

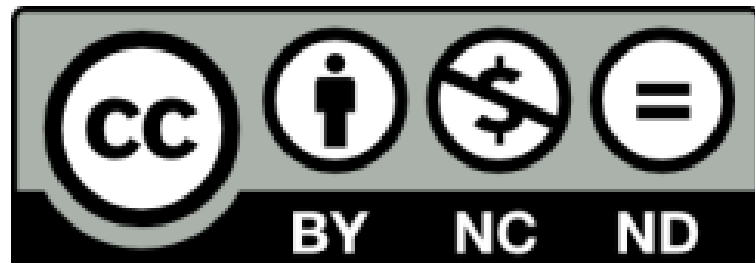


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Εργονομία

Ενότητα 5: Κινήσεις χεριών σώματος- Αρχές σχεδίασης εργαλείων/ συσκευασίας

*Βασίλειος Παπακωστόπουλος
Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης
Προϊόντων και Συστημάτων*



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Κινήσεις χεριού - Αρχές σχεδίασης εργαλείων/ συσκευασίας



Διδάσκων: Β. Παπακωστόπουλος

Διαστάσεις θεώρησης του πλαισίου χρήσης συσκευών/ εργαλείων χειρός

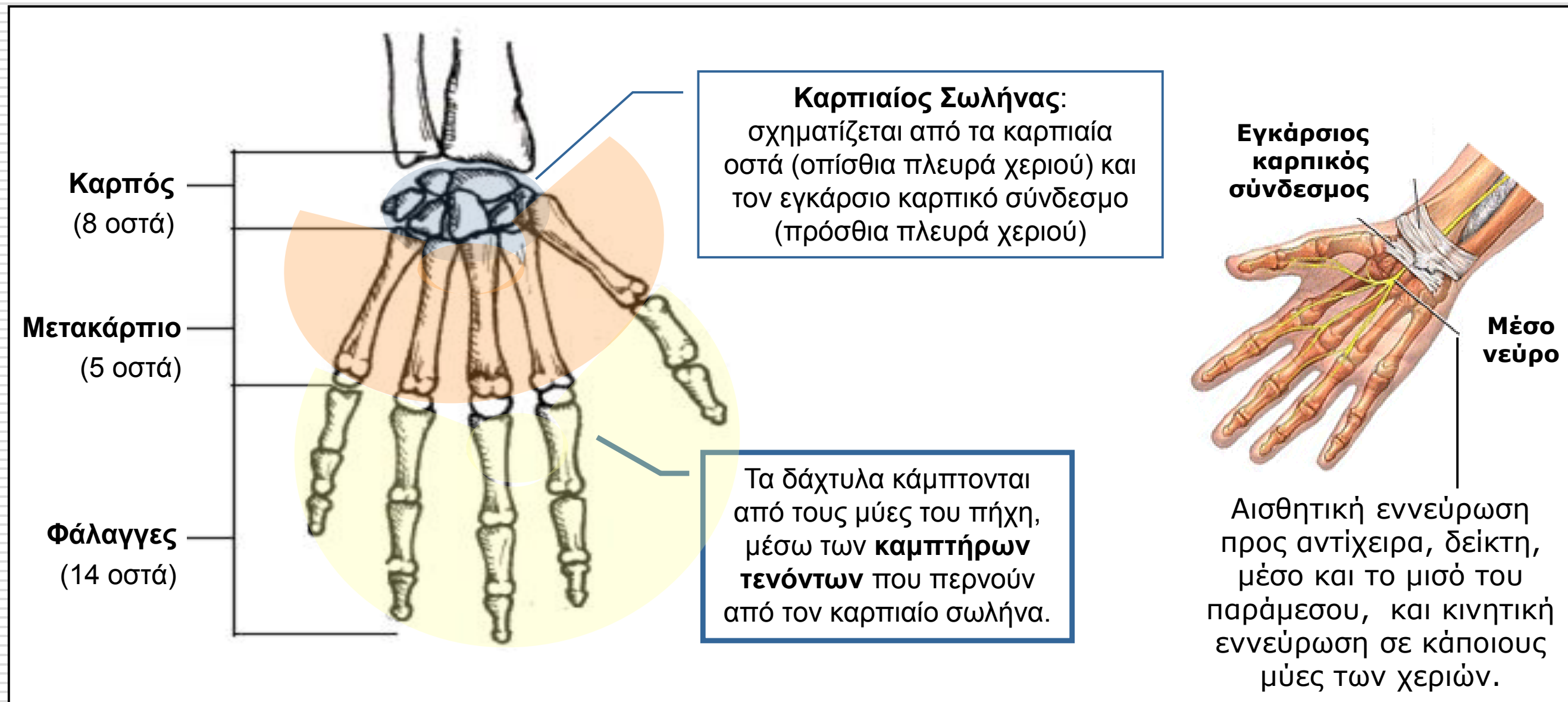
(πηγή: Sperling et al., 1993)



Το ανθρώπινο χέρι

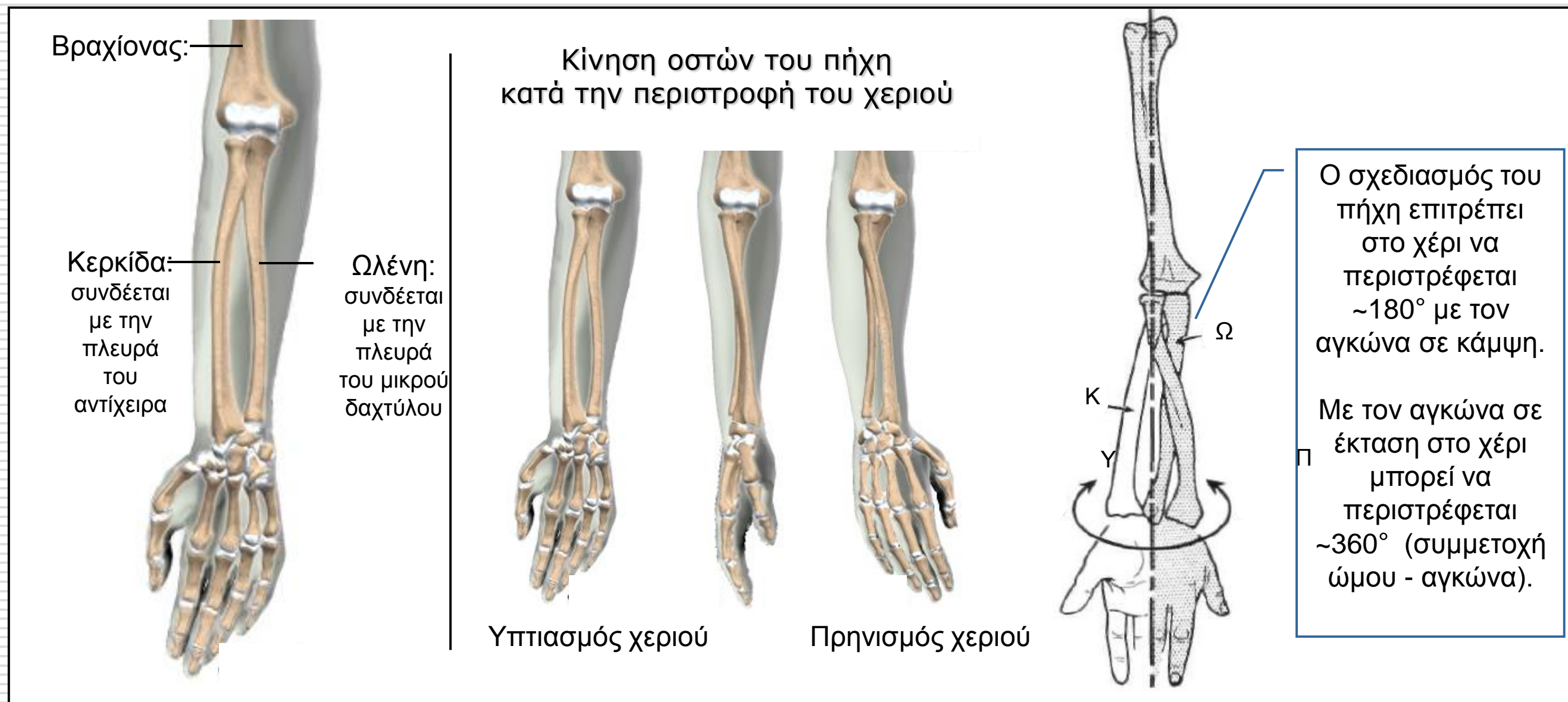
(πηγή: Παρασκευάς, 2008)

- Αποτελείται από 27 οστά, τα οποία ομαδοποιούνται σε 3 σκελετικές δομές:



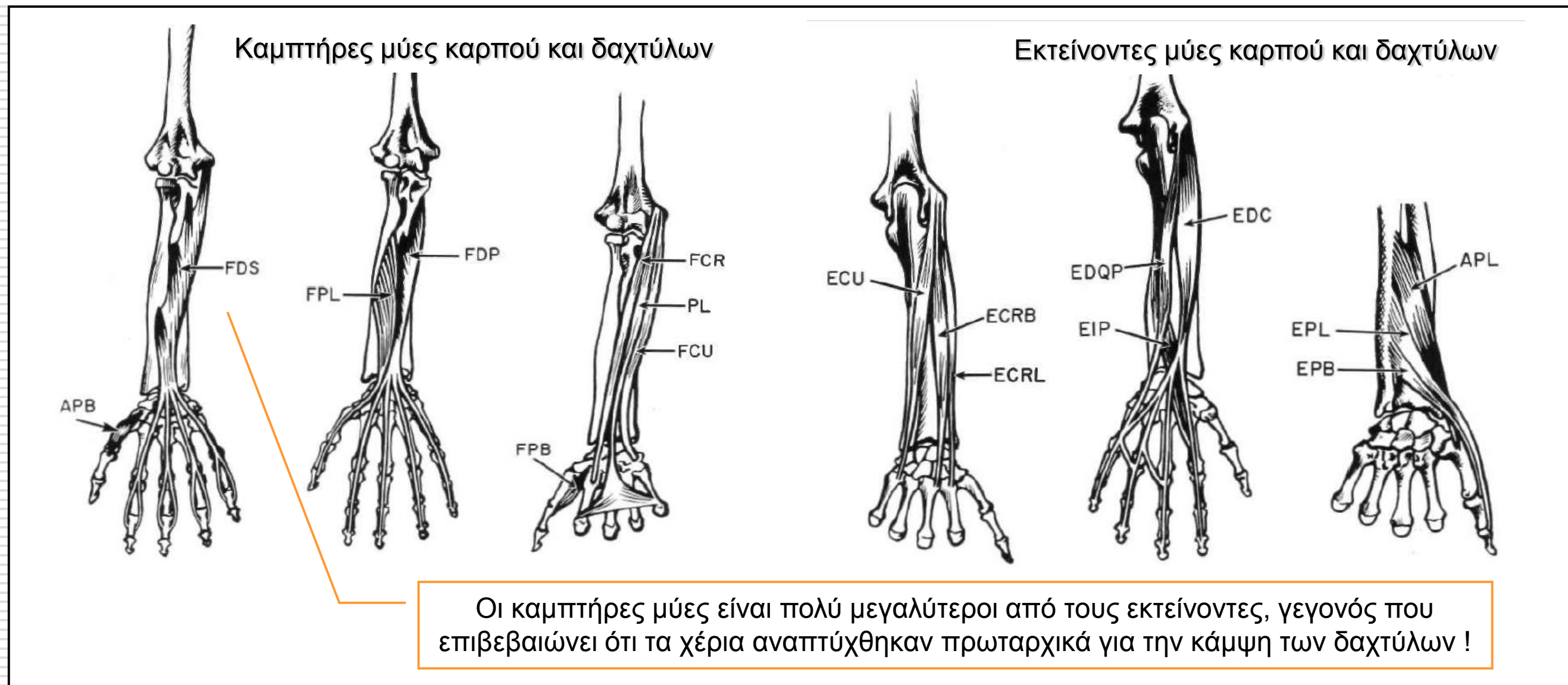
Πήχης

- Τα καρπιαία οστά συνδέονται με τα οστά του πήχη (ωλένη και κερκίδα) και τον βραχίονα.



Μύες καρπού και δαχτύλων

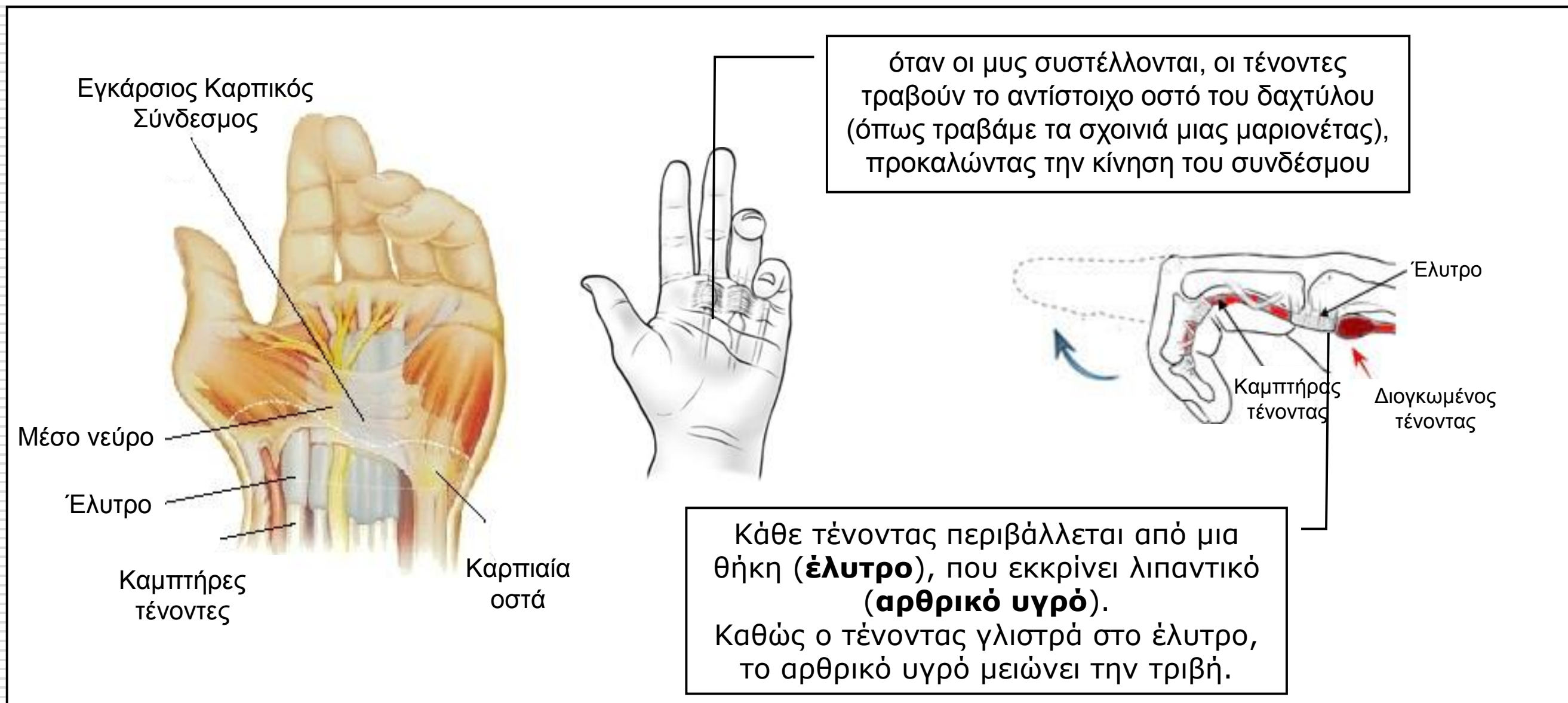
- ❑ Οι καμπτήρες ξεκινούν από τον βραχίονα και περνούν από την εξωτερική πλευρά του πήχη.
- ❑ Οι εκτείνοντες ξεκινούν από τον αγκώνα και περνούν από τη ραχιαία πλευρά του πήχη.



Οι κινήσεις των δαχτύλων

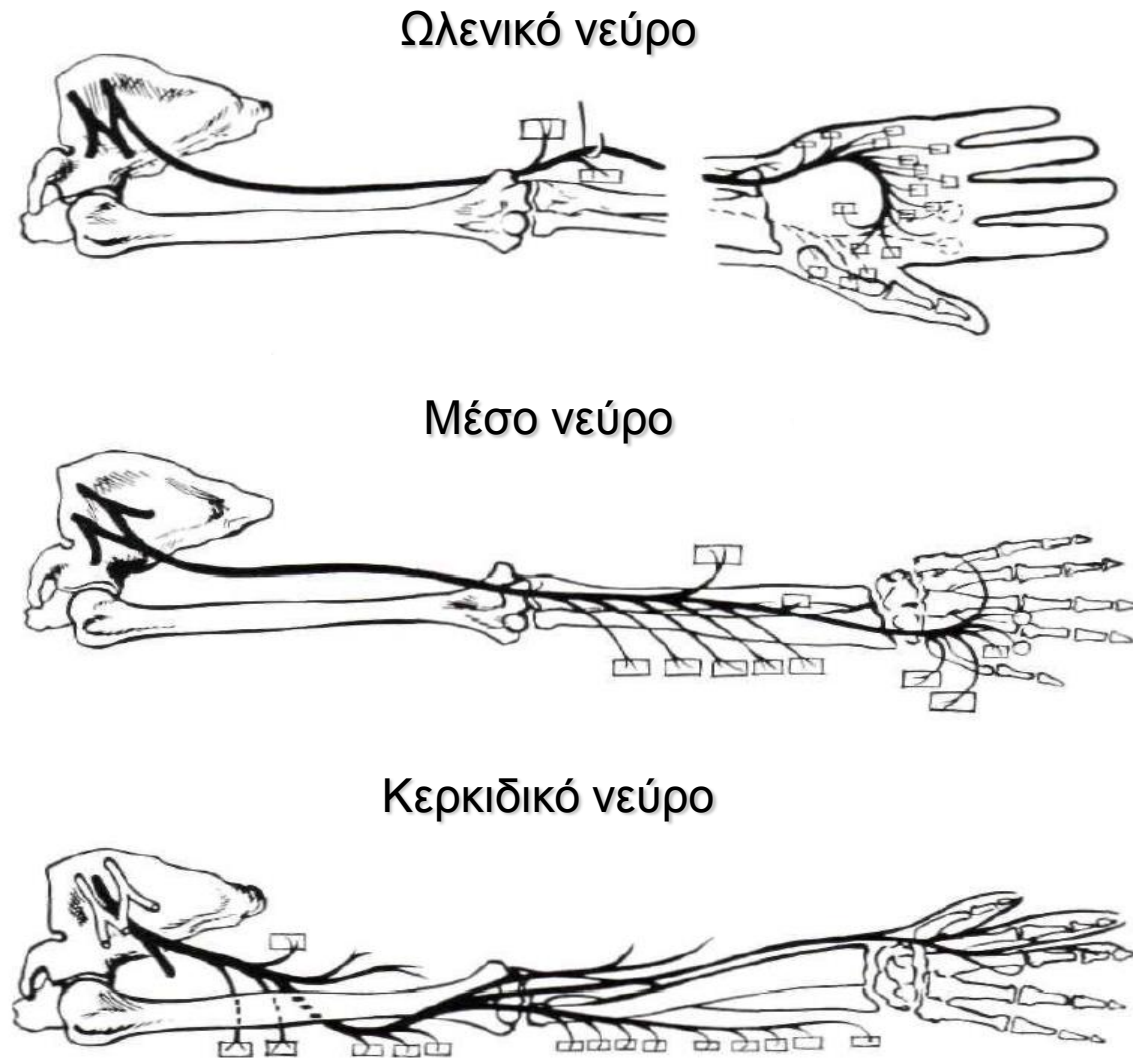
Όλη η κινητική αντίδραση σε ένα ερέθισμα είναι μη-συνειδητή και αντανακλαστική.

- Παράγονται από τις κινήσεις των τενόντων που συνδέουν τους μύες του πήχη με τα αντίστοιχα οστά του χεριού:



Μύες καρπού και δαχτύλων

- Οι μύες του χεριού συνδέονται με 3 κύρια νεύρα, τα οποία διακλαδώνονται σε αμέτρητες υπο-ομάδες νεύρων, και όλα διασυνδέονται με τον εγκέφαλο...

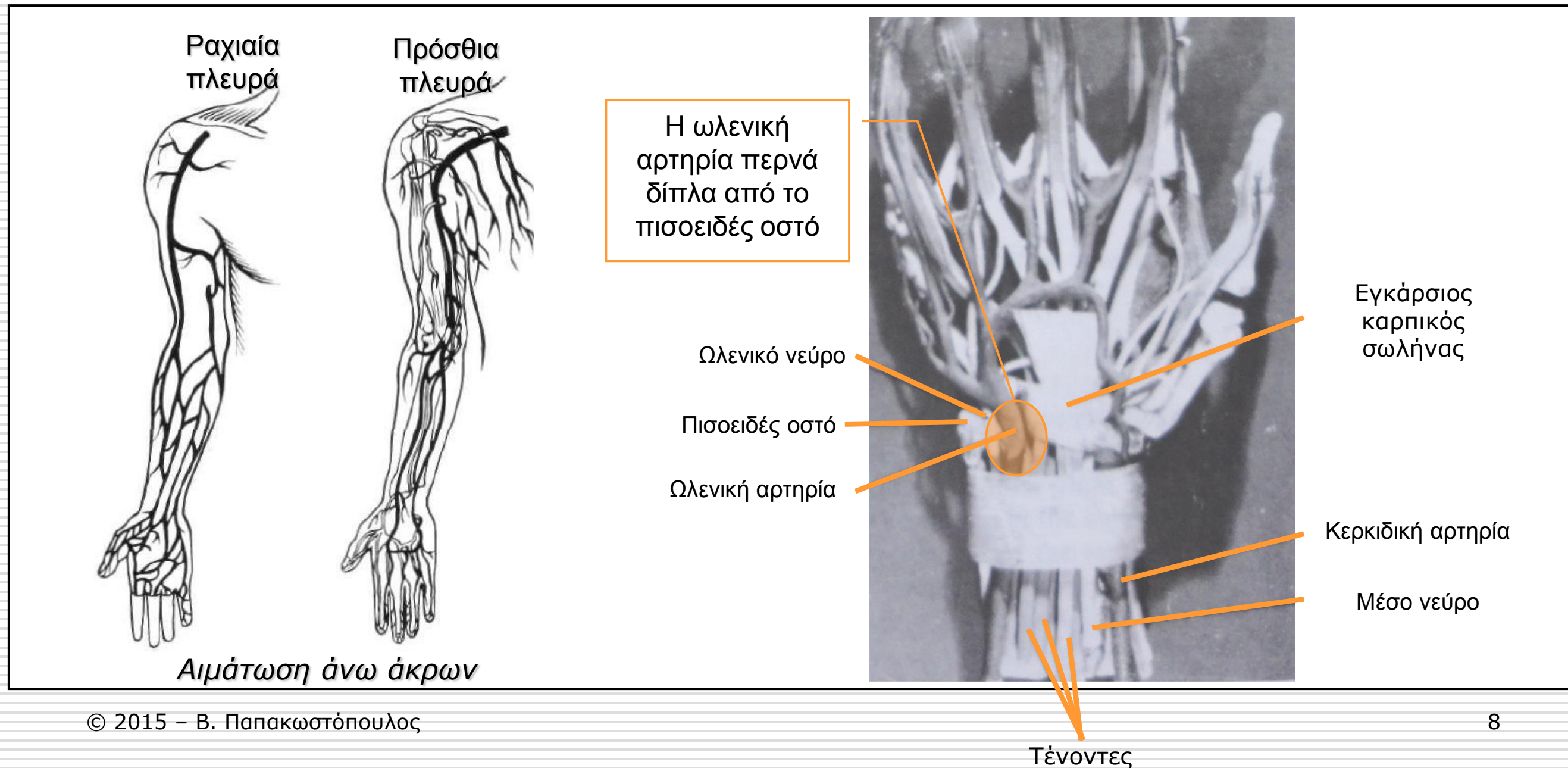


Κύρια νεύρα που εξυπηρετούν τις λειτουργίες χεριού και καρπού

Νεύρο	Μύες
Κερκιδικό	Εκτείνοντες μύες καρπού, αντίχειρα και δαχτύλων
Μέσο	Καμπτήρες μύες καρπού και δαχτύλων, απαγωγή/ κάμψη αντίχειρα
Ωλενικό	Όλοι οι υπόλοιποι εσωτερικού μύες του χεριού

Αιμάτωση άνω άκρων

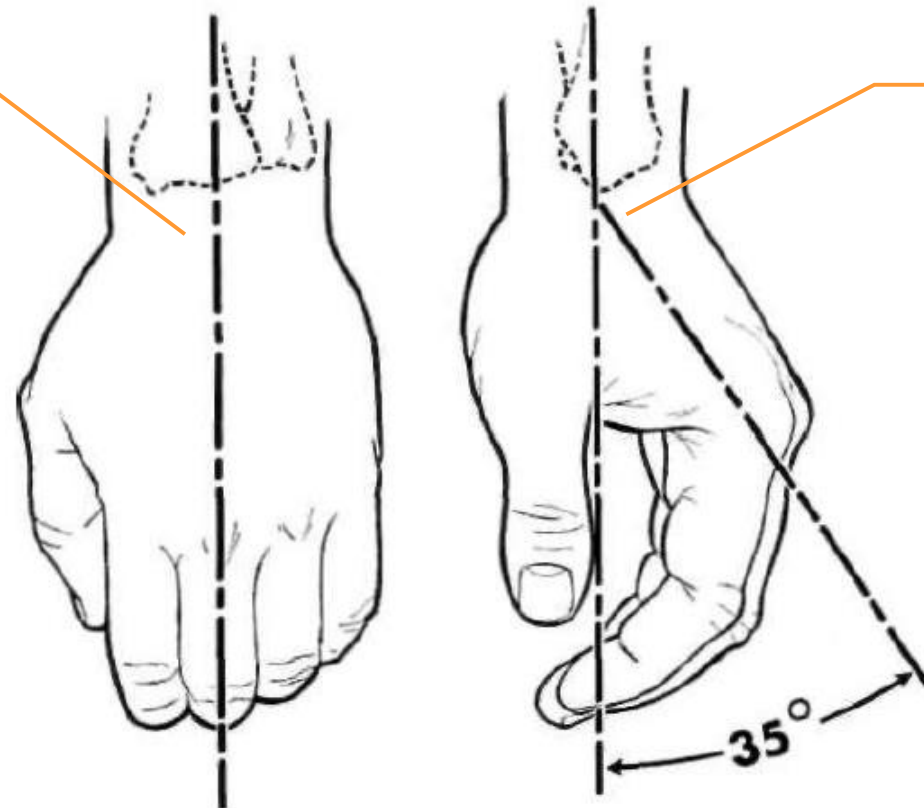
- Μέσω του καρπιαίου σωλήνα περνούν ένα πλήθος από ευπαθείς ανατομικές δομές: κεκρικδική/ ωλενική αρτηρία, μέσο νεύρο, τένοντες...



Ουδέτερη στάση χεριού

- Όταν το χέρι είναι σε ουδέτερη στάση:

Το κέντρο του καρπού είναι στην ευθεία του συνδέσμου: μετακαρπιαίου οστού / φάλλαγας III δαχτύλου (μέσος)



Έκταση καρπού ~35°, σε σχέση με τον άξονα του πήχη.

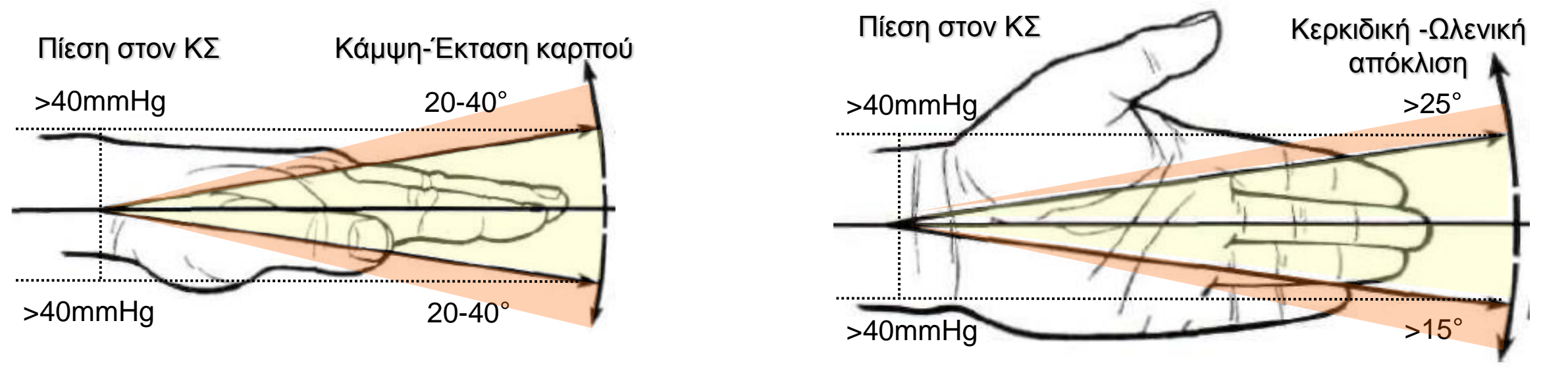
Στάση καρπού με τη μέγιστη δύναμη άδραξης

- ✓ Ουδέτερη στάση χεριού δεν σημαίνει στατική θέση χεριού...
- ✓ Δουλεύουμε σε ουδέτερη στάση εφόσον τα χέρια κινούνται εντός της ουδέτερης ζώνης κίνησης

Στάσεις χεριού και πίεση εντός καρπιαίου σωλήνα (ΚΣ)

(πηγή: Hedge., 1998)

- Σε ουδέτερη στάση χεριού, η πίεση στον ΚΣ συνήθως είναι < 30mmHg.

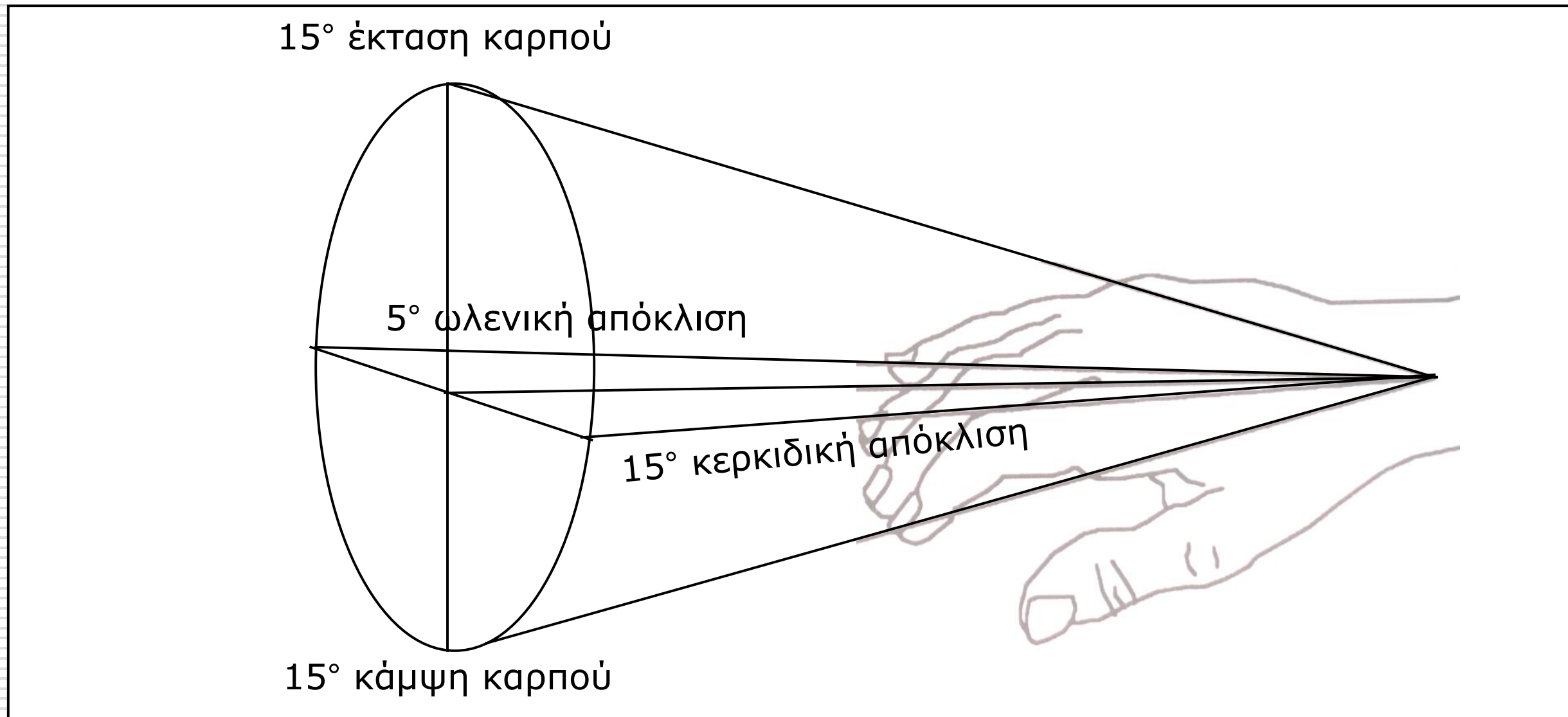


- Συνέπειες αύξησης πίεση ΚΣ:

Διάρκεια	Πίεση εντός ΚΣ	
	30–50 mmHg	40 – 50 mmHg
Μικρή	Διακοπή ροής αίματος στο μέσο νεύρο (Dahlin et al., 1991)	Μείωση ταχύτητας νευρικής αγωγιμότητας (Hargens et al., 1979)
Μεγάλη (8h)	Πιθανή βλάβη λειτουργίας μέσου νεύρου	Πιθανό καθολικό μπλοκάρισμα νευρικών σημάτων

Όρια ουδέτερης ζώνης κίνησης χεριού

πηγή: Hedge., 1998)



- Μικρότερη δυσμενή μεταβολή πίεσης στον ΚΣ.
- Μικρότερη πίεση στις αρθρωτές επιφάνειες στη διάρκεια της δραστηριότητας.

Συγκράτηση εργαλείων - συσκευών χειρός

πηγή: Eastman Kodak Company, 1986)

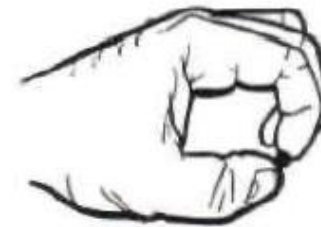
- Η χρήση προϊόντων χειρός απαιτεί είτε «κράτημα» (hold) είτε «άδραξη» (grip).
- Οι στάσεις χεριού που απαιτούνται για να συμβεί αυτό, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε **5 βασικούς τύπους άδραξης**:
 - Ακριβής άδραξη
 - Δυνατή άδραξη
 - Λοξή άδραξη
 - Αγκιστροειδής άδραξη
 - Άδραξη με την παλάμη προς-τα-πάνω/ προς-τα-κάτω

Ακριβής άδραξη (Precision grip)

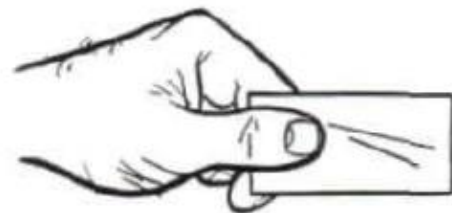
- Υψηλός βαθμός ακρίβειας ελέγχου κινήσεων.



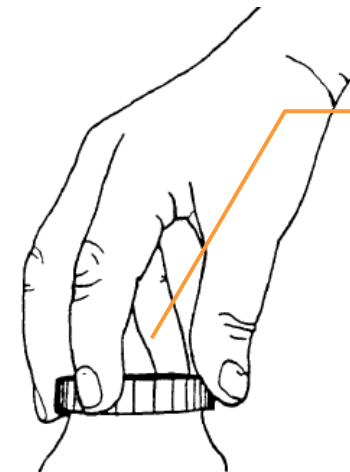
Κράτημα & χρήση
πολύ μικρών
εργαλείων (π.χ.
στυλό, καρφίτσα)



Περιστροφή μικρών
αντικειμένων ανάμεσα
σε αντίχειρα-δάχτυλα
(π.χ. περιστρεφόμενος
διακόπτης)



Σπρώξιμο
μικρών
αντικειμένων
(π.χ. εισαγωγή CD,
εισαγωγή εισιτηρίου)



Χαρακτηρίζεται από
την αντίθετη θέση μεταξύ
αντίχειρα – δαχτύλων

Δυνατή άδραξη (Power grip)

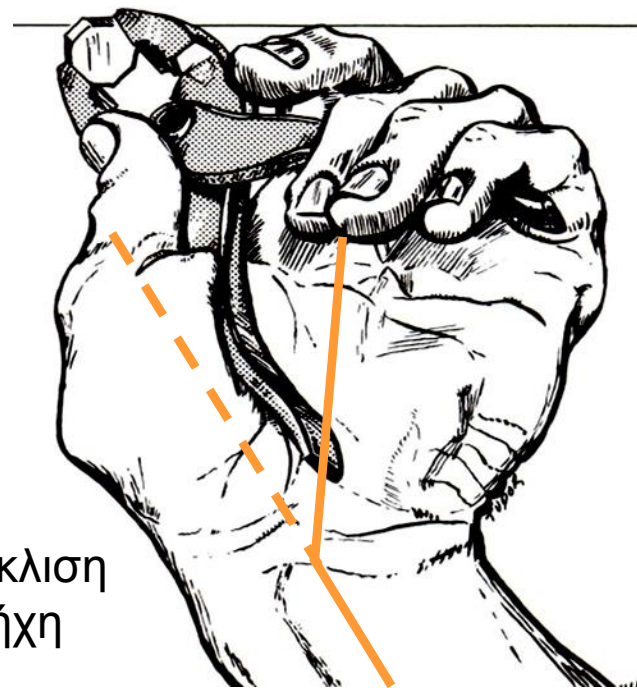
- Ο πιο ισχυρός τύπος άδραξης.



Χαρακτηρίζεται από την κάμψη όλων των δαχτύλων γύρω από το αντικείμενο.

Λοξή άδραξη (Oblique grip)

- Παραλλαγή της δυνατής άδραξης.

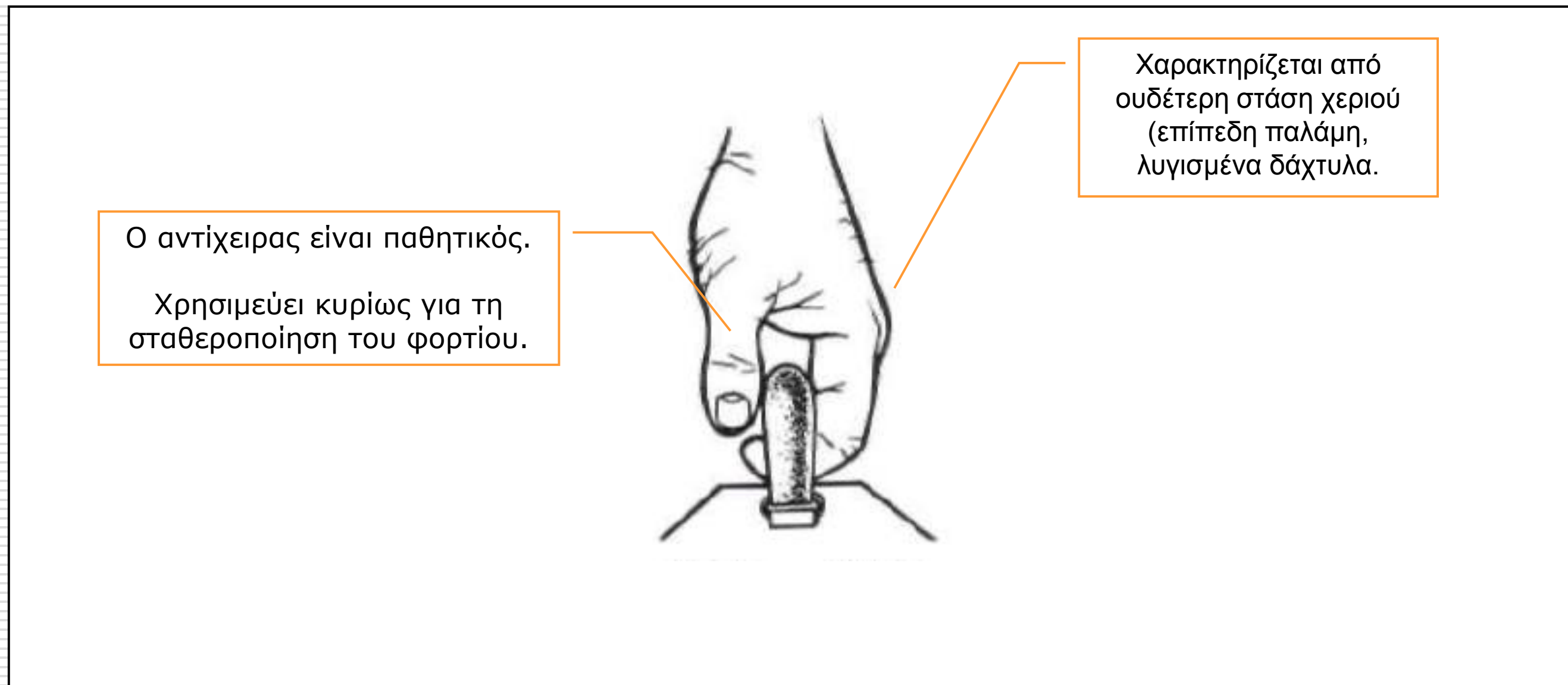


Χαρακτηρίζεται από

- σφίξιμο χεριού κατά μήκος της επιφάνειας του αντικειμένου
- απόκλιση καρπού από την ουδέτερη στάση

Αγκιστροειδής άδραξη (Hook grip)

- Παραλλαγή της δυνατής άδραξης.



Άδραξη με την παλάμη προς τα κάτω/ πάνω (Palm-up/Palm-down grip)

- Χρησιμοποιείται όταν σηκώνουμε ή μεταφέρουμε κυλινδρικά αντικείμενα (π.χ. κονσέρβες, βάζα κλπ)

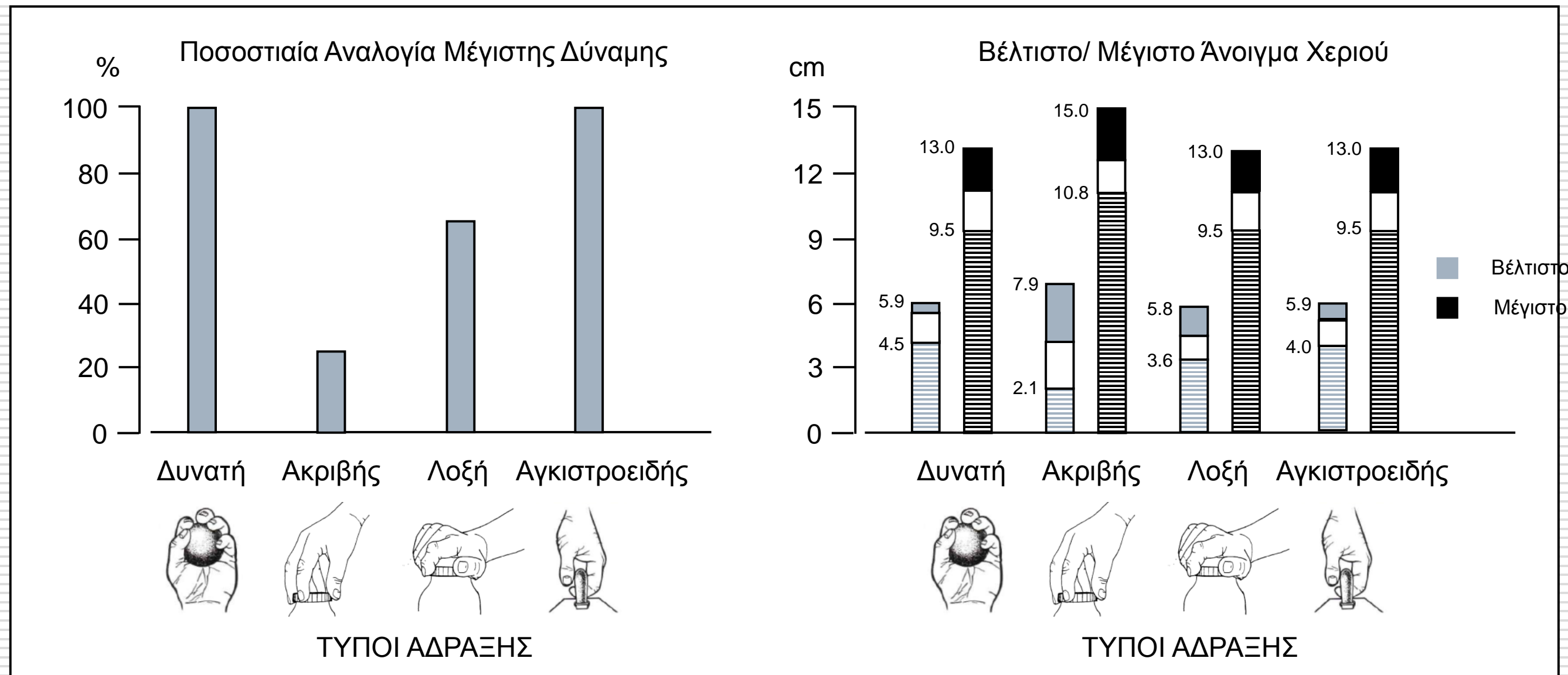


Για αντικείμενα βάρους $>0.5\text{kg}$,
ΑΔΥΝΑΤΗ η διατήρηση του
συγκεκριμένου τύπου άδραξης.

- Μέγιστη δύναμη όταν τα χέρια είναι στο ύψος του αγκώνα.
- Παλάμη προς τα πάνω: μείωση της δύναμη άδραξης πάνω από το ύψος του αγκώνα.
- Παλάμη προς τα κάτω: υποβέλτιστη θέση των μυών του δικεφάλου.

Παραγόμενη δύναμη ανά τύπο άδραξης

- Η μέγιστη δύναμη συναρτάται από το άνοιγμα και τη στάση του χεριού.



Εργαλεία χειρός

(πηγή: Hedge., 1998)

- Από αναλύσεις τραυματισμών σε αγροτικά και βιομηχανικά περιβάλλοντα (ΗΠΑ) προκύπτει ότι :
 - ~10% όλων των σοβαρών τραυματισμών
 - ~2% όλων των θανατηφόρων τραυματισμών εργατών εργατών
 - οφείλεται σε ακατάλληλο σχεδιασμό εργαλείων.

- Πέραν των άμεσων τραυματισμών, ο ακατάλληλος σχεδιασμός εργαλείων συνδέεται επίσης με:
 - έμμεσες ή προοδευτικά εγκαθιστούμενες μυο-σκελετικές διαταραχές των άνω άκρων (π.χ. σωρευτικοί τραυματισμοί χεριού, καρπού, σύνδρομο λευκών δαχτύλων κλπ).

- Εργονομικά σχεδιασμένα εργαλεία χειρός, μπορούν να:
 - μειώσουν τον κίνδυνο επαγγελματικών τραυματισμών στα άνω άκρα
 - αυξήσουν την απόδοση εργασίας και την άνετη χρήση τους

Αρχές σχεδιασμού λαβών εργαλείων χειρός

(πηγή: Hedge., 1998)

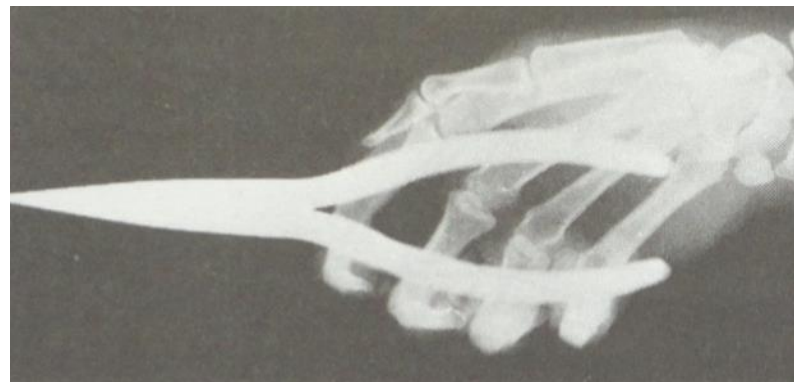
- Το σχήμα/ φόρμα της λαβών θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να:
 - αποφεύγονται ακραίες στάσεις καρπού (κυρίως ωλενική απόκλιση)
 - αποφεύγεται η συμπίεση μαλακών ιστών
 - διασφαλίζεται η ισορροπία του εργαλείου
 - υπάρχει πρόβλεψη για αριστερόχειρες, άτομα με κινητικές δυσκολίες.

Διατήρηση ουδέτερης στάσης καρπού

(πηγή: Sanders & McCormick, 1993)

- Μπορεί να επιτευχθεί με
 - λύγισμα της λαβής του εργαλείου, αντί του καρπού

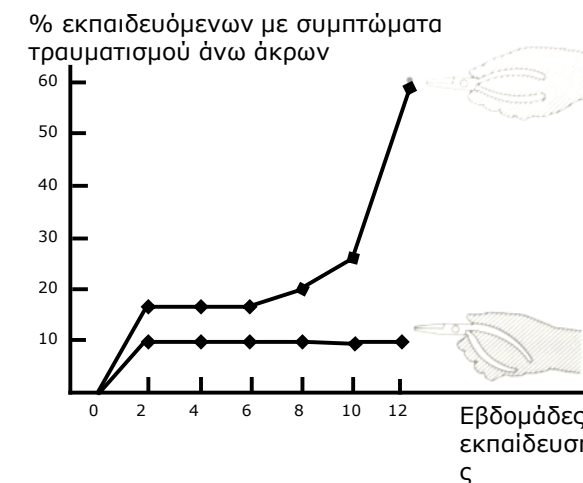
Ακτινογραφία χεριού κατά τη χρήση πένσας με:



συμβατική λαβή



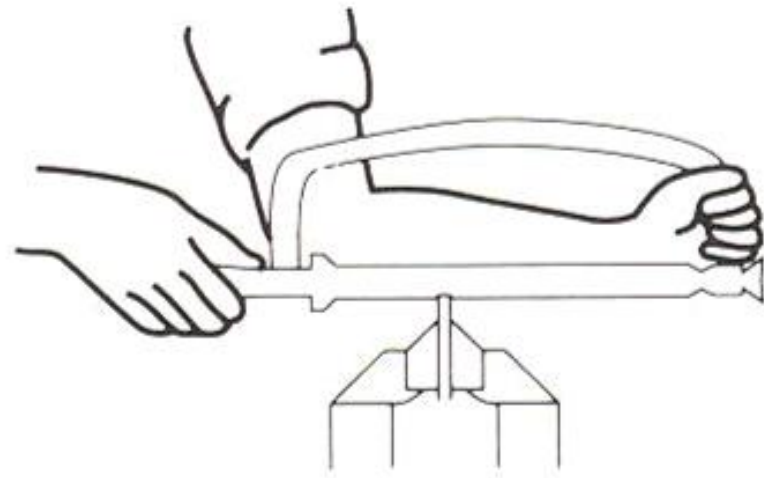
λυγισμένη λαβή



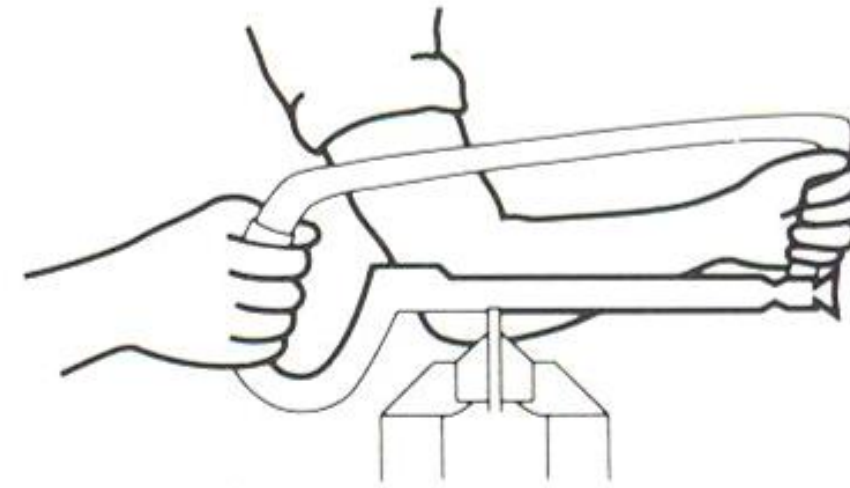
Διατήρηση ουδέτερης στάσης καρπού

(πηγή: Sanders & McCormick, 1993)

- Μπορεί να επιτευχθεί με
 - λαβή πιστολιού, αντί κυλινδρικής λαβής



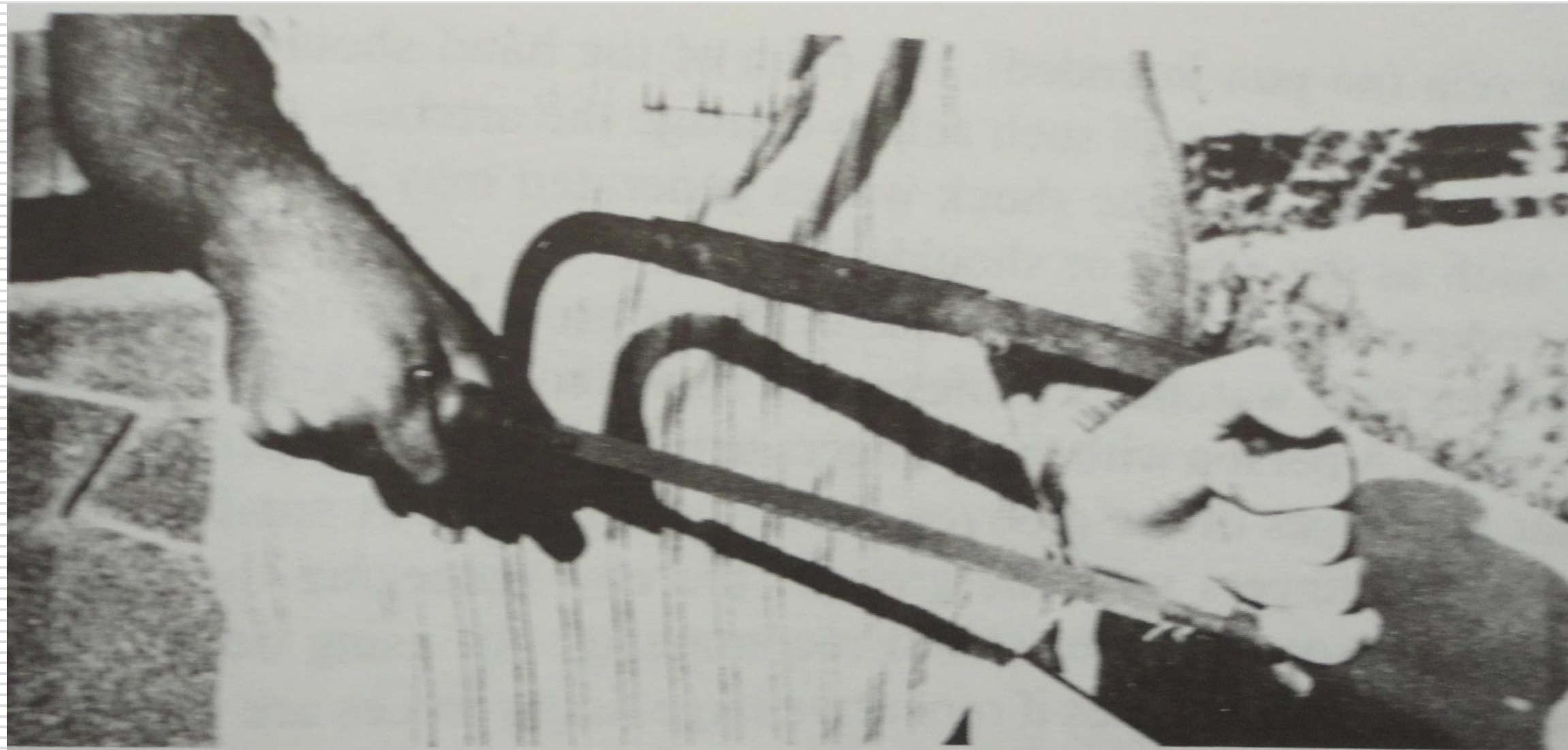
συμβατική λαβή



λυγισμένη λαβή

Αξιολογήστε το συγκεκριμένο εργαλείο...

(πηγή: Sanders & McCormick, 1993)



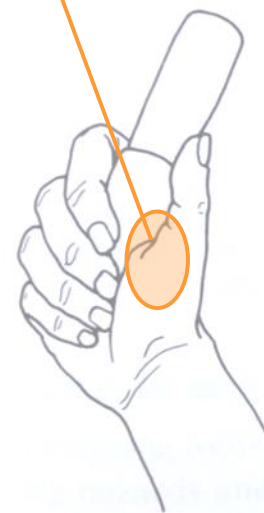
Αποφυγή συμπίεσης μαλακών ιστών

(πηγή: Sanders & McCormick, 1993)

- Μπορεί να επιτευχθεί με
 - σχεδίαση μεγάλων επιφανειών επαφής, στη λαβή, ώστε η δύναμη να
 - να κατανέμεται σε μεγαλύτερη περιοχή,
 - να κατευθύνεται σε λιγότερο ευαίσθητες περιοχές.

Ανασχεδιασμός λαβής ξύστρας για την απόξυση χρώματος :

Πίεση της παλάμης με συνέπεια την παρεμπόδιση ροής αίματος στην ωλενική αρτηρία.



συμβατική λαβή



ανασχεδιασμένη λαβή

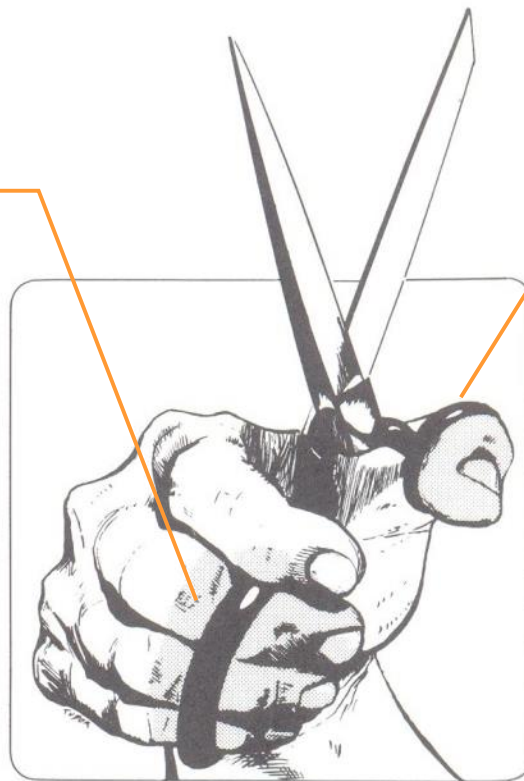
Κατεύθυνση της πίεσης σε πιο σκληρούς ιστούς (μεταξύ αντίχειρα και δείκτη). Αποφυγή πίεσης στις ευαίσθητες περιοχές της παλάμης.

Αποφυγή συμπίεσης μαλακών ιστών

(πηγή: Putz-Anderson, 1998)

- Μπορεί να επιτευχθεί με την αποφυγή:
 - βαθιών εγχαραξέων/ περιγραμμάτων για τη θέση των δαχτύλων
 - αιχμηρών ακμών στις λαβές

Άτομα με μικρά δάχτυλα χρησιμοποιούν δύο δάχτυλα στην υποδοχή, άρα συμπιέζονται τα δάχτυλα μεταξύ τους.



αιχμηρές ακμές εντός της λαβής προκαλούν πόνο και μείωση της δύναμης που μπορεί να ασκηθεί.

Αξιολογήστε το συγκεκριμένο εργαλείο...



Διασφάλιση ισορροπίας άδραξης

(πηγή: Sanders & McCormick, 1993)

- Μπορεί να επιτευχθεί με
 - μείωση του βάρους του εργαλείου
 - μεταφορά του κέντρου βάρους του εργαλείου κοντά στη λαβή

Ανασχεδιασμός καφετιέρας της SAS Airlines

Το προηγούμενο σκεύος ζύγιζε 2.5kg, και η λαβή ήταν μακριά από το ΚΒ, δηλ., η ανύψωση γινόταν από το αντιβράχιο και τον καρπό.



Βελτιστοποίηση της απόστασης ανάμεσα στον καρπό και το ΚΒ του σκεύους.

Μείωση της πιθανότητας να στάζει

Παροχή σταθερής λαβής

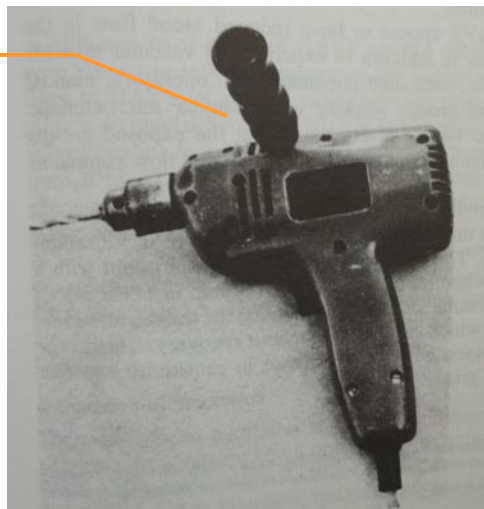
Πρόβλεψη για αριστερόχειρες

(πηγή: Sanders & McCormick, 1993)

- Μπορεί να επιτευχθεί με
 - υιοθέτηση αρχών οικουμενικής σχεδίασης (universal design)

Ουδέτερη κατεύθυνση λαβής/ φορά χρήσης:

Υποχρεωτική
χρήση του
εργαλείου με το
δεξί χέρι



Ηλεκτρικό τρυπάνι με
σταθερή θέση λαβής

Αρχές σχεδιασμού συσκευασίας προϊόντων

- Ελαχιστοποίηση στατικής μυϊκής φόρτισης
- Επιλογή κατάλληλου μεγέθους συσκευασίας
- Επιλογή κατάλληλου βάρους συσκευασίας ανάλογα με τον πληθυσμό
- Παροχή κατάλληλων λαβών άδραξης

Ελαχιστοποίηση στατικής μυϊκής φόρτισης



Βάρος συσκευασίας ανάλογα με τον πληθυσμό



Μέγεθος συσκευασίας ανάλογα με τον πληθυσμό



Παροχή κατάλληλων λαβών άδραξης

The teardrop Bottle Cup



Αναφορές

- Eastman Kodak Company (1986). *Ergonomic design for people at work, Vol.2*, New York: Van Nostrand Reinhold, pp. 348-359
- Eastman Kodak Company (1983). *Ergonomic design for people at work, Vol.1*, Belmont, Ca: Lifetime Learning Publications, pp. 140-153.
- Hedge, A. (1990). Design of hand-operated devices. In N. Stanton (Ed.), *Human factors in consumer products*. London: Taylor & Francis.
- Konz, S. (1990). *Work design: industrial ergonomics*, (3rd edition). Worthington, Ohio: Publishing Horizons, pp. 237-258.
- Παρασκευάς, Γ.Κ. (2008). *Ανατομία του ανθρώπου*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
- Pheasant, S., & Haslegrave, C.M. (2006). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work* (3rd edition). London: Taylor & Francis.
- Putz-Anderson, V. (1998). *Cumulative trauma disorders: a manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs*. London: Taylor & Francis.
- Sanders, M.S., & McCormick, E.J. (1993). *Human factors in engineering and design*, (7th edition). New York: McGraw-Hill, Inc.
- Seo, N.J., Armstrong, T.J., Ashton-Miller, J.A., & Chaffin, D.B. (2008). Wrist strength is dependent on simultaneous power grip intensity. *Ergonomics*, 51, 1594-1605.
- Sperling, L., Dahlman, S., Wikström, L., Kilbom, A., & Kadefors, R. (1993). A cube model for the classification of work with hand tools and the formulation of functional requirements. *Applied Ergonomics*, 24, 212-220.
- Tannen, R. (2009). *Crimping tools: an ergonomic review of the state-of-the-art*. Thomas & Betts.