



6



ΕΡΕΥΝΑ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΕΣ



Κ. Παπαχρήστος

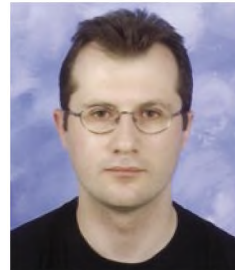
Συσκευή στοχεύσεως για την ακριβή χωροταξική τοποθέτηση του μοσχεύματος στην πλαστική του προσθίου χιαστού συνδέσμου

Κ. Χούλης

Η συντήρηση & η αποκατάσταση δύο χειρόγραφων κωδίκων της Κοβενταρείου Δημοτικής Βιβλιοθήκης Κοζάνης

Ηλεκτρονική συσκευή στοχεύσεως

για την ακριβή χωροταξική τοποθέτηση του μοσχεύματος
στην πλαστική του προσθίου χιαστού συνδέσμου



του Κ. Γ. Παπαχρήστου*

Η ρήξη του Προσθίου Χιαστού Συνδέσμου (ΠΧΣ) του γόνατος είναι ένας σοβαρός τραυματισμός, με μόνη θεραπεία τη χειρουργική αντιμετώπιση. Η ανακατασκευή του ΠΧΣ αποτελεί τη βάση της θεραπείας. Οι τρέχουσες χειρουργικές τεχνικές χρησιμοποιούν μοσχεύματα που δια μέσου οστικών σηράγγων κατασκευάζουν ένα νέο σύνδεσμο. Οι ανάγκες της ανακατασκευής, απαιτούν την δημιουργία δύο τουλάχιστον οστικών σηράγγων, μία στην κνήμη και μία στο μηριαίο οστού.

Η ακριβής τοποθέτηση των σηράγγων είναι εξαιρετικά σημαντική για την λειτουργία του νέου συνδέσμου και κατ' επέκταση της αρθρώσεως, και επιτυγχάνεται συνήθως με την χρησιμοποίηση χειροκίνητων οδηγών-στοχάστρων. Με αυτό τον τρόπο η ορθή χωροταξική τοποθέτηση της σήραγγας, εξαρτάται από την εμπειρία και τις δεξιότητες του χειρουργού, καθώς επίσης και από την αξιοπιστία (ακρίβεια) του χρησιμοποιούμενου στοχάστρου [3,6,7].

Σκοπός

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η κατασκευή μιας ηλεκτρονικής συσκευής που θα βοηθήσει το χειρουργό να διατρήσει το οστού με ακρίβεια, μειώνοντας ταυτόχρονα και το

χρόνο που χρειάζεται μια τέτοια διαδικασία.

Επιθυμητή είναι η διάτρηση ενός οστού, που βρίσκεται σταθερά τοποθετημένο στο χώρο, ξεκινώντας από ένα σημείο εισόδου A και καταλήγοντας σε ένα σημείο εξόδου B. Τα κέντρα της κυλινδρικής σήραγγας που θα δημιουργηθεί ορίζουν μία ευθεία γραμμή που ενώνει τα δύο αυτά σημεία. Η γραμμή αυτή όμως μπορεί να οριστεί από το σημείο εισόδου A και μόνο, εάν είναι γνωστές οι γωνίες α , β , γ , που αυτή δημιουργεί με τους νοητούς άξονες x , y , z , όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

Οι γωνίες αυτές μπορούν να μετρηθούν εάν χρησιμοποιηθούν ηλεκτρονικοί αισθητήρες που βρίσκονται τοποθετημένοι πάνω σε μηχανικό εργαλείο τέτοιας μορφής ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί στα σημεία εισόδου A και εξόδου B με τέτοιο τρόπο ώστε οι αισθητήρες να βρίσκονται στις κατάλληλες γωνίες.

Το μηχανικό εργαλείο θα πρέπει να έχει δύο αιχμές που να μπορούν να ακουμπήσουν πάνω στο σημείο εισόδου A και εξόδου B. Για το λόγο αυτό η απόσταση των δύο αιχμών θα πρέπει να είναι μεταβλητή μιας και θα πρέπει να μπορεί να εφαρμόζει στα οστά κάθε τύπου. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλος χώρος ώστε

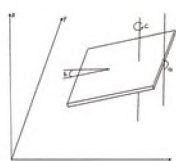
*ο κ. Κ. Γ. Παπαχρήστος είναι εργαστηριακός συνεργάτης στο τμήμα Ηλεκτρονικής

να μπορούν να τοποθετηθούν οι αισθητήρες. Στο σχήμα 2 απεικονίζεται η υλοποίηση ενός τέτοιου εργαλείου.

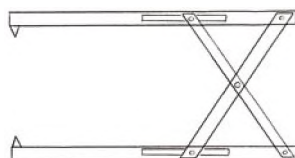
Κατασκευή

Για την υλοποίηση της συσκευής στόχευσης χρησιμοποιήθηκαν δύο συστήματα αποτελούμενα από έναν μικροελεγκτή, δύο αισθητήρες επιτάχυνσης και έναν μαγνητικό αισθητήρα. Τα δύο αυτά συστήματα διασυνδέονται μέσω μιας κεντρικής μονάδας πάνω στην οποία βρίσκεται και η οθόνη υγρών κρυστάλλων. Το ένα σύστημα τοποθετείται στο μηχανικό εργαλείο και με την πίεση ενός διακόπτη που βρίσκεται στην κεντρική μονάδα, αποθηκεύει τις παρούσες μετρήσεις (α_1 , β_1 , γ_1) και στη συνέχεια τις μεταφέρει στο δεύτερο σύστημα, που βρίσκεται τοποθετημένο στο δράπανο. Στην οθόνη εμφανίζεται η διαφορά της γωνίας που δημιουργεί το δράπανο (α_2 , β_2 , γ_2) με τις μετρήσεις που έχουν αποσταλεί από το πρώτο σύστημα (α_1 , β_1 , γ_1). Συνεπώς απεικονίζεται η απόλυτη τιμή της διαφοράς ($\alpha_2 - \alpha_1$, $\beta_2 - \beta_1$, $\gamma_2 - \gamma_1$) η οποία όταν μηδενιστεί σημαίνει ότι το δράπανο βρίσκεται στην επιθυμητή γωνία.

Η επεξεργασία του σήματος που λαμβάνεται από τους αισθητήρες κρίνεται απαραίτητη και γίνεται για κάθε αισθητήρα ξεχωριστά. Το σήμα περιέχει θόρυβο υψηλής συχνότητας που οφείλεται στο εύρος της απόκρισής του, όπως επίσης και θόρυβο χαμηλότερης συχνότητας (περίπου 8-12Hz [5]) που δημιουργείται από την αστάθεια (τρέμουλο) του ανθρώπινου χεριού και ποικίλει μόνο ως προς το πλάτος του. Τα δύο αυτά ανεπιθύμητα είδη θορύβου εξαλείφονται με τη χρήση βαθυπερατού φίλτρου που υλοποιείται ψηφιακά με τον μικροελεγκτή.



Σχήμα 1



Σχήμα 2
Σχηματική αναπαράσταση του μηχανικού οδηγού καθορισμού των σημείων εισόδου-εξόδου

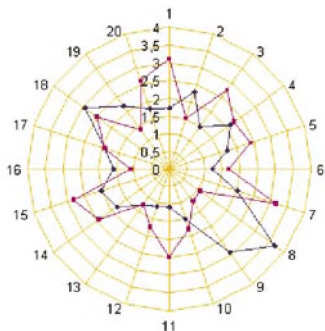
Πειραματικό μέρος και αποτελέσματα

Για την υλοποίηση του πειραματικού μέρους χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά δοκίμια, τα οποία αριθμήθηκαν και σημαδεύτηκαν κατάλληλα για να είναι δυνατή η μέτρηση της απόκλισης στο σημείο εξόδου. Στη συνέχεια σταθεροποιήθηκαν σε περίπου κάθετη θέση με τη χρήση μέγγενης και διατρήθηκαν. Καταγράφηκε απόκλιση σαν ακτίνα από το κέντρο, αλλά και σαν συντεταγμένες x , y από το κέντρο.

Τα αποτελέσματα των διατρήσεων που παρουσιάζονται στον πίνακα 1 αποτελούνται από δύο σειρές των 20 διατρήσεων. Για το πρώτο σετ χρησιμοποιήθηκε τρυπάνι 2,5mm ενώ για το δεύτερο 3,00mm. Οι τιμές X_1 , X_2 και Y_1 , Y_2 δείχνουν την απόκλιση από τον οριζόντιο και κάθετο άξονα αντίστοιχα, ενώ οι τιμές Radius-1, Radius-2 δείχνουν την απόκλιση σαν ακτίνα από το κέντρο του επιθυμητού σημείου εξόδου μέχρι το κέντρο της πραγματικής διάτρησης.

Αριθμός	Σειτ διατρήσεων 1			Σειτ διατρήσεων 2		
	X_1	Y_1	Radius-1	X_2	Y_2	Radius-2
1	0,80	1,51	1,71	0,84	2,98	3,10
2	0,93	2,09	2,29	0,70	1,33	1,50
3	0,97	1,09	1,46	1,28	2,44	2,76
4	1,58	1,43	2,13	1,27	1,84	2,24
5	0,26	1,68	1,70	0,12	2,40	2,40
6	0,21	1,18	1,20	0,14	1,67	1,67
7	0,36	1,97	2,00	1,13	2,96	3,17
8	0,33	3,65	3,66	1,03	0,18	1,05
9	0,30	2,87	2,89	0,80	0,80	1,13
10	1,49	0,10	1,49	1,80	0,11	1,80
11	0,84	0,67	1,07	0,77	2,36	2,48
12	0,46	1,01	1,11	1,01	1,21	1,71
13	0,77	0,97	1,24	1,33	0,80	1,23
14	1,11	1,44	1,82	1,21	1,87	2,44
15	0,31	1,98	2,00	0,91	1,48	2,81
16	0,64	1,43	1,57	0,22	0,63	1,07
17	0,99	1,62	1,90	0,59	2,11	1,92
18	1,27	2,61	2,90	1,22	2,07	2,50
19	1,08	1,89	2,18	0,40	1,61	1,37
20	0,30	1,77	1,80	0,79	1,88	2,61

Πίνακας 1: Απόκλιση διατρήσεων



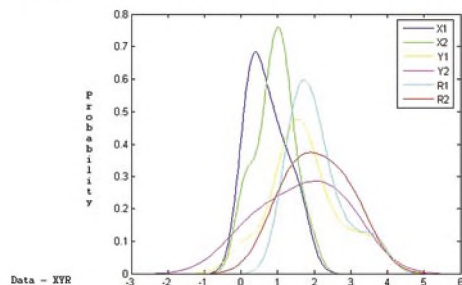
Γράφημα 1
Ιστογραμμική
αναπαράσταση
της εξόδου της
διάτρησης και
της απόκλισης
από το κέντρο.

● Radius-1
● Radius-2

Στατιστική ανάλυση, συμπεράσματα και συζήτηση

Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το μαθηματικό πακέτο για υπολογιστή "MATLAB". Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έγινε βάσει των γνωστών στατιστικών ποσοτήτων Συνάρτηση Πυκνότητας Πιθανότητας (Σ.Π.Π. - Probability Density Estimate (PDE), διασπορά, κανονική κατανομή και μέση τιμή.

Probability Density Estimate - XYR



Γράφημα 2: Συνάρτηση Σ.Π.Π.

	Σετ Διατρήσεων 1			Σετ Διατρήσεων 2		
	X1	Y1	R1	X2	Y2	R2
Μέσος όρος	0,75	1,648	1,91			2,05
Κανονική Απόκλιση	0,43	0,79	0,66	0,44	0,83	0,69
Διασπορά	0,18	0,62	0,43	0,19	0,69	0,47

Πίνακας 2: Μέσος όρος, Κανονική απόκλιση, Διασπορά

Ο μέσος όρος για τις μετρήσεις X1, X2 είναι μικρότερος από 1mm, για τα Y1, Y2 είναι περίπου 1.64mm, ενώ για τα R1, R2 είναι πολύ κοντά στα 2mm. Αν λοιπόν προστεθεί και αφαιρεθεί η τυπική απόκλιση σε κάθε μέσο όρο, τότε θα προκύψει ένα διάστημα τιμών μέσα στο οποίο θα βρίσκεται πιθανότατα η απόκλιση της διάτρησης από το επιθυμητό. Έτσι για τα X1, X2

το διάστημα αυτό είναι 0.32- 1.18 mm και 0.38- 1.30 mm, για τα Y1, Y2 είναι 0.86-2.44 mm και 0.81-2.47 mm και για τα R1, R2 1.25-2.57 mm και 1.36-2.74 mm αντίστοιχα. Επίσης η συνάρτηση Σ.Π.Π. επιβεβαιώνει τις ανωτέρω τιμές.

Παρατηρώντας τις μετρήσεις γίνεται αντιληπτό ότι για τον άξονα Y υπάρχει μεγαλύτερο σφάλμα από ότι στον άξονα X. Αυτό οφείλεται σε δύο παράγοντες. Ο πρώτος έχει να κάνει με τον τρόπο στήριξης του δοκιμίου και το υλικό του. Το δοκίμιο σταθεροποιείται από το ένα του άκρο με μία μέγγενη πάνω σε έναν εργαστηριακό πάγκο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να λυγίζει και να μετατοπίζεται ελαφρά από την αρχική του θέση κάτω από την πίεση που εφαρμόζεται σε αυτό κατά τη διάτρηση, λόγω του εύκαμπτου υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένο. Παρόλο που δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή ώστε η διάτρηση να γίνεται αργά και συνεπώς με όσο το δυνατόν λιγότερη πίεση, δεν ήταν εφικτό να μηδενιστεί η ελαστική του παραμόρφωση. Στην πράξη όμως, ένα πραγματικό οστό δεν παρουσιάζει ελαστική παραμόρφωση σε τόσο χαμηλές πιέσεις, σαν αυτές που ασκούνται κατά τη διάτρηση. Έτσι είναι βέβαιο ότι το σφάλμα στον άξονα Y θα είναι πολύ μικρότερο και συνεπώς το σφάλμα της ακτίνας R1 και R2 θα μειωθεί αντίστοιχα.

Η χρήση του μαγνητικού αισθητήρα προϋποθέτει προφυλάξεις για την ορθότητα των διατρήσεων. Ένας τέτοιος αισθητήρας επηρεάζεται όχι μόνο από το μαγνητικό πεδίο της Γης, αλλά και από οποιαδήποτε συσκευή δημιουργεί μαγνητικό πεδίο υπολογίσιμης ποσότητας.

Στον τομέα της στόχευσης έχουν παρουσιαστεί και διαφορετικές προσεγγίσεις, με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή και συστημάτων CAS (Computer Assisted Surgery). Το πλεονέκτημα που προσφέρουν αυτά τα συστήματα είναι ότι απεικονίζουν το οστό υπό διάτρηση και τα χειρουργικά εργαλεία στην οθόνη του υπολογιστή, όντας εφοδιασμένα με αισθητήρες. Η

απεικόνιση βοηθάει το χειρουργό να σχηματίσει σαφή εικόνα της ενέργειας στην οποία θα προβεί και η καθοδήγηση γίνεται οπτικά, παρακολουθώντας στην οθόνη του υπολογιστή τα σημεία εισόδου και εξόδου της διάτρησης. Η απόκλιση που επιτυγχάνουν τα συστήματα CAS κυμαίνεται στα 4.5-6.6 χιλιοστά κατά μέσο όρο [1,2,4].

Η χρήση της προτεινόμενης συσκευής είχε ως αποτέλεσμα τη αισθητά μεγαλύτερη ακρίβεια διάτρησης σε σχέση με τα παρόντα ηλεκτρονικά βοηθήματα CAS. Η οπτική όμως απεικόνιση υστερεί σε σχέση με αυτά, γεγονός που αυξάνει το χρόνο της διάτρησης ελαφρά, αλλά απαιτεί επίσης και κάποια μικρή εξοικείωση από το χρήστη. Η απεικόνιση όμως είναι ένας τομέας που μπορεί να βελτιωθεί μελλοντικά και να γίνει στα πρότυπα των συστημάτων CAS, αναβαθμίζοντας τον τρόπο ένδειξης της παρούσας συσκευής. ☑

Βιβλιογραφία

1. Computer Assisted Orthopaedic and Trauma Surgery / Niels Willem Luitzen Schep - [S.I.] : [s.n.], 2003 - Tekst. - Proefschrift Universiteit Utrecht
2. Real-Time Computerized In Situ Guidance System for ACL Graft Placement, M.Sati, U.Staubli, Y.Bourquin, M.Kunz, P.Nolte, Computer Aided Surgery 7:25-40 (2002)
3. Biomechanical Evaluation of a Double-Bundle Technique for the Reconstruction of the ACL, G.Papachristou, J.Sourlas, E.A.Magnissalis, Proc. Biomechanics, 2003
4. Picard, F., DiGioia, A. M., Moody, J., Martinek, V., Fu, F. H., Rytel, M., Nikou, C., LaBarca, R. S., and Jaramaz, B: Accuracy in tunnel placement for ACL reconstruction. Comparison of traditional arthroscopic and computer-assisted navigation techniques. Comput. Aided Surg. 6:279-289, 2001
5. Proprioceptors and normal tremor, J A Burne, O C Lippold, and M Pryor, J Physiol. 1984 March; 348: 559-572.
6. Penner DA, Daniel DM, Wood P, Mishra D. An in vitro study of anterior cruciate ligament graft placement and isometry. Am J Sports Med. 1988 May-Jun;16(3): 238-43
7. Amis, A.A. and Jakob, R. P.: Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. Knee. Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. 6 Suppl 1:S2-12, 1998

Συνεργασία

Κωνσταντίνος Χούλης

επικ. καθηγητής στο τμήμα Συντήρησης Αρχαιοτήτων & Έργων Τέχνης



Η συντήρηση & η αποκατάσταση δύο χειρόγραφων κωδικών της Κοβενταρείου Δημοτικής Βιβλιοθήκης Κοζάνης

Με την εκδήλωση που πραγματοποιήθηκε στις 23 Μαρτίου 2008 στο Λαογραφικό Μουσείο Κοζάνης, ολοκληρώθηκε και τυπικά το πρόγραμμα συντήρησης των δύο χειρόγραφων Κωδικών Βαπτίσεων από την Κοβενταρείου Δημοτική Βιβλιοθήκη της Κοζάνης που είχε αναλάβει το Εργαστήριο Συντήρησης Βιβλιακού και Αρχαικού Υλικού του Τμήματος ΣΑΕΤ. Οι δύο κώδικες με ταξινομικό αριθμό Κώδιξ 2 και Κώδιξ 3, περιλαμβάνουν την καταγραφή των βαπτίσεων που πραγματοποιούνταν από

την Μητρόπολη της Κοζάνης μεταξύ των ετών 1759 - 1851 (Κώδ. 2), και μεταξύ των ετών 1852 - 1897 (Κώδ. 3). Στην καταγραφή αναφέρεται η ακριβής ημερομηνία της βαπτίσεως, το όνομα του βαπτιζομένου, και κατά περίπτωση ο/η ανάδοχος. Η αξία των πληροφοριών αυτών για την τοπική ιστορία είναι προφανής σε μία παραγμένη εποχή όπως ήταν αυτή του τέλους του 18ου και του 19ου αιώνα. Άλλες ενδιαφέρουσες πληροφορίες που προσφέρουν οι κώδικες στους ιστορικούς-ερευνητές είναι: η δημογραφική αξία



χαρακτηριστικές φωτογραφίες των Κωδίκων πριν και μετά τη συντήρηση

των καταγραφών μαζί με τα ονόματα και επίθετα που αναφέρονται, η πληθώρα των διαφορετικών «χειρών» που εναλλάσσονται στην καταγραφή των βαπτίσεων, η ποιότητα των μελανιών που χρησιμοποιήθηκαν, η καλλιγραφία ή μή της γραφής, η επιμέλεια και η ορθογραφία. Ακόμη, ενδιαφέροντα στοιχεία μπορεί να αντλήσει ο επιστήμονας-ερευνητής και από τεχνολογικές λεπτομέρειες όπως είναι η σύσταση και η προέλευση του χαρτιού και των μελανιών, οι τεχνικές κατασκευής της βιβλιοδεσίας και των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και η συμπεριφορά τους στο πέρασμα των χρόνων. Ακόμη και από τις φθορές που υπέστησαν τα αντικείμενα εξ αιτίας ατυχημάτων, οι μελετητές μπορούν να αντλήσουν πληροφορίες που φωτίζουν την πορεία τους από το χθές έως σήμερα.

Η κατάσταση των κωδίκων ήταν επισφαλής. Τα τεύχη είχαν διαλυθεί με αποτέλεσμα το χαρτί να σκίζεται σε κάθε ξεφύλλισμα των κωδίκων. Η ανάγκη της συντήρησής τους ήταν επιτακτική. Οι δύο κώδικες μεταφέρθηκαν στην Αθήνα τον Μάιο του 2005 μετά από συμφωνίες που προηγήθηκαν μεταξύ της Κοβενταρείου Δημοτικής Βιβλιοθήκης Κοζάνης, του Συλλόγου των Φίλων της Βιβλιοθήκης που θα ανελάμβανε και το κόστος των εργασιών συντήρησης, και του επιστημονικού υπεύθυνου (υπογράφοντα) για το πρόγραμμα συντήρησης.

Στα χρόνια που ακολούθησαν οι δύο κώδικες

διαλύθηκαν, έγινε ο απαραίτητος επιφανειακός καθαρισμός των φύλλων, οι στερεώσεις και οι συμπληρώσεις του χαρτιού όπου υπήρχαν απώλειες και χάσματα και στο τέλος οι δύο κώδικες επαναβιβλιοδετήθηκαν με την ενσωμάτωση όσων στοιχείων ήταν σε καλή κατάσταση από τις αυθεντικές βιβλιοδεσίες. Δύο προστατευτικά κουτιά κατασκευάστηκαν επί τούτου για να περιορίσουν την έκθεση των κωδίκων στη σκόνη και στο φως.

Η πρωτοβουλία του Συλλόγου των Φίλων της Βιβλιοθήκης της Κοζάνης είναι πραγματικά αξιόπαινη και αποτελεί παράδειγμα προς μίμηση για βιβλιοθήκες με ιστορικές συλλογές εφόσον η υπάρχουσα νομοθεσία που διέπει τις βιβλιοθήκες δεν καλύπτει θέματα συντήρησης των κειμηλίων του γραπτού λόγου που φυλάσσονται σ'αυτές.

Στο πρόγραμμα συντήρησης συνεργάστηκαν: για την αποκατάσταση των φύλλων, η κ. **Πηνελόπη Μπάνου**, εργαστηριακός συνεργάτης του τμήματος ΣΑΕΤ, για την κατασκευή των ξύλινων πινακίδων, ο κ. **Παναγιώτης Παλαιοθόδωρος**, για την αποκατάσταση των βιβλιοδεσιών, ο κ. **Κωνσταντίνος Χούλης**, επικ. καθηγητής, για την κατασκευή των κουτιών, η κ. **Αγγελική Στασινού**, εργαστηριακός συνεργάτης του τμήματος ΣΑΕΤ και για τις χρυσοτυπίες οι κ.κ. **Ευαγγελία Μπίζα** και **Βασιλική Βλάχου** βιβλιοδέτριες. ☑



Το Σάββατο 1^η Μαρτίου 2008
έγινε ο αποκριάτικος χορός του ΤΕΙ Αθήνας
στο κεντρικό κτήριο του Ιδρύματος.

Το κέφι ήταν και φέτος ο πιο σημαντικός
προσκεκλημένος και έμεινε κοντά μας μέχρι τέλους.

Και του χρόνου!!



