιστικά μεταξύ τους και ως εκ τούτου οποιαδήποτε από αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων χωρίς να έχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ τους έγκεινται στην ευχρηστία τους με απλούστερη την κλίμακα Strickland και πλέον σύνθετο τον υπολογισμό της επίδρασης στη λειτουργικότητα του χεριού.

Επίπτωση στη λειτουργικότητα του χεριού

Το τελικό αποτέλεσμα μετά την ανακατασκευή φαίνεται να περιορίζει σημαντικά τις επιπτώσεις από μια σοβαρή κάκωση του δακτύλου στη λειτουργία του χεριού. Η συνολική λειτουργία της άκρας χειρός υπολογίζεται (με τη χρήση ειδικής κλίμακας) ότι μειώνεται μόνο κατά 8%. Σε ασθενείς όμως που έχουν υποστεί πολλαπλές κακώσεις στην άκρα χείρα, η βελτίωση από την αποκατάσταση της κινητικότητας του δακτύλου επισκιάζεται από την συνολική επίπτωση των άλλων βλαβών στο χέρι με αποτέλεσμα τη μείωση της λειτουργικότητας να φτάνει στο 30% κατά μέσο όρο.

Το οικονομικό κόστος για την επίτευξη του αποτελέσματος αυτού είναι σημαντικό, διότι ο ασθενής πρέπει να υποβληθεί σε επέμβαση και κατά συνέπεια να νοσηλευθεί δύο φορές (με μέσο όρο νοσηλείας 4 έως 6 ημέρες) με το ανάλογο οικονομικό κόστος και έχει την πρόσθετη, και ίσως σημαντικότερη επιβάρυνση, της επί μακρόν αποχής από την

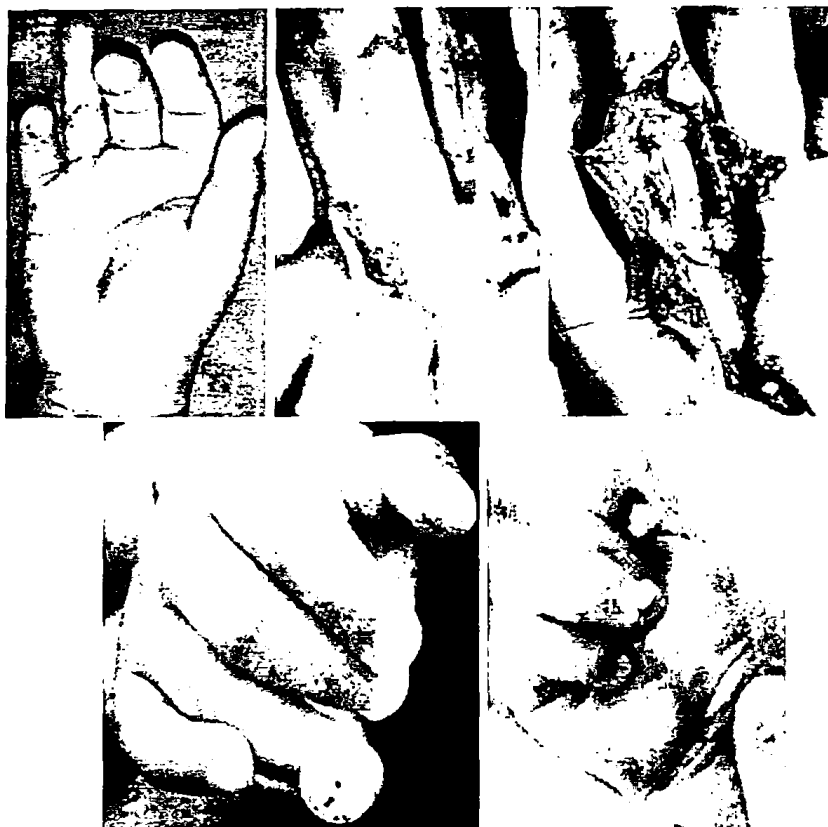


εργασία. Οι ασθενείς αυτοί προέρχονται από μια περίοδο αποχής από την εργασία ή μειωμένης παραγωγικότητας στο χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ της αρχικής τους κάκωσης, των τυχόν ανεπιτυχών προσπαθειών αποκατάστασης και της τελικής απόφασης για δευτεροπαθή ανακατασκευή, και στη συνέχεια απέχουν περαιτέρω από την εργασία τους ή έχουν μειωμένη παραγωγικότητα κατά το χρονικό διάστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ πρώτου και δεύτερου σταδίου, αλλά και για το χρονικό διάστημα της μετεγχειρητικής φυσιοθεραπείας που μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 2 ή 3 μήνες. Εάν στα παραπάνω προστεθεί το κόστος εξειδικευμένης φυσιοθεραπευτικής φροντίδας, και το κόστος πιθανών νοσηλείων ή επεμβάσεων για επιπλοκές της μεθόδου, οι οποίες ευτυχώς συμβαίνουν σε μικρό ποσοστό ασθενών, καταλήγουμε σε ένα αξιοσημείωτα μεγάλο τελικό κόστος για το σύστημα υγείας. Αυτό θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό υπηρεσιών υγείας της χώρας, καθώς η μεγαλύτερη διασπορά ιατρών εξειδικευμένων στη χειρουργική του χεριού στη χώρα μας θα μπορούσε να λειτουργήσει προληπτικά στην εμφάνιση επιπλοκών σε ασθενείς των οποίων η αρχική κάκωση είναι απλή διατομή των καμπτήρων τενόντων ή και ενός δακτυλικού νεύρου.

Η τροποποιημένη τεχνική Paneva στα παιδιά

Η πρώτη αναφορά σε ανακατασκευή καμπτήρων τενόντων σε παιδιά έγινε από τους Hunter και Salisbury το 1970 (Hunter, 1970). Παρουσιάζοντας την αντιμετώπιση 19 παιδιών αναφέρουν «πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα» (χωρίς όμως να δίνουν λεπτομέρειες των αποτελεσμάτων τους), αλλά τονίζουν ότι η τεχνική «δεν είναι κατάλληλη για παιδιά που δεν μπορούν να συνεργαστούν λόγω ηλικίας». Ελάχιστες αναφορές έχουν γίνει έκτοτε στο θέμα αυτό. Οι Amadio και συνεργάτες στα πλαίσια ενός άρθρου που αφορούσε τους ενήλικες (Amadio, 1983) αναφέρουν ανακατασκευές σε δέκα παιδιά με 80% ποσοστό αποτυχίας, ενώ όταν οι ίδιοι συγγραφείς το 1992 (Amadio, 1992) παρουσιάζουν τα αποτελέσματά τους σε ένα άρθρο που αφορούσε μόνο παιδιά, το ποσοστό των αποτυχιών πέφτει στο 50%. Η εμπειρία μας από την αντιμετώπιση των εννέα παιδιών σε αυτή τη σειρά είναι ενθαρρυντική. Επιτεύχθηκαν 4 άριστα, 4 καλά και ένα πωχό αποτέλεσμα στην κλίμακα Buck-Gramcko. Τα αποτελέσματά μας συμφωνούν με την πρόσφατα δημοσιευμένη σειρά των Valenti και Gilbert (Valenti, 2000) που σε 22 παιδιά είχαν ποσοστό καλών και άριστων αποτελεσμάτων 73%. Καθώς ο Alain Gilbert είναι ένας από τους λίγους χειρουργούς που εφαρμόζουν την τροποποιημένη κατά Paneva τεχνική, στο άρθρο αυτό δημοσίευσε και συγκριτικά αποτελέσματα της χρήσης των μεθόδου Paneva σε δέκα παιδιά έναντι των ελευθέρων μοσχευμάτων, όπου η τεχνική Paneva





Εικόνα 83. Ανακατασκευή καμπτήρα τένοντα με την τροποποιημένη τεχνική Rapena σε παιδί ηλικίας 2,5 ετών. Το τραυματισμένο δάκτυλο με διατομή καμπτήρα δεν συμμετέχει στην παθητική κάμψη των υπόλοιπων δακτύλων με το φαινόμενο της τενόδεσης. Στη χειρουργική διερεύνηση ανευρίσκεται εκτεταμένη ουλοποίηση του καμπτικού μηχανισμού και τοποθετείται ράβδος σιλικόνης και ανακατασκευάζονται πάνω της οι δακτυλιοειδείς σύνδεσμοι. Μεταξύ σταδίου 1 και σταδίου 2 ο μικρός ασθενής χρησιμοποιεί το υγιές μικρό δάκτυλο για να κάμψει το πάσχον που δεν έχει ανεξάρτητη κίνηση (φαινόμενο trapping). Το λειτουργικό αποτέλεσμα σε κάμψη στους τρεις μήνες μετεγχειρητικά (ασθενής υπ' αριθμόν 27, TX).

απέδωσε καλύτερο εύρος κίνησης (68% TAM συγκρινόμενο με 56% TAM της μεθόδου Hunter).

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματά μας σε παιδιά ηλικίας μικρότερης και μεγαλύτερης των δέκα ετών (δείτε «Αποτελέσματα», πίνακας 14) βρήκαμε ενδείξεις καλύτερων αποτελεσμάτων στα μεγαλύτερα παιδιά χωρίς αυτό να είναι στατιστικά σημαντικό εξαιτίας του μεγέθους του δείγματος. Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν σε ανάλογη σύγκριση οι Valenti και Gilbert. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα αν θα πρέπει μια τέτοια ανακατασκευή να καθυστερεί μέχρι την ηλικία των 7 έως 8 ετών κατά την οποία το παιδί είναι πιο συνεργάσιμο όπως υποστηρίζει ο Schneider (Schneider, 1999). Μια τέτοια καθυστέρηση δεν πιστεύουμε ότι δικαιολογείται από τις διαφορές αυτές στα αποτελέσματα μικρότερων και μεγαλύτερων παιδιών, οι οποίες μάλιστα δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα των μικρότερων παιδιών είναι γνωστό ότι βελτιώνονται, όσον αφορά την κάμψη, κατά την ανάπτυξη του δακτύλου. Οι μικρές αυτές διαφορές σε σχετικώς πρώιμα αποτελέσματα θα πρέπει να αντισταθμιστούν με την παρατεταμένη αχρησία του δακτύλου και τις συνέπειες της μη αντιμετώπισης μιας ενδεχόμενης συνυπάρχουσας

νευρικής βλάβης, εάν αποφασιστεί η τακτική της αναμονής. Ένα άλλο θέμα που τίθεται στα παιδιά είναι αυτό της πιθανής επιβράδυνσης της ανάπτυξης του δακτύλου λόγω της ανακατασκευής. Σε αυτήν τη μελέτη δεν παρατηρήθηκε κλινικά σημαντική επιβράδυνση της ανάπτυξης στα χειρουργημένα δάκτυλα και θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι επιβράδυνση της ανάπτυξης εμφανίζεται και σε μη διαγνωσθείσες διατομές τενόντων και σε μικρότερο βαθμό σε διατομές τενόντων που αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς με πρωτοπαθή συρραφή (δείτε «Γενικό μέρος: Πρωτοπαθής Αντιμετώπιση»).

Η τάση που έχει καταγραφεί στη βιβλιογραφία για επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων σε νεαρούς ενήλικες συγκρινόμενους με τους μεγαλύτερους σε ηλικία ασθενείς (Wehbe, 1986, Brug, 1979, Naam, 1997) εμφανίστηκε και στη δική μας μελέτη (TAM σε ενήλικες ηλικίας άνω των 30 ετών 153^ο έναντι 190^ο στην ηλικία 15 έως 30), αλλά δεν αποτέλεσε στατιστικώς σημαντική διαφορά πιθανώς εξαιτίας του μεγέθους του δείγματος.

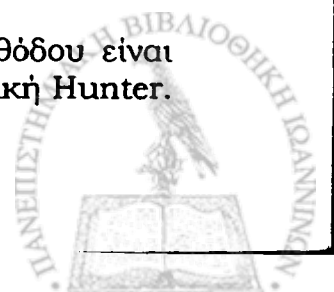
Συνεργασία με τον ασθενή

Η τεχνική αυτή είναι χρονοβόρα και επίπονη τόσο για τον χειρουργό όσο και για τον ασθενή. Και παρ'ότι η λειτουργία του δακτύλου είναι δυνατόν να βελτιωθεί σημαντικά, εάν η αρχική κάκωση αφορά πολλαπλές ανατομικές δομές της άκρας χειρός, η τελική επίπτωση στη λειτουργία του χεριού θα καθοριστεί από τις πολλαπλές αυτές βλάβες. Είναι απαραίτητο λοιπόν να συνεκτιμηθούν οι προσδοκίες του ασθενούς και η προθυμία του να συνεργαστεί με τον χειρουργό για να ληφθεί η τελική απόφαση για την εφαρμογή της μεθόδου. Ένας συνεργάσιμος και με ρεαλιστικές προσδοκίες ασθενής είναι η σημαντικότερη προϋπόθεση για την επιτυχία της μεθόδου.

Συμπεράσματα

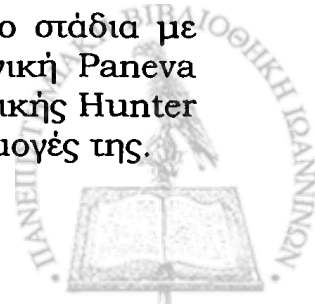
Τα ευρήματά μας από την μελέτη των ασθενών αυτών θα μπορούσαν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- Η ανακατασκευή των καμπτήρων τενόντων σε δύο στάδια με την χρήση ράβδων σιλικόνης και την τροποποιημένη τεχνική Paneva παρέχει διεγχειρητικά σημαντικές τεχνικές ευκολίες συγκρινόμενη με την κλασσική ανακατασκευή κατά Hunter.
- Χρησιμοποιεί ένα ενδοϋμενικό μόσχευμα (τον τραυματισμένο επιπολής καμπτήρα) που πειραματικά έχει δείξει ότι έχει καλύτερα μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά σε σχέση με άλλα χρησιμοποιούμενα εξωϋμενικά μόσχευμα, μειώνοντας παράλληλα την νοσηρότητα από την δότρια περιοχή.
- Τα αποτελέσματα από την κλινική εφαρμογή της μεθόδου είναι εξίσου καλά ή και καλύτερα συγκρινόμενα με την τεχνική Hunter.



- Μετά την ανακατασκευή, ο τελικός επηρεασμός της λειτουργικότητας της άκρας χειρός είναι μικρός.
- Η τεχνική αυτή παρουσιάζει εξαιρετικά χαμηλή συχνότητα επανεπέμβασης είτε για διενέργεια τενοντόλυσης (γεγονός που επιβεβαιώνει τις πειραματικές παρατηρήσεις που αφορούν τα ενδοϋμενικά τενόντια μοσχεύματα) είτε για ρήξεις του μοσχεύματος.
 - Η εφαρμογή της μεθόδου σε παιδιά, αν και τεχνικά απαιτητική αποδίδει επίσης καλά λειτουργικά αποτελέσματα.
 - Η σημαντικότερη επιπλοκή που αντιμετωπίστηκε ήταν οι εν τω βάθει φλεγμονές (σηπτικές υμενίτιδες) στο μεσοδιάστημα μεταξύ των δύο σταδίων της επέμβασης. Σημεία φλεγμονής στο χειρουργηθέν δάκτυλο θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως μικροβιακής αιτιολογίας μέχρι αποδείξεως του αντιθέτου και να μην αποδίδονται στην πολύ σπανιότερη καλοήγη υμενίτιδα από σλικόνη.
 - Οι επιπλοκές της προβολής του τένοντα εν είδει χορδής τόξου (bowstringing) και της σύγκαμψης της άπω φαλαγγο-φαλαγγικής άρθρωσης είναι σχετικά συχνές, αλλά δεν επηρεάζουν σημαντικά το τελικό λειτουργικό αποτέλεσμα. Θα μπορούσαν να προληφθούν με μικρές τροποποιήσεις στην τεχνική και το φυσιοθεραπευτικό πρόγραμμα.
 - Η εφαρμογή της μεθόδου στο μικρό δάκτυλο μπορεί να καταστεί δυσχερής εάν ο επιπολής καμπήρας είναι μικρού μεγέθους. Εάν αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα η μετατροπή της μεθόδου στην κλασσική τεχνική Hunter είναι ευχερής. Η εφαρμογή τροποποίησης της μεθόδου για ανακατασκευή του μακρού καμπήρα του αντίχειρα ενδείκνυται μόνο για ασθενείς με υψηλές λειτουργικές απαιτήσεις από την φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση του αντίχειρα και δεν έχει όλα τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής στα άλλα δάκτυλα.
 - Τυχόν συνυπάρχουσες νευρικές βλάβες, καλό είναι να αντιμετωπίζονται κατά το πρώτο στάδιο της επέμβασης. Ο βαθμός αποκατάστασης των νευρικών βλαβών ήταν ο σημαντικότερος προγνωστικός παράγοντας που εντοπίστηκε για το τελικό εύρος κίνησης. Προγνωστικοί παράγοντες για την τελική λειτουργικότητα είναι επίσης η αιτιολογία και προεγχειρητική βαρύτητα του τραυματισμού και η παρουσία των μετεγχειρητικών επιπλοκών της εν τω βάθει φλεγμονής και της προβολής εν είδει χορδής τόξου.
 - Οι μέθοδοι αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν παρουσίασαν καλή μεταξύ τους συσχέτιση, ως εκ τούτου τα αποτελέσματά μας καθίστανται συγκρίσιμα με μελέτες που θα χρησιμοποιούν οποιαδήποτε από αυτές τις μεθόδους.

Συνολικά η ανακατασκευή των καμπήρων τενόντων σε δύο στάδια με την χρήση ράβδων σλικόνης και την τροποποιημένη τεχνική Paneva φαίνεται να πλεονεκτεί σημαντικά έναντι της κλασσικής τεχνικής Hunter και θα πρέπει να την αντικαταστήσει στις περισσότερες εφαρμογές της.



Περίληψη

«Ανακατασκευή των Καμπήρων Τενόντων στην Ζώνη II του Χεριού με Ράβδους Σιλικόνης και την Τεχνική Paneva».

Η ανακατασκευή καμπήρων τενόντων σε δύο στάδια με ράβδους σιλικόνης και ελεύθερα εξωϋμενικά τενόντια μοσχεύματα (τεχνική Hunter) είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική για την αντιμετώπιση εκτεταμένων συμφύσεων στον καμπικό μηχανισμό (βαθμού Boyes 2 έως 5) στη ζώνη II της άκρας χειρός. Η μέθοδος αυτή όμως παρουσιάζει μειονεκτήματα που μπορούν να αντιμετωπισθούν με τον συνδυασμό της με την από μακρού γνωστή τεχνική Paneva. Αυτή η τροποποιημένη τεχνική Paneva περιλαμβάνει τη χρήση ράβδου σιλικόνης και τη δημιουργία αγκύλης μεταξύ των κεντρικών κολοβωμάτων του εν τω βάθει και του επιπολής καμπήρα στο πρώτο στάδιο, και την ανάσπαση και διεκβολή του επιπολής ως μόσχευμα διά του σχηματισθέντος «ψευδοελύτρου» στο δεύτερο στάδιο.

Μεταξύ 1992 και 2003 εικοσιοκτώ ασθενείς (30 δάκτυλα) με τραυματισμό στην ζώνη II, υπεβλήθησαν σε αυτήν την ανακατασκευή στην Πανεπιστημιακή Ορθοπαιδική Κλινική των Ιωαννίνων. Η μέση ηλικία των ασθενών ήταν 23,6 έτη και η μέση μετεγχειρητική παρακολούθηση 42,6 μήνες. Στην επανεξέταση εκτιμήθηκαν το εύρος κίνησης, η δύναμη δραγμού και λεπτής σύλληψης και η επίπτωση των συνυπαρχουσών κακώσεων. Η μέση συνολική ενεργητική κίνηση (TAM) που επιτεύχθηκε ήταν 181°. Το ποσοστό καλών και άριστων αποτελεσμάτων ήταν 80% στην κλίμακα Buck-Gramcko και 63% στην τροποποιημένη κλίμακα Strickland. Οι εν τω βάθει φλεγμονές, η προβολή του τένοντα εν είδει χορδής τόξου και τα ελλείμματα έκτασης στην άπω φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση ήταν οι συχνότερες επιπλοκές που αντιμετωπίστηκαν.

Η τεχνική αυτή παρουσιάζει εξίσου καλά ή και καλύτερα αποτελέσματα από την κλασική κατά Hunter. Η συχνότητα επανεπεμβάσεων για τενοντόλυση ή αποκατάσταση ρήξης του μοσχεύματος ήταν εξαιρετικά χαμηλή (3%), γεγονός που επιβεβαιώνει τις πειραματικές παρατηρήσεις για καλύτερα λειτουργικά χαρακτηριστικά των ενδοϋμενικών έναντι των εξωϋμενικών τενοντίων μοσχευμάτων. Μετά την ανακατασκευή ο επηρεασμός της λειτουργικότητας της άκρας χειρός εξαιτίας του τραυματισμού του τένοντα ήταν μικρός. Οι ανακατασκευές σε παιδιά απέδωσαν ικανοποιητικά λειτουργικά αποτελέσματα. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου από τεχνικής άποψης περιλαμβάνουν: την διεγχειρητικά ακριβή εκτίμηση του μεγέθους της ράβδου σιλικόνης που θα χρησιμοποιηθεί και κατά συνέπεια του μεγέθους των δακτυλιοειδών συνδέσμων που θα ανακατασκευασθούν, την επούλωση της εγγύς τενοντοραφής μέχρι την διενέργεια του δεύτερου σταδίου, την ευκολότερη αναγνώριση του εν τω



Η σε δύο στάδια ανακατασκευή των καμπηρών τενόντων με την χρήση του επιπολής καμπήρα του τραυματισμένου δακτύλου ως ενδοϋμενικό τενόντιο μόσχευμα (τροποποιημένη τεχνική Paneva-Hollewich) πλεονεκτεί έναντι της κλασσικής τεχνικής Hunter για ανακατασκευές στην ζώνη II της άκρας χειρός και θα πρέπει να την αντικαταστήσει στις περισσότερες των ενδείξεων της.

Abstract

“Staged Flexor Tendon Reconstruction in Zone II of the Hand Using a Silicone Rod and a Pedicled Intrasynovial Graft (a modified Paneva-Hollewich technique)”.

Doctoral Thesis, Nickolaos A. Darlis, MD.

Two-stage flexor tendon reconstruction with silicone rods and a free graft (Hunter technique) is the most widely accepted treatment for a scarred flexor tendon system in zone II (Boyes grade 2 to 5). Nevertheless this procedure presents technical difficulties some of which can be overcome with its combination with the long known Paneva technique. This modified Paneva technique includes creating a loop between the proximal stumps of Flexor Digitorum Profundus and Superficialis in the first stage and reflecting the latter as a “pedicled” graft through the pseudosheath created around the silicone rod, in the second stage.

Between 1992 and 2003 twenty eight patients (30 digits) with zone II injuries, underwent this type of reconstruction. The mean age of the patients was 23.6 years and the mean follow up 42.6 months. At follow-up examination the range of motion, grip and pinch strength and the effect of concomitant injuries were assessed. The mean post-operative Total Active Motion was 181°. The rate of good and excellent results was 80% in the Buck-Gramcko scale and 63% in the modified Strickland scale. Deep infections, bowstringing and DIP extension deficits were the more frequent complications.

The results compare favorably to ones of the classic Hunter reconstructions. The rate of post-grafting tenolysis and graft ruptures was extremely low (3%) thus confirming experimental observations of improved performance of intrasynovial tendon grafts. After the reconstruction, the effect of the tendon injury to the hand function was minimal. Reconstructions in children yielded satisfactory results. Technical advantages include the precise assessment of the silicon rod size to be used and the pulleys to be reconstructed, the healing of the proximal tenorrhaphy by the time the second stage is performed, the



easier identification of the FDP proximal stump at that time and finally the absence of donor site morbidity. Meticulous nerve repair and pulley reconstructions and alteration in the physiotherapy program could further enhance function. Some little finger lesions may not be amendable for reconstruction with this technique due to a small FDS size.

Staged reconstruction using the Flexor Digitorum Superficialis of the injured finger as an intrasynovial graft (the modified Paneva-Hollewich technique) is advantageous over the classic Hunter technique for zone II flexor tendon reconstructions and should replace it for most of its indications.



Βιβλιογραφία

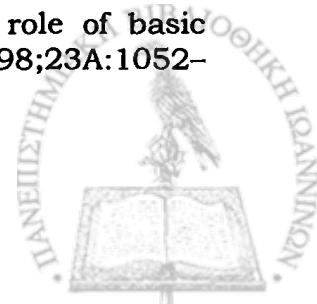
- Abrahamsson SO, Lohmander S. Differential effects of insulin-like growth factor-I on matrix and DNA synthesis in various regions and types of rabbit tendons. *J Orthop Res* 1996;14:370-376.
- Abrahamsson SO, Gelberman RH, Amiel D et al. Autogenous flexor tendon grafts: fibroblast activity and matrix remodeling in dogs. *J Orthop Res*, 1995;13:58-66.
- Abrahamsson SO, Gelberman RH, Lohmander SL. Variations in cellular proliferation and matrix synthesis in intrasynovial and extrasynovial tendons: An in vitro study in dogs. *J Hand Surg* 1994;19A:259-265.
- Abrahamsson SO, Lundborg G, Lohmander LS. Dehydration inhibits matrix synthesis and cell proliferation: an in vitro study of rabbit flexor tendons. *Acta Orthop Res* 1991;9:503-515.
- Abrahamsson SO, Lundborg G, Lohmander LS. Recombinant human insulin-like growth factor-I stimulates in vitro matrix synthesis and cell proliferation in rabbit flexor tendon. *J Orthop Res* 1991;9:495-502.
- Abrahamsson SO, Lundborg G, Lohmander LS. Long-term explant culture of rabbit flexor tendon: effects of recombinant human insulin-like growth factor-I and serum on matrix metabolism. *J Orthop Res* 1991;9:503-515.
- Alberts B, Bray D, Lewis J et al. *Molecular biology of the cell*. 3rd ed New York, Garland, 1994.
- Alms M. Pedicle tendon graft for flexor tendon injuries of the fingers. *J Bone Joint Surg* 1973;55B:881-882.
- Alnot JY, Mouton P, Bisson P. Longstanding flexor tendon lesions treated by two-stage tendon graft. *Ann Chir Main* 1996;15(1):25-34.
- Amadio PC. Staged flexor tendon reconstruction in children *Ann Chir Main* 1992;11(3):194-199.
- Amadio PS, Jaeger SH, Hunter JM. Nutritional aspects of tendon healing. In: Hunter JM et al., eds. *Rehabilitation of the Hand*, 2nd ed. St. Louis: Mosby, 1984.
- Amadio PC, Wood MB, Cooney WP, Bogard SD. Staged flexor tendon reconstruction in the fingers and hand. *J Hand Surg* 1983;8A:263-267.
- Amiel D, Gelberman R, Harwood F, Siegel D. Fibronectin in healing flexor tendons subjected to immobilization or early controlled passive motion. *Matrix* 1991;11:184-189.
- Amiel D, Ishizue K, Billings E, et al. Hyaluronan in flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1989;14A:837-843.
- Amis AA, Jones MM. The interior of the flexor tendon sheath of the finger- the functional significance of its structure. *J Bone Joint Surg [Br]* 1988;70:583-587.
- An KN, Berglund L, Uchiyama S, Coert JH. Measurement of friction between pulley and flexor tendon. *Biomed Sci Instrum* 1993;29:1-7.
- Aoki M, Kubota H, Pruitt DL, Manske PR. Biomechanical and histological characteristics of canine flexor repair using early postoperative mobilization. *J Hand Surg* 1997;22A:107-114.



- Aoki M, Pruitt DL, Kubota H, Manske PR. Effect of suture knots on tensile strength of repaired canine flexor tendons. *J Hand Surg* 1995;20B:72-75.
- Armenta E, Fisher J. Anatomy of the flexor pollicis longus vinculum system. *J Hand Surg* 1984;9A:210-212.
- Armstrong CA, Oldham JA. A comparison of dominant and non-dominant hand strengths. *J Hand Surg* 1999;24B:421-425.
- Arons MS. Purposeful delay of the primary repair of cut flexor tendons in "some man's land" in children. *Plast Reconstr Surg* 1974;53:638-642.
- Asencio G, Abihaidar G, Leonardi C. Human composite flexor tendon allografts. *J Hand Surg* 1996;21B:84-88.
- Azar CA, Culver JE, Fleegler EJ. Blood supply of the flexor pollicis longus tendon. *J Hand Surg* 1983;8:471-475.
- Backhach J, Demiri E, Sentucq-Rigal J et al. Toe to finger free tendon transfer for digital flexion reconstruction. *J Hand Surg [Br]* 2003;28:S53.
- Baker MK, Dunn SJ, Tonkin MA, Eakins DF. Flexor tenolysis: a worthwhile procedure in a select patient population. *Hand Surg* 1996;1:131-140.
- Bane AJ, Tsuzaki M, Hu P, et al. PDGF-BB, IGF-I and mechanical load stimulate DNA synthesis in avian tendon fibroblasts in vitro. *J Biomech* 1995;28:1505-1513.
- Becker H, Graham MF, Cohen IK, Diegelmann RF. Intrinsic tendon cell proliferation in tissue culture. *J Hand Surg* 1981;6:616-619.
- Becker H, Hardy M. A constant tension dynamic splint. *Plast Reconstr Surg* 1980;66:148-150.
- Becker H, Orak F, Duponselle E. Early active motion following a beveled technique of flexor tendon repair. Report on fifty cases. *J Hand Surg* 1979;4:454-460.
- Beris AE, Darlis NA, Korompilias AV, Vekris MD, Mitsionis GI, Soucacos PN. Two-Stage Flexor Tendon Reconstruction in Zone II Using a Silicone Rod and a Pedicled Intrasynovial Graft. *J Hand Surg [Am]* 2003;28:652-660.
- Beris AE, Soucacos PN. Two-stage flexor tendon reconstruction with silicon rod and Paneva technique. In: *Congress of the International Federation of Societies for surgery of the Hand*. Bologna: Monduzzi Editore, 1998:805-811.
- Berndtsson L, Ejeskar A. Zone II flexor tendon repair in children. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1995;29:59-64.
- Birnie RH, Idler RS. Flexor tenolysis in children. *J Hand Surg* 1995;20A:254-257.
- Bishop AT, Cooney WP, Wood MB. Treatment of partial flexor tendon lacerations. The effect of tenorrhaphy and early protected mobilization. *J Trauma* 1986;26:301-312.
- Bogumill GP. Functional anatomy of the forearm and hand. In: Petrone FA, ed. *AAOS Symposium on Upper Extremity Injuries in Athletes*. St Louis: Mosby, 1986.
- Boyer MI, Strickland JW, Engles DR, Sachar K, Leversedge FJ. Flexor tendon repair and rehabilitation: State of the art in 2002. *J Bone Joint Surg* 2002;84(A):1684-1706.



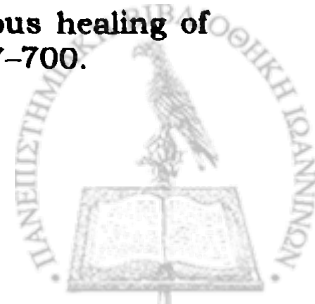
- Boyes JH, Stark HH. Flexor tendon grafts in the fingers and thumb. A study of factors influencing results in 1000 cases. *J Bone Joint Surg* 1971;53A:1332-1342.
- Brand PW, Beach RB, Thompson DE. Relative tension and potential excursion of muscles in the forearm and hand. *J Hand Surg* 1981;6:209-219.
- Brand PW. Biomechanics of tendon transfer. *Orthop Clin North Am* 1974;5:205-230.
- Brand PW, Hollister A. *Clinical mechanics of the hand*. 2nd ed. St Louis: CV Mosby, 1973.
- Brown CP, McGrouther DA. The excursion of the tendon of the flexor pollicis longus and its relation to dynamic splintage. *J Hand Surg* 1984;9A:787-791.
- Brug E, Stedtfeld HW. Experience with a two-staged pedicled flexor tendon graft. *Hand* 1979;11(2):198-205.
- Brug E, Wetterkamp D, Neuber M, Probst A. Secondary reconstruction of flexor tendon function in the fingers. *Unfallchirurg* 1998;101(6):415-425.
- Buck-Gramcko D, Dietrich FE, Gogge S. Bewertungskriterien bei Nachuntersuchungen von Beugesehnenwiederherstellungen. *Handchirurgie* 1976;8:65-69.
- Buckwalter JA, Einhorn TA, Simon SR (ed). *Orthopaedic basic science. Biology and biomechanics of the musculoskeletal system*. 2nd ed. Park Ridge, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2000.
- Buckwalter JA. Effects of early motion on healing of musculoskeletal tissues. *Hand Clin* 1996;12:13-24.
- Bunnell S. Repair of tendons in the fingers and description of two new instruments. *Surg Gynecol Obstet* 1918;26:103-110.
- Butler DL, Awad HA. Perspectives on cell and collagen composites for tendon repair. *Clin Orthop* 1999;367S:S324-332.
- Caplan HS, Hunter JM, Merklin RJ. Intrinsic vascularization of flexor tendon. In: *AAOS symposium on tendon surgery of the hand*. St Louis: CV Mosby, 1975:48-58.
- Carlson BM (ed.). *Human embryology and developmental biology*, 2nd ed. St. Louis: Mosby, 1999.
- Carlson GD, Botte MJ, Josephs MS, Neyton P, Davis JC, Woo SL. Morphologic and biomechanic comparison of tendons used as free grafts. *J Hand Surg* 1993;18A:367-372.
- Carlstedt CA, Madsen K, Wredmark T. The influence of indomethacin on biomechanical and biochemical properties of the plantaris longus tendon in the rabbit. *Arch Orthop Trauma Surg* 1987;106:157-160.
- Carlstedt CA. Mechanical and chemical factors in tendon healing: effects of indomethacin and surgery in the rabbit. *Acta Orthop Scand Suppl* 1987;224:1-75.
- Chan BP, Chan KM, Maffulli N et al. Effect of basic fibroblast growth factor. *Clin Orthop* 1997;342:239-247.
- Chang J, Most D, Thunder R, Mehrara B, Longaker MT, Lineaweaver WC. Molecular studies in flexor tendon wound healing: the role of basic fibroblast growth factor gene expression. *J Hand Surg* 1998;23A:1052-1058.



- Chong JK, Cramer LM, Culf NK. Combined two-stage tenoplasty with silicone rods for multiple flexor tendon injuries in "no-man's-land" J Trauma 1972;12(2):104-121.
- Chow JA, Dovel S, Thomes LJ, Ho PK, Saldana J. A comparison of results of extensor tendon repair followed by early controlled mobilization versus static immobilization. J Hand Surg 1989;14B:18-20.
- Chuinard RG, Dabezies EJ, Mathews RE. Two-stage superficialis tendon reconstruction in severely damaged fingers. J Hand Surg 1980;5:135-143.
- Citron ND, Forster A. Dynamic splinting following flexor tendon repair. J Hand Surg 1987;12B:96-100.
- Cohen MJ, Kaplan L. Histology and ultrastructure of the human flexor tendon sheath J Hand Surg [Am] 1987;12:25-29.
- Cohen RE, Hooley CJ, McCrum NG: Viscoelastic creep of collagenous tissue. J Biomech 1976;9:175-184.
- Coyle MP, Leddy TP, Leddy JP. Staged flexor tendon reconstruction fingertip to palm J Hand Surg 2002;27A:581-585.
- Cribb AM, Scott JE: Tendon response to tensile stress: An ultrastructural investigation of collagen: Proteoglycan interactions in stressed tendon. J Anat 1995;187:423-428.
- Cullen KW, Tolhurst P, Lang D, Page RE. Flexor tendon repair in zone 2 followed by controlled active mobilization. J Hand Surg 1989;14B:392-395.
- Cunningham MW, Yousif NJ, Matloub HS et al. Retardation of tendon growth after injury to the flexor tendons. J Hand Surg [Am] 1985;10A:115-117.
- Danielson KG, Baribault H, Holmes DF, Graham H, Kadler KE, Iozzo RV. Targeted disruption of decorin leads to abnormal collagen fibril morphology and skin fragility. J Cell Biol 1997;136:729-743.
- Diao E, Hariharan JS, Soejima O, Lotz JC. Effect of peripheral suture depth on strength of tendon repairs. J Hand Surg 1996;21A:234-239.
- Douglas LG, Jackson SH, Lindsay WK. The effects of dexamethasone, norethandrolone, promethazine and a tension-relieving procedure on collagen synthesis in healing flexor tendons as estimated by tritiated proline uptake studies. Can J Surg 1967;10:36-46.
- Doyle JR. Anatomy and function of the palmar aponeurosis pulley. J Hand Surg 1990;15A:78-82.
- Doyle JR, Blythe WF. Anatomy of the flexor tendon sheath and pulley system: a current review. J Hand Surg 1989;14A:349-351.
- Doyle JR. Anatomy of the finger flexor sheath and pulley system. J Hand Surg 1988;13A:473-484.
- Doyle JR, Blythe WF. Anatomy of the flexor tendon sheath and pulleys of the thumb. J Hand Surg 1977;2:149-151.
- Doyle JR, Blythe W. The finger flexor tendon sheath and pulleys: anatomy and reconstruction. In: AAOS symposium on tendon surgery in the hand. St Louis: CV Mosby, 1975:81-87.
- Duffy FJ, Seiler JG, Gelberman RH, Hergueter CA. Growth factors and canine flexor tendon healing: initial studies in uninjured and repair models. J Hand Surg 1995;20A:645-649.



- Duffy FJ, Seiler JG, Hergueter J, Kandel J, Gelberman RH. Intrinsic mitogenic potential of canine flexor tendons. *J Hand Surg* 1992;17B:275-277.
- Duran RJ, Houser RG, Coleman CR, Stover MG. Management of flexor tendon lacerations in zone 2 using controlled passive motion postoperatively. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, eds. *Tendon surgery in the hand*. St Louis: CV Mosby, 1978:178-182.
- Duran RJ, Houser RG. Controlled passive motion following flexor tendon repair in zones II and III. In: *AAOS symposium on tendon surgery of the hand*. St Louis: CV Mosby, 1975:105-114.
- Edinburg M, Widgerow AD, Biddulph SL. Early postoperative mobilization of flexor tendon injuries using a modification of the Kleinert technique. *J Hand Surg* 1987;12A:34-38.
- Eiken O, Holmberg J, Ekerot L, Salgeback S. Restoration of the digital tendon sheath. A new concept of tendon grafting. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1980;14:89-97.
- Ejeskar A, Irstam L. Elongation in profundus tendon repair: a clinical and radiological study. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1981;15:61-68.
- Elliot D, Moiemens NS, Flemming AF, Harris SB, Foster AJ. The rupture rate of acute flexor tendon repairs mobilized by the controlled active motion regimen. *J Hand Surg* 1994;19B:607-612.
- Evans RB, Thompson DE. The application of force to the healing tendon. *J Hand Ther* 1993;6:266-284.
- Feehan LM, Beauchene JG. Early tensile properties of healing chicken flexor tendons: early controlled passive motion versus postoperative immobilization. *J Hand Surg* 1990;15A:63-68.
- Fetrow KO. Tenolysis in the hand and wrist: a clinical evaluation of two hundred and twenty flexor and extensor tenolyses. *J Bone Joint Surg* 1967;49A:667-685.
- Fitussi F, Lebellec Y, Frajman JM, Pennecot GF. Flexor tendon injuries in children: factors influencing prognosis. *J Pediatr Orthop* 1999;19:818-821.
- Foucher G, Lenoble E, Ben Youssef K, Sammut D. A postoperative regime after digital flexor tenolysis: a series of 72 patients. *J Hand Surg* 1993;18B:35-40.
- Foucher G, Merle M, Sibilly A, Michon J. Flexor tendon grafting. The use of a modified Hunter's technique. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1978;64(8):703-705.
- Frykman E, Jacobsson S, Widenfalk B. Fibrin sealant in prevention of flexor tendon adhesions: an experimental study in the rabbit. *J Hand Surg* 1993;18A:68-75.
- Fung YC: Stress-strain-history relations of soft tissues in simple elongation, in Fung YC, Perrone N, Anliker M (eds): *Biomechanics: Its Foundations and Objectives*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1972.
- Gaisford JC, Fleegler EJ. Alterations in finger growth after flexor tendon injuries. *Plast Reconstr Surg* 1973;51:164-168.
- Garner WL, McDonald JA, Kuhn C III, Week PM. Autonomous healing of chicken flexor tendons in vitro. *J Hand Surg* 1988;13A:697-700.



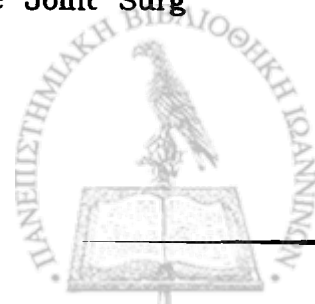
- Gault DT. A review of repaired flexor tendons. *J Hand Surg* 1987;12B:321-325.
- Gelberman RH, Steinberg D, Amiel D, Akeson W. Fibroblast chemotaxis after tendon repair. *J Hand Surg* 1991;16A:686-693.
- Gelberman RH, Woo SLY, Amiel D, Horibe S, Lee D. Influences of flexor sheath continuity and early motion on tendon healing in dogs. *J Hand Surg* 1990;15A:69-77.
- Gelberman RH, Woo SLY. The physiological basis for application of controlled stress in the rehabilitation of flexor tendon injuries. *J Hand Ther* 1989;2:66-70.
- Gelberman RH, Goldberg V, An KN, Banes A. Tendon. In: Woo SLY, Buckwalter JA, eds. *Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues*. Park Ridge, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1988:5-40.
- Gelberman RH, Botte MJ, Spiegelman JJ, Akeson WH. The excursion and deformation of repaired flexor tendons treated with protected early motion. *J Hand Surg* 1986;11A:106-110.
- Gelberman RH, Manske PR. Factors influencing flexor tendon adhesions. *Hand Clin* 1985;1:35-42.
- Gelberman RH, Vandeberg JS, Manske PR, Akeson WH. The early stages of flexor tendon healing: a morphologic study of the first fourteen days. *J Hand Surg* 1985;10A:776-784.
- Gelberman RH, Woo SLY, Lothringer K, Akeson WH, Amiel D. Effects of intermittent passive mobilization on healing canine flexor tendons. *J Hand Surg* 1982;7:170-175.
- Gelberman RH, Menon J, Gonsalves M, Akeson WH. The effects of mobilization on the vascularization of healing flexor tendons in dogs. *Clin Orthop* 1980;153:283-289.
- Goomer RS, Maris TM, Gelberman R, Boyer M, Silva M, Amiel D. Nonviral in vivo gene therapy for tissue engineering of articular cartilage and tendon repair. *Clin Orthop* 2000;379:S189-200.
- Graabæk PM. Characteristics of the two types of synoviocytes in rat synovial membrane. *Lab Invest* 1984;5: 690-700.
- Gratton P. Early active mobilization after flexor tendon repairs. *J Hand Ther* 1993;6:285-289.
- Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC. Flexor tendon injuries. In: *Green's operative hand surgery*. 4th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone, 1999.
- Green WL, Niebauer JJ. Results of primary and secondary flexor tendon repairs in no man's land. *J Bone Joint Surg* 1974;56A:1216-1222.
- Greenwald D, Shumway S, Allen C, Mass D. Dynamic analysis of profundus tendon function. *J Hand Surg* 1994;19A:626-635.
- Grewal R, Saw SS, Bastidas JA, Fischer KJ, Sotereanos DG. Passive and active rehabilitation for partial lacerations of the canine flexor digitorum profundus tendon in zone II. *J Hand Surg* 1999;24A:743-750.
- Grobbelaar AO, Hudson DA. Flexor tendon injuries in children. *J Hand Surg [Br]* 1994;19:696-698.
- Guimberteau JC. Pedicled flexor tendon transfer, Lecture in 9th FESSH Congress 25-28/6/2003, Lisbon.



- Hagberg L. Exogenous hyaluronate as an adjunct in the prevention of adhesions after flexor tendon surgery: a controlled clinical study. *J Hand Surg* 1992;17A:132-136.
- Hagberg L, Gerdin B. Sodium hyaluronate as an adjunct in adhesion prevention after flexor tendon surgery in rabbits. *J Hand Surg* 1992;17A:935-941.
- Hagberg L, Selvik G. Tendon excursion and dehiscence during early controlled mobilization after flexor tendon repair in zone II: an x-ray stereophotogrammetric analysis. *J Hand Surg* 1991;16A:669-680.
- Halikis MN, Manske PR, Kubota H, Aoki M. Effect of immobilization, immediate mobilization, and delayed mobilization on the resistance to digital flexion using a tendon injury model. *J Hand Surg* 1997;22A:464-472.
- Hannafin JA, Arnoczky SP, Hoonjan A, Torzilli PA. Effect of stress deprivation and cyclic tensile loading on the material and morphologic properties of canine flexor digitorum profundus tendon: An in vitro study. *J Orthop Res* 1995;13:907-914.
- Hatanaka H, Manske PR. Effect of the cross-sectional area of locking loops in flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1999;24A:751-760.
- Hollwarth M, Haberlik A. Flexor tendon injuries in childhood. *Z Kinderchir* 1985;40:294-298.
- Hooper G, Davies R, Tothill P. Blood flow and clearance in tendons: studies with dogs. *J Bone Joint Surg* 1984;66B:441-443.
- Horibe S, Woo SL, Spiegelman JJ, Marcin JP, Gelberman RH. Excursion of the flexor digitorum profundus tendon: a kinematic study of human and canine digits. *J Orthop Res* 1990;8:167-174.
- Hotokezaka S, Manske PR. Differences between locking loops and grasping loops: effects on 2-strand core suture. *J Hand Surg* 1997;22A:995-1003.
- Hubbard RP, Chun KJ. Mechanical responses of tendons to repeated extensions and wait periods. *J Biomech Eng* 1988;110:11-19.
- Hume EL, Hutchinson DT, Jaeger SA, Hunter JM. Biomechanics of pulley reconstruction. *J Hand Surg* 1991;16A:722-730.
- Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ (ed.). *Tendon and nerve surgery in the hand*, 1st ed. St. Louis: Mosby, 1997.
- Hunter JM, Jaeger SH. Flexor tendon reconstruction and rehabilitation using active tendon implants. In: Green DP, ed. *Operative hand surgery*. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone, 1993:1900-1914.
- Hunter JM, Singer DI, Jaeger SH, Mackin EJ. Active tendon implants in flexor tendon reconstruction. *J Hand Surg* 1988;13A:849-859.
- Hunter JM. Tendon salvage and the active tendon implant: a perspective. *Hand Clin* 1985;1:181-186.
- Hunter JM, Seinsheimer F, Mackin EJ. Tenolysis: pain control and rehabilitation. In: Strickland JW, Steichen JB, eds. *Difficult problems in hand surgery*. St Louis: CV Mosby: 1982:312-318.
- Hunter JM, Salisbury RE. Flexor-tendon reconstruction in severely damaged hands. A two-stage procedure using a silicon-dacron reinforced gliding prosthesis prior to tendon grafting. *J Bone Joint Surg* 1971;53A:829-858.



- Hunter JM, Salisbury RE. Use of gliding artificial implants to produce tendon sheaths. Techniques and results in children. *Plast Recon Surg* 1970;45:564-572.
- Idler RS. Anatomy and biomechanics of the digital flexor tendons. *Hand Clin* 1985;1:3-12.
- Jaibaji M. Advances in the biology of zone II flexor tendon healing and adhesion formation. *Ann Plast Surg* 2000;45:83-92.
- Jensen EG, Weilby A. Primary tendon suture in the thumb and fingers. *Hand* 1974;6:297-303.
- Joyce ME, Lou L, Manske PR. Tendon healing, molecular and cellular regulation. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ (ed). *Tendon and nerve surgery in the hand*, 1st ed. St. Louis: Mosby, 1997: 286-295.
- Kastelic J, Baer E: Deformation in tendon collagen, in Vincent JFV, Currey JD (eds): *The Mechanical Properties of Biological Materials*. Cambridge, England, Cambridge University Press, 1980.
- Kato H, Minami A, Suenaga N, Iwasaki N, Kimura T. Long term results after primary repairs of zone 2 flexor tendon lacerations in children younger than age 6 years. *J Pediatr Orthop* 2002;22:732-735.
- Kessler FB, Epstein MJ, Lannik D, Maher D, Pappu S. Fascia patch graft for a digital flexor sheath defect over primary tendon repair in the chicken. *J Hand Surg* 1986;11A:241-245.
- Kessler FB. Use of a pedicled tendon transfer with a silicone rod in complicated secondary flexor tendon repairs. *J Plast Reconstruct Surg* 1972;49(4):439-443.
- Kessler I, Nissim F. Primary repair without immobilization of flexor tendon division within the digital sheath: an experimental and clinical study. *Acta Orthop Scand* 1969;40:587-601.
- Ketchum LD. Suture methods and suture techniques used in tendon repair. *Hand Clin* 1985;1:43-53.
- Ketchum LD, Martin NL, Kappel DA. Experimental evaluation of factors affecting the strength of tendon repairs. *Plast Reconstr Surg* 1977;59:708-719.
- Khan U, Edwards JC, McGrouther DA. Patterns of cellular activity after tendon injury. *J Hand Surg* 1996;21B:813-820.
- Kleinert HE, Spokevicious S, Papas NH. History of flexor tendon repair. *J Hand Surg [Am]* 1995;20A:S46-51.
- Kleinert HE, Verdant C. Report of the committee on tendon injuries. *J Hand Surg* 1983;5:794-798.
- Kleinert HE, Schepels S, Gill T. Flexor tendon injuries. *Surg Clin North Am* 1981;61:267-286.
- Kleinert HE, Forsheew FC, Cohen MJ. Repair of zone I flexor tendon injuries. In: *AAOS symposium on tendon surgery in the hand*. St Louis: CV Mosby, 1975:115-122.
- Kleinert HE, Kutz JE, Atasoy E, Stormo A. Primary repair of flexor tendons. *Orthop Clin North Am* 1973;4:865-876.
- Kleinert HE, Kutz JE, Ashbell TS, Martinez E. Primary repair of lacerated flexor tendons in "no man's land." *J Bone Joint Surg* 1967;49A:577.
- Kline SC, Moore JR. The transverse carpal ligament, an important component of the digital flexor pulley system. *J Bone Joint Surg*



- 1992;74A:1478-1485.
- Knight SL. A modification of the Kleinert splint for mobilisation of digital flexor tendons. *J Hand Surg* 1987;12B:179-181.
 - Knott C, Schmidt HM. The fibrous reinforcing arrangements of the digital peritendons in the human hand. *Gegenbaurs morph Jahrb* 1986;132:1-28.
 - Komanduri M, Phillips CS, Mass DP. Tensile strength of flexor tendon repairs in a dynamic cadaver model. *J Hand Surg* 1996;21A:605-611.
 - Kulick MI, Smith S, Hadler K. Oral ibuprofen: evaluation of its effect on peritendinous adhesions and the breaking strength of a tenorrhaphy. *J Hand Surg* 1986;11A:110-120.
 - Kulick MI, Brazlow R, Smith S, Hentz VR. Injectable ibuprofen: preliminary evaluation of its ability to decrease peritendinous adhesions. *Ann Plast Surg* 1984;13:459-467.
 - Kusano N, Yoshizu T, Maki Y. Experimental studies of two new flexor tendon suture techniques for postoperative early active flexion exercises. *J Hand Surg* 1999;24B:152-156.
 - Landsmeer JMF. *Atlas of Anatomy of the Hand*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1976.
 - Larsen WJ (ed.). *Essentials of human embryology*, 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1994.
 - LaSalle WB, Strickland JW. An evaluation of the two-stage flexor tendon reconstruction technique. *J Hand Surg* 1988;13A:559-562.
 - Lee H. Double loop locking suture: a technique of tendon repair for early active mobilization. Part I: evolution of technique and experimental study. *J Hand Surg* 1990;15A:945-952.
 - Lee H. Double loop locking suture: a technique of tendon repair for early active mobilization. Part II: clinical experience. *J Hand Surg* 1990;15A:953-958.
 - Leversedge FJ, Ditsios K, Goldfarb CA, Silva MJ, Gelberman RH, Boyer MI. Vascular anatomy of the human flexor digitorum profundus tendon insertion. *J Hand Surg* 2002;27A:806-812.
 - Leversedge FJ, Zelouf D, Williams C, Gelberman RH, Seiler JG. Flexor tendon grafting to the hand: An assessment of the intrasynovial donor tendon- a preliminary single-cohort study. *J Hand Surg* 2000;25A:721-730.
 - Lim BH, Tsai TM. The six-strand technique for flexor tendon repair. *Atlas Hand Clin* 1996;1:65-76.
 - Lin GT, Amadio P, An KN, Cooney WP. Functional anatomy of the human digital flexor pulley system. *J Hand Surg* 1989;14A:949-956.
 - Lin GT, Amadio PC, An KN, Cooney WP, Chao EY. Biomechanical analysis of finger flexor pulley reconstruction. *J Hand Surg* 1989;14B:278-282.
 - Lin GT, An KN, Amadio PC, Cooney WP. Biomechanical studies of running suture for flexor tendons in dogs. *J Hand Surg* 1988;13A:553-558.
 - Linburg RM, Comstock BE. Anomalous tendon slips from the flexor pollicis longus to the flexor digitorum profundus. *J Hand Surg [Am]* 1979;4:79.
 - Lindsay WK, Birch JR. The fibroblast in flexor tendon healing. *Plast Reconstr Surg* 1964;34:223-232.



- Lindsay WK, Walker FG. The effect of an antihistamine (promethazine) on digital flexor tendon healing in the chicken. *Plast Reconstr Surg* 1961;28:634-648.
- Lindsay WK, Thomson HG, Walker FG. Digital flexor tendon: an experimental study: part II: the significance of a gap occurring at the line of suture. *Br J Plast Surg* 1960;12:289-316.
- Lister GD. Indications and techniques for repair of the flexor tendon sheath. *Hand Clin* 1985;1:85-95.
- Lister GD, Kleinert HE, Kutz JE, Atasoy E. Primary flexor tendon repair followed by immediate controlled mobilization. *J Hand Surg* 1977;2:441-451.
- Liu AM, Lu SB. Reconstruction of sheath with fascial graft in flexor tendon repair: an experimental study. *J Hand Surg* 1991;16B:179-184.
- Lundborg G, Holm S, Myrhage R. The role of the synovial fluid and tendon sheath for flexor tendon nutrition. An experimental tracer study on diffusional pathways in dogs. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1980;14:99-107.
- Lundborg G, Myrhage R, Rydevik B. The vascularization of human flexor tendons within the digital synovial sheath region-structural and functional aspects. *J Hand Surg* 1977;2:417-427.
- Lundborg G, Myrhage R. The vascularization and structure of the human digital tendon sheath as related to flexor tendon function. An angiographic and histological study. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1977;11:195-203.
- Lundborg G, Rank F. Experimental intrinsic healing of flexor tendons based upon synovial fluid nutrition. *J Hand Surg* 1978;3:21-31.
- Lundborg G, Rank F. Experimental studies on cellular mechanisms involved in healing of animal and human flexor tendon in synovial environment. *Hand* 1980;12:3-11.
- Lundborg G. The vascularization of the human flexor pollicis longus tendon. *Hand* 1979;11:28-33.
- Mackinnon SE, Dellon AL. *Surgery of the peripheral nerve*. New York, Thieme, 1988.
- Madsen E. Delayed primary suture of flexor tendons cut in the digital sheath. *J Bone Joint Surg* 1970;52B:264-267.
- Manske PR. Flexor tendon healing. *J Hand Surg* 1989;13B:237-245. Manske PR, Lesker PA. Flexor tendon nutrition. *Hand Clin* 1985;1:13-24.
- Manske PR, Lesker PA, Gelberman RH, Rucinsky TE. Intrinsic restoration of the flexor tendon surface in the nonhuman primate. *J Hand Surg* 1985;10A:632-637.
- Manske PR, Gelberman RH, Vande Berg JS, Lesker PA. Flexor tendon intrinsic repair. A morphological study in vitro. *J Bone Joint Surg* 1984;66A:385-396.
- Manske PR, Lesker PA. Biochemical evidence of flexor tendon participation in the repair process—an in vitro study. *J Hand Surg* 1984;9B:117-120.
- Manske PR, Lesker PA. Palmar aponeurosis pulley. *J Hand Surg* 1983;8:259-263.
- Manske PR, Lesker PA. Nutrient pathways of flexor tendons in primates. *J Hand Surg* 1982;7:436-444.



- Manske PR, Whiteside LA, Lesker PA. Nutrient pathways to flexor tendons using hydrogen washout technique. *J Hand Surg* 1978;3:32-36.
- Mashadi ZB, Amis AA. Strength of the suture in the epitenon and within the tendon fibres: development of stronger peripheral suture technique. *J Hand Surg* 1992;17B:172-175.
- Mashadi ZB, Amis AA. The effect of locking loops on the repair strength of tendon repair. *J Hand Surg* 1991;16B:35-39.
- Mass DP, Tuel RJ, Labarbera M, Greenwald DP. Effect of constant mechanical tension on the healing of rabbit flexor tendons. *Clin Orthop* 1993;296:301-306.
- Mass DP, Tuel RJ. Intrinsic healing of the laceration site in human superficialis flexor tendons in vitro. *J Hand Surg* 1991;16A:24-30.
- Mass DP, Tuel RJ. Human flexor tendon participation in the in vitro repair process. *J Hand Surg* 1989;14A:64-71.
- Matev I, Karagancheva S, Trichkova P, Tsekov P. Delayed primary suture of flexor tendons cut in the digital theca. *Hand* 1980;12:158-162.
- Matthews P. The fate of isolated segments of flexor tendons within the digital sheath—a study in synovial nutrition. *Br J Plast Surg* 1976;29:216-224.
- McAuliffe JA. Epitenon-first technique of flexor tendon repair. *Atlas Hand Clin* 1996;1:29-40.
- McCarthy JA, Lesker PA, Peterson WW, Manske PR. Continuous passive motion as an adjunct therapy for tenolysis. *J Hand Surg* 1986;11B:88-90.
- McClinton MA, Curtis RM, Wilgis EF. One hundred tendon grafts for isolated flexor digitorum profundus injuries. *J Hand Surg* 1982;7:224-229.
- McGeorge DD, Stilwell JH. Partial flexor tendon injuries: to repair or not. *J Hand Surg* 1992;17B:176-177.
- McGrouther DA, Ahmed MR. Flexor tendon excursion in "no man's land." *Hand* 1981;13:129-141.
- Michna H, Hartmann G: Adaptation of tendon collagen to exercise. *Int Orthop* 1989;13:161-165.
- Mitsionis G, Bastidas JA, Grewal R, Pfaeffle HJ, Fischer KJ, Tomaino MM. Feasibility of partial A2 and A4 pulley excision: effect on finger flexor tendon biomechanics. *J Hand Surg* 1999;24B:310-314.
- Moore KL (ed.). *The developing human clinically oriented embryology*, 6th ed. Philadelphia: WB Saunders, 1998.
- Morgan BA, Tabin C: Hox genes and growth: early and late roles in limb bud morphogenesis. *Dev Supp* 1994;181-186.
- Müller W. *Developmental Biology*. Heidelberg, Springer Verlag, 1996.
- Murphy DJ, Nixon AJ. Biochemical and site-specific effects of insulin-like growth factor I on intrinsic tenocyte activity in equine flexor tendons. *Am J Vet Res* 1997;58:103-109.
- Naam NH. Staged flexor tendon reconstruction using pedicled tendon graft from the flexor digitorum superficialis. *J Hand Surg* 1997;22A:323-327.
- Nakagawa Y, Hayashi K, Yamamoto N, Nagashima K. Age-related changes in biomechanical properties of the Achilles tendon in rabbits. *Eur J Appl Physiol* 1996;73:7-10.
- Nishijima N, Fujio K, Yamamuro T. Growth of severed flexor tendons in chickens. *J Orthop Res* 1995;13:138-142.



- O'Connell SJ, Moore MM, Strickland JW, Frazier GT, Dell PC. Results of zone I and zone II flexor tendon repairs in children. *J Hand Surg [Am]* 1994;19:48-52.
- Occleston NL, Khaw PT, McGrouther DA. Difference in proliferative rate and collagen lattice contraction between endotenon and synovial fibroblasts. *J Hand Surg [Am]* 1998;23A:226-273.
- Ochiai N *et al.* Vascular anatomy of flexor tendons. I. Vincular system and blood supply of the profundus tendon in the digital sheath. *J Hand Surg* 1979;4:321.
- Ochiai N, Matsui T, Miyaji N, Merklin RJ, Hunter JM. Vascular anatomy of flexor tendons. I. Vincular system and blood supply of the profundus tendon in the digital sheath. *J Hand Surg* 1979;4:321-330.
- Osterman LA, Paksima N. Flexor tendon injuries and repair in children. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ (ed.). *Tendon and nerve surgery in the hand*, 1st ed. St. Louis: Mosby, 1997,593-598.
- Paneva-Holevich E. Two-stage reconstruction of the flexor tendons. *Intern Orthop* 1982;6:133-138.
- Paneva-Holevich E. Two stage tenoplasty in injury of the flexor tendons of the hand. *J Bone Joint Surg* 1969;51A:21-32.
- Papandrea R, Seitz WH, Shapiro P, Borden B. Biomechanical and clinical evaluation of the epitendon-first technique of flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1995;20A:261-266.
- Peterson WW, Manske PR, Dunlap J, et al. Effects of various methods of restoring flexor sheath integrity on the formation of adhesions after tendon surgery. *J Hand Surg [Am]* 1990;15A:48-56.
- Peterson WW, Manske PR, Kain CC, Lesker PA. Effect of flexor sheath integrity on tendon gliding: a biomechanical and histologic study. *J Orthop Res* 1986;4:458-465.
- Peterson WW, Manske PR, Lesker PA. The effect of flexor sheath integrity on nutrient uptake by primate flexor tendons. *J Hand Surg* 1986;11A:413-416.
- Phillips GF, McGrouther DA, Andrews BJ. Finger mobility following flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1985;10B:331-336.
- Pins GD, Christiansen DL, Patel R, Silver FH. Self-assembly of collagen fibers: Influence of fibrillar alignment and decorin on mechanical properties. *Biophys J* 1997;73:2164-2172.
- Porat S, Rousso M, Shoshan S. Improvement of gliding function of flexor tendons by topically applied enriched collagen solution. *J Bone Joint Surg* 1980;62B:208-213.
- Pruitt DL, Aoki M, Manske PR. Effect of suture knot location on tensile strength after flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1996;21B:969-973.
- Pruitt DL, Tanaka H, Aoki M, Manske PR. Cyclic stress testing after in vivo healing of canine flexor tendon lacerations. *J Hand Surg* 1996;21A:974-977.
- Robertson GA, Al-Quattan MM. A biomechanical analysis of a new interlock suture technique for flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1992;17B:92-93.
- Salamon A, Biro V, Vamhidy L et al. Histology and ultrastructure of the normal tenosynovium and pseudosheath in chickens and humans. In :



- Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ (ed.). *Tendon and nerve surgery in the hand*, 1st ed. St. Louis: Mosby, 1997: 489-497.
- Salvi V. Delayed primary suture in flexor tendon division. *Hand* 1971;3:181-183.
 - Sandell L: Formation of the Bony Skeleton and Synovial Joints. In: *Skeletal growth and development clinical issues and basic science advances*. Park Ridge, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1997.
 - Sandow MJ, McMahon MM. Single cross-grasp six-strand repair for acute flexor tenorrhaphy: modified Savage technique. *Atlas Hand Clin* 1966;1:41-64.
 - Savage R, Risitano G. Flexor tendon repair using a "six strand" method of repair and early active mobilisation. *J Hand Surg* 1989;14B:396-399.
 - Savage R. In vitro studies of a new method of flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1985;10B:135-141.
 - Schenck RR, Lenhart DE. Results of zone II flexor tendon lacerations in civilians treated by the Washington regimen. *J Hand Surg* 1996;21A:984-987.
 - Schlenker JD, Lister GD, Kleinert HE. Three complications of untreated partial laceration of flexor tendon—entrapment, rupture, and triggering. *J Hand Surg* 1981;6:392-398.
 - Schmidt D, McKay B. Ultrastructure of human tendon sheath and synovium: implications for tumor histogenesis. *Ultrastruct Pathol* 1982;3:269-283.
 - Schneider LH. Flexor tendons-late reconstruction. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, ed. *Operative hand surgery*. 4th ed. New York: Churchill Livingstone, 1999:1898-1941.
 - Schneider LH. Flexor tenolysis. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, eds. *Tendon surgery in the hand*. St Louis: CV Mosby, 1987:209-215.
 - Schneider LH. Staged tendon reconstruction. *Hand Clin* 1985;1:109-120.
 - Schneider LH. Staged flexor tendon reconstruction using the method of Hunter. *Clin Orthop* 1982;171:164-171.
 - Schneider LH, Hunter JM, Norris TR, Nadeau PO. Delayed flexor tendon repair in no man's land. *J Hand Surg* 1977;2:452-455.
 - Seiler JG, Chu CR, Amiel D, Woo SLY, Gelberman RH. Autogenous flexor tendon grafts: biologic mechanisms for incorporation. *Clin Orthop* 1997;345:239-247.
 - Seradge H. Elongation of the repair configuration following flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1983;8:182-185.
 - Shadwick RE: Elastic energy storage in tendons: Mechanical differences related to function and age. *J Appl Physiol* 1990;68:1033-1040.
 - Shaieb MD, Singer DI. Tensile strengths of various suture techniques. *J Hand Surg* 1997;22B:764-767.
 - Silfverskiöld KL, May EJ. Flexor tendon repair in zone II with a new suture technique and an early mobilization program combining passive and active motion. *J Hand Surg* 1994;19A:53-60.
 - Silfverskiöld KL, Andersson CH. Two new methods of tendon repair: an in vitro evaluation of tensile strength and gap formation. *J Hand Surg* 1993;18A:58-65.



- Silfverskiöld KL, May EJ, Tornvall AH. Gap formation during controlled motion after flexor tendon repair in zone II: a prospective clinical study. *J Hand Surg* 1992;17A:539-546.
- Silva JM, Boyer MI, Gelberman RH. Recent progress in flexor tendon healing. *J Orthop Sci* 2000;7:508-514.
- Slattery PG. The modified Kleinert splint in zone II flexor tendon injuries. *J Hand Surg* 1988;13B:273-276.
- Small JO, Brennen MD, Colville J. Early active mobilisation following flexor tendon repair in zone 2. *J Hand Surg* 1989;14B:383-391.
- Smith RJ. Intrinsic muscles of the fingers: Function, dysfunction and surgical reconstruction. In: *AAOS Instruction Course Lectures*, Vol 24, St Louis: Mosby, 1975.
- Soejima O, Diao E, Lotz JC, Hariharan JS. Comparative mechanical analysis of dorsal versus palmar placement of core suture for flexor tendon repairs. *J Hand Surg* 1995;20A:801-807.
- Soucacos PN, Beris AE, Malizos KN, Xenakis T, Touliatos A, Soucacos PK. Two-stage treatment of flexor tendon ruptures. Silicone rod complications analyzed in 109 digits. *Acta Orthop Scand* 1997;68:48-51.
- Soucacos PN. Secondary flexor tendon repair. In: Duparc S, ed. *Textbook on techniques in orthopaedic surgery and traumatology*. Paris: Elsevier SAS, 2000:55-340-B-10.
- Soucacos PN. Two-stage flexor tendon reconstruction using silicone rods. In: Vastamaki M, ed. *Current trends in hand surgery*. Amsterdam: Elsevier, 1995:353-357.
- Spinner M (ed.). *Kaplan's Functional and Surgical Anatomy of the Hand*, 3rd ed. Philadelphia: JB Lippincott, 1984.
- St Onge R, Weiss C, Denlinger JL, Balazs EA. A preliminary assessment of Na-hyaluronate injection into "no man's land" for primary flexor tendon repair. *Clin Orthop* 1980;146:269-275.
- Stark HH, Zemel NP, Boyes JH, Ashworth CR. Flexor tendon graft through intact superficialis tendon. *J Hand Surg* 1977;2:456-461.
- Strickland JW. Development of flexor tendon surgery: 25 years of progress. *J Hand Surg [Am]* 2000;25A:214-235.
- Strickland JW. Flexor tendons-acute injuries. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, eds. *Green's operative hand surgery*. 4th ed. New York: Churchill Livingstone, 1999:1851-1897.
- Strickland JW. The Indiana method of flexor tendon repair. *Atlas Hand Clin* 1996;1:77-103.
- Strickland JW. Flexor tendon injuries: I. Foundations of treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 1995;3:44-54.
- Strickland JW. Flexor tendon injuries: II. Operative technique. *J Am Acad Orthop Surg* 1995;3:55-62.
- Strickland JW. Flexor tenolysis. *Hand Clin* 1985;1:121-132.
- Strickland JW. Management of acute flexor tendon injuries. *Orthop Clin North Am* 1983;14:827-849.
- Strickland JW, Glogovac SV. Digital function following flexor tendon repair in zone II: a comparison of immobilization and controlled passive motion techniques. *J Hand Surg* 1980;5:537-543.



- Szabo RM, Younger E. Effects of indomethacin on adhesion formation after repair of zone II tendon lacerations in the rabbit. *J Hand Surg* 1990;15A:480-483.
- Takasugi H, Inoue H, Akahori O. Scanning electron microscopy of the repaired tendon and pseudosheath. *Hand* 1976;8:228-234.
- Tanaka H, Manske PR, Pruitt DL, Larson BJ. Effect of cyclic tension on lacerated flexor tendons in vitro. *J Hand Surg* 1995;20A:467-473.
- Taras JS, Skahen JR, Raphael JS, Marzyk S, Bauerle W. The double-grasping and cross-stitch for acute flexor tendon repair. Applications with active motion. *Atlas Hand Clin* 1996;1:13-28.
- Taras JS. Primary flexor tendon repair. *Oper Tech Orthop* 1993;3:270-277.
- Thurman RT, Trumbel TJ, Hanel DP, Tencer AF, Kiser PK. Two, four and six-strand zone II flexor tendon repairs: an in-situ biomechanical comparison using a cadaver model. *J Hand Surg* 1998;23A:261-265.
- Tickle C. Embryology. In: Gupta (ed): *The growing hand*. St. Louis, Mosby, 2000.
- Trail IA, Powell ES, Noble J. An evaluation of suture materials used in tendon surgery. *J Hand Surg* 1989;14B:422-427.
- Tubiana R, Gilbert A, Masquelet AC. *An atlas of surgical techniques of the hand and wrist*, London, Martin Dunitz, 1999.
- Uchiyama S, Coert JH, Bergland L, Amadio PC, An KN. Method for the measurement of friction between tendon and pulley. *J Orthop Res* 1995;13:83-89.
- Urbaniak JR, Bright DS, Gill LN, Goldner JL. Vascularization and the gliding mechanism of free flexor tendon grafts inserted by the silicone rod method. *J Bone Joint Surg* 1984;56A:473-482.
- Urbaniak JD, Cahill JD, Mortenson RA. Tendon suturing methods: Analysis of tensile strengths. In: Hunter JM, Schneider LHY, eds. *Symposium on tendon surgery in the hand*. St Louis: CV Mosby, 1975:70-80.
- Vahvanen V, Gripenberg L, Nuutinen P. Flexor tendon injury of the hand in children, a long term follow up study of 84 patients. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1981;15:43-48.
- Valenti P, Gilbert A. Two stage tendon grafting in children. *Hand Clin* 2000;16(4):573-578.
- Verdan CE. Practical considerations for primary and secondary repair in flexor tendon injuries. *Surg Clin North Am* 1964;44:951-970.
- Verdan CE. Primary repair of flexor tendons. *J Bone Joint Surg* 1960;42A:647-657.
- Wade PJ, Wetherell RG, Amis AA. Flexor tendon repair: significant gain in strength from the Halsted peripheral suture technique. *J Hand Surg* 1989;14B:232-235.
- Wagner WF, Carroll C, Strickland JW, Heck DA, Toombs JP. A biomechanical comparison of techniques of flexor tendon repair. *J Hand Surg* 1994;19A:979-983.
- Weber ER. Nutritional pathways for flexor tendons in the digital theca. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, eds. *Tendon surgery in the hand*. St Louis: CV Mosby, 1987:91-99.



- Weber ER. Nutritional pathways for flexor tendons in the digital theca. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ (ed.). *Tendon surgery in the hand*, St. Louis, Mosby, 1987.
- Weber ER. Synovial fluid nutrition of flexor tendons. *Orthop Res Soc* 1979;4:227.
- Wehbe MA. Tendon graft anatomy and harvesting. *Orthop Rev* 1994;23(3):253-256.
- Wehbe MA, Mawr B, Hunter JM, Schneider LH, Goodwyn BL. Two-stage flexor-tendon reconstruction. *J Bone Joint Surg* 1986;68A:752-763.
- Wehbe MA, Hunter JM. Flexor tendon gliding in the hand. Part I. In vivo excursions. *J Hand Surg* 1985;10A:570-574.
- Wehbe MA, Hunter JM. Flexor tendon gliding in the hand. Part II. Differential gliding. *J Hand Surg* 1985;10A:575-579.
- Werntz JR, Cheshier SP, Breidenbach WC, Kleinert HE, Bissonnette MA. A new dynamic splint for postoperative treatment of flexor tendon injury. *J Hand Surg* 1989;14A:559-566.
- Whitaker JH, Strickland JW, Ellis RG. The role of flexor tenolysis in the palm and digits. *J Hand Surg* 1977;2:462-470.
- Williams RJ, Amis AA. A new type of flexor tendon repair. Biomechanical evaluation by cyclic loading, ultimate strength and assessment of pulley friction in-vitro. *J Hand Surg* 1995;20B:578-583.
- Wilson RL, Carter MS, Holdeman VA, Lovett WL. Flexor profundus injuries treated with delayed two-staged tendon grafting. *J Hand Surg* 1980;5:74-78.
- Winspur I, Dennis PB, Boswick JA. Staged reconstruction of flexor tendons with a silicone red and a "pedicled" sublimis transfer. *J Plast Reconstruct Surg* 1978;61(5):756-761.
- Wojciak B, Crossan JF. The accumulation of inflammatory cells in the synovial sheath and epitendon during adhesion formation in the healing rat flexor sheath. *Clin Exp Immunol* 1993;93:108-114.
- Woo SLY, Gelberman RH, Cobb NG, Amiel D, Lothringer K, Akeson WH. The importance of controlled passive mobilization on flexor tendon healing: a biomechanical study. *Acta Orthop Scand* 1981;52:615-622.
- Wray RC, Ollinger H, Lowrey R, Weeks PM. Effect of continuous load on the mechanical properties of tendon adhesions. *Hand* 1981;13:92-96.
- Wright JG; Swiontkowski MF. Introducing a new journal section: Evidence-based orthopaedics. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82:759.
- Yang Y, Drossopoulou G, et al: Relationship between dose, distance and time in Sonic Hedgehog-mediated regulation of anteroposterior polarity in the chick limb. *Development* 1997;124:393-404.



Προέλευση εικόνων

Στη συγγραφή χρησιμοποιήθηκαν αναθεωρημένες ή τροποποιημένες εικόνες από τις παρακάτω πηγές:

| Εικόνα | Πηγή |
|----------------------------|--------------------------|
| 1,4 | Carlson 1999 |
| 3,4,5 | Larsen, 1994 |
| 2 | Moore, 1998 |
| 5,6 | Brand, 1973 |
| 8,10,15,16,24,25,31,38,40 | Hunter, 1982, 1993, 1997 |
| 9,11,70,71 | Brug, 1998 |
| 11 | Cohen, 1987 |
| 12,16 | Lundborg, 1980 |
| 13 | Doyle, 1989, 1990 |
| 14,16,22,31,33 | Strickland, 1999, 2000 |
| 17,30,36,39,45 | Tubiana, 1999 |
| 18 | Alberts, 1994 |
| 19,20,21,22 | Buckwalter, 2000 |
| 23,34,46 | Gelberman, 1988 |
| 29,32 | Boyer, 2002 |
| 35,37,53,56,58,67,72,73,75 | Green, 1999 |
| 41, 42 | Paneva, 1969, 1982 |
| 43 | Seiler, 1997 |



Εικόνες μετεγχειρητικής παρακολούθησης ασθενών



Εικόνα 84. Ασθενής υπ' αριθμόν 25, ΛΦ.



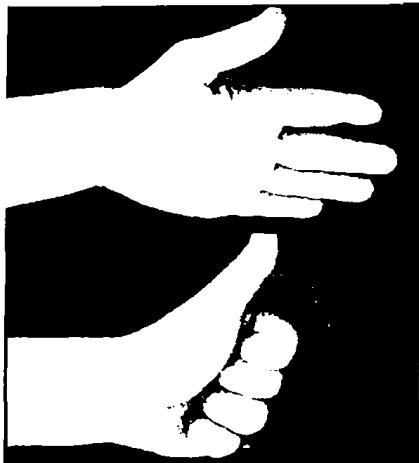
Εικόνα 85. Ασθενής υπ' αριθμόν 2, ΓΝΟ.



Εικόνα 86. Ασθενής υπ' αριθμόν 18, ΤΙ.



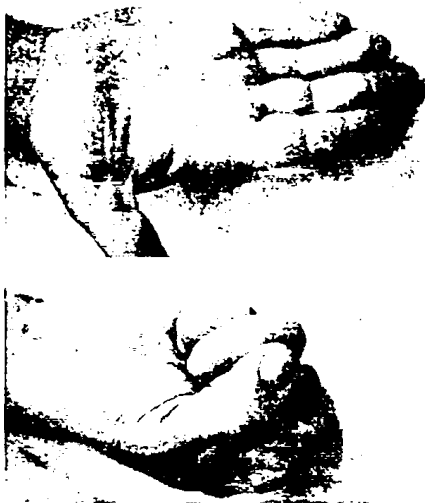
Εικόνα 87. Ασθενής υπ' αριθμόν 21, ΤΔ.



Εικόνα 88. Ασθενής υπ' αριθμόν 6, ΓΓ.



Εικόνα 89. Ασθενής υπ' αριθμόν 11, ΚΔ.



Εικόνα 90. Ασθενής υπ' αριθμόν 9, ΜΙ.



Εικόνα 91. Ασθενής υπ' αριθμόν 16, ΔΑ.



Εικόνα 92. Ασθενής υπ' αριθμόν 15,
ΚαΔ.



Εικόνα 93. Ασθενής υπ' αριθμόν 26, ΖΑ.



Καταγραφή των στοιχείων

NAME SURNAME [REDACTED] [REDACTED]
 AGE 44 DATE 25/3/2001 tel 0651 [REDACTED]
 EXTREMITY L DOMINANCE R FINGER 4 ZONE 2

associated INJURIES _____
 DATE of TRAUMA 1/4/1997 Injury MECHANISM _____ crushing
 IMMOBILIZATION weeks 4 reconstruction ETIOLOGY _____ failed primary repair (adhesions)
 Boyes Stark GRADING 2 STAGE I date 12/8/1997
 STAGE II date 19/11/1997

MP Act Flexion 95
 MP Act Extension 0
 MP Pos Flexion 95
 MP Pos Extension 0
 CNTL MP Flexion 85
 CNTL MP Extension 0

PIP Act Flexion 95
 PIP Act Extension 0
 PIP Pos Flexion 95
 PIP Pos Extension 0
 CNTL PIP Flexion 115
 CNTL PIP Extension 0

DIP Act Flexion 80
 DIP Act Extension -25
 DIP Pos Flexion 80
 DIP Pos Extension 0
 CNTL DIP Flexion 70
 CNTL DIP Extension 0

GRIP STRENGTH 52
 CNTRL GRIP STRENGTH 54
 PINCH STRENGTH 4,5
 CNTRL PINCH STRENGTH 5
 KEY PINCH STRENGTH 5,5
 CNTRL KEY PINCH STRENGTH 6
 INTRINSIC TIGHTNESS neg
 BOWSTRINGING _____

PULB TO Distal Palmar Crease 0

TWO POINT STATIC 7
 CNTRL TWO POINT STATIC 6

TWO POINT MOVING 5
 CNTRL TWO POINT MOVING 5

previous OCCUPATION construction worker current OCCUPATION construction worker

SATISFACTION satisfied

REMARKS sensitive scar

TAM 245 TAF 270 TAED -25 PAM 90,7407407
 TPM 270 TPF 270 TPED 0 PAF 100
 TAM% 90,7407407 Pinch% 90 K Pinch% 91,6666667 Grip% 96,2962963

University of Ioannina, Department of Orthopaedic Surgery

Εικόνα 94. Φύλλο εργασίας του προγράμματος FileMaker Pro®



A. Upper Extremity Impairment Evaluation Record—Part I (Hand)

Side R L

Name K. ΔΗΜΗΤΡΑΚΗΣ Age 21 Sex M F Dominant hand R L Date 25.5.2001

Occupation ΕΥΛΟΓΗΤΟΙ Diagnosis ΑΝΑΚΑΤΑΚΕΥΗ ΠΑΝΕΛΑ ΔΕΚΤΩΝ-ΜΕΣΩΝ ΤΑΡΑΧΩΣΤΩΝ

| Abnormal motion | | | | | Amputation | Sensory loss | Other disorders | Hand impairment % | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|-----------|-----------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------|-----|-----|
| Record motion, ankylosis, and impairment % | | | | | Mark level & impairment % | Mark type, level, & impairment % | List type & impairment % | • Combine digit IMP% • Convert to hand IMP% | | |
| | | Flexion | Extension | Ankylosis | IMP% | | | | | |
| | | Thumb | IP | Angle ° | | | | | | |
| IMP% | | | | | | | | | | |
| MP | Angle ° | | | | | | [1] | [2] | [3] | [4] |
| | IMP% | | | | | | | | | |
| CMC | Motion | Angle ° | | | | [1] | [2] | [3] | [4] | |
| | | IMP% | | | | | | | | |
| | Adduction | Cms | | | | | [1] | [2] | [3] | [4] |
| | | IMP% | | | | | | | | |
| Opposition | Cms | | | | | [1] | [2] | [3] | [4] | |
| | IMP% | | | | | | | | | |
| Add impairment % CMC + MP + IP = | | | | | IMP % = | IMP % = | IMP % = | IMP % = | | |
| Index | DIP | Angle ° | | 90 | | [1] | [2] | [3] | [4] | |
| | | IMP% | | | 45 | | | | | |
| | PIP | Angle ° | 35 | 0 | | 39 | [1] | [2] | [3] | [4] |
| | | IMP% | 39 | 0 | | | | | | |
| MP | Angle ° | 80 | +5 | | 10 | [1] | [2] | [3] | [4] | |
| | IMP% | 6 | 4 | | | | | | | |
| • Combine impairment % MP + PIP + DIP = | | | | | IMP % = | IMP % = | IMP % = | IMP % = | | |
| Middle | DIP | Angle ° | 85 | -60 | | [1] | [2] | [3] | [4] | |
| | | IMP% | 0 | 37 | | | | | | 37 |
| | PIP | Angle ° | 65 | 0 | | 25 | [1] | [2] | [3] | [4] |
| | | IMP% | 25 | 0 | | | | | | |
| MP | Angle ° | 95 | +10 | | 3 | [1] | [2] | [3] | [4] | |
| | IMP% | 0 | 3 | | | | | | | |
| • Combine impairment % MP + PIP + DIP = | | | | | IMP % = | IMP % = | IMP % = | IMP % = | | |
| Ring | DIP | Angle ° | 90 | -50 | | [1] | [2] | [3] | [4] | |
| | | IMP% | 0 | 29 | | | | | | 29 |
| | PIP | Angle ° | 40 | 0 | | 36 | [1] | [2] | [3] | [4] |
| | | IMP% | 36 | 0 | | | | | | |
| MP | Angle ° | 100 | +10 | | 3 | [1] | [2] | [3] | [4] | |
| | IMP% | 0 | 3 | | | | | | | |
| • Combine impairment % MP + PIP + DIP = | | | | | IMP % = | IMP % = | IMP % = | IMP % = | | |
| Little | DIP | Angle ° | | | | [1] | [2] | [3] | [4] | |
| | | IMP% | | | | | | | | |
| | PIP | Angle ° | | | | | [1] | [2] | [3] | [4] |
| | | IMP% | | | | | | | | |
| MP | Angle ° | | | | | [1] | [2] | [3] | [4] | |
| | IMP% | | | | | | | | | |
| • Combine Impairment % MP + PIP + DIP = | | | | | IMP % = | IMP % = | IMP % = | IMP % = | | |
| Total hand impairment (Add hand impairment % for thumb + index + middle + ring + little finger) = | | | | | 35 % | | | | | |
| Upper extremity impairment (Convert total hand impairment % to upper extremity impairment %) = | | | | | 32 %; enter on Part II, Line II | | | | | |
| If hand region impairment is only impairment, convert upper extremity impairment to whole person impairment † = | | | | | 19 % | | | | | |
| • Combined Values Chart Table 66-5: † Use Table 66-2 (Digits to hand); ‡ Use Table 66-3 (Hand to upper extremity); † Use Table 66-4 | | | | | Courtesy of G. de Groot Swanson, MD | | | | | |

Εικόνα 95. Φύλλο υπολογισμού της λειτουργικής επιβάρυνσης.



Ασθενείς- Προεγχειρητικά στοιχεία

| Α/α | Όνομα | Φύλο | Ώσχο | Ηλικία | Δόστυλο | Μηχανισμός τραυματισμού | Boyes&Stark Grading |
|-----|-------|------|------|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1 | N.K | A | μΚ | 35 | 5 | Αποτυχία πρωτοπαθούς συρραφής 3,5 μν (ρήξη, συμφύσεις) | 4 |
| 2 | Γ.ΝΟ | A | μΚ | 3,3 | 3 | Αποτυχία πρωτοπαθούς συρραφής 4 μν (ρήξη, συμφύσεις) | 2 |
| 3 | A.X | A | K | 4,5 | 5 | Μη διαγνωσθείσα διατομή 4 μν | 2 |
| 4 | M.Θ | A | K | 21 | 5 | Αποτυχία πρωτοπαθούς συρραφής 10 μν (συμφύσεις) | 2 |
| 5 | K.A | Θ | K | 50 | 5 | Αποτυχία προληπθέντων χειρουργικών επεμβάσεων 3 έτη (συμφύσεις, δυσκαμψία) | 3 |
| 6 | Γ.Γ | A | μΚ | 12 | 2 | Αποτυχία προληπθέντων χειρουργικών επεμβάσεων 8 μν | 3 |
| 7 | K.A | Θ | μΚ | 4 | 2 | Αποτυχία πρωτοπαθούς συρραφής 2 μν (συμφύσεις) | 3 |
| 8 | N.N | A | K | 28 | 2 | Ατελής βιώσιμος ακρωτηριασμός 3 έτη | 5 |
| 9 | M.I | A | K | 39 | 4 | Αποτυχία πρωτοπαθούς συρραφής 6 μν (ρήξη, συμφύσεις) | 4 |
| 10 | M.K | A | K | 20 | 2 | Αποτυχία προληπθέντων χειρουργικών επεμβάσεων 1 έτος | 3 |
| 11 | K.Δ | A | μΚ | 21 | 2,3,4 | 2: Πλήρης μη βιώσιμος, 3,4: Ατελής ακρωτηριασμός 5 μν (επανασυγκόλληση) | 5,5,5 |
| 12 | A.X | Θ | K | 46 | 3 | Αποτυχία προληπθέντων χειρουργικών επεμβάσεων 3 έτη | 5 |
| 13 | Λο.X | Θ | K | 12 | 3 | Αποτυχία πρωτοπαθούς συρραφής 7 μν (συμφύσεις) | 3 |
| 14 | K.Γ | A | μΚ | 5 | 3 | Ηλεκτρικό έγκαυμα 1 έτος | 5 |
| 15 | Kα.Δ | A | K | 27 | 3 | Ατελής βιώσιμος ακρωτηριασμός 4 μν | 5 |
| 16 | Δ.Α | A | K | 15 | 5 | Μη διαγνωσθείσα διατομή 3 μν | 5 |
| 17 | Σ.Θ | A | K | 26 | 3 | Ατελής, μη βιώσιμος ακρωτηριασμός 5 μν (επανασυγκόλληση) | 5 |
| 18 | T.I | A | μΚ | 54 | 2 | Ατελής βιώσιμος ακρωτηριασμός, 3 μν | 5 |
| 19 | Κο.Γ | A | K | 22 | 5 | Μη διαγνωσθείσα διατομή 1,5 μν | 4 |
| 20 | T.Θ | A | μΚ | 17 | 1 | Μη διαγνωσθείσα διατομή 4 μν | 2 |
| 21 | T.Δ | A | K | 44 | 4 | Αποτυχία πρωτοπαθούς συρραφής 4 μν (συμφύσεις) | 2 |
| 22 | Δ.Γ | A | K | 22 | 2 | Μη διαγνωσθείσα διατομή 3 μν | 2 |
| 23 | Π.Ι | A | K | 4 | 4 | Αποτυχία προληπθέντων χειρουργικών επεμβάσεων (συρραφή, revision) 17 μν (συμφύσεις) | 4 |
| 24 | Π.Ε | A | K | 27 | 2 | 1,2,3: Πλήρης μη βιώσιμος, 4: Ατελής ακρωτηριασμός 7 μν (επανασυγκόλληση, νέκρωση 3) | 5 |
| 25 | A.Φ | A | K | 23 | 3 | Αποτυχία πρωτοπαθούς συρραφής 5 μν (συμφύσεις) | 4 |
| 26 | Z.A | A | K | 26 | 4 | Αποτυχία πρωτοπαθούς συρραφής 5 μν (συμφύσεις) | 4 |
| 27 | T.X | A | K | 23 | 4 | Μη διαγνωσθείσα διατομή 5 μν | 2 |
| 28 | Λ.Σ | A | μΚ | 50 | 2 | Αποτυχία προληπθέντων χειρουργικών επεμβάσεων (συρραφή, revision) 6 μν (συμφύσεις) | 4 |

K=κυστήρα μΚ= μη κυστίραχο Μην= μήνες δάκτυλα: 1=αντίχειρας, 2=δείκτης κ.κ.



| α/α | Όνομα | PANEVA Στάδιο I | PANEVA II | Δι | F-UP (μήν) | Νευρική βλάβη | Φλεγμονή |
|-----|-------|-------------------|-----------|-----|------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1 | N.K | 29/10/99 | 16/2/00 | 105 | 13 | Ωλένιο δ.ν. (προηγηθείσα αποκατάσταση) | Επιπόλη, στάδιο II |
| 2 | Γ.ΝΟ | 21/1/00 | 14/4/00 | 83 | 12 | | |
| 3 | A.X | 12/1/00 | 31/3/00 | 78 | 12 | | |
| 4 | M.Θ | 23/11/99, 11/1/00 | 17/9/02 | 606 | 10 | | |
| 5 | K.A | 19/7/99 | 29/9/99 | 70 | 39 | | |
| 6 | Γ.Γ | 20/1/92, 10/7/92 | 16/10/92 | 96 | 101 | | Εν τω βάθει, στάδιο I (S. aureus) |
| 7 | K.A | 6/8/93 | 3/12/93 | 117 | 84 | | |
| 8 | N.S | 3/4/92 | 6/7/92 | 93 | 101 | Ωλένιο δ.ν | |
| 9 | M.I | 16/10/92 | 19/3/93 | 153 | 94 | Ωλένιο δ.ν. (αποκατάσταση τελικοτελική) | |
| 10 | M.K | 25/6/93 | 13/9/93 | 78 | 89 | | |
| 11 | K.Δ | 27/12/95 | 15/3/96 | 91 | 58 | Ωλένιο & Κεραιδικό δ.ν. (αποκατάσταση) | |
| 12 | A.X | 3/5/96 | 5/8/96 | 92 | 75 | Ωλένιο & Κεραιδικό δ.ν. (συλή-νευρόλυση) | Εν τω βάθει, στάδιο I (S. aureus) |
| 13 | Λο.Χ | 10/5/96 | 12/8/96 | 92 | 53 | | Επιπόλη, στάδιο I |
| 14 | K.Γ | 10/5/96 | 5/8/96 | 85 | 53 | Ωλένιο & Κεραιδικό δ.ν. | |
| 15 | Κα.Δ | 15/9/98 | 16/12/98 | 91 | 25 | Ωλένιο & Κεραιδικό δ.ν. | |
| 16 | Δ.Α | 29/1/99 | 14/5/99 | 105 | 20 | Ωλένιο νεύρο στο κανάλι Guyon (αποκατάσταση τελικοτελική) | |
| 17 | Σ.Θ | 25/9/98 | 29/1/99 | 124 | 23 | Ωλένιο & Κεραιδικό δ.ν. | |
| 18 | Τ.Ι | 21/3/94 | 8/7/94 | 103 | 108 | Κεραιδικό δ.ν. (προηγηθείσα αποκατάσταση) | |
| 19 | Κο.Γ | 17/3/94 | 8/7/94 | 101 | 78 | Ωλένιο δ.ν. (προηγηθείσα αποκατάσταση) | |
| 20 | Τ.Θ | 10/6/98 | 9/9/98 | 90 | 28 | | |
| 21 | Τ.Δ | 12/8/97 | 19/11/97 | 97 | 41 | | |
| 22 | Δ.Γ | 25/7/01, 21/4/02 | 8/9/02 | 108 | 10 | Ωλένιο δ.ν. | Εν τω βάθει, στάδιο I (S. aureus) |
| 23 | Π.Ι | 6/2/02 | 8/5/02 | 92 | 14 | Κεραιδικό δ.ν. (αποκατάσταση silicone tube) | |
| 24 | Π.Ε | 25/4/01 | 31/8/01 | 126 | 23 | Κεραιδικό δ.ν. | |
| 25 | Α.Φ | 12/2/02 | 21/6/02 | 131 | 13 | ΩΛ (3ο κοινό δακτυλικό -sural)& Κερ δ.ν. (συλή-νευρόλυση) | |
| 26 | Ζ.Α | 17/4/02 | 4/9/02 | 137 | 10 | ΩΛ & Κερ δ.ν. (αποκατάσταση 3ο,4ο κοινό δακτυλικό, sural) | Εν τω βάθει στάδιο I (E.coli, M.morranii) |
| 27 | Τ.Χ | 11/12/02 | 16/4/03 | 125 | 3 | | |
| 28 | Α.Σ | 13/1/03 | 10/4/03 | 87 | 3 | ΩΛ (νευρόλυση)& Κερ δ.ν. (αποκατάσταση πειροtube) | Εν τω βάθει, στάδιο I (S. epiderm) |
| | | | | | 120 | 42,6 | |

δ.ν.=δακτυλικό νεύρο Δι=χρόνος μεταξύ σταδίων I και II (μήνες)



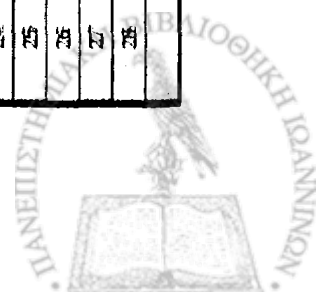
| Α/α | Όνομα | Παρατηρήσεις | |
|-----|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1 | N.K | Μετά στάδιο II: ερήξη στην περιφερική καθήλωση, τοποθέτηση μοσχεύματος PL 3/3/00 | P |
| 2 | Γ.ΝΟ | | P |
| 3 | Α.Χ | Στάδιο II: Ενίσχυση του μοσχεύματος FDS με PL (ανεπαρκές μέγεθος μοσχεύματος FDS) | |
| 4 | Μ.Θ | Δύο επιβάσεις σταδίου I: δημιουργία σγκώλης, τοποθέτηση ράβδου ολικώνης | |
| 5 | Κ.Α | 2 μην μετά το στάδιο II: τοποθέτηση δυναμικού νάρθηκα (OrthoTec, Αθήνα) | P |
| 6 | Γ.Γ | Στάδιο I: Αφαίρεση μετά από 6 μην και επαντοποθέτηση ράβδου ολικώνης μετά από 3 μην | P |
| 7 | Κ.Α | Χαλαρό μόσχευμα, βραχύνοση μοσχεύματος 19/7/94 | P |
| 8 | NN | | |
| 9 | Μ.Ι | Στάδιο II: Λέπτωση μοσχεύματος FDS πριν τη διεκβολή του από το ψευδοέλυτρο | P |
| 10 | Μ.Κ | Στάδιο I: Πλαστική μεσοδακτύλιου διαστήματος | |
| 11 | Κ.Δ | Στάδιο II: Λέπτωση μοσχεύματος FDS πριν τη διεκβολή του από το ψευδοέλυτρο στο δάκτυλο 4 | P |
| 12 | Α.Χ | Στάδιο I: αρθρόλυση PIP, Μετά το στάδιο I: τοποθέτηση συνεχούς έκπλυσης ψευδοελύτρου λόγω φλεγμονής | |
| 13 | Λο.Χ | Στάδιο I: αρθρόλυση PIP | |
| 14 | Κ.Γ | Προ του σταδίου I: υπερέφθημα PIP, Στάδιο I: αρθρόλυση PIP | |
| 15 | Κα.Δ | Αρθρόδεση DIP 24/10/99 | P |
| 16 | Δ.Α | Στάδιο II: Τοποθέτηση ελαυθρου μοσχεύματος PL (ανεπαρκές μέγεθος FDS) | P |
| 17 | Σ.Θ | Στάδιο I: Πλαστική μεσοδακτύλιου διαστήματος | |
| 18 | Τ.Ι | | P |
| 19 | Κο.Γ | Μετά στάδιο I: απόσπαση κομβίου pull out | |
| 20 | Τ.Θ | Στάδιο I: δημιουργία σγκώλης μεταξύ FPL and PL | P |
| 21 | Τ.Δ | | P |
| 22 | Δ.Γ | Στάδιο I: Συναχής έκπλυση(16/1/02), Αφαίρεση & επαντοποθέτηση silicone 2 μην, Στάδιο II: Τοποθέτηση PL (αδυναμία ανάρσεως σγκώλης), βρόγχωση 29/11/02 | P |
| 23 | Π.Ι | Μετά στάδιο I: απόσπαση κομβίου pull out | |
| 24 | Π.Ε | Στάδιο I: Πλαστική μεσοδακτύλιου διαστήματος | |
| 25 | Α.Φ | Μετά στάδιο I: υμενίτιδα από ολικώνη (στοιχεία φλεγμονής αρνητική κ/α, δείκτες φλεγμονής, αντιβίωση) | P |
| 26 | Ζ.Α | 3 μην μετά στάδιο I: στοιχεία φλεγμονής, θετικές καλλιέργειες, 1 μην IV αντιβίωση, στάδιο II έκπλυση sheath με α/β | P |
| 27 | Τ.Χ | | P |
| 28 | Α.Σ | Μετά στάδιο II: περιορισμός κίνησης, 17/5/03: διερεύνηση, εκτεταμένη ίνωση και εκτός ζώνης 2, εκτεταμένη τενοντόλυση+κατεστραμμένες αναλύσεις | P |

FDS= επιπολής καμπίττας FDP= εν τω βάθει καμπίττας P= μακρός καλαμικός FPL= Μακρός καμπίττας του αντίχειρα

P= ολικώνες από τη μεταχειριστική παρακολούθηση βλάσκονται στο κείμενο της διατριβής

Ασθενείς- Μετεγχειρητικά στοιχεία

| α/α | Όνομα | Διαστάση | BOS | IAF | IPF | IAED | IPED | TAM | TPM | PAF | PAM | DIPEX | DEP |
|------|-------|----------|-----|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | NK | 5 | 4 | 242.5 | 260 | 55 | 60 | 187.5 | 200 | 93.26 | 93.75 | 20 | 20 |
| 2 | ΓΝΟ | 3 | 2 | 225 | 290 | 45 | 20 | 180 | 270 | 77.58 | 66.66 | 30 | 30 |
| 3 | ΑΧ | 5 | 2 | 250 | 260 | 20 | 0 | 290 | 260 | 96.15 | 88.46 | 0 | 0 |
| 4 | ΜΘ | 5 | 2 | 220 | 220 | 50 | 20 | 170 | 200 | 100 | 85 | 25 | 25 |
| 5 | ΚΑ | 5 | 3 | 75 | 140 | 60 | 35 | 15 | 105 | 53.57 | 14.28 | 20 | 20 |
| 6 | ΓΓ | 2 | 3 | 255 | 255 | 60 | 30 | 195 | 255 | 100 | 76.47 | 60 | 60 |
| 7 | ΚΑ | 2 | 3 | 195 | 245 | 0 | 0 | 195 | 245 | 79.59 | 79.59 | 0 | 0 |
| 8 | NN | 2 | 5 | 250 | 260 | 0 | 0 | 250 | 260 | 96.15 | 96.15 | 0 | 0 |
| 9 | ΜΙ | 4 | 4 | 260 | 275 | 30 | 20 | 230 | 255 | 94.54 | 90.19 | 0 | 0 |
| 10 | ΜΚ | 2 | 3 | 255 | 265 | 25 | 0 | 230 | 265 | 96.2 | 86.8 | 25 | 25 |
| 11 | ΚΑ | 2 | 5 | 205 | 215 | 90 | 60 | 120 | 155 | 95.34 | 77.41 | 90 | 90 |
| 11 | ΚΑ | 3 | 5 | 245 | 260 | 60 | 40 | 185 | 220 | 94.23 | 84.09 | 60 | 60 |
| 11 | ΚΑ | 4 | 5 | 230 | 240 | 50 | 40 | 180 | 200 | 95.83 | 90 | 50 | 50 |
| 12 | ΑΧ | 5 | 5 | 175 | 225 | 45 | 30 | 130 | 195 | 77.7 | 66.66 | 35 | 35 |
| 13 | ΑαΧ | 3 | 3 | 260 | 275 | 0 | 0 | 260 | 275 | 94.54 | 94.54 | 0 | 0 |
| 14 | ΚΓ | 3 | 5 | 175 | 210 | 60 | 50 | 115 | 160 | 83.33 | 71.57 | 20 | 20 |
| 15 | ΚαΑ | 3 | 5 | 220 | 220 | 30 | 30 | 190 | 190 | 100 | 100 | 30 | 30 |
| 16 | ΑΑ | 5 | 5 | 260 | 260 | 65 | 65 | 195 | 195 | 100 | 100 | 30 | 30 |
| 17 | ΣΘ | 3 | 5 | 265 | 265 | 60 | 40 | 205 | 225 | 100 | 91.11 | 30 | 30 |
| 18 | ΓΓ | 2 | 5 | 220 | 230 | 55 | 20 | 165 | 210 | 95.65 | 78.57 | 30 | 30 |
| 19 | ΚαΓ | 5 | 4 | 250 | 260 | 0 | 0 | 250 | 260 | 96.15 | 96.15 | 0 | 0 |
| 21 | ΓΑ | 4 | 2 | 270 | 270 | 25 | 0 | 245 | 270 | 100 | 90.74 | 25 | 25 |
| 21 | ΑΓ | 2 | 2 | 170 | 265 | 20 | 15 | 150 | 250 | 64.15 | 60 | 20 | 20 |
| 23 | ΠΙ | 4 | 4 | 190 | 220 | 0 | 0 | 190 | 220 | 86.36 | 86.26 | 0 | 0 |
| 24 | ΠΕ | 2 | 5 | 140 | 160 | 25 | 10 | 115 | 150 | 87.5 | 76.66 | 10 | 10 |
| 25 | ΑΦ | 3 | 4 | 260 | 265 | 50 | 20 | 200 | 245 | 98.11 | 85.71 | 50 | 50 |
| 26 | ΖΑ | 4 | 4 | 250 | 250 | 30 | 10 | 220 | 240 | 100 | 91.66 | 40 | 40 |
| 27 | ΤΧ | 4 | 2 | 180 | 230 | 40 | 0 | 140 | 230 | 78.26 | 60.86 | 30 | 30 |
| 28 | ΑΥ | 2 | 4 | 135 | 245 | 85 | 60 | 100 | 135 | 75.51 | 54.05 | 40 | 40 |
| AVER | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 219.91 | 262.59 | 311.4 | 23.28 | 180.95 | 220.34 | 89.78 | 80.46 | 26.55 | 26.55 |



| α/α | Όνομα | TAM% | B-G | r-S | Grip% | Pinch% | K-Pinch% | Intr | 2 Point | Bowstr | Παρατηρήσεις |
|------|-------|-------|-----|-------|-------|--------|----------|------|---------|--------|---------------------------------------------|
| 1 | N.K | 69.4 | 13 | 102.5 | 85 | 60 | 75 | αγν | 7 | | Στηροφική παραμόρφωση |
| 2 | T.NO | 69.23 | 14 | 115 | | | | | | | |
| 3 | A.X | 85.2 | 15 | 140 | | | | | | | |
| 4 | MΘ | 68 | 14 | 80 | 90 | 65 | 80 | αγν | 5 | | |
| 5 | K.A | 5.5 | 1 | 5 | 101 | 47.5 | 0 | αγν | >15 | | Swan neck, υπαρθροσία όλης της άνωας χείρας |
| 6 | T.T | 72 | 13 | 110 | 95 | 48 | 85 | αγν | 9 | | Εκτετασόμενη ΝΦ |
| 7 | K.A | 75 | 13 | 100 | 84 | 76 | 75 | αγν | 4 | | |
| 8 | N.N | 92.6 | 15 | 160 | 85 | 85 | 90 | αγν | 9 | | |
| 9 | M.I | 88.46 | 15 | 155 | 100 | 80 | | αγν | 8 | | |
| 10 | M.K | 85.18 | 15 | 140 | 75 | 70 | 80 | αγν | 4 | | |
| 11 | K.A | 48 | 8 | 35 | 50 | 100 | 113 | αγν | 6 | ΝΦ | |
| 11 | K.A | 68.5 | 13 | 90 | 50 | 70 | | αγν | 9 | ΕΦΦ | |
| 11 | K.A | 72 | 14 | 80 | 50 | 80 | | αγν | 6.5 | | |
| 12 | A.X | 45 | 7 | 25 | 103 | 108 | 108 | αγν | 5 | ΝΦ | Κλινοδακτύλια ΑΦΦ |
| 13 | Λο.X | 96.2 | 15 | 170 | 85 | 85 | 90 | αγν | 5 | | |
| 14 | K.T | 44 | 5 | 25 | 70 | 44 | 60 | αγν | >15 | | |
| 15 | K.A.A | 74.5 | 15 | 95 | 72 | 50 | | αγν | >15 | | |
| 16 | Δ.A | 75 | 13 | 105 | 85 | 44 | | αγν | >15 | ΝΦ | |
| 17 | Σ.Θ | 78.8 | 13 | 95 | 32 | 30 | 60 | αγν | >15 | ΕΦΦ | Στηροφική παραμόρφωση |
| 18 | T.I | 73 | 13 | 80 | 75 | 73 | 100 | αγν | 11 | | |
| 19 | Kο.Γ | 96.2 | 15 | 160 | 85 | 85 | 90 | αγν | 9 | | |
| 21 | T.A | 90.7 | 15 | 150 | 96 | 90 | 92 | αγν | 7 | | Επιεσθίτη ούλη |
| 22 | Δ.Γ | 61 | 11 | 60 | 92 | 55 | 100 | αγν | 8 | | |
| 23 | Π.Ι | 79 | 15 | 110 | | | | αγν | | | |
| 24 | Π.Ε | 46 | 7 | 75 | 34 | | | αγν | >15 | | |
| 25 | Α.Φ | 72 | 14 | 115 | 86 | 55 | 88 | αγν | 8 | | |
| 26 | Z.A | 88 | 14 | 125 | 86 | 57 | 65 | αγν | 15 | | |
| 27 | T.X | 58 | 12 | 60 | | | | | | | |
| 28 | A.Σ | 41 | 2 | 60 | 61 | 66 | 71 | αγν | 10 | ΝΦ | swan neck |
| AVER | 69.57 | | | | 77.08 | 67.65 | 80.11 | | | | |
| SDV | 20.07 | | | | 20.20 | 19.57 | 24.45 | | | | |



| α/α | Όνομα | DIP imp% | PIP imp% | MP imp% | metidid imp% | category imp% | digit imp% | hand imp% | uppt.ext imp% | period imp% | total hand imp% |
|------|-------|-------------|-------------|------------|-----------------|------------------|---------------|--------------|------------------|----------------|--------------------|
| 1 | NK | 4 | 17 | 7 | 26 | 20 | 41 | 4 | 4 | 2 | |
| 2 | ΓNO | 14 | 9 | 13 | 32 | | 32 | 6 | 5 | 3 | |
| 3 | AX | 0 | 13 | 0 | 13 | | 13 | 1 | 1 | 1 | |
| 4 | ΜΘ | 13 | 27 | 5 | 39 | | 39 | 4 | 4 | 2 | |
| 5 | KA | 30 | 75 | 57 | 92 | 50 | 96 | 10 | 9 | 5 | |
| 6 | ΓΓ | 37 | 12 | 8 | 49 | 13 | 56 | 11 | 10 | 6 | |
| 7 | KA | 10 | 30 | 3 | 39 | | 39 | 8 | 7 | 4 | |
| 8 | NN | 0 | 6 | 5 | 11 | 12 | 22 | 4 | 4 | 2 | 27 |
| 9 | MI | 0 | 17 | 13 | 28 | 10 | 35 | 4 | 4 | 2 | |
| 10 | MK | 8 | 6 | 5 | 19 | | 19 | 4 | 4 | 2 | 21 |
| 11 | KA | 45 | 39 | 10 | 69 | | 69 | 14 | 13 | 8 | 35 |
| 11 | KA | 37 | 25 | 3 | 47 | 12 | 50 | 11 | 10 | 6 | 35 |
| 11 | KA | 29 | 36 | 3 | 56 | | 56 | 6 | 5 | 3 | 35 |
| 12 | AX | 35 | 45 | 5 | 66 | 25 | 75 | 15 | 14 | 8 | |
| 13 | ΛοX | 0 | 18 | 5 | 23 | | 23 | 5 | 5 | 3 | |
| 14 | KΓ | 19 | 41 | 11 | 57 | 50 | 79 | 16 | 14 | 8 | |
| 15 | KαΔ | 33 | 3 | 5 | 38 | 30 | 57 | 11 | 10 | 6 | 26 |
| 16 | ΔA | 12 | 12 | 0 | 23 | 5 | 27 | 3 | 3 | 2 | |
| 17 | ΣΘ | 12 | 20 | 4 | 33 | 50 | 67 | 13 | 12 | 7 | 31 |
| 18 | TI | 22 | 18 | 8 | 41 | 15 | 50 | 10 | 9 | 5 | |
| 19 | KαΓ | 0 | 6 | 5 | 11 | 15 | 24 | 2 | 2 | 1 | |
| 21 | TΔ | 8 | 3 | 0 | 11 | | 11 | 1 | 1 | 1 | |
| 22 | ΔΓ | 22 | 33 | 5 | 51 | 6 | 54 | 11 | 10 | 6 | |
| 23 | ΠI | 26 | 6 | 11 | 38 | | 38 | 4 | 4 | 2 | |
| 24 | ΠE | 23 | 23 | 40 | 65 | 50 | 83 | 17 | 15 | 9 | 72 |
| 25 | AΦ | 29 | 9 | 5 | 38 | 10 | 44 | 9 | 8 | 5 | 11 |
| 26 | Z-A | 23 | 3 | 4 | 28 | 50 | 64 | 6 | 5 | 3 | 10 |
| 27 | TX | 27 | 25 | 14 | 53 | | 53 | 5 | 5 | 3 | |
| 28 | AΣ | 27 | 33 | 47 | 74 | 15 | 78 | 16 | 14 | 8 | |
| AVBR | 18.79 | 21.03 | 10.38 | 40.34 | 24.33 | 48.07 | 7.97 | 4.24 | 7.28 | 4.24 | 30.30 |
| SDV | 13.14 | 16.17 | 13.72 | 20.57 | 17.42 | 22.33 | 4.81 | 2.50 | 4.23 | 2.50 | 17.34 |



Κλειδα

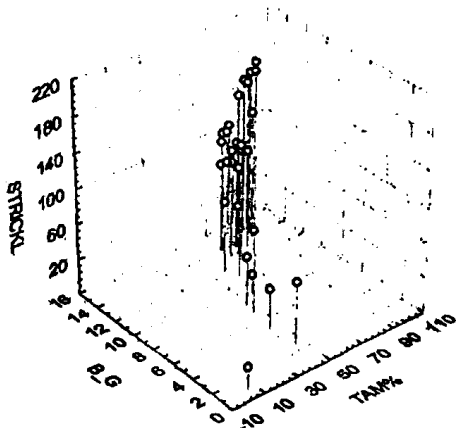
| |
|----------------------------------------------------------------------------|
| 2 Point= δοκίμασια δάκρυσης 2 σημείων |
| B&S= Boyes& Stark ταξινόμηση |
| B-G= ταξινόμηση Buck Gramcko |
| Bowstr= Bowstringing (προβολή εν ήδη χορδής τόξου) |
| Δάκτυλο: 1=αντίχειρας, 2=δέκτης κοκ |
| DIP EX DEF= έλλειμμα έκτασης άπω φαλαγγο-φαλαγγικής άρθρωσης |
| DIP= άπω φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση |
| Grip%= Δύναμη δραγμού συγκριτικά με το αντίστοιχο υγιές άνω άκρο |
| Imp%=λειτουργική επιβάρυνση |
| Intr= Δοκίμασια Littler-Bunnell για ρίκνωση αυτοχθόνων μυών |
| K Pinch%=δύναμη πλαγίας σύλληψης συγκριτικά με το αντίστοιχο υγιές δάκτυλο |
| MP= μετακαρποφαλαγγική άρθρωση |
| Pinch %= δύναμη λεπτής σύλληψης συγκριτικά με το αντίστοιχο υγιές δάκτυλο |
| PIP= εγγύς φαλαγγο-φαλαγγική άρθρωση |
| Potential Active Flexion=TAF/TPF X 100 |
| Potential Active Motion=TAM/TPM X 100 |
| r-S=αναθεωρημένη ταξινόμηση Strickland (PIP+DIP-έλλειμμα έκτασης) |
| TAED= total active extension deficit |
| TAF=total active flexion |
| TAM%= TAM συγκριτικά με το αντίστοιχο υγιές δάκτυλο |
| TAM=total active motion |
| TPED= total passive extension deficit |
| TPF= total passive flexion |
| TPM= total passive motion |



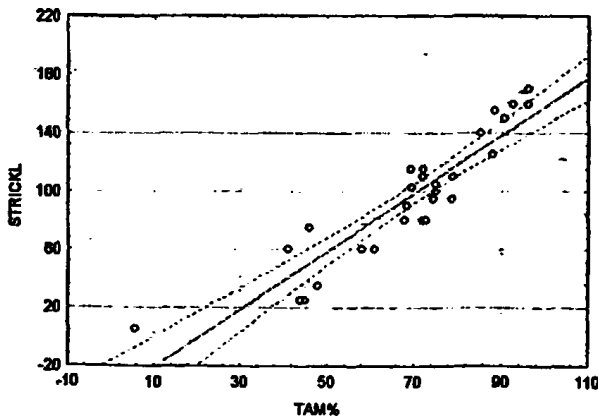
Στατιστική

Παράδειγμα ανάλυσης συσχέτισης ανάμεσα στις κλίμακες αξιολόγησης των αποτελεσμάτων TAM%, Buck Gramcko (B_G) και τροποποιημένη Strickland (STRICKL) και ανάλυση παλινδρόμησης που αναδεικνύει τις μεταξύ τους σχέσεις.

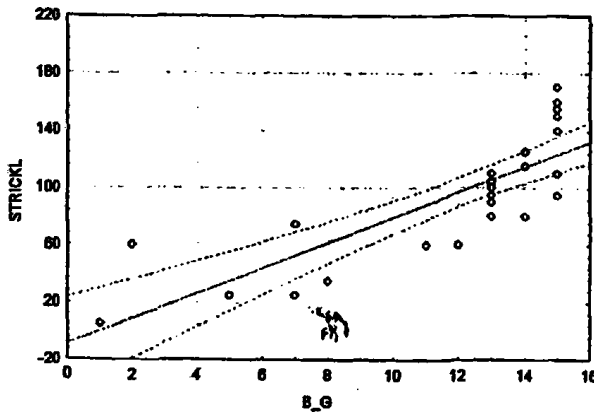
3D Scatterplot
TAM% vs. B_G vs. STRICKL
(Casewise deletion of missing data)



TAM% vs. STRICKL (Casewise MD deletion)
STRICKL = -41,27 + 1,9923 * TAM%
Correlation: r = ,91726



B_G vs. STRICKL (Casewise MD deletion)
STRICKL = -9,832 + 8,8213 * B_G
Correlation: r = ,80676



Ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα

HAND IMP%

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

| Ομάδες | Πλήθος | Άθροισμα | Μέσος όρος | Διακύμανση |
|---------|--------|----------|------------|------------|
| Στήλη 1 | 6 | 28 | 4.666667 | 13.86667 |
| Στήλη 2 | 5 | 38 | 7.6 | 9.3 |
| Στήλη 3 | 7 | 45 | 6.428571 | 22.61905 |
| Στήλη 4 | 11 | 120 | 10.90909 | 22.89091 |

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

| Προέλευση διακύμανσης | SS | βαθμοί ελευθερίας | MS | F | τιμή-P | κριτήριο F |
|-----------------------|----------|-------------------|---------|----------|-----------------|------------|
| Μεταξύ ομάδων | 177.8088 | 3 | 59.2696 | 3.144899 | 0.042858 | 2.991243 |

Ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα

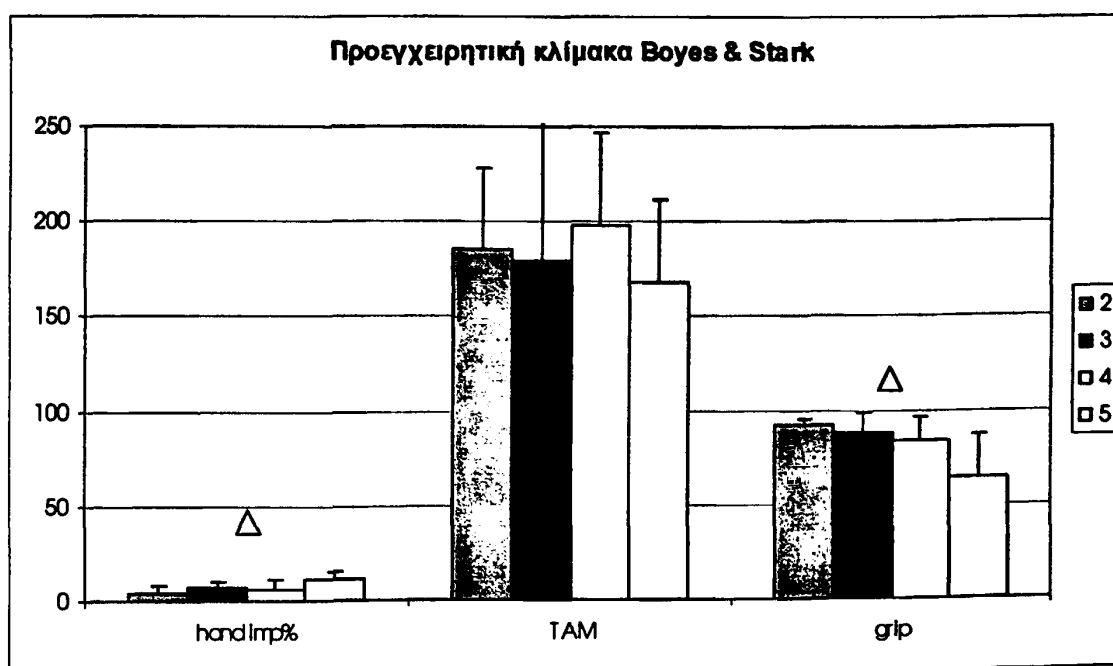
GRIP%

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

| Ομάδες | Πλήθος | Άθροισμα | Μέσος όρος | Διακύμανση |
|---------|--------|----------|------------|------------|
| Στήλη 1 | 3 | 278 | 92.66667 | 9.333333 |
| Στήλη 2 | 5 | 440 | 88 | 103 |
| Στήλη 3 | 6 | 503 | 83.83333 | 158.9667 |
| Στήλη 4 | 11 | 706 | 64.18182 | 513.5636 |

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

| Προέλευση διακύμανσης | SS | βαθμοί ελευθερίας | MS | F | τιμή-P | κριτήριο F |
|-----------------------|----------|-------------------|----------|----------|-----------------|------------|
| Μεταξύ ομάδων | 3428.704 | 3 | 1142.901 | 3.773056 | 0.026055 | 3.072472 |



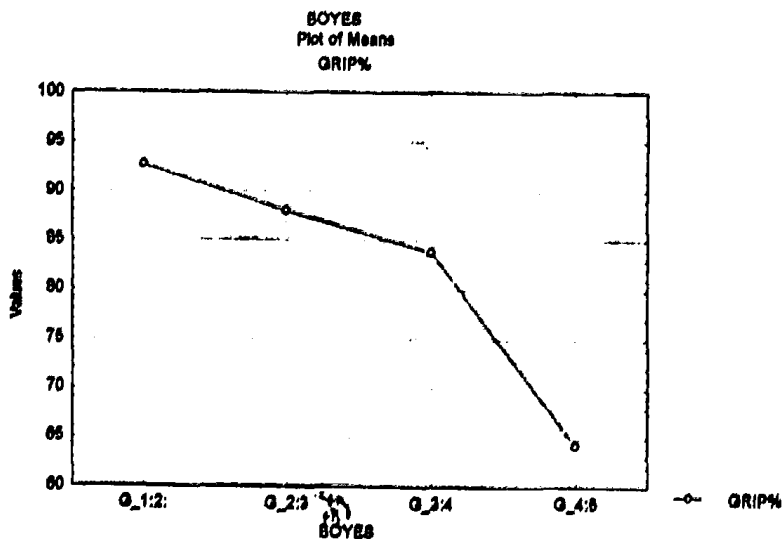
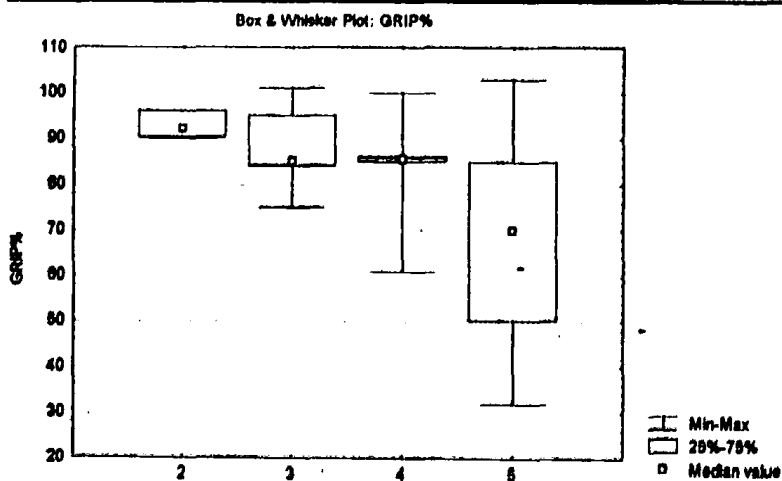
Παράδειγμα εκ των υστέρων ελέγχου των διαφορών της δύναμης δραγμού (GRIP%) μεταξύ των ομάδων της κλίμακας Boyes & Stark (BOYES)

LSI test; variable GRIP% (data statistica.sta)

| GENERAL MANOVA | Probabilities for Post Hoc Tests | | | |
|----------------|----------------------------------|----------|----------|----------|
| | MAIN EFFECT: BOYES | | | |
| BOYES | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 2 (1) | .9266666 | .8800000 | .8383334 | .6410102 |
| 3 (2) | | .717177 | .480812 | .020213 |
| 4 (3) | | | .696563 | .019165 |
| 5 (4) | | | | .037191 |

Duncan test; GRIP% (data statistica.sta)

| GENERAL MANOVA | Probabilities for Post Hoc Tests | | | |
|----------------|----------------------------------|----------|----------|----------|
| | MAIN EFFECT: BOYES | | | |
| BOYES | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 2 (1) | .9266666 | .8800000 | .8383334 | .6410102 |
| 3 (2) | | .674299 | .454946 | .024905 |
| 4 (3) | | | .707377 | .050737 |
| 5 (4) | | | | .087121 |



Ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα

GRIP%

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

| Ομάδες | Πλήθος | Άθροισμα | Μέσος όρος | Διακύμανση |
|---------|--------|----------|------------|------------|
| Στήλη 1 | 8 | 448 | 56 | 375.1429 |
| Στήλη 2 | 8 | 712 | 89 | 35.14286 |
| Στήλη 3 | 5 | 435 | 87 | 334 |
| Στήλη 4 | 5 | 375.4 | 75.08 | 259.612 |

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

| Προέλευση διακύμανσης | SS | βαθμοί ελευθερίας | MS | F | τιμή-P | κριτήριο F |
|-----------------------|----------|-------------------|----------|----------|----------|------------|
| Μεταξύ ομάδων | 5160.026 | 3 | 1720.009 | 7.212535 | 0.001516 | 3.049124 |
| Σύνολο | 10406.47 | 25 | | | | |

Ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα

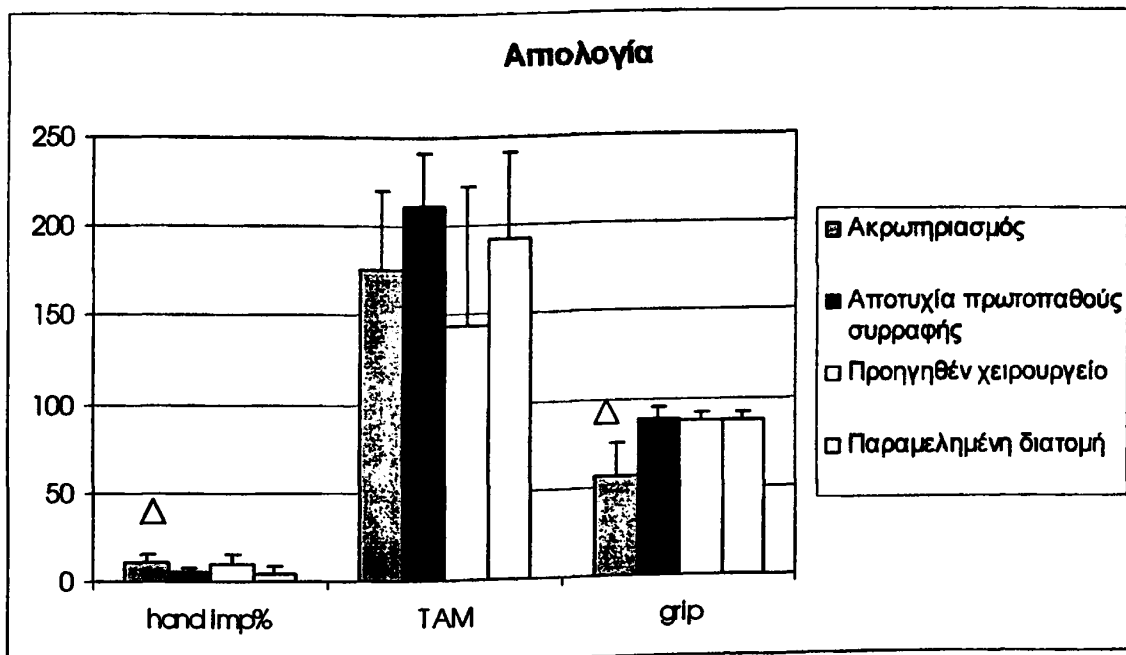
HAND IMP%

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

| Ομάδες | Πλήθος | Άθροισμα | Μέσος όρος | Διακύμανση |
|---------|--------|----------|------------|------------|
| Στήλη 1 | 8 | 86 | 10.75 | 17.64286 |
| Στήλη 2 | 9 | 47 | 5.222222 | 5.694444 |
| Στήλη 3 | 6 | 60 | 10 | 26.8 |
| Στήλη 4 | 5 | 22 | 4.4 | 15.8 |

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

| Προέλευση διακύμανσης | SS | βαθμοί ελευθερίας | MS | F | τιμή-P | κριτήριο F |
|-----------------------|----------|-------------------|----------|----------|----------|------------|
| Μεταξύ ομάδων | 215.8516 | 3 | 71.95053 | 4.714775 | 0.010029 | 3.008786 |



Ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα

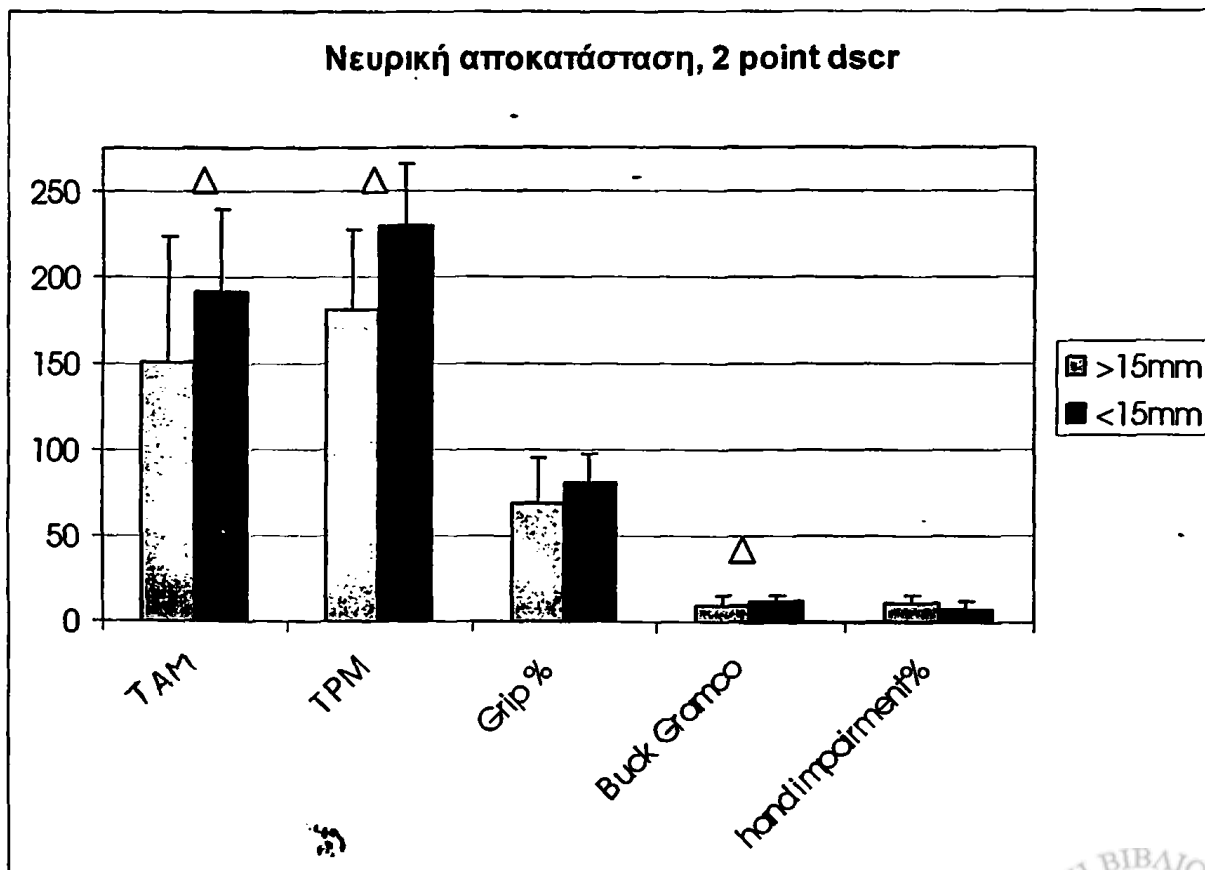
2 POINT DISCRIMINATION

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

| Ομάδες | Πλήθος | Άθροισμα | Μέσος όρος | Διακύμανση |
|--------|--------|----------|------------|------------|
| TAM | 7 | 1055 | 150.7143 | 5370.238 |
| TAM | 18 | 3452.5 | 191.8056 | 2239.563 |
| TRM | 7 | 1265 | 180.7143 | 2145.238 |
| TRM | 18 | 4145 | 230.2778 | 1224.918 |
| B-G | 7 | 68 | 9.714286 | 28.90476 |
| B-G | 18 | 225 | 12.5 | 12.26471 |

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

| Προέλευση διακύμανσης | SS | βαθμοί ελευθερίας | MS | F | τιμή-P | κριτήριο F |
|-----------------------|----------|-------------------|----------|----------|----------|------------|
| Μεταξύ ομάδων | 617732.8 | 5 | 123546.6 | 81.67705 | 1.34E-27 | 2.347548 |
| Μέσα στις ομάδες | 104371 | 69 | 1512.623 | | | |
| Σύνολο | 722103.8 | 74 | | | | |



Ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα

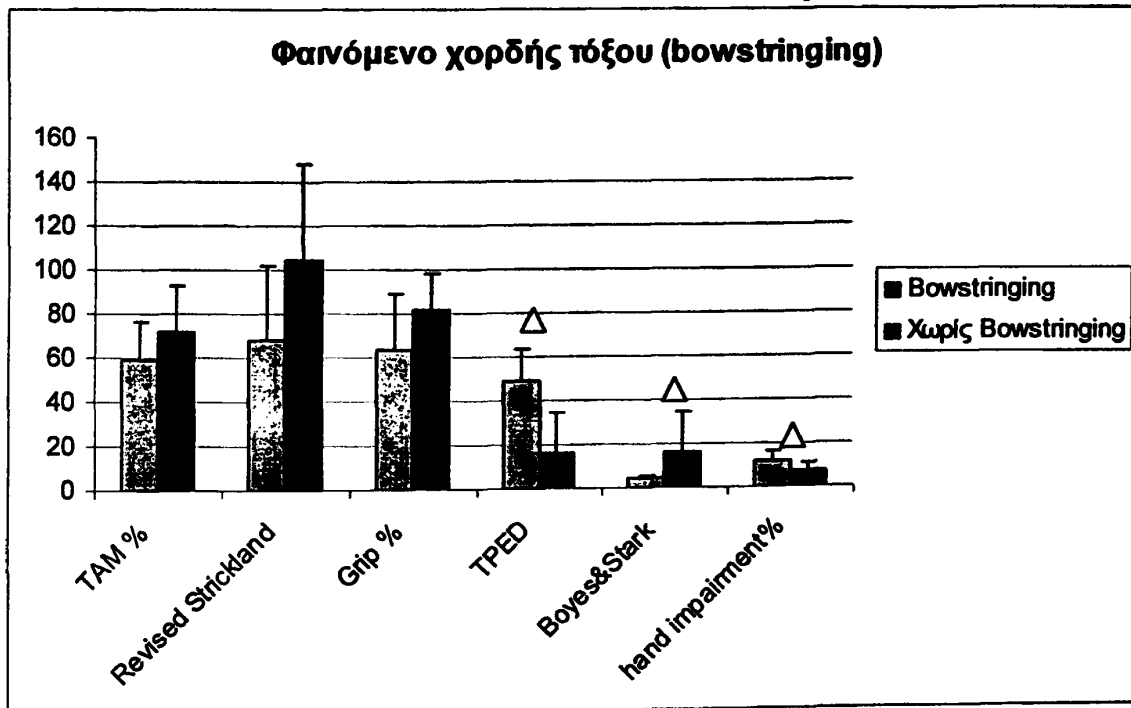
BOWSTRINGING

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

| Ομάδες | Πλήθος | Άθροισμα | Μέσος όρος | Διακύμανση |
|-------------|--------|----------|------------|------------|
| hand imp% | 6 | 72 | 12 | 22.4 |
| hand imp% | 23 | 159 | 6.913043 | 18.81028 |
| Boyes&Stark | 6 | 29 | 4.833333 | 0.166667 |
| Boyes&Stark | 23 | 81 | 3.521739 | 1.351779 |
| TPED | 6 | 295 | 49.16667 | 204.1667 |
| TPED | 23 | 380 | 16.52174 | 312.3518 |

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

| Προέλευση διακύμανσης | SS | βαθμοί ελευθερίας | MS | F | τιμή P | κρίσιμο F |
|-----------------------|-----------|-------------------|----------|----------|----------|-----------|
| Μεταξύ ομάδων | 11306.017 | 5 | 2261.203 | 21.67808 | 1.04E-13 | 2.327269 |
| Μέσα στις ομάδες | 8448.971 | 81 | 104.3083 | | | |
| Σύνολο | 19754.989 | 86 | | | | |



Ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα

ΦΛΕΓΜΟΝΗ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

| Ομάδες | Πλήθος | Άθροισμα | Μέσος όρος | Διακύμανση |
|-----------|--------|----------|------------|------------|
| Hand Imp% | 5 | 59 | 11.8 | 15.7 |
| Hand Imp% | 24 | 172 | 7.166667 | 21.62319 |

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

| Πρόελευση διακύμανσης | SS | βαθμοί ελευθερίας | MS | F | τιμή-P | κριτήριο F |
|-----------------------|----------|-------------------|----------|----------|----------|------------|
| Μεταξύ ομάδων | 88.83218 | 1 | 88.83218 | 4.281961 | 0.048214 | 4.210008 |
| Μέσα στις ομάδες | 560.1333 | 27 | 20.74568 | | | |
| Σύνολο | 648.9655 | 28 | | | | |

