



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ-ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΨΥΧΙΚΗΣ ΥΓΕΙΑΣ  
ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ-ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ»  
ΕΠΙΣΤ. ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ: Δ. ΔΑΜΙΓΟΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

**Εργονομικά Πληκτρολόγια και μυοσκελετικές παθήσεις στον  
καρπό, στην άκρα χείρα και το αντιβράχιο μεταξύ χρηστών  
ηλεκτρονικού υπολογιστή**

**Σπουδαστής:**

Πανέλλη Γαρυφαλιά, Φυσικοθεραπεύτρια (Α.Μ. 138)

**Επιβλέπων καθηγητής:**

Δημολιάτης Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής Ιατρικής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

**Τριμελής Επιτροπή Αξιολόγησης:**

Δαμίγος Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής Ιατρικής Ψυχολογίας, Πανεπιστήμιο  
Ιωαννίνων

Ευαγγέλου Άγγελος, Ομότιμος Καθηγητής Φυσιολογίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων  
Καλφακάκου Βασιλική, Καθηγήτρια Φυσιολογίας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

**Ιωάννινα, 2011**

Copyright © Πανέλλη Γαρυφαλιά, 2011

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «*Αντιμετώπιση του Πόνου*» της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων του τμήματος Ιατρικής Ψυχολογίας. Η έγκρισή της δεν υποδηλώνει απαραίτητως και την αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

## Περιεχόμενα

<b>Περίληψη.....</b>	<b>6</b>
<b>Πρόλογος.....</b>	<b>8</b>
<b>Κεφάλαιο 1ο: Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.....</b>	<b>9</b>
1. Εισαγωγή στις βασικές έννοιες.....	10
1.1. Εργονομία.....	10
1.2. Χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή και μυοσκελετικές κακώσεις.....	11
1.2.1. Παράγοντες που ευθύνονται για την ανάπτυξη των μυοσκελετικών κακώσεων στους χρήστες Η/Υ.....	13
1.2.2. Παράγοντες κινδύνου κατά την χρήση του πληκτρολογίου.....	15
1.3. Παθομηχανισμοί ανάπτυξης των μυοσκελετικών παθήσεων.....	16
1.4. Επίπτωση μυοσκελετικών παθήσεων ανάλογα με το φύλο των χρηστών.....	18
1.5. Συσχέτιση χρήσης ηλεκτρονικών υπολογιστών και μυοσκελετικών παθήσεων – αποτελέσματα ερευνών.....	19
1.6. Μυϊκή δραστηριότητα κατά την πληκτρολόγηση.....	23
1.7. Τύποι πληκτρολογίων.....	25
1.7.1. Κλασικό πληκτρολόγιο.....	25
1.7.2. Εναλλακτικά πληκτρολόγια.....	29
1.7.2.1. Μειονεκτήματα – Πλεονεκτήματα εναλλακτικών πληκτρολογίων.....	33
1.8 Σκοπός.....	34
<b>Κεφάλαιο 2: Μέθοδος.....</b>	<b>35</b>
2. Μεθοδολογία έρευνας συστηματικής ανασκόπησης.....	36
2.1. Στρατηγική αναζήτησης - Αλγόριθμος αναζήτησης.....	36
2.2. Μέθοδος επιλογής.....	36
2.2.1. Κριτήρια αποδοχής.....	36
2.2.2. Κριτήρια απόρριψης.....	37
2.3. Εκτίμηση μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών.....	38
2.4. Εξαγωγή δεδομένων.....	40
<b>Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα.....</b>	<b>41</b>
3.1. Αποτελέσματα στρατηγικής ανασκόπησης.....	42

3.2. Αποτελέσματα εκτίμησης μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών.....	43
3.3. Περιγραφή μελετών.....	43
3.3.1. Σχεδιασμός μελετών.....	43
3.3.2. Περιγραφή δείγματος.....	47
3.3.3. Διάρκεια μελετών.....	49
3.3.4. Αξιολόγηση έκβασης.....	49
3.4. Αναλυτικά αποτελέσματα μελετών.....	51
3.4.1. Ανάλυση των μελετών Ripat et al (2006) και Tittiranonda et al (1999).....	51
3.4.2. Ανάλυση των μελετών διάρκειας 1 – 3 ημερών.....	52
<b>Κεφάλαιο 4: Συζήτηση- Συμπεράσματα.....</b>	<b>59</b>
4. Συμπεράσματα.....	60
4.1. Συμπεράσματα των μελετών των Ripat et al (2006) και Tittiranonda et al (1999).....	60
4.2. Συμπεράσματα των μελετών διάρκειας 1 – 3 ημερών.....	64
4.2.1. Αποτελέσματα ως προς την απόδοση των χρηστών στα εναλλακτικά πληκτρολόγια .....	64
4.2.2. Αποτελέσματα ως προς την επίδραση των εναλλακτικών πληκτρολογίων στις θέσεις του καρπού και του αντιβραχίου .....	66
4.2.3. Αποτελέσματα ως προς την επίδραση των εναλλακτικών πληκτρολογίων στην άνεση και την κούραση των χρηστών .....	71
4.2.4. Αποτελέσματα ως προς την επίδραση των εναλλακτικών πληκτρολογίων στις υποκειμενικές εκτιμήσεις των χρηστών γις προτίμηση και ικανοποίηση .....	72
4.2.5. Αποτελέσματα ως προς την επίδραση των εναλλακτικών πληκτρολογίων στο μυικό φορτίο .....	73
4.3. Συζήτηση.....	74
4.4. Περιορισμοί – προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	76
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>78</b>

## Περίληψη

## **Εισαγωγή**

Στις σημερινές κοινωνίες ο ηλεκτρονικός υπολογιστής έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι στη ζωή των περισσότερων ανθρώπων. Το πληκτρολόγιο είναι η σημαντικότερη συσκευή εισόδου δεδομένων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Παράλληλα με την αύξηση της χρήσης του Η/Υ έχει παρατηρηθεί τις τελευταίες δεκαετίες και μία μεγάλη αύξηση στις μυοσκελετικές κακώσεις των άνω άκρων στους χρήστες. Ένας πιθανός παράγοντας κινδύνου για τις κακώσεις αυτές είναι η χρησιμοποίηση του κλασικού μοντέλου πληκτρολογίου, το οποίο τοποθετεί τον καρπό και το αντιβράχιο σε ακραίες θέσεις. Για το λόγο αυτό οι διάφορες εταιρίες κατασκευής πληκτρολογίων έχουν στρέψει την προσοχή τους στην κατασκευή νέων συσκευών, τα λεγόμενα εναλλακτικά ή εργονομικά πληκτρολόγια.

## **Στόχος**

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να προσδιοριστούν τα εναλλακτικού τύπου πληκτρολόγια, τα οποία έχουν αξιολογηθεί σε τυχαιοποιημένες μελέτες, ώστε να εξακριβωθεί κατά πόσο υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να υποστηρίζουν τη χρήση των πληκτρολογίων αυτών ως μέσο βελτίωσης των θέσεων του καρπού και του αντιβραχίου, της μυικής δραστηριότητας των μυών της περιοχής και ως μέσο πρόληψης των μυοσκελετικών διαταραχών στις αντίστοιχες περιοχές. Τέλος, στόχος της εργασίας αυτής είναι να αποσαφηνιστεί κατά πόσο τα νέα αυτά πληκτρολόγια χαίρουν της προτίμησης των χρηστών και αν μπορούν τελικά να αντικαταστήσουν το κλασικό σχέδιο.

## **Υλικό – μέθοδος**

Οι μελέτες αναζητήθηκαν στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων της Pubmed, Scopus, PEDro, Heal Link, Google Scholar μέσω συγκεκριμένων αλγορίθμων αναζήτησης το διάστημα Οκτώβριος – Δεκέμβριος 2010. Επίσης έγινε αναζήτηση και στη βιβλιογραφία των μελετών που ανακτήθηκαν σε πλήρες κείμενο. Τα κριτήρια αποδοχής και απόρριψης των πρωτογενών ερευνών ήταν προκαθορισμένα. Η εκτίμηση της μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών πραγματοποιήθηκε με το εργαλείο PEDro. Οι έρευνες έπρεπε να είναι τυχαιοποιημένες μελέτες και να είναι δημοσιευμένες στην Αγγλική γλώσσα. Ο πληθυσμός των μελετών έπρεπε να αποτελείται από τουλάχιστον 5 άτομα, έμπειρους χρήστες του Η/Υ, χωρίς ιδιαίτερες αναπηρίες. Ως μέσο παρέμβασης θεωρήθηκαν τα εναλλακτικά πληκτρολόγια, ενώ στην ομάδα ελέγχου δεχτήκαμε για να γίνει σύγκριση, ένα κλασικό πληκτρολόγιο. Οι εκβάσεις που ελέχθησαν ήταν η επίδραση των εναλλακτικών πληκτρολογίων στα

συμπτώματα των χρηστών και τη λειτουργική τους κατάσταση, στην απόδοση των χρηστών, στη δραστηριότητα των μυών του καρπού και του αντιβραχίου, στην αναφερόμενη κόπωση των χρηστών και τέλος στις υποκειμενικές τους προτιμήσεις για τις νέες συσκευές.

### **Αποτελέσματα**

Συνολικά ανασκοπήθηκαν 14 μελέτες. Δύο μελέτες είχαν διάρκεια 6 μήνες και οι υπόλοιπες είχαν διάρκεια από μία έως τρεις μέρες. Τα αποτελέσματα των δύο πρώτων μελετών αναλύθηκαν ξεχωριστά, λόγω της μεγάλης διαφοράς τους από τις υπόλοιπες ως προς τη διάρκεια και τη μεθοδολογική τους ποιότητα. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε ποιοτικά. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το  $p < 0.05$ .

### **Συμπεράσματα**

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συστηματικής αυτής ανασκόπησης παρατηρείται ότι τα εναλλακτικού τύπου πληκτρολόγια μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τις θέσεις του καρπού και του αντιβραχίου σε σχέση με το κλασικό πληκτρολόγιο. Παρ' όλα αυτά, κανένα πληκτρολόγιο δεν κατάφερε να μειώσει ταυτόχρονα και τις 3 θέσεις (έκταση, ωλένια απόκλιση και πρηνισμό). Επιπλέον, με τη χρήση των καινούριων πληκτρολογίων παρατηρείται αρχικά μία σχετική μείωση στην απόδοση των χρηστών, η οποία όμως σύντομα επανέρχεται στα αρχικά επίπεδα. Τέλος, οι χρήστες προτίμησαν ως επί το πλείστον το κλασικό σχέδιο πληκτρολογίου έναντι των καινούριων, ενώ κανένα δεν αναφέρθηκε ως το πιο άνετο ή ότι προκαλεί τη λιγότερη κόπωση. Θα πρέπει να τονιστεί ότι δεν μπορούμε να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα λόγω της χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας των πρωτογενών μελετών και της πολύ σύντομης διάρκειάς τους. Κρίνεται απαραίτητο στο μέλλον να πραγματοποιηθούν μελέτες μεγαλύτερης διάρκειας ώστε να δούμε αν τα οφέλη των νέων πληκτρολογίων διατηρούνται και αν μπορούν τελικά να αποτελέσουν μέσο πρόληψης των μυοσκελετικών κακώσεων στα άνω άκρα.

## **Πρόλογος**

Η μελέτη αυτή διεξήχθη στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Αντιμετώπιση του πόνου της Ιατρικής σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων του τμήματος Ιατρικής Ψυχολογίας. Η εργασία μου ανατέθηκε από τον Καθηγητή κ. Δημολιάτη Ιωάννη.

Η βιβλιογραφική αναζήτηση υπήρξε βασικός άξονας ανεύρεσης πηγών πληροφόρησης για το θέμα. Η εργασία αυτή βασίστηκε κυρίως σε μελέτη σύγχρονων συγγραμμάτων και άρθρων για να μπορέσει να αναδειχθεί η σημερινή πραγματικότητα. Επίσης διερευνήθηκαν πηγές από το διαδίκτυο όταν αυτές μπορούσαν να προσφέρουν ουσιώδεις πληροφορίες. Στην προσπάθεια να βρεθεί το κατάλληλο υλικό υπήρξαν άτομα που με εξυπηρέτησαν ιδιαίτερα. Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επόπτη μου κύριο Δημολιάτη, για την πολύτιμη συμβολή και υποστήριξή του κατά τη διεξαγωγή της παρούσας εργασίας, καθώς και τη λεπτομερή καθοδήγηση που μου παρείχε, χωρίς την οποία δεν θα ήταν δυνατή η εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά και να εκφράσω την ειλικρινή μου αγάπη και τη βαθύτατη εκτίμησή μου προς την κυρία Αθηνά Τατσιώνη, για την συνεχή στήριξη και καθοδήγησή της χωρίς την οποία δεν θα ήταν εφικτή η εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Θα ήθελα ακόμα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στην οικογένειά μου και τους φίλους μου, που με στηρίζουν σε οποιαδήποτε επιλογή κάνω, δείχνοντάς μου αγάπη και εμπιστοσύνη.

## **Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>**

### **ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ**



## **1. Εισαγωγή στις βασικές έννοιες**

Στις σύγχρονες κοινωνίες της πληροφορίας και της τεχνολογίας η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή είναι πλέον αναγκαίο και αναπόσπαστο στοιχείο στη ζωή των περισσότερων ανθρώπων. Όλες οι εργασίες βασίζονται στη λειτουργία των ηλεκτρονικών υπολογιστών (H/Y), ενώ στα περισσότερα νοικοκυριά υπάρχει τουλάχιστον ένας H/Y. Η εισχώρηση των νέων τεχνολογιών στην καθημερινότητα διευκολύνει όλους τους χρήστες, κάθε ηλικίας, προσφέροντάς τους πλήθος δυνατοτήτων και επιλογών. Μία από τις κύριες λειτουργίες του H/Y είναι η εισαγωγή δεδομένων με ψηφιακή μορφή, η οποία γίνεται με τη βοήθεια συσκευών εισόδου δεδομένων γνωστές σε όλους ως πληκτρολόγιο, ποντίκι, χειριστήριο κ.τ.λ.

Μαζί με την αύξηση της χρήσης των H/Y παρατηρείται και μία ραγδαία αύξηση των μυοσκελετικών διαταραχών σε διάφορες περιοχές του σώματος, για την οποία ενοχοποιούνται πολλοί παράγοντες, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και η χρήση ειδικά του πληκτρολογίου. Η πληκτρολόγηση είναι μία διαδικασία από τη φύση της επαναλαμβανόμενη, συνεχής και συνήθως διαρκεί αρκετές ώρες ημερησίως. Πολλοί επομένως διερωτώνται τί είναι αυτό που ευθύνεται για την ανάπτυξη αυτών των διαταραχών. Στην εργασία αυτή θα ασχολήθουμε με τις επιπτώσεις της χρήσης του πληκτρολογίου και θα μιλήσουμε για όρους όπως είναι η εργονομία, οι μυοσκελετικές παθήσεις και οι παθομηχανισμοί ανάπτυξής τους. Τέλος, θα γίνει λεπτομερής αναφορά στο πιο διαδεδομένο πληκτρολόγιο, γνωστό ως QWERTY και στα καινούρια σχέδια πληκτρολογίων, τα λεγόμενα εναλλακτικά ή εργονομικά και πώς αυτά μπορούν να βελτιώσουν την εργασία των χρηστών με τις λιγότερες επιπτώσεις στην υγεία αυτών.

### **1.1. Εργονομία**

Τις τελευταίες δεκαετίες, ολοένα και περισσότερο, γίνεται λόγος για έναν καινούριο κλάδο στο χώρο των επιστημών, ο οποίος καλείται «Εργονομία ανθρωπίνων παραγόντων». Ο όρος εργονομία προέρχεται από δύο λέξεις, τη λέξη έργο ή αλλιώς δουλειά και τη λέξη νόμος, δηλαδή τους φυσικούς νόμους που διέπουν τη δουλειά αυτή. Ο κλάδος αυτός ασχολείται με θέματα όπως, η απόδοση των ατόμων στον εργασιακό τομέα, ο τρόπος με τον οποίο ανταπεξέρχονται στο επαγγελματικό τους περιβάλλον ή αλληλεπιδρούν με τις μηχανές και γενικότερα, τον τρόπο με τον οποίο υπερνικούν τα προβλήματα στον τομέα αυτό (Scheer & Mital, 1997). Άλλα

αντικείμενα μελέτης της επιστήμης αυτής είναι η μελέτη του ανθρώπινου σώματος (ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά), η απόκριση του σώματος σε εσωτερικές και εξωτερικές δυνάμεις (biomechanics), η φυσιολογία της εργασίας και του περιβάλλοντος, η ανθρώπινη συμπεριφορά ως αντίδραση στην εργασία, η συλλογή πληροφοριών και η λήψη αποφάσεων (skill psychology), η εξάσκηση και η αντίληψη προσπάθειας καθώς και η προσαρμογή μηχανών και συσκευών για την ανθρώπινη χρήση. Στην ουσία, η εργονομία ορίζεται ως ένας επιστημονικός τομέας που έχει ως κύρια ασχολία την εφαρμογή των φυσικών νόμων πάνω στην ανθρώπινη εργασία. Πλήθος επαγγελματιών έχουν ως αντικείμενό τους την επιστήμη της Εργονομίας, όπως μηχανικοί, επαγγελματίες υγείας, σχεδιαστές, εργαζόμενοι στις βιομηχανίες και πολλοί άλλοι (Scheer & Mital, 1997).

Η εργονομία έχει τους εξής σκοπούς:

- Εξάλειψη τραυματισμών
- Ελαχιστοποίηση της κούρασης και της υπερπροσπάθειας
- Ελαχιστοποίηση της απουσίας από τον εργασιακό χώρο λόγω τραυματισμών ή υπερκόπωσης
- Βελτίωση της ποιότητας και της ποσότητας των προϊόντων
- Ελαχιστοποίηση των οικονομικών εξόδων και του χαμένου χρόνου λόγω τραυματισμών ή ατυχημάτων
- Μεγιστοποίηση της ασφάλειας, ικανότητας, άνεσης και παραγωγικότητας των ατόμων (Scheer & Mital, 1997)

## **1.2. Χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και μυοσκελετικές κακώσεις (ΜΣΚ)**

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερος κόσμος σε όλο τον κόσμο κάνει χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή για επαγγελματικούς ή προσωπικούς λόγους. Η πληθώρα των υπολογιστών νέας γενιάς είτε είναι σταθερό υπολογιστικό σύστημα (desktop), είτε είναι φορητός υπολογιστής (laptops), δίνει την ευκαιρία σε όλους τους χρήστες, κάθε ηλικίας, να έχουν συνεχώς μαζί τους έναν υπολογιστή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η εμφάνιση κόπωσης, δυσφορίας και πολλών μυοσκελετικών κακώσεων - κατά τη διάρκεια της εργασίας - να αυξάνονται με ταχύτατους ρυθμούς (Marcus et al, 2002). Πιο συγκεκριμένα, οι Rempel, Harrison και Barnhart (1992) αναφέρουν ότι πάνω από το 50% των εργασιακών τραυματισμών αφορούν κακώσεις λόγω

υπέρχρησης των άνω άκρων. Επίσης, οι Marklin και Sinoneau (2004) αναφέρουν ότι η επίπτωση των μυοσκελετικών κακώσεων που σχετίζονται με την εργασία, κυμαίνεται μεταξύ 9% - 50% στους χρήστες του Η/Υ, ενώ μεταξύ των ατόμων με μειωμένη έκθεση είναι 4.5% - 17%.

Οι τραυματισμοί λόγω υπέρχρησης χωρίζονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες. Σε διαταραχές των τενόντων, των νεύρων, των οστών και σε νευροαγγειακές διαταραχές. Στις διαταραχές των τενόντων περιλαμβάνονται οι τενοντίτιδες, η τενοντοελυτρίτιδα De Quervain, ο εκτινασόμενος δάχτυλος, η κύστη γαγγλίων και η έσω και έξω επικονδυλίτιδα. Στις διαταραχές των νεύρων ανήκει το Σύνδρομο Καρπιαίου Σωλήνα (ΣΚΣ), ενώ στις νευροαγγειακές διαταραχές ανήκουν το σύνδρομο θωρακικής εξόδου και το σύνδρομο Raynaud. Τέλος, στις διαταραχές των οστών ανήκει η πάθηση Kienboeck (Amell & Kumar, 1999).

Μεταξύ των τραυματισμών λόγω υπέρχρησης που αποδίδονται σε εργασιακούς παράγοντες, το ΣΚΣ έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στην υγεία των επαγγελματιών χρηστών Η/Υ, ωστόσο υπάρχουν επιπλέον σημαντικές ιατρικές καθώς και οικονομικές επιπτώσεις. Το ΣΚΣ είναι το πιο συχνά αναφερόμενο σύνδρομο παγίδευσης νεύρου (Silverstein, Fine & Armstrong, 1987) και χαρακτηρίζεται από πόνο, αίσθηση μουδιάσματος και μηρυκίασης στην περιοχή του καρπού (Donoghue, O' Reilly, Walsh, 2009). Το σύνδρομο αυτό είναι η πιο συχνή αιτία απουσίας από την εργασία μεταξύ των ασθενών (Mani & Gerr, 2000). Από τις 37,804 περιπτώσεις ασθενών με ΣΚΣ λόγω εργασίας που αναφέρθηκαν το 1994, οι 7,897 (21%) αποδόθηκαν στην επαναλαμβανόμενη δαχτυλογράφηση ή στην εισαγωγή δεδομένων στον υπολογιστή (Szabo, 1998). Επιπλέον, υπάρχει μείωση της παραγωγικότητας πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη θεραπεία του ΣΚΣ (Moore, 1992). Κάθε χρόνο στις ΗΠΑ πραγματοποιούνται περίπου 260,000 επεμβάσεις για τη θεραπεία του συνδρόμου, ενώ το 47% των περιπτώσεων αυτών αποδίδονται σε εργασιακούς παράγοντες (National Center for Health Statistics, 2000).

Η ραγδαία αύξηση αυτών των προβλημάτων, ειδικά στα άνω άκρα, έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον όλου του εργασιακού κόσμου, γιατί οι επιπτώσεις που έχουν, πέρα από την υγεία των ατόμων, επεκτείνονται και σε άλλους τομείς, όπως ψυχικούς, κοινωνικό – οικονομικούς κ.α. (Brogmus, Sorock & Webster, 1996; Feuerstein et al,

1997). Ένας από τους κυριότερους λόγους που οι κακώσεις αυτές έχουν πάρει διαστάσεις επιδημίας είναι η έλλειψη εργονομικών παρεμβάσεων στο εργασιακό περιβάλλον (Gilad & Harel, 2000) και ειδικά ο φτωχός εργονομικός σχεδιασμός των συστημάτων εργασίας, των πληκτρολογίων και των υπόλοιπων εξαρτημάτων του Η/Υ. Έχει αποδειχθεί ότι οι χρήστες Η/Υ, οι οποίοι δεν πάσχουν από μυοσκελετικές κακώσεις, όταν εργάζονται σε περιβάλλον χωρίς εργονομικές παρεμβάσεις, παρουσιάζουν απώλεια παραγωγικότητας, διότι αναγκάζονται να σταματήσουν έστω και για λίγο την εργασία ώστε να ανακουφιστούν από τον πόνο ή τη μυική κόπωση στα άνω άκρα (Moore, 1992). Αυτό είναι μία κρυφή αιτία απώλειας της παραγωγικότητας και μείωσης της απόδοσης των υπαλλήλων, το οποίο θα μπορούσε να αποφευχθεί με απλές περιβαλλοντικές επεμβάσεις (Marklin, Simoneau & Monroe, 1999) και να έχει μακροπρόθεσμα οφέλη για όλους τους εμπλεκόμενους φορείς.

### **1.2.1. Παράγοντες που ευθύνονται για την ανάπτυξη των μυοσκελετικών κακώσεων στους χρήστες Η/Υ**

Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα, ο πιο σημαντικός παράγοντας για την εμφάνιση των μυοσκελετικών διαταραχών στους χρήστες Η/Υ είναι ο φτωχός εργονομικός σχεδιασμός του εργασιακού περιβάλλοντος. Μία πρώτη αιτία τραυματισμών, λόγω κακής εργονομίας, είναι η καθιστική θέση εργασίας και ειδικά όταν χρησιμοποιείται μία μη εργονομική καρέκλα. Στη περίπτωση αυτή προκαλείται μία πρόσθια κλίση του κορμού με αποτέλεσμα να διαταράσσεται η φυσιολογική λόρδωση στην Οσφυϊκή Μοίρα της ΣΣ και να δημιουργείται κύφωση στην περιοχή. Όταν ο χρήστης παραμένει σε αυτή τη θέση για πολλές ώρες, προκαλείται ένταση σε όλους τους μύες, τους τένοντες και τους συνδέσμους της περιοχής, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται συμπτώματα πόνου και κόπωσης (Carter & Bannister, 1994).

Άλλη αιτία τραυματισμού είναι οι ανάρμοστες θέσεις εργασίας, οι οποίες σχετίζονται με το λάθος σχεδιασμό του γραφείου εργασίας και τη λάθος τοποθέτηση του Η/Υ. Όταν συμβαίνει αυτό, ο χρήστης αναγκάζεται να τοποθετεί λάθος τον αυχένα του ώστε να μπορέσει να δει την οθόνη του υπολογιστή και τα χέρια του ώστε να φτάσουν τα πλήκτρα του πληκτρολογίου. Επίσης, ένας από τους κυριότερους παράγοντες τραυματισμού είναι και ο φτωχός εργονομικός σχεδιασμός του πληκτρολογίου και της συσκευής του ποντικιού, που αναγκάζει τους χρήστες να διατηρούν τα άνω άκρα (ώμους, αντιβράχια, καρπός και άκρα χείρα) σε ακραίες

θέσεις για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, με συνέπεια να προκληθεί πόνος και δυσφορία στις περιοχές αυτές (Carter & Bannister, 1994).

Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η φύση της εργασίας παίζει σημαντικό ρόλο στη ανάπτυξη διαταραχών. Για παράδειγμα, η στατική εργασία προκαλεί κόπωση πολύ πιο γρήγορα από ότι η δυναμική εργασία. Ειδικά κατά τη χρήση του Η/Υ, έχει βρεθεί ότι οι μύες σε αυχένα, ώμους και αγκώνες συσπώνται ισομετρικά, εκτελώντας στατικό έργο, με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα επίπεδα κόπωσης τους (Carter & Bannister, 1994).

Ακόμα, η χρήση του υπολογιστή συνδέεται άμεσα με περιόδους κατά τις οποίες ο χρήστης κάνει ελάχιστες ή ακόμα και καθόλου κινήσεις. Ένα πολύ κοινό παράδειγμα για όλους είναι ότι δεν χρειάζεται κάποιος να σηκωθεί από το γραφείο του για να ανακτήσει έγγραφα ή φακέλους από άλλα μέρη του γραφείου, αφού όλα βρίσκονται μέσα στα αρχεία του υπολογιστή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να παραμένει στην ίδια θέση για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα και να προκαλούνται έντονες πιέσεις σε αγγεία και νεύρα στα κάτω άκρα, αλλά και στα άνω άκρα και πιο συγκεκριμένα στον καρπό. Για το λόγο αυτό έχει παρατηρηθεί μεγάλο ποσοστό χρηστών να πάσχουν από νευροπάθειες και αγγειοπάθειες τόσο στα κάτω, όσο και στα άνω άκρα (Carter & Bannister, 1994).

Επιπλέον, η χρήση του Η/Υ είναι μία εργασία που από τη φύση της περιλαμβάνει πληθώρα επαναλαμβανόμενων κινήσεων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ασκούνται επαναλαμβανόμενες δυνάμεις πάνω σε συγκεκριμένες δομές, να προκαλείται εύκολη κόπωση στις δομές αυτές και τέλος να προκαλούνται μικροτραυματισμοί σε όλους τους εμπλεκόμενους ιστούς. Κάτι τέτοιο έχει ως συνέπεια να μειώνει κατά πολύ μεγάλο βαθμό την αντοχή τους και τελικά να προκαλούνται έντονοι τραυματισμοί και να εμφανίζονται συμπτώματα, όπως δυσφορία, πόνος, μουδιάσματα και άλλα. Όλες αυτές οι διεργασίες γίνονται πιο έντονες όταν δεν πραγματοποιούνται τα απαραίτητα διαλείμματα κατά τη διάρκεια της εργασίας (Carter & Bannister, 1994).

Σύμφωνα με τους παράγοντες που παρατέθησαν προηγούμενα, είναι προφανής η συσχέτιση των μυοσκελετικών τραυματισμών με παράγοντες που σχετίζονται με τις θέσεις των χρηστών αλλά και με τις αναπτυσσόμενες δυνάμεις στις εμπλεκόμενες

δομές. Πέρα όμως από αυτούς τους παράγοντες, οι διαταραχές αυτές έχουν συσχετιστεί και με διάφορους ψυχοκοινωνικούς παράγοντες, όπως είναι το εργασιακό άγχος, οι υψηλές απαιτήσεις, το μεγάλο φόρτο εργασίας, καθώς και οι διαπροσωπικές σχέσεις μεταξύ των συναδέλφων (Amell & Kumar, 1999).

### **1.2.2. Παράγοντες κινδύνου κατά τη χρήση του πληκτρολογίου**

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι πέρα από όλους τους προηγούμενους παράγοντες κινδύνου που αφορούν γενικά το εργασιακό περιβάλλον, υπάρχει και πληθώρα άλλων παραγόντων που αφορούν αποκλειστικά τη χρήση του πληκτρολογίου. Οι έρευνες που έχουν εξετάσει κατά καιρούς τη συσκευή του πληκτρολογίου είναι πάρα πολλές (Feuerstein et al, 1997; Martin et al, 1996; Hedge & Powers, 1995; Smutz, Serina & Rempel, 1994; Gerard et al, 1994; Pascarelli & Kella, 1993; Fernström, Ericson & Malker, 1994). Στην έρευνα των Pascarelli και Kella (1993) σημειώθηκαν τόσο εξωτερικοί, όσο και εσωτερικοί παράγοντες κινδύνου που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν προσπαθούμε να συνδυάσουμε τη χρήση του πληκτρολογίου με τις μυοσκελετικές διαταραχές λόγω υπέρχρησης.

Κατ' αρχήν είναι παράγοντες που σχετίζονται με τη θέση του σώματος, όπως για παράδειγμα οι λανθασμένες θέσεις του καρπού που υιοθετούν οι χρήστες όταν πληκτρολογούν. Επίσης, σημαντικός παράγοντας είναι η συνήθεια να χρησιμοποιούν μόνο το επικρατές χέρι ή κάποια συγκεκριμένα δάχτυλα, ενώ τα άλλα να υπολειπόμενα και τέλος, η τάση τους να κλίνουν προς τα εμπρός, ώστε να μπορούν να φτάσουν το πληκτρολόγιο (Pascarelli & Kella, 1993). Άλλοι παράγοντες αφορούν μία πιθανή προϋπάρχουσα υπερκινητικότητα στις αρθρώσεις της άκρας χείρας, έναν προηγούμενο τραυματισμό στην περιοχή του καρπού, το γυναικείο φύλο, η ηλικία, ο σακχαρώδης διαβήτης, η κακή φυσική κατάσταση κ.α. (Faragasanu & Kumar, 2003).

Επιπροσθέτως, πολύ σημαντικοί παράγοντες είναι η τάση των χρηστών να εφαρμόζουν πολύ μεγάλες δυνάμεις για να χτυπήσουν τα πλήκτρα, η ιδιοδεκτική ανατροφοδότηση που λαμβάνουν από αυτά, η διάρκεια και η ταχύτητα πληκτρολόγησης, η επαναληψιμότητα και πολλοί άλλοι (Faragasanu & Kumar, 2003).

### 1.3. Παθομηχανισμοί ανάπτυξης των ΜΣΚ

Οι παθομηχανισμοί ανάπτυξης των διαφόρων τραυματισμών που προκαλούνται λόγω χρήσης του Η/Υ έχουν απασχολήσει κατά καιρούς πολλούς ερευνητές σε ολόκληρο τον κόσμο (Faucett & Rempel, 1994; Treaster & Marras, 2000). Λόγω της μεγάλης επίπτωσης του ΣΚΣ μεταξύ των χρηστών Η/Υ, πολλές έρευνες έχουν επικεντρώσει την προσοχή τους στους μηχανισμούς ανάπτυξης της συγκεκριμένης παθολογίας (Liu et al, 2003; Faragasanu & Kumar, 2003).

Ανατομικά ο καρπιαίος σωλήνας τοποθετείται στη βάση του καρπού, μέσα από τον οποίο περνάνε οι 9 τένοντες των καμπτήρων μυών του καρπού και το μέσο νεύρο. Το μέσο νεύρο, στην περιοχή αυτή, περιβάλλεται από τις τρεις πλευρές, από τα οστά του καρπού, σχηματίζοντας μία αψίδα, ενώ, από την πάνω μεριά καθηλώνεται από τον καθεκτικό σύνδεσμο του καρπού. Το μέσο νεύρο και οι τένοντες είναι υπεύθυνοι για την κίνηση και την αισθητικότητα ορισμένων δαχτύλων. Οι καμπτήρες μύες του καρπού και των δαχτύλων εκφύονται από την έσω επικονδύλια απόφυση της άρθρωσης του αγκώνα και καταφύονται στις μετακαρποφαλαγγικές αρθρώσεις, στις εγγύς φαλαγγοφαλαγγικές και τις απομακρυσμένες φαλαγγοφαλαγγικές αρθρώσεις των δαχτύλων (Νίκος Μ. Δούκας, 1981).

Οι πιο συχνοί μηχανισμοί που προκαλούν σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα είναι η διάταση ή συμπίεση του μέσου νεύρου μέσα στο καρπιαίο κανάλι, η ισχαιμία του νεύρου και η αυξημένη πίεση μέσα στο κανάλι (Buckle, 1997), όταν ο καρπός είναι σε ακραίες θέσεις. Ειδικά για τους χρήστες ηλεκτρολογίου ή ποντικιού, ο πιο σημαντικός παράγοντας για την εμφάνιση του συνδρόμου είναι η αύξηση της πίεσης στο κανάλι. Η κάμψη του καρπού προκαλεί πίεση των καμπτήρων των δαχτύλων πάνω στην παλαμιαία επιφάνεια του καρπιαίου σωλήνα, πιέζοντας έτσι τους τένοντες και τους μύες πάνω στον καθεκτικό σύνδεσμο. Επειδή το μέσο νεύρο τοποθετείται μεταξύ του καθεκτικού συνδέσμου και των καμπτήρων μυών είναι λογικό ότι θα αυξηθεί και σε αυτό η ασκούμενη πίεση (Szabo, 1998; De Krom et al, 1990). Άλλος ένας λόγος αύξησης της πίεσης στην παλαμιαία επιφάνεια του σωλήνα είναι όταν αυξάνεται πολύ το φορτίο στους καμπτήρες λόγω έλλειψης επαρκών διαλειμμάτων κατά την εργασία, με αποτέλεσμα να προκαλείται μυική ανισορροπία μεταξύ καμπτήρων και εκτεινόντων (Ostrem, 1995).

Κατά τη χρήση του πληκτρολογίου παρατηρούνται συχνά ακραίες θέσεις και πολύ επαναλαμβανόμενες κινήσεις, που ξεπερνούν τα ανώτατα φυσιολογικά όρια στην περιοχή του καρπού. Όταν οι χρήστες εργάζονται σε κλασικά πληκτρολόγια, η έκταση του καρπού προκαλεί εκτόπιση των τενόντων προς τη ραχιαία επιφάνεια του καρπιαίου σωλήνα και την κεφαλή της κερκίδας, αυξάνοντας έτσι τη φόρτιση στους τένοντες που περνάνε μέσα από αυτόν. Αυτό έχει ως συνέπεια την αύξηση της πίεσης μέσα στο κανάλι, η οποία με τη σειρά της προκαλεί ενδονευρικό οίδημα και μικροσκοπικές παθολογικές αλλοιώσεις του νεύρου (Keir, Bach & Rempel, 1998). Οι μικροσκοπικές αυτές αλλοιώσεις με την πάροδο του χρόνου και τη συνεχή φόρτιση μπορεί να οδηγήσουν σε μεγαλύτερες διαταραχές και τελικά την ανάπτυξη του συνδρόμου με την εμφάνιση πληθώρας συμπτωμάτων. Επιπλέον, οι Werner και Armstrong (1997) παρατήρησαν ότι η έκταση του καρπού διατείνει τους καμπτήρες τένοντες και το μέσο νεύρο, αυξάνοντας έτσι την πίεση στη ραχιαία επιφάνεια του χεριού. Επίσης, παρατήρησαν ότι η συμπίεση του μέσου νεύρου και των τενόντων των καμπτήρων μεταξύ των παλαμικών συνδέσμων και της πρώτης σειράς των οστών του καρπού στην παλαμιαία επιφάνεια, εξαιτίας της έκτασης του καρπού, συμβαίνει λόγω της κίνησης των οστών του καρπού πάνω στην κεφαλή της κερκίδας. Ακόμα, παρατήρησαν ότι οι άκρες των καμπτήρων μυών των δαχτύλων όταν εισχωρούν στο κανάλι αυξάνουν την πίεση μέσα σε αυτό.

Άλλοι παράγοντες που αυξάνουν την πίεση στο κανάλι είναι η μείωση της χωριτικότητας του καναλιού λόγω πάχυνσης των ελύτρων των τενόντων των καμπτήρων μυών και οι αναδιπλώσεις του δέρματος στο πάνω μέρος της παλάμης που συντελούν στην κίνηση των μυών μέσα στο κανάλι (Keir, Bach & Rempel, 1998).

Οι Keir, Bach και Rempel (1998) αναφέρουν ότι η κάμψη των δαχτύλων αυξάνει την ενδοκαναλική πίεση. Οι Feuerstein et al (1997) επιβεβαίωσαν το παραπάνω εύρημα και πρόσθεσαν ότι το πρόβλημα αυξάνεται όταν αυξάνεται η δύναμη που ασκούν τα δάχτυλα στα πλήκτρα, η οποία μπορεί να είναι μέχρι και 5 φορές μεγαλύτερη από αυτή που πραγματικά χρειάζεται για να ενεργοποιηθεί ένα πλήκτρο. Άλλο ένα σημαντικό εύρημα των Keir, Bach και Rempel (1998) είναι ότι όταν ο καρπός είναι στις 90° κάμψης, η πίεση είναι πολύ μεγαλύτερη από ότι στις 45° κάμψης, και αυτό γιατί μεταξύ των μοιρών αυτών οι μύες της άκρας χείρας είναι μέσα στο κανάλι.



Επιπλέον, ανέφεραν ότι κατά την πληκτρολόγηση τα χέρια και τα δάχτυλα των χρηστών θα πρέπει να προσαρμοστούν στο σχήμα του πληκτρολογίου, με αποτέλεσμα να αυξάνεται για μία ακόμη φορά η πίεση. Επιπρόσθετα, πέρα από την αυξημένη πίεση που έχουν οι ασθενείς με ΣΚΣ, ο Szabo (1989) κατέγραψε ότι η πίεση παραμένει σε υψηλά επίπεδα για μεγάλο χρονικό διάστημα, μετά από ασκήσεις, όταν συγκρίθηκαν με υγιή άτομα, αυξάνονατας έτσι τον κίνδυνο τραυματισμού του νεύρου. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαίωσαν και οι Werner, Elmquist και Ohlin (1983), οι οποίοι παρατήρησαν επιπλέον και βλάβες στην αισθητικότητα των ασθενών.

Λόγω της επαναληψιμότητας που ενέχει η διαδικασία της πληκτρολόγησης οι γειτονικοί τένοντες στην περιοχή του καρπού ολισθαίνουν ο ένας πάνω στον άλλο. Μία πολύ ενδιαφέρουσα παρατήρηση των Serina, Tal και Rempel (1999), σχετικά με αυτό, είναι ότι οι ταχύτητες που αναπτύσσονται κατά την πληκτρολόγηση στο επίπεδο κάμψης – έκτασης είναι παρόμοιες με αυτές που αναπτύσσονται σε άτομα που εργάζονται σε βιομηχανικά περιβάλλοντα.

#### **1.4. Επίπτωση ΜΣΚ ανάλογα με το φύλο των χρηστών του Η/Υ**

Πολλές έρευνες στο παρελθόν έχουν αποδείξει ότι η επίπτωση των μυοσκελετικών διαταραχών λόγω χρήσης του Η/Υ είναι μεγαλύτερη στις γυναίκες (Gerr et al, 2002; Lassen et al, 2005). Ακόμα και στην περίπτωση που οι παράγοντες κινδύνου είναι ελεγχόμενοι, η επίπτωση παραμένει ισχυρότερη στο γυναικείο φύλο (Treaster & Burr, 2004).

Στην έρευνα των Won et al (2009) παρατηρήθηκαν έντονες διαφορές μεταξύ των δύο φύλων ως προς τη δύναμη, τη μυική δραστηριότητα και τις θέσεις που υιοθετούν. Πιο συγκεκριμένα, οι γυναίκες βάζουν μεγαλύτερη δύναμη, έχουν πιο έντονη μυική δραστηριότητα και δεν τοποθετούν τους ώμους και τους καρπούς τους σε ουδέτερες θέσεις σε σχέση με τους άντρες, πιθανότατα γιατί έχουν μικρότερες σωματικές διαστάσεις.

Στην έρευνα των Knave et al (1985) βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ ωρών χρήσης του Η/Υ και μυοσκελετικών ενοχλήσεων μόνο για τις γυναίκες, ενώ δεν βρέθηκε αντίστοιχη συσχέτιση για τους άντρες. Στην έρευνα αυτή, όμως, δεν αξιολόγησαν

συγκεκριμένες περιοχές του σώματος για κανένα από τα δύο φύλα (Gerr, Marcus & Monteilh, 2004).

Ειδικά όσον αφορά στην περίπτωση του ΣΚΣ, υπάρχουν λόγοι που μας κάνουν να πιστεύουμε ότι οι ασθενείς με ΣΚΣ έχουν κάποιους προδιαθεσικούς παράγοντες (Armstrong & Chaffin, 1979; Buchholz & Armstrong, 1991). Οι Jessurun, Hillen και Zonneveled (1987) μελέτησαν το καρπιαίο κανάλι, τη χωρητικότητά του και την πίεση που αναπτύσσεται μέσα σε αυτό. Πιο συγκεκριμένα, παρατήρησαν ότι ο χώρος που καταλαμβάνει το μέσο νεύρο είναι πολύ μικρότερος στις γυναίκες ασθενείς από ότι σε υγιείς γυναίκες. Σε μία άλλη έρευνα των Mani και Gerr (2000), εξήγησαν τη σχέση μεταξύ της εμφάνισης του ΣΚΣ σε εργαζόμενες γυναίκες λόγω του μεγάλου φόρτου εργασίας και των λανθασμένων θέσεων και παρατήρησαν ότι υπάρχουν σημαντικές ανατομικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων, στις οποίες μπορεί να οφείλονται και οι διαφορές στην επίπτωση του ΣΚΣ. Οι ανατομικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων (Armstrong & Chaffin, 1979) εξηγούν και τις διαφορές που παρουσιάζουν στην ελαστικότητά τους (Marshall, Mozrall και Shealy, 1999) και κατά συνέπεια, τις θέσεις που υιοθετούν τελικά οι γυναίκες κατά την πληκτρολόγηση, οι οποίες αυξάνουν την πίεση στο καρπιαίο κανάλι. Άλλες έρευνες που επιβεβαιώνουν τα παραπάνω αποτελέσματα είναι των Armstrong και Chaffin (1979) και των Matias, Salvendy και Kuczek (1998). Επίσης, οι Matias, Salvendy και Kuczek (1998) σημείωσαν ότι όσο αυξάνεται το μήκος των χεριών τόσο μειώνεται ο κίνδυνος, ενώ το αντίθετο συμβαίνει όσο τα χέρια είναι πιο κοντά. Όπως επίσης, όσο αυξάνεται το πλάτος των ώμων, τόσο αυξάνεται η έκταση του καρπού και ο πρητισμός στο δεξί αντιβράχιο και κατ' επέκταση αυξάνεται η πίεση μέσα στο κανάλι (Serina, Tal & Rempel, 1999).

### **1.5 Συσχέτιση χρήσης Η/Υ και μυοσκελετικών διαταραχών (ΜΣΔ) – Αποτελέσματα ερευνών**

Κατά καιρούς έχουν γίνει πολλές έρευνες για να αποδειχθεί η συσχέτιση μεταξύ της χρήσης του Η/Υ και των ΜΣΔ σε αυχένα και άνω άκρα. Όσοι εργαζονται με Η/Υ υιοθετούν συγκεκριμένες θέσεις εργασίας και καθημερινά επαναλαμβάνουν τις ίδιες κινήσεις (Marklin, Simoneau & Monroe, 1999). Η αιτιώδης αυτή σχέση είναι ακόμα πιο έντονη σε δραστηριότητες που απαιτούν την εισαγωγή αλφαριθμητικών δεδομένων, τόσο αλφαριθμητικών όσο και αριθμητικών. Το πληκτρολόγιο, λόγω του

φτωχού εργονομικού σχεδιασμού του, αποτελεί παράγοντα κινδύνου σε πολλά επίπεδα.

Ειδικά για τους χρήστες του πληκτρολογίου, οι περιοχές που διατρέχουν το μεγαλύτερο κίνδυνο είναι ο αυχένας και τα άνω άκρα (καρπός, αντιβράχιο, αγκώνας) (Rempel et al, 1999; Sauter, Schleifer & Knutson, 1991). Για παράδειγμα, η πολύ μεγάλη έκταση του καρπού (Marklin, Simoneau & Monroe, 1999) είναι παρούσα σε όλα σχεδόν τα πληκτρολόγια λόγω της γωνίας κλίσης. Επίσης, η ωλένια απόκλιση συμβαίνει είτε λόγω της ανάγκης να φτάσουν τα χέρια στα πιο απομακρυσμένα πλήκτρα είτε έμμεσα λόγω της μεγάλης απαγωγής των ώμων (Marklin, Simoneau & Monroe 1999; Werner, Armstrong & Aylard, 1997). Οι Sauter, Schleifer και Knutson (1991), οι οποίοι διεξήγαγαν μία έρευνα μεταξύ 932 χρηστών Η/Υ, παρατήρησαν ότι όσο πιο ψηλά τοποθετείται το πληκτρολόγιο τόσο αυξάνεται ο κίνδυνος τραυματισμών στον καρπό, γιατί λόγω της απαγωγής των ώμων, αλλάζει η θέση του αντιβραχίου και κατά συνέπεια η ωλένια απόκλιση του καρπού (Simoneau, Marklin & Monroe, 1999; Harvey & Peper, 1997; Simoneau & Marklin, 2001).

Στην έρευνα των Hunting, Laubli και Grandjean (1981) ο κίνδυνος τραυματισμού σε αυχένα και ώμους ήταν τετραπλάσιος στους χρήστες πληκτρολογίου από ότι σε άλλους υπαλλήλους γραφείου χωρίς υπολογιστή. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα άλλων ερευνών (Yu & Wong, 1996; Kamwendo, Linton Moritz, 1991; Nelson & Silverstein, 1998; Bernard et al, 1994). Σημαντική συσχέτιση μεταξύ της χρήσης πληκτρολογίου και της αυξημένης συχνότητας εμφάνισης πόνου στα άνω άκρα και ειδικά στον καρπό, την άκρα χείρα και τους ώμους σημειώθηκε και στην έρευνα των Palmer et al (2001).

Έχουν γίνει στο παρελθόν πολλές έρευνες που έχουν εξακριβώσει τη σχέση μεταξύ της ωλένιας απόκλισης του καρπού και της εμφάνισης μυοσκελετικών διαταραχών στα άνω άκρα (Ferguson & Duncan, 1974; Hunting, Laubli & Grandjean, 1981; Sauter, Schleifer & Knutson, 1991). Στην έρευνα των Hunting, Laubli και Grandjean (1981) παρατηρήθηκε ότι όταν η ωλένια απόκλιση υπερβαίνει τις 20°, αυξάνεται ο πόνος στους μύες του αντιβραχίου. Στην έρευνα των Donoghue, O' Reilly και Walsh (2009) όπου εξετάστηκε η χρήση πληκτρολογίου και ποντικιού, αναλύθηκαν οι θέσεις του καρπού καθόλη τη διαδικασία εισαγωγής δεδομένων στον υπολογιστή.

Από τα αποτελέσματά τους φαίνεται ότι ο καρπός βρισκόταν την περισσότερη ώρα σε θέση έκτασης και ωλένιας απόκλισης, γεγονός που υποστηρίζεται και από άλλες έρευνες (Serina, Tal & Rempel, 1999). Πιο συγκεκριμένα, η πιο συχνή θέση του καρπού ήταν 25° έκτασης με 20° ωλένια απόκλιση, ενώ ακολουθούσαν οι 20° έκτασης με 15° ωλένιας απόκλισης και τέλος, οι 5° έκτασης με 5° ωλένιας απόκλισης. Επειδή, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένα, η πίεση μέσα στο κανάλι εξαρτάται από τον συνδιασμό των θέσεων που παίρνει ο καρπός σε κάθε στιγμή, είναι πολύ σημαντικό να καθορίζονται οι γωνίες αυτές με όσο το δυνατό περισσότερη ακρίβεια, ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος εμφάνισης ΣΚΣ και άλλων διαταραχών.

Οι Marcus et al (2002) πραγματοποίησαν μία έρευνα στην οποία θέλησαν να εξετάσουν κατά πόσο το ύψος τοποθέτησης του πληκτρολογίου αποτελεί παράγοντα κινδύνου για την ανάπτυξη ΜΣΔ στα άνω άκρα. Από τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής αποδείχθηκε ότι όταν το πληκτρολόγιο τοποθετείται χαμηλότερα από το ύψος του αγκώνα και μακριά από τον χρήστη, ο κίνδυνος για την εμφάνιση ΜΣΔ είναι πολύ μικρότερος από ότι όταν τοποθετείται στο ύψος του αγκώνα ή πιο ψηλά και είναι κοντά στο χρήστη. Επίσης, όταν ο χρήστης ξεκουράζει τα χέρια του στο γραφείο ή όταν χρησιμοποιούνται υποστηρίγματα για τα χέρια, είναι πολύ πιο ασφαλές και μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης συμπτωμάτων. Επίσης, στη συγκεκριμένη έρευνα, δε βρέθηκε ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της έκτασης του καρπού και της εμφάνισης συμπτωμάτων στα χέρια, αλλά αυτό πιθανότατα να οφείλεται στη μεγάλη ποικιλότητα που εμφανίζει η συγκεκριμένη θέση κατά την πληκτρολόγηση (Ortiz et al, 1997), και η μία μόνο μέτρηση που έγινε δεν ήταν επαρκής. Άλλη μία σημαντική παρατήρηση των Marcus et al (2002) ήταν ότι όταν το πληκτρολόγιο τοποθετείται σε απόσταση < 12cm από το σώμα του χρήστη είναι πολύ πιθανό να επιβαρυνθούν τα άνω άκρα.

Πολλές είναι οι έρευνες που έχουν αποδείξει ότι τα μυοσκελετικά προβλήματα και οι ενοχλήσεις σε αυχένα και άνω άκρα αυξάνονται ανάλογα με τις ώρες χρήσης του Η/Υ. Στις έρευνες των Bernard et al (1994), Marcus et al (2002) και Nelson και Silverstein (1998), ενώ βρέθηκε θετική η παραπάνω συσχέτιση, δεν κατάφεραν να βρουν ανάλογα αποτελέσματα όσον αφορά τον αυχένα και τους ώμους. Οι Gerr, Marcus και Monteilh (2004) ανέφεραν ότι το ποσοστό των εργαζομένων που αναφέρουν «σχεδόν καθημερινά» ενοχλήσεις στους ώμους, αυξάνεται με τη χρήση

H/Y σε καθημερινή βάση, αλλά όλως παραδόξως, όσοι ασχολούνται περισσότερες ώρες με τον υπολογιστή αναφέρουν λιγότερες ενοχλήσεις στους ώμους από αυτούς που κάνουν μέτρια χρήση του υπολογιστή ημερησίως.

Στην έρευνα των Rossignol et al (1987) ο κίνδυνος για την εμφάνιση συμπτωμάτων σε αυχένα και ώμους ήταν 4 φορές μεγαλύτερος σε όσους έκαναν χρήση του H/Y για 4 έως 6 ώρες τη μέρα, σε σχέση με αυτούς που έκαναν ελάχιστη χρήση. Οι Fahrbach και Charman (1990) διενήργησαν μία μελέτη για να διασταυρώσουν εάν υπάρχει σχέση μεταξύ των ωρών χρήσης του H/Y και του αναφερόμενου πόνου σε κεφάλι, αυχένα, ώμους, και μέση σε 205 χρήστες. Περίπου το 20% αυτών ανέφεραν ότι χρησιμοποιούν τον υπολογιστή τους τις «περισσότερες μέρες» για περισσότερο από 4 ώρες ημερησίως και ήταν αυτοί που ανέφεραν πιο συχνό πόνο σε κεφάλι, αυχένα και ώμους. Επίσης, οι Marcus et al (2002) παρατήρησαν ότι όσο αυξάνονται οι ώρες χρήσης του πληκτρολογίου την ημέρα, τόσο αυξάνεται η συχνότητα των συμπτωμάτων στα άνω άκρα. Στην περίπτωση που η σχέση αυτή είναι γραμμική, αν αυξηθεί κατά 20 ώρες/ εβδομάδα η χρήση του πληκτρολογίου, ο κίνδυνος είναι 2.2 φορές μεγαλύτερος.

Μέχρι στιγμής, η φύση της σχέσης αιτίου - αιτιατού μεταξύ ωρών χρήσης H/Y και εμφάνισης ΜΣΔ δεν είναι ξεκάθαρη. Στην έρευνα των Bernard et al (1994) έγινε προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα κατώφλι της τάξης των 5 ωρών ως ελάχιστη επιτρεπόμενη διάρκεια ώστε να μην εμφανίσουν οι χρήστες παθήσεις του άνω άκρου, αλλά στις περισσότερες άλλες μελέτες δεν ήταν τόσο ξεκάθαρα τα αποτελέσματα.

Όσον αφορά τη δύναμη που εφαρμόζουν οι χρήστες για την ενεργοποίηση των πλήκτρων υπάρχουν στοιχεία από πολλές έρευνες. Η δύναμη που χρειάζεται για να ενεργοποιηθούν τα πλήκτρα στα καινούρια πληκτρολόγια είναι περίπου 0.5 N, με ανώτατο όριο τα 1.5 N, σύμφωνα με τις οδηγίες της ANSI/ HFS (American National Standard for Human Factors Engineering of Visual Display Terminal Workstations, 1988) (Amell & Kumar, 1999). Στην έρευνα των Feuerstein et al (1997) αναφέρεται ότι κατά την πληκτρολόγηση, οι χρήστες εφαρμόζουν δύναμη 4 έως 5 φορές μεγαλύτερη από αυτή που πραγματικά χρειάζεται για να ενεργοποιηθούν τα πλήκτρα.

Επίσης, στην έρευνα των Martin et al (1996) όπου εξετάστηκε η δύναμη και η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα, όντως οι χρήστες εφάρμοζαν 5 φορές περισσότερη από την απαιτούμενη δύναμη για να χτυπήσουν τα πλήκτρα. Συνεπώς, έχοντας αυτό υπόψη, σε συνδυασμό με την ήδη γνωστή σχέση της υψηλής επαναληψιμότητας και της εμφάνισης διαταραχών, θα πρέπει να τεθεί σοβαρά υπόψη ο σοβαρός αυτός παράγοντας κινδύνου, κατά τον σχεδιασμό των καινούριων πληκτρολογίων (Silverstein, Fine & Armstrong, 1986).

### **1.6. Μυϊκή δραστηριότητα κατά την πληκτρολόγηση**

Όπως έχει αναφερθεί προηγούμενα, η χρήση του πληκτρολογίου είναι μία πολύ απαιτητική δραστηριότητα, κατά την οποία, η παρατεταμένη χρήση των άνω άκρων μπορεί να προκαλέσει μυϊκή κόπωση σε όλες τις εμπλεκόμενες μυϊκές ομάδες. Ο εν τω βάθει καμπτήρας των δαχτύλων και ο επιπολής καμπτήρας των δαχτύλων είναι οι δύο μύες που συμβάλλουν στην κάμψη και των τεσσάρων δαχτύλων (Nelson, Treaster & Marras, 2000). Η υπέρχρηση των τενόντων αυτών των μυών μπορεί να οδηγήσει σε φλεγμονή των ελύτρων τους (Marklin & Simoneau, 2001) και σε μείωση της χωρητικότητας του καρπιαίου σωλήνα. Επίσης, η θέση των δαχτύλων επηρεάζει πολύ την πίεση μέσα στο σωλήνα (Seradge, Jia & Owens, 1995). Όταν τα δάχτυλα είναι τεντωμένα (οι ΜΚΦ είναι σε πλήρη έκταση), η πίεση είναι πολύ μεγαλύτερη από ότι όταν τα δάχτυλα είναι σε κάμψη 90° και ο καρπός κυμαίνεται από 10° έως 40° έκτασης (Keir, Bach & Rempel, 1998). Αυτό οφείλεται στην έντονη σχέση που υπάρχει μεταξύ των καμπτήρων των δαχτύλων και της θέσης του καρπού στο επίπεδο κάμψης – έκτασης, που καθορίζει τη διάταση των μυών στο χώρο αυτό. Αυτή η σχέση γίνεται ακόμα πιο έντονη όταν ο καρπός είναι σε κάμψη (Keir, Bach & Rempel, 1998). Σε αυτήν την περίπτωση, ο αντίκτυπος της κάμψης των δαχτύλων είναι πολύ μικρότερος. Σε γενικές γραμμές, όταν οι κινήσεις του καρπού τόσο σε επίπεδο κάμψης – έκτασης όσο και ωλένιας – κερκιδικής απόκλισης, επαναλαμβάνονται συνεχώς, η αύξηση στην ενδοκαναλική πίεση είναι πολύ έντονη (Seradge, Jia & Owens, 1995).

Μία από τις πρώτες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν όσον αφορά τη μυϊκή δραστηριότητα κατά την πληκτρολόγηση, είναι αυτή του Lunderbold (1951), στην οποία παρατήρησαν ότι όσο αυξάνεται ο πρηνισμός του αντιβραχίου τόσο αυξάνεται και η μυϊκή δραστηριότητα. Αρκετά χρόνια αργότερα οι Zipp et al (1983)

επιβεβαίωσαν τα αποτελέσματα αυτά και πρόσθεσαν ότι η ωλένια απόκλιση και η κάμψη του καρπού προκαλούν μεγαλύτερο στατικό φορτίο στους μύες του αντιβραχίου. Ένας τρόπος που πρότειναν για να μειωθεί το φορτίο στους μύες του αντιβραχίου είναι να διαχωριστεί το πληκτρολόγιο σε δύο τμήματα με άνοιγμα μεταξύ τους μόλις 13°. Επίσης, οι ίδιοι παρατήρησαν ότι μεγαλύτερη βελτίωση θα σημειωθεί εάν προσθέσουμε και 30° πλάγιας κλίσης στα δύο τμήματα του πληκτρολογίου. Το 1972, ο Kroemer χρησιμοποίησε τα αποτελέσματα των δύο προηγούμενων ερευνών και υπέδειξε ότι η σωστή τοποθέτηση των χεριών είναι όσο το δυνατό πιο οριζόντια και με τη λιγότερη δυνατή ωλένια απόκλιση.

Οι Fernström, Ericson και Malke (1994) χρησιμοποίησαν ηλεκτρομυογράφημα για να αξιολογήσουν διάφορα σχέδια εναλλακτικών πληκτρολογίων. Συγκεκριμένα, κατέγραψαν τη δραστηριότητα των καμπτήρων και εκτεινόντων των δαχτύλων, του ωλένιου εκτεινόντα του καρπού, του τραπεζοειδή (αμφοτερόπλευρα) και των εκτεινόντων της σπονδυλικής στήλης. Για τις ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν μηχανικά πληκτρολόγια, ηλεκτρομηχανικά, ηλεκτρονικά και ένα κλασικό πληκτρολόγιο H/Y χωρισμένο σε δύο τμήματα με κάθετη κλίση μεταξύ τους 20° μοιρών. Εξαιτίας της μεγάλης δύναμης ενεργοποίησης των πλήκτρων στη μηχανική συσκευή, οι τάσεις που ασκούσαν στους μύες του αντιβραχίου και των δαχτύλων ήταν πολύ μεγαλύτερες από ότι στα υπόλοιπα πληκτρολόγια. Πέρα από τη μηχανική συσκευή, μεταξύ των τριών άλλων, δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μυική δραστηριότητα. Επίσης, όσον αφορά το πληκτρολόγιο του H/Y δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μυική δραστηριότητα λόγω της κάθετης γωνίας κλίσης είτε με τη χρήση ή μη υποστηρίγματος για τον καρπό, αλλά όταν συγκρίθηκε με την ηλεκτρονική γραφομηχανή το φορτίο των εκτεινόντων μυών ήταν πολύ μειωμένο.

Σε μία άλλη έρευνα (Thompson et al, 1990) πραγματοποιήθηκαν ηλεκτρομυογραφικές μετρήσεις σε 4 μυικές ομάδες στο αντιβράχιο, χρησιμοποιώντας 4 διαφορετικούς τύπους πληκτρολογίων. Η μέση γωνία ανοίγματος μεταξύ των δύο τμημάτων του πληκτρολογίου που προτιμήθηκε από τους συμμετέχοντες ήταν 18°. Η μείωση στη μυική δραστηριότητα παρατηρήθηκε στην περίπτωση που το πληκτρολόγιο είχε αυτή τη γωνία ανοίγματος, ενώ ακόμα μεγαλύτερη μείωση

παρατηρήθηκε όταν το κάθε τμήμα του πληκτρολογίου είχε πλάγια κλίση, με μεγαλύτερο πλεονέκτημα, να το έχει η πλάγια κλίση της τάξης των 60°.

Η Rose (1991) πραγματοποίησε έρευνα στην οποία εξέτασε τη θέση της άκρας χείρας σε σχέση με το πληκτρολόγιο. Από τα ευρήματα της έρευνας αυτής έγινε σαφές ότι καθόλη τη διάρκεια της πληκτρολόγησης τα δάχτυλα είναι σε διαρκή τάση, εκτεινόμενα στο ανατομικό τους όριο. Μετά από μία σειρά πειραμάτων, κατέληξε ότι η ηλεκτρομυκική δραστηριότητα είναι μεγαλύτερη όταν τα δάχτυλα δεν μπορούν να ξεκουραστούν πάνω στα πλήκτρα, είτε λόγω της ανεπαρκούς δύναμης ενεργοποίησης των πλήκτρων ή λόγω της εσκεμμένης έκτασής τους ώστε να συγκρατούν το βάρος τους.

Τέλος, οι Gilad και Harel (2000) εξέτασαν την επίδραση που έχουν 4 διαφορετικοί τύποι πληκτρολογίου, ένα κλασικό πληκτρολόγιο και 3 νέοι τύποι πληκτρολογίων με χαρακτηριστικές γωνίες κλίσης, σε 4 μυικές ομάδες του αντιβραχίου και του ώμου (ωλένιος καμπτήρας του καρπού, ωλένιος εκτείνοντας του καρπού, δελτοειδής και τραπεζοειδής). Σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνας αυτής, τα εναλλακτικά πληκτρολόγια υπερτερούν του κλασικού σχεδίου ως προς τη μείωση της δραστηριότητας του ωλένιου καμπτήρα, του ωλένιου εκτείνοντα του καρπού και του δελτοειδή.

## **1.7. Τύποι πληκτρολογίων**

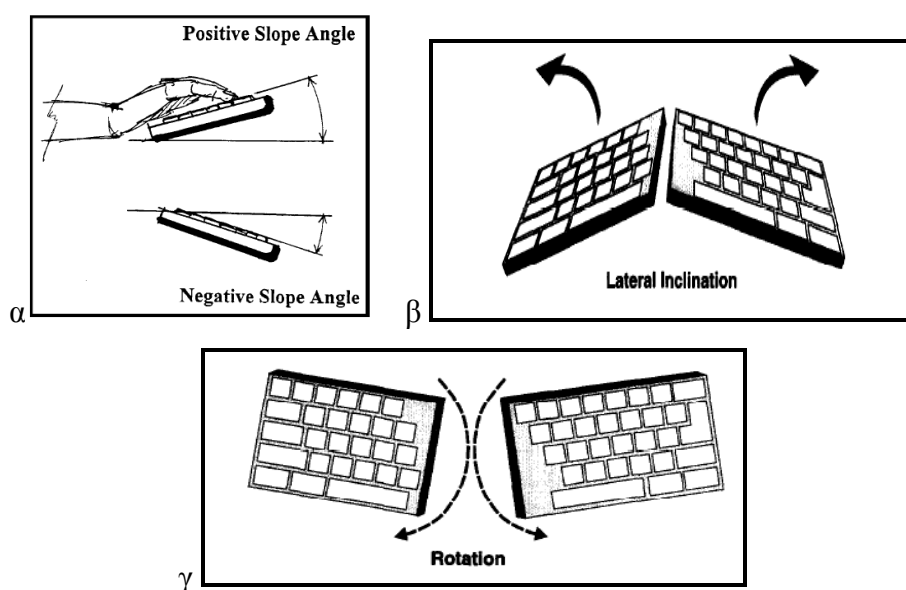
### **1.7.1. Κλασικό πληκτρολόγιο**

Το περισσότερο γνωστό πληκτρολόγιο είναι το QWERTY, το οποίο χρονολογείται πάνω από 100 χρόνων και έχει πάρει το όνομά του από τη σειρά των γραμμάτων στην πρώτη σειρά (από αριστερά προς τα δεξιά). Το 1873, οι αδερφοί Sholes εισήγαγαν την πρώτη γραφομηχανή με αυτή τη διάταξη των πλήκτρων, η οποία έγινε γνωστή με το όνομα Sholes ή QWERTY (Hobday, 1988). Ουσιαστικά, το σχέδιο της κλασικής γραφομηχανής ενσωματώθηκε στην ογκώδη συσκευή εισόδου των πρώτων υπολογιστών και ελάχιστα έχει τροποποιηθεί μέχρι σήμερα που έχει πάρει την τελική του ηλεκτρονική μορφή, με σχετικά χαμηλή δύναμη ενεργοποίησης των 104 πλήκτρων (Gerard et al, 1994). Όταν κάποιος κοιτάει για πρώτη φορά τη διάταξη των πλήκτρων σε ένα πληκτρολόγιο μπορεί να αναρωτηθεί για ποιο λόγο έχουν αυτή την αυθαίρετη τοποθέτηση, η οποία δεν ακολουθεί κάποια αλφαριθμητική λογική, ούτε



βασίζεται σε εργονομικά κριτήρια αλλά ούτε έχει γίνει σύμφωνα με τη συχνότητα χρήσης των πλήκτρων (Eggers et al, 2003). Αντίθετα, το πληκτρολόγιο διαμορφώθηκε έτσι ώστε να επιβραδύνει τους χρήστες για να μην «κολλάνε» τα πλήκτρα. Αρχικά σχεδιάστηκε μόνο με αγγλικούς χαρακτήρες και στη συνέχεια τροποποιήθηκε ελάχιστα ώστε να υποστηρίζει γαλλικούς και γερμανικούς.

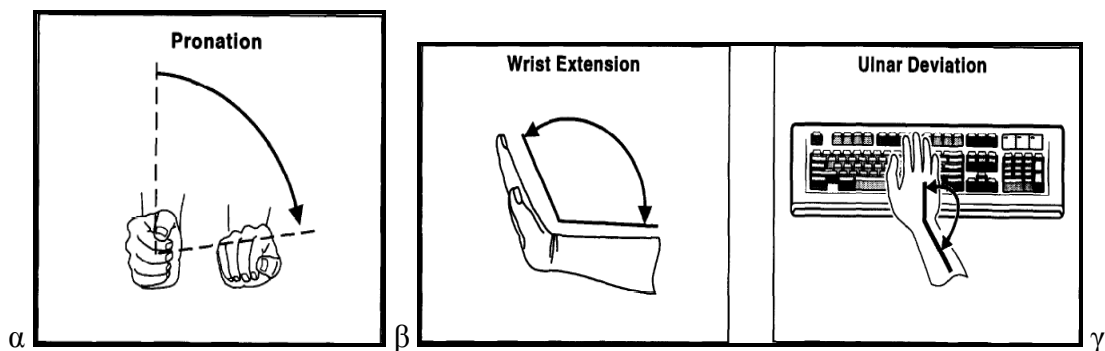
Το QWERTY έχει μία γωνία slant (η γωνία μεταξύ των δύο τμημάτων των πλήκτρων όταν μετρούνται στο οριζόντιο επίπεδο) ίση με  $0^\circ$ , μία γωνία slope (η κλίση του πληκτρολογίου στο οβελιαίο επίπεδο) που κυμαίνεται από  $0^\circ$  μέχρι  $15^\circ$  και μία γωνία tilt (lateral inclination - πλάγια κλίση των πλήκτρων) ίση με  $0^\circ$  (Marklin, Simoneau & Monroe, 1999). Αυτό το ανάρμοστο σχέδιο μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι είχε αρχικά σχεδιαστεί για μηχανικές γραφομηχανές. Στην εικόνα 1.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές γωνίες του πληκτρολογίου.



**Εικόνα 1.1** Χαρακτηριστικές γωνίες πληκτρολογίων (α. Κλίση ως προς το Οριζόντιο επίπεδο, β. Πλάγια Κλίση, γ. Άξονας Στροφής) (Swanson et al, 1997)

Όταν χρησιμοποιείται το QWERTY, τα δύο αντιβράχια βρίσκονται σε πρηνισμό και οι καρποί σε ωλένια απόκλιση (Simoneau, Marklin & Monroe, 1999; Hedge & Powers, 1995; Marklin & Simoneau, 2001; Liao & Drury, 2000; Visser et al, 2000; Marklin et al, 1999; Smith et al, 1998). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των Zipp et al (1983) η χρήση του κλασικού πληκτρολογίου αναγκάζει τον καρπό να είναι σε θέση

μεγαλύτερη από 20° ωλένιας απόκλισης, ανάλογα με τη θέση του χρήστη στην καρέκλα και τα ανθρωπομετρικά του χαρακτηριστικά. Οι Simoneau Marklin και Monroe (1999) παρατήρησαν ότι και μεταξύ των δύο χεριών υπάρχουν διαφορές. Έτσι, ο πρηνισμός και στα δύο αντιβράχια κυμαίνεται μεταξύ 69° και 79°, με το δεξί αντιβράχιο να βρίσκεται σε πολύ μεγαλύτερο πρηνισμό από ότι το αριστερό (65.6° ± 8.3° και 62.2° ± 10.6°, αντιστοίχως). Επίσης, η ωλένια απόκλιση στο αριστερό χέρι ήταν πολύ μεγαλύτερη από ότι στο δεξί (15.0° ± 7.7° και 10.1° ± 7.2°, αντιστοίχως) και, τέλος, η έκταση στο αριστερό χέρι ήταν πολύ μεγαλύτερη από ότι στο δεξί (21.2° ± 8.8° και 17.0° ± 7.4°, αντιστοίχως). Οι διαφορές στις θέσεις προκύπτουν από την αλφαβητική και την αριθμητική διαταξή των πλήκτρων, αλλά και την τοποθέτηση των ειδικών πλήκτρων (CapsLock, Tab, Shift) για το αριστερό χέρι (Marklin & Simoneau, 2001). Άλλος ένας λόγος για τις διαφορές αυτές είναι ότι το 58% των γραμμάτων που πληκτρολογούνται σε ένα αγγλικό κείμενο πραγματοποιείται από το αριστερό χέρι.



**Εικόνα 1.2** Θέσεις του αντιβραχίου και της άρθρωσης του καρπού (α. Πρηνισμός του αντιβραχίου, β. Έκταση του καρπού, γ. Ωλένια απόκλιση του καρπού) (Swanson et al, 1997)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας των Serina, Tal και Rempel (1999), τα άτομα που χρησιμοποιούν ένα κλασικό μοντέλο υπολογιστή έχουν την τάση να κρατούν τον καρπό τους σε πολύ μεγαλύτερη έκταση από τη γωνία slope. Η ANSI/HFS (1988) αναφέρει: «η έκταση του καρπού πάνω από 15° μπορεί να αυξήσει την πίεση μέσα στον καρπιαίο σωλήνα, γεγονός που συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη ΣΚΣ. Συνεπώς, συστήνονται οι γωνίες κλίσης των πληκτρολογίων να είναι τέτοιες ώστε να εξαλείφουν την έκταση ή έστω να την περιορίζουν από 0° έως 15°». Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα αυτή ο μέσος όρος της έκτασης του καρπού για το αριστερό και το δεξί χέρι ήταν αντίστοιχα 23.4° και 19.9°. Η πλειοψηφία των

συμμετεχόντων πληκτρολογούσε με τον καρπό σε θέση έκτασης  $>15^\circ$ , ενώ αρκετοί ήταν και αυτοί που πληκτρολογούσαν με τον καρπό τους να υπερβαίνει τις  $30^\circ$  έκτασης. Η διατήρηση του καρπού σε αυτές τις ακραίες θέσεις προκαλεί αύξηση στην ενδοκαναλική πίεση (Weiss et al, 1995) αύξηση της δραστηριότητας των μυών του καρπού και των εκτεινόντων των δαχτύλων (Rose, 1991), ενώ έχει ήδη ενοχοποιηθεί για την εμφάνιση μυοσκελετικών διαταραχών σε προηγούμενες επιδημιολογικές μελέτες (Duncan & Ferguson, 1974; De Krom et al, 1990; Faucett & Rempel, 1994). Επίσης, οι Serina, Tal και Rempel (1999) παρατήρησαν ότι όταν χρησιμοποιείται ένα τυπικό QWERTY πληκτρολόγιο με αλφαριθμητικούς χαρακτήρες σε ένα γραφείο που προσαρμόζεται στο χρήστη, ο καρπός βρίσκεται σε έκταση πάνω από  $15^\circ$ , στο 76% του χρόνου για το αριστερό χέρι και στο 73% του χρόνου για το δεξί, ενώ για κάποιο χρονικό διάστημα η έκταση μπορεί να ξεπεράσει και τις  $30^\circ$ .

Συνοπτικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα μειονεκτήματα του QWERTY συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα.

QWERTY layout keyboard
1. Ωλένια απόκλιση του καρπού
2. Μεγάλη έκταση στον καρπό
3. Πρηνισμός του αντιβραχίου
4. Σταθερό σχέδιο πληκτρολογίου
5. Τέντωμα δαχτύλων
6. Μεγάλη κάμψη δαχτύλων
7. Μεγάλη μετακίνηση τενόντων
8. Μεγάλη κόπωση σε ολόκληρο το άνω άκρο

**Πίνακας 1.1** Μειονεκτήματα του κλασικού πληκτρολογίου

### 1.7.2 Εναλλακτικά πληκτρολόγια

Λόγω όλων των προβλημάτων που αναφέρθηκαν προηγουμένα η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα, αλλά και οι εταιρίες κατασκευής πληκτρολογίων έχουν επιστήσει την προσοχή τους στη δημιουργία νέων σχεδίων πληκτρολογίων, τα οποία έχουν σκοπό να αποσυμφορήσουν τις εμπλεκόμενες σωματικές δομές, να βελτιώσουν τις θέσεις των χρηστών και συνολικά την άνεσή τους. Τα νέα αυτά πληκτρολόγια καλούνται εναλλακτικά ή εργονομικά πληκτρολόγια. Οι περισσότερες έρευνες έχουν στρέψει την προσοχή τους στην τροποποίηση του κλασικού μοντέλου (QWERTY), κάνοντάς το πιο ευπροσάρμοστο στις ανάγκες του κάθε χρήστη, ενώ παράλληλα κρατούν ακέραια τη διάταξη των πλήκτρων. Αυτό καθιστά πιο εύκολη την αλλαγή σε έναν καινούριο τύπο πληκτρολογίου, αφού δεν χρειάζεται να μάθουν καινούριο τρόπο δαχτυλογράφησης.

Στο παρελθόν έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για να αλλάξει το αρχικό σχέδιο του QWERTY. Οι πιο πολυσυζητημένες εναλλακτικές συσκευές είναι του Dvorak (1943), του Kroemer (1972) και του Hobday (1988), αλλά λόγω της καμπύλης μάθησης που σχετίζεται με την αλλαγή της συσκευής και της σχετικά μέτριας βελτίωσης στην ταχύτητα και την ακρίβεια της γραφής, τα σχέδια αυτά δεν έχουν ευρεία ανταπόκριση από το κοινό (Hobday, 1988).

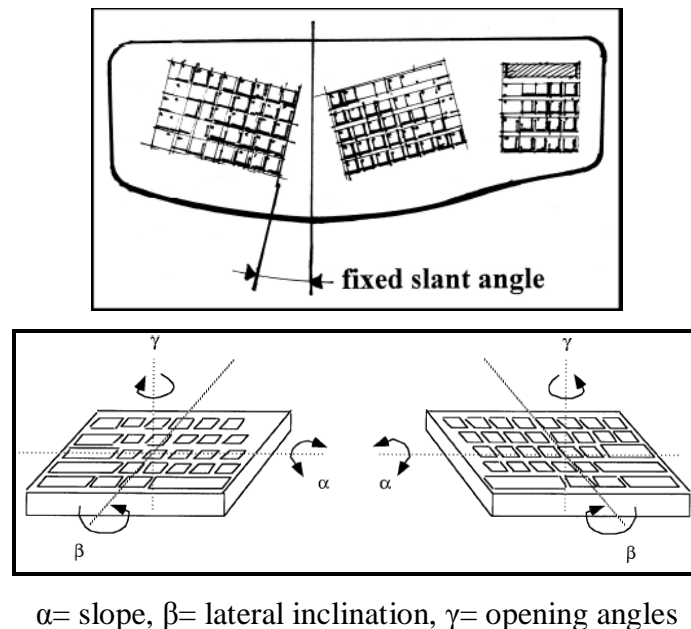
Οι Norman και Fisher (1982) κατέληξαν σε τρία συμπεράσματα όσον αφορά τα χαρακτηριστικά που θα έπρεπε να έχει ένα εργονομικό πληκτρολόγιο. Αρχικά, θα πρέπει να διαχωρίζεται σε δύο μέρη, ένα για το κάθε χέρι, και τα πλήκτρα θα πρέπει να αντικατοπτρίζονται στις δύο πλευρές. Επίσης, θα πρέπει τα δύο μέρη του πληκτρολογίου να είναι σε απόσταση το ένα από το άλλο. Τέλος, το νέο πληκτρολόγιο θα πρέπει να έχει λιγότερα πλήκτρα. Οι αλλαγές στα σχέδια του πληκτρολογίου επηρεάζουν τις θέσεις των χεριών των χρηστών αλλά και την ταχύτητά τους. Προηγουμένα αναφέρθηκε ότι σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του ΣΚΣ παίζει και η μετακίνηση των τενόντων (Nelson, Treaster & Marras, 2000), όπως επίσης, ότι η χαλαρή θέση του καρπού περιλαμβάνει μία ελαφριά θέση κάμψης στις εγγύς ΜΚΦ αρθρώσεις (Dvir, 1997) και ελαφριά έκταση του καρπού (Loslever & Ranavivosoa, 1993). Όταν, λοιπόν, κατασκευάζονται νέα πληκτρολόγια με εργονομικές προδιαγραφές, όλοι οι παραπάνω παράγοντες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

Οι Roberts και Rahbari (1986) πρότειναν ένα καινοτόμο πληκτρολόγιο, το CIPHERWRITER, το οποίο έχει τα μισά πλήκτρα από το QWERTY και έχει δύο κύριους σκοπούς: να μειώσει στο ελάχιστο τις κινήσεις του χεριού και να εξαλείψει το ψάξιμο των πλήκτρων από το χρήστη. Το σύστημα εφαρμόστηκε αρχικά σε γλώσσα υπολογιστή Pascal και Basic. Πρόκειται για ένα περιορισμένο σετ λατινικών χαρακτήρων, εκτός από τα γράμματα W και Z, που εμφανίζεται διαρκώς στην οθόνη του Η/Υ. Τα γράμματα είναι τοποθετημένα σε τρεις συνεχόμενες σειρές από 8 γράμματα στην κάθε μία, με τρία διαστήματα μεταξύ του τέταρτου και πέμπτου στοιχείου στην κάθε σειρά, οπότε σχηματίζονται δύο ανεξάρτητα τμήματα. Ο χώρος που σχηματίζεται μεταξύ των δύο τμημάτων προορίζεται για τον κέρσορα. Με αυτόν τον τύπο πληκτρολογίου χρησιμοποιούνται μόνο 4 δάχτυλα από το κάθε χέρι. Σύμφωνα με τους ερευνητές τα πλεονεκτήματα αυτού του πληκτρολογίου είναι το χαμηλό κόστος αγοράς, η ευκολία χρήσης του από άτομα με ειδικές ικανότητες, η γρήγορη εκμάθηση του τρόπου λειτουργίας του, και τέλος ότι μπορεί να λειτουργήσει μόνο με το ένα χέρι ή με ένα χειριστήριο.

Ένας ακόμα εναλλακτικός τύπος πληκτρολογίου είναι ο τύπος «πυραμίδας». Το πληκτρολόγιο αυτό αποτελείται από 3 ξεχωριστά πληκτρολόγια, τα οποία σχηματίζουν μεταξύ τους μία πυραμίδα. Ένα μπροστινό τμήμα, ένα δεξί και ένα αριστερό. Τα δύο τελευταία είναι τοποθετημένα μεταξύ τους σε γωνία 45°, πάνω σε ένα τρίποδο, τα οποία συναντιούνται στην κορυφή και το τελευταίο κομμάτι τοποθετείται μπροστά και ολοκληρώνεται το σχέδιο. Τα τρία αυτά τμήματα προσαρμόζονται στις ανάγκες του χρήστη, όπως επίσης υπάρχουν προσαρτημένα υποστηρίγματα για τα χέρια. Με τον τρόπο αυτό οι καρποί και τα αντιβράχια βρίσκονται σε ουδέτερη θέση (Danziger, 1996)

Τα διαχωριζόμενα πληκτρολόγια είναι τα πιο ευρέως διαδεδομένα από όλα τα εναλλακτικά πληκτρολόγια και ίσως, τα πιο φτηνά ως προς το κόστος αγοράς τους. Τα πληκτρολόγια αυτά παρουσιάζουν τρεις χαρακτηριστικές γωνίες. Τη γωνία κλίσης σε κάθετο επίπεδο (slope), η οποία είναι η γωνία που σχηματίζουν τα πλήκτρα ως προς το κάθετο επίπεδο και μπορεί να είναι θετική (πάνω από το οριζόντιο επίπεδο), αρνητική (κάτω από το οριζόντιο επίπεδο) ή μηδενική. Τη γωνία οριζόντιας κλίσης (slant), η οποία είναι το μισό του οριζόντιου ανοίγματος ενός διαχωριζόμενου πληκτρολογίου. Τέλος, η γωνία που σχηματίζει το κάθε μισό τμήμα του

πληκτρολογίου με το κάθετο επίπεδο (tilt). Η πρώτη γωνία μπορεί να υφίσταται χωρίς να διαχωρίζεται το πληκτρολόγιο σε δύο μέρη, ενώ οι άλλες δύο γωνίες παρατηρούνται μόνο στα διαχωριζόμενα πληκτρολόγια (Marklin & Simoneau, 2004). Στην περίπτωση που το πληκτρολόγιο δεν είναι προσαρμόσιμο, οι γωνίες είναι σταθερές και πιο συγκεκριμένα, η γωνία slant είναι περίπου  $12.5^\circ$  (με συνολικό άνοιγμα μεταξύ των δύο τμημάτων  $25^\circ$ ). Όταν το πληκτρολόγιο είναι προσαρμόσιμο η γωνία slant κυμαίνεται από  $0^\circ$  (όπως είναι στο κλασικό QWERTY) έως  $22.5^\circ$  (με συνολικό άνοιγμα μεταξύ των δύο τμημάτων  $45^\circ$ ). Τα περισσότερα εναλλακτικά πληκτρολόγια που κυκλοφορούν στην αγορά δεν είναι προσαρμόσιμα και έχουν γωνία slant  $12.5^\circ$ , slope  $6^\circ$  και tilt  $7^\circ$ . Υπάρχουν όμως και άλλα που μπορούν να προσαρμοστούν σε ένα ή περισσότερα επίπεδα, αυξάνοντας έτσι τις επιλογές του χρήστη.



**Εικόνα 1.3** Χαρακτηριστικές γωνίες των διαχωριζόμενων πληκτρολογίων (Marklin and Simoneau, 2004; Rempel, 2008)

Τα πληκτρολόγια αυτά δημιουργήθηκαν με σκοπό να μειώσουν την επίπτωση των μυοσκελετικών παθήσεων στους χρήστες, αφού τοποθετούν τον καρπό και το αντιβράχιο σε πιο ουδέτερες θέσεις, σε αντίθεση με το QWERTY. Οι κατασκευαστές των νέων αυτών σχεδίων υποστηρίζουν ότι η γωνία slant μειώνει την ωλένια απόκλιση του καρπού, η γωνία slope μειώνει την έκταση του καρπού, ενώ η γωνία tilt μειώνει τον πρηνισμό του αντιβραχίου (Marklin & Simoneau, 2004).

Πολλές έρευνες στο παρελθόν έχουν πραγματοποιήσει συγκριτικές μελέτες μεταξύ των νέων τύπων πληκτρολογίων και του κλασικού QWERTY, με σκοπό να μελετήσουν διάφορα χαρακτηριστικά και ιδιότητές τους (Smith et al, 1998; Marklin, Simoneau & Monroe, 1999; Lincoln et al, 2000; Hedge & Powers, 1995; Harvey & Peper, 1997; Marklin & Simoneau, 2001).

Σε μία συγκριτική μελέτη μεταξύ των διαχωριζόμενων πληκτρολογίων και του κλασικού μοντέλου (Smith et al, 1998) παρατηρήθηκε ότι με τη χρήση των διαχωριζόμενων πληκτρολογίων ολόκληρο το άνω άκρο διατηρείται σε πιο ουδέτερες θέσεις από ότι συμβαίνει κατά τη χρήση του QWERTY, ενώ πιο εντοπισμένα παρατηρήθηκε ότι μειώθηκε τόσο στο δεξί όσο και στο αριστερό χέρι η ωλένια απόκλιση του καρπού και ο πρηνισμός του αντιβραχίου. Όπως έχει αναφερθεί προηγούμενα, όταν ο καρπός είναι σε ουδέτερη θέση, οι δυνάμεις που ασκούνται σε όλους τους εμπλεκόμενους ιστούς είναι πολύ μειωμένες (Armstrong & Chaffin, 1979; Armstrong et al, 1984; Marklin, Simoneau & Monroe, 1999).

Με τη χρησιμοποίηση των διαχωριζόμενων πληκτρολογίων, οι Marklin και Simoneau (2001) απέδειξαν ότι η ωλένια απόκλιση του καρπού κυμαινόταν μεταξύ 7.0° και 8.5° για το αριστερό χέρι και μεταξύ 2.7° και 5.0° για το δεξί χέρι στα διαχωριζόμενα πληκτρολόγια, ενώ στο κλασικό μοντέλο οι αντίστοιχες αποκλίσεις κυμαινόταν μεταξύ 15° και 30° και για τα δύο χέρια. Αυτά τα ευρήματα υποστηρίζουν την άποψη ότι όταν ένα πληκτρολόγιο προσαρμόζεται ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε χρήστη, μπορεί να μειώσει μέχρι και 10° την ωλένια απόκλιση, άρα και να μειώσει την πίεση μέσα στο κανάλι. Άλλο ένα πλεονέκτημα των διαχωριζόμενων πληκτρολογίων, όπως αναφέρουν οι Treaster και Marras (2000), είναι η μείωση της μετακίνησης των τενόντων σε τέτοιο βαθμό ώστε να επιβραδύνεται η διαδικασία πάχυνσης των ελύτρων σε πολύ μεγάλο ποσοστό.

Δύο πληκτρολόγια που σχεδιάστηκαν για να διατηρούν τον καρπό σε ουδέτερη θέση είναι το TONY και το OPEN. Το TONY έχει τη διάταξη των πλήκτρων του QWERTY, αλλά είναι χωρισμένο σε δύο μισά, έχει μία πλάγια κλίση και τα αριθμητικά πλήκτρα βρίσκονται σε ξεχωριστό τμήμα. Το OPEN έχει δύο μισά που σχηματίζουν γωνία 15° μεταξύ τους και μία πλάγια κλίση 42° (Zecevic, Miller & Harburn, 2000). Και τα δύο αυτά σχέδια μειώνουν τον πρηνισμό και επιτρέπουν σε

ολόκληρο το άνω άκρο να είναι σε πιο ουδέτερη και χαλαρή θέση (Smith et al, 1998; Zecevic, Miller & Harburn, 2000). Οι Zecevic, Miller και Harburn (2000) έκαναν σύγκριση μεταξύ τριών πληκτρολογίων, του OPEN, του κλασικού QWERTY και ενός FIXED (με σταθερή γωνία μεταξύ των δύο μισών) και βρήκαν ότι το τελευταίο επιτρέπει τη διατήρηση πιο ουδέτερων θέσεων του καρπού και ότι είναι η πιο καλή επιλογή για τη πρόληψη του ΣΚΣ.

Άλλο ένα εναλλακτικό σχέδιο πληκτρολογίου πρότειναν οι Van Galen, Liesker και De Haan (2007). Το πληκτρολόγιο αυτό διέθετε 2 μισά τμήματα, τοποθετημένα στο κάθετο επίπεδο με γωνία 96° μεταξύ τους, ενώ τα πλήκτρα είχαν την κατανομή QWERTY. Επίσης, τα δύο μισά είχαν κλίση προς τα κάτω, περίπου 5°, για να επιτρέπει τη βέλτιστη χρήση των πλήκτρων. Επίσης, για τη μεγαλύτερη άνεση των χρηστών, είχε και δύο υποστηρίγματα του καρπού, τα οποία ήταν προεκτάσεις των δύο τμημάτων του πληκτρολογίου, ήταν φτιαγμένα από μαλακό υλικό και επέτρεπαν πλήρη κίνηση του καρπού και του αντιβραχίου.

#### **1.7.2.1. Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα των εναλλακτικών πληκτρολογίων**

Σύμφωνα με τους υποστηρικτές των νέων εργονομικών πληκτρολογίων τα οφέλη που μπορούν να αποκομίσουν οι χρήστες από τη χρήση τους είναι η μείωση της ωλένιας απόκλισης του καρπού, η μείωση της έκτασης του καρπού και η μείωση του πρηνισμού του αντιβραχίου με την συνεπακόλουθη μείωση στη μυική δύναμη, στα φορτία των τενόντων και την πίεση των νευρικών δομών (Rempel et al, 1999). Άλλα πλεονεκτήματα είναι η γρήγορη προσαρμογή των χρηστών και η ευκολία στη χρήση τους, ενώ ταυτόχρονα διατηρείται αμείωτη η ταχύτητα πληκτρολόγησης και η απόδοση των χρηστών (Zecevic, Miller & Harburn, 2000; Smith et al, 1998; Marklin & Simoneau, 2001; Marklin, Simoneau & Monroe, 1999; Hedge & Powers, 1995). Τέλος, σημαντικά οφέλη μπορούν να προσκομίσουν οι χρήστες των εναλλακτικών πληκτρολογίων από την πολύ μεγάλη ποικιλία σχεδίων, έτσι, ώστε ο κάθε ένας να μπορεί να επιλέξει τις διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά του πληκτρολογίου που προσαρμόζονται στις σωματικές του διαστάσεις και απαιτήσεις (Faragasanu & Kumar, 2003).

Από την άλλη πλευρά, όμως, υπάρχει και ο αντίλογος ορισμένων ερευνών, που υποστηρίζουν ότι μία νέα διάταξη των πλήκτρων μπορεί να δυσχαιρένει τους



χρήστες, παρά να τους διευκολύνει (Norman & Fisher, 1982). Επιπλέον, πολλές έρευνες που αξιολόγησαν τα νέα σχέδια πληκτρολογίων όσον αφορά την αποτελεσματικότητα αυτών για την πρόληψη μυοσκελετικών διαταραχών δεν κατάφεραν να καταλήξουν σε επαρκή στοιχεία που να αποδεικνύουν τη σχέση αυτή (Baker et al, 2007; Baker & Cidboy, 2006). Ένα ακόμα μειονέκτημα των νέων πληκτρολογίων, που εμποδίζει την ευρεία αποδοχή τους, είναι το ακριβό κόστος αγοράς (Amell & Kumar, 1999). Τέλος, στην έρευνα των Rempel et al (2007), στην οποία εξετάστηκαν 6 τύποι εναλλακτικών πληκτρολογίων δε βρέθηκε σημαντική αύξηση στην απόδοση και την ταχύτητα των χρηστών σε σχέση με το κλασικό πληκτρολόγιο.

## **1.8. ΣΚΟΠΟΣ**

Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση σκοπός ήταν να προσδιοριστούν τα εναλλακτικού τύπου πληκτρολόγια, τα οποία έχουν αξιολογηθεί σε τυχαιοποιημένες μελέτες. Επιπλέον, έγινε προσπάθεια να μελετηθεί κατά πόσο υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να υποστηρίζουν τη χρήση των πληκτρολογίων αυτών ως μέσο βελτίωσης των θέσεων του καρπού και του αντιβραχίου, της μυικής δραστηριότητας των μυών της περιοχής και ως μέσο πρόληψης των μυοσκελετικών διαταραχών στις αντίστοιχες περιοχές. Τέλος, εξετάστηκαν οι υποκειμενικές προτιμήσεις των χρηστών στις τυχαιοποιημένες μελέτες στις οποίες αξιολογήθηκαν τα συγκεκριμένα πληκτρολόγια.

# **Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>**

## **ΜΕΘΟΔΟΣ**

## **2. Μεθοδολογία έρευνας συστηματικής ανασκόπησης**

### **2.1. Στρατηγική ανασκόπησης – Αλγόριθμος αναζήτησης**

Πραγματοποιήθηκε εκτενής έρευνα στις βάσεις δεδομένων Pubmed, Scopus, PEDro, Heal Link, Google Scholar το διάστημα Οκτώβριος – Δεκέμβριος 2010. Η τελευταία αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στις 8 Δεκεμβρίου 2010. Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση ήταν: *keyboard AND ("Clinical Trials as Topic"[Mesh] OR "randomized controlled trial"[pt] OR "controlled clinical trial"[pt] OR randomized[tiab] OR placebo[tiab] OR randomly[tiab] OR trial[tiab])*, ενώ στη συνέχεια για να καλυφθεί μεγαλύτερο εύρος αναζήτησης χρησιμοποιήθηκε ένας πιο γενικός αλγόριθμος: *(keyboards OR keyboard) AND ("Clinical Trials as Topic"[Mesh] OR "randomized controlled trial"[pt] OR "controlled clinical trial"[pt] OR randomized OR placebo[tiab] OR randomly OR trial[tiab] OR group OR groups)*.

Επίσης, έγινε αναζήτηση και στη βιβλιογραφία των μελετών που ανακτήθηκαν σε πλήρες κείμενο.

### **2.2 Μέθοδος επιλογής των ερευνών**

#### **2.2.1. Κριτήρια αποδοχής**

Δύο ανεξάρτητοι ερευνητές συμμετείχαν στη διαδικασία της επιλογής των πρωτογενών μελετών. Για την τελική επιλογή των μελετών οι ερευνητές ακολούθησαν τρία βήματα. Στο πρώτο βήμα, τα κριτήρια επιλογής τέθηκαν για τους τίτλους των άρθρων. Στη συνέχεια, τα άρθρα που επιλέχθηκαν, ελέγχθηκαν με βάση τις περιλήψεις τους. Τα άρθρα που θεωρήθηκαν επιλέξιμα από τον τίτλο και την περίληψη, αναχτήθηκαν σε πλήρες κείμενο. Ο πρώτος ερευνητής (FP) έλεγξε τις περιλήψεις και το πλήρες κείμενο των άρθρων όσον αφορά την πλήρωση των κριτηρίων επιλογής, ενώ ο δεύτερος ερευνητής (AT) επιβεβαίωσε την επιλογή αυτή. Επίσης, πραγματοποιήθηκε έρευνα και από τις αναφορές των άρθρων που αναχτήθηκαν από το πλήρες κείμενο. Οποιοσδήποτε αποκλίσεις προέκυψαν επιλύθηκαν με κοινή συναίνεση των δύο ερευνητών.

Όλες οι έρευνες που επιλέχθηκαν για τη συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση έπρεπε να πληρούν τα εξής κριτήρια επιλογής:

Είδος μελέτης: Αποδεκτές έγιναν όσες μελέτες ήταν τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες παράλληλου ή διασταυρούμενου σχεδιασμού (parallel - crossover design).

Πληθυσμός μελέτης: Αποδεκτές έγιναν οι μελέτες αυτές που είχαν ως συμμετέχοντες υγιείς ανθρώπους χωρίς συγκεκριμένες αναπηρίες (για παράδειγμα άτομα με ειδικές ανάγκες).

Μέγεθος δείγματος: Απόδεκτές έγιναν οι μελέτες στις οποίες ο πληθυσμός της μελέτης ήταν ίσος ή περισσότερος από 5 συμμετέχοντες.

Μέσο παρέμβασης: Ως μέσο παρέμβασης θεωρήθηκαν τα εναλλακτικά πληκτρολόγια. Το πληκτρολόγιο το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην ομάδα παρέμβασης θα έπρεπε να προσδιορίζεται λεπτομερώς, ώστε να μπορεί να καταταχθεί στην κατηγορία των εναλλακτικών πληκτρολογίων. Στην ομάδα ελέγχου δεχτήκαμε για να γίνει σύγκριση ένα κλασικό πληκτρολόγιο. Κατά την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δεν βρέθηκαν τυχαιοποιημένες μελέτες που να συνέκριναν δύο διαφορετικά σχέδια εναλλακτικών πληκτρολογίων.

Μέτρηση έκβασης: Όσον αφορά τα αποτελέσματα που θεωρήσαμε επιλέξιμα αφορούν τις γωνίες πρηνισμού του αντιβραχίου, έκτασης του καρπού, ωλένιας απόκλισης του καρπού και το μυικό φορτίο. Όσον αφορά τα αποτελέσματα που αφορούν τις μυοσκελετικές διαταραχές στο χέρι και τον καρπό αφορούν την επίδραση των εναλλακτικών πληκτρολογίων στα συμπτώματα, τα κλινικά ευρήματα και τη λειτουργικότητα των συμμετεχόντων. Τέλος, συμπεριλήφθηκαν έρευνες που αξιολόγησαν την ταχύτητα και την ακρίβεια πληκτρολόγησης καθώς και την προτίμηση των χρηστών για τα πληκτρολόγια αυτά χρησιμοποιώντας υποκειμενικές κλίμακες αξιολόγησης.

Γλώσσα συγγραφής μελετών: Αποδεκτές έγιναν οι μελέτες που έχουν δημοσιευτεί στην Αγγλική γλώσσα.

### **2.2.2 Κρίτηρα απόρριψης**

Τα κριτήρια απόρριψης ήταν προκαθορισμένα. Οι έρευνες που αποκλείστηκαν ήταν όσες δεν ήταν τυχαιοποιημένες μελέτες, έρευνες χωρίς primary data, σχόλια

συγγραφέων, editorials, οι συστηματικές ανασκοπήσεις και οι μετα - αναλύσεις. Επίσης, απορρίφθηκαν όσες έρευνες συνέκριναν διαφορετικούς τύπους κλασικού πληκτρολογίου, χωρίς να περιλαμβάνεται και κάποιο εναλλακτικό σχέδιο, όπως επίσης και όσες αφορούσαν τη χρήση φορητού υπολογιστή (LAPTOPS). Επίσης, αποκλείστηκαν όσες μελέτες αξιολογούσαν διαφορετικούς τύπους δίσκων πληκτρολογίων (keyboard trays) ή διαφορετικές τοποθετήσεις σφηνών πληκτρολογίων (keyboard wedges), όπως επίσης και έρευνες που έκαναν αναφορά μόνο σε σχέδιο keyswitch design. Οι έρευνες που αξιολόγησαν την επίδραση των εναλλακτικών πληκτρολογίων σε αυχένα και ώμο αποκλείστηκαν από τη μελέτη. Ακόμα, αποκλείστηκαν όσες έρευνες συμπεριέλαβαν ανθρώπους με αναπηρίες ή είχαν δείγμα μικρότερο των 5 ατόμων. Τέλος, απορρίφθηκαν όσες δεν ήταν στην Αγγλική γλώσσα.

### **2.3 Εκτίμηση μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών**

Η εκτίμηση της μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών πραγματοποιήθηκε με το εργαλείο PEDro, το οποίο αποτελείται από κριτήρια αξιολόγησης και διαμορφώθηκε με σκοπό να αξιολογεί τις τυχαίοποιημένες μελέτες που αφορούν θεραπευτικές παρεμβάσεις (Maher et al, 2003). Η μεθοδολογική ποιότητα των ερευνών συνεκτιμάται με βάση την εξωτερική εγκυρότητα, την εσωτερική εγκυρότητα και τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης (Sherrington et al, 2000). Το εργαλείο αυτό αποτελείται από 11 αντικείμενα τα οποία είναι βασισμένα στη λίστα των Verhagen et al (1998) και είναι ίσης βαρύτητας. Η μεθοδολογική ποιότητα των ερευνών παρουσιάζεται με συνολικό σκορ που κυμαίνεται από 0 – 11 βαθμούς. Αν κάθε ένα από αυτά τα αντικείμενα αναφέρεται μέσα στην έρευνα τότε παίρνει ένα βαθμό.

Η εκτίμηση της μεθοδολογικής ποιότητας των 14 ερευνών πραγματοποιήθηκε από 2 ανεξάρτητους ερευνητές και στη συνέχεια συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα των δύο ερευνητών ώστε να διαπιστωθούν τυχόν διαφορές. Όποιες διαφορές λύθηκαν με κοινή συναίνεση. Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας με την κλίμακα PEDro (πίνακας 2.1).

### **PEDro Scale (last modified March, 1999)**

1.	Eligibility criteria were specified groups / Τα κριτήρια επιλεξιμότητας προσδιόρισαν τις ομάδες.
2.	Subjects were randomly allocated to groups / Τα υποκείμενα (συμμετέχοντες) δεσμεύθηκαν τυχαία στις ομάδες.
3.	Allocation was concealed / Η κατανομή έμεινε κρυφή.
4.	Groups were similar at baseline regarding the most important prognostic indicators / Οι ομάδες ήταν παρόμοιες στη βασική γραμμή, σχετικά με τους σημαντικότερους προγνωστικούς δείκτες.
5.	There was blinding of all subjects / Υπήρξε τύφλωση όλων των υποκειμένων (συμμετεχόντων).
6.	There was blinding of all therapists who administered the therapy / Υπήρξε τύφλωση όλων των θεραπόντων που διαχειρίστηκαν τη θεραπεία.
7.	There was blinding of all assessors who measured at least one key outcome / Υπήρξε τύφλωση όλων των αξιολογητών που μέτρησαν τουλάχιστον μια βασική έκβαση.
8.	Measures of at least one key outcome were obtained from more than 85% of the subjects initially allocated to groups / Τα μέτρα τουλάχιστον μιας βασικής έκβασης λήφθηκαν από περισσότερο από 85% των υποκειμένων (συμμετεχόντων) που δεσμεύθηκαν αρχικά στις ομάδες.
9.	All subjects for whom outcome measures were available received the treatment or control condition as allocated or, where this was not the case; data for at least one key outcome was analyzed by "intention to treat" / Σε όλα τα υποκείμενα (συμμετέχοντες) για τα οποία τα μέτρα έκβασης ήταν διαθέσιμα, έλαβαν την θεραπεία ή αποτέλεσαν μέρος της ομάδας ελέγχου, ανάλογα με την ομάδα στην οποία δεσμεύτηκαν ή όπου αυτή δεν ήταν η περίπτωση, αποκλείστηκαν. Τα στοιχεία για τουλάχιστον μια βασική έκβαση αναλύθηκαν από "την πρόθεση να δεχτεί θεραπεία".
10.	The results of between-group statistical comparison are reported for at least one key outcome / Τα αποτελέσματα της στατιστικής σύγκρισης μεταξύ των ομάδων αναφέρονται για τουλάχιστον μια βασική έκβαση.
11.	The study provides both point measures and measures of variability for at least one key outcome / Η μελέτη παρέχει σημειακή μέτρηση και μέτρηση της μεταβλητότητας για τουλάχιστον μια βασική έκβαση.

**Πίνακας 2.1** Κλίμακα PEDro

## 2.4 Εξαγωγή δεδομένων

Η εξαγωγή των δεδομένων έγινε με προκαθορισμένες φόρμες. Τα δεδομένα που εξήχθησαν από τις μελέτες περιελάμβαναν: το όνομα του πρώτου συγγραφέα, το έτος δημοσίευσης, τη χώρα διεξαγωγής της μελέτης, το είδος σχεδιασμού της μελέτης (παράλληλος ή διασταυρούμενος), το μέγεθος του δείγματος ανά ομάδα παρέμβασης, την αναλογία του δείγματος ως προς το αρσενικό φύλο, τη μέση ηλικία ή το εύρος της ηλικίας των συμμετεχόντων (mean (SD) / median (IQR) age or age range), τα ιδιαίτερα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (όπου αυτά αναφέρονται), τον τύπο του εναλλακτικού πληκτρολογίου, τον τύπο του κλασικού πληκτρολογίου, τα πρωτογενή και δευτερογενή αποτελέσματα, καθώς και τα αποτελέσματα (percentage, mean difference with 95% confidence interval). Η ανάλυση των δεδομένων έγινε ποιοτικά, λόγω των διαφορετικών εργαλείων μέτρησης. Ορίστηκε εκ των προτέρων επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το  $p < 0.05$ .

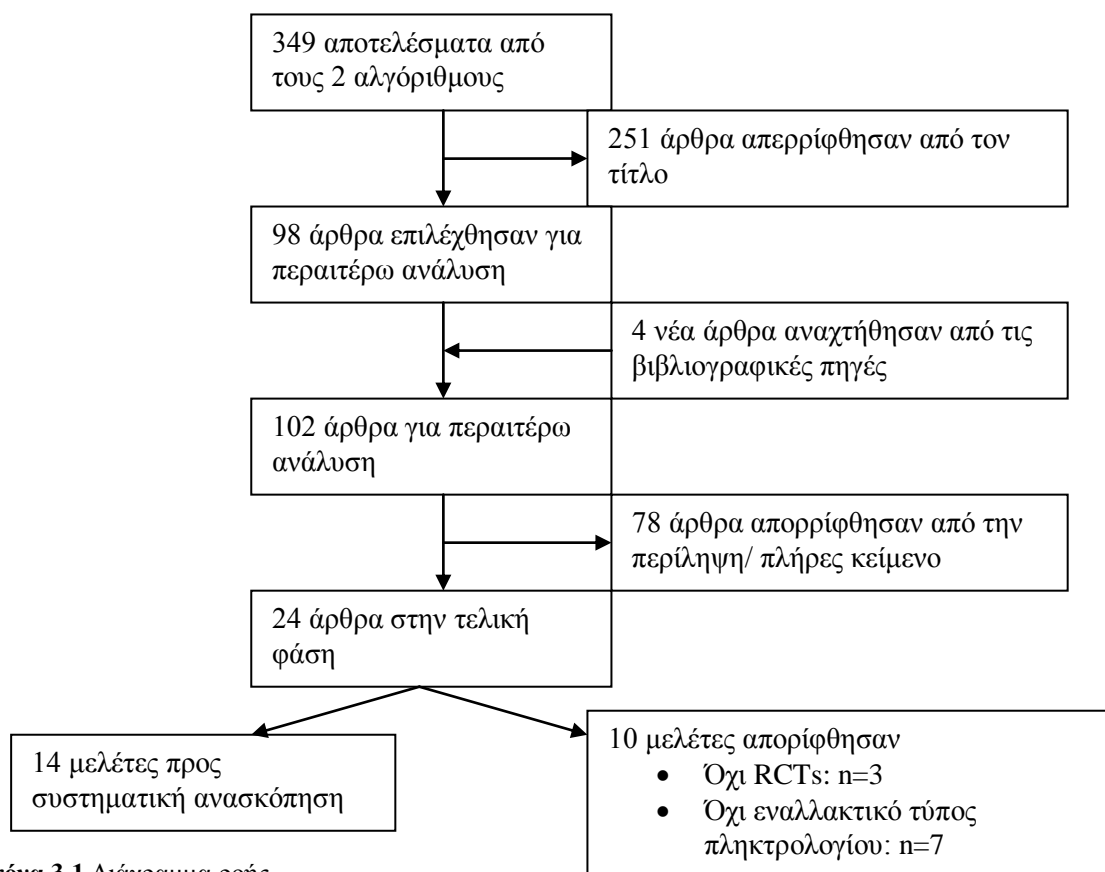
**Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>**  
**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**



### 3. Αποτελέσματα

#### 3.1. Αποτελέσματα στρατηγικής ανασκόπησης

Τα αποτελέσματα της στρατηγικής αναζήτησης περιγράφονται σχηματικά στο διάγραμμα ροής (σχήμα 1). Από την αρχική αναζήτηση με βάση τους δύο αλγόριθμους προέκυψαν 349 άρθρα. Η αρχική αξιολόγηση των άρθρων έγινε από τους τίτλους και με τον τρόπο αυτό απορρίφθηκαν άμεσα 251 άρθρα, λόγω μη σχετικότητας με το θέμα της εργασίας. Στην επόμενη φάση 98 άρθρα αξιολογήθηκαν με βάση την περίληψή τους. Μεταξύ των άρθρων αυτών 33 άρθρα ήταν συστηματικές ανασκοπήσεις και μετα – αναλύσεις. Τα άρθρα τα οποία κρίθηκαν ικανά να προχωρήσουν στην επόμενη φάση αναζήτησης αναχτήθηκαν σε πλήρες κείμενο. Στο σημείο αυτό, κρίθηκε αναγκαίο να γίνει αναζήτηση στις βιβλιογραφικές πηγές των συστηματικών ανασκοπήσεων ώστε να ανακτηθούν 4 άρθρα. Για τις αναγκές της τελικής φάσης τα 78 άρθρα διαβάστηκαν στο πλήρες κείμενο και τελικά απέμειναν 24 άρθρα. Οι 10 μελέτες απορρίφθηκαν διότι οι 3 δεν ήταν τυχαιοποιημένες μελέτες και οι 7 διότι δεν ανέφεραν τύπο εναλλακτικού πληκτρολογίου. Τελικά, από τη φάση αυτή έμειναν για την τελική ανάλυση 14 μελέτες, οι οποίες πληρούσαν τα κριτήρια επιλογής (Εικόνα 3.1).



Εικόνα 3.1 Διάγραμμα ροής

### 3.2. Αποτελέσματα εκτίμησης μεθοδολογικής ποιότητας των ερευνών

Τα αποτελέσματα της εκτίμησης της μεθοδολογικής ποιότητας των 14 ερευνών παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 3.1).

Πρώτος συγγραφέας	Σκορ στην κλίμακα PEDro (σύνολο βαθμών 11)
Jacque Ripat et al (2006)	5
Pat Tittiranonda et al (1999)	6
Naomi G. Swanson et al (1997)	2
Alan Hedge & James R. Powers (1995)	3
A. Zecevic, D.I. Miller & K. Harburn (2000)	4
Tamer Khalaf et al (2007)	2
Richard W. Marklin & Guy Simoneau (2001)	3
Richard W. Marklin, G. Simoneau & J.F. Monroe (1999)	6
Guy G Simoneau & R.W. Marklin (2001)	3
Helmut Strasser, R. Fleischer & E. Keller (2004)	2
Grace P.Y. Szeto & J.F.K. Ng (2000)	3
David Rempel et al (2009)	3
Tadeusz Marek et al (1992)	3
Guy G Simoneau, R.W. Marklin & J.E. Berman (2003)	3

**Πίνακας 3.1** Μεθοδολογική ποιότητα των ερευνών

### 3.3. Περιγραφή των μελετών

#### 3.3.1. Σχεδιασμός μελετών

Στη βασισμένη σε ενδείξεις ανασκόπηση τελικά συμπεριλήφθησαν 14 μελέτες. Τα χαρακτηριστικά των μελετών περιγράφονται αναλυτικά στο πίνακα 3.2.

Πρώτος συγγραφέας	Έτος δημοσίευσης	Περιοδικό	Τύπος RCT (παράλληλου ή διασταυρούμενου τύπου)
Jacque Ripat et al	2006	J Occup Rehabil	Παράλληλου τύπου
Pat Tittiranonda et al	1999	American Journal of industrial medicine	Παράλληλου τύπου
Naomi G. Swanson et al	1997	Applied Ergonomics	Παράλληλου τύπου
Alan Hedge & James R. Powers	1995	Ergonomics	Διασταυρούμενου τύπου
A. Zecevic, D.I. Miller & K. Harburn	2000	Ergonomics	Διασταυρούμενου τύπου
Tamer Khalaf et al	2007	Occupational Ergonomics	Διασταυρούμενου τύπου
Richard W. Marklin & Guy Simoneau	2001	Physical Therapy	Διασταυρούμενου τύπου
Richard W. Marklin, G. Simoneau & J.F. Monroe	1999	The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society	Παράλληλου τύπου
Guy G Simoneau & R.W. Marklin	2001	The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society	Διασταυρούμενου τύπου
Helmut Strasser, R. Fleischer & E. Keller	2004	Occupational Ergonomics	Διασταυρούμενου τύπου
Grace P.Y. Szeto & J.F.K. Ng	2000	J of Occupational Rehabilitation	Διασταυρούμενου τύπου
David Rempel et al	2009	Ergonomics	Διασταυρούμενου τύπου
Tadeusz Marek et al	1992	International j of Human - Computer Interaction	Διασταυρούμενου τύπου
Guy G Simoneau, R.W. Marklin & J.E. Berman	2003	Physical Therapy	Διασταυρούμενου τύπου

**Πίνακας 3.2** Τύπος τυχαιοποιημένων μελετών

Τα εναλλακτικά πληκτρολόγια τα οποία αξιολογήθηκαν στις πρωτογενείς μελέτες περιγράφονται αναλυτικά στον πίνακα 3.3.

Πρώτος συγγραφέας	Τύπος κλασικού πληκτρολογίου	Τύπος εναλλακτικού πληκτρολογίου
Jacque Ripat et al	Microsoft Natural MultiMedia Keyboard (Microsoft Natural - MN)	Microsoft Natural MultiMedia Keyboard (Light touch / Ελαφριάς αφής- LT).
Pat Tittiranonda et al	Placebo (το δικό τους πληκτρολόγιο)	Apple adjustable keyboard (κλίση σε κάθετο επίπεδο 3.8° ή 7.0°, πλευρική κλίση 0.0°, γωνία διαχωρισμού 0.0° έως 28.0°, απόσταση μεταξύ B και N πλήκτρων 2.0 έως 6.4cm). Comfort Keyboard System (κλίση σε κάθετο επίπεδο -44.0° έως +38.5°, πλευρική κλίση 0.0° έως 90.0°, γωνία διαχωρισμού 0.0° έως 360.0°, απόσταση μεταξύ B και N πλήκτρων 2.0 έως 36.0cm). Microsoft Natural Keyboard (κλίση σε κάθετο επίπεδο 5.5° έως - 2.6°, πλευρική κλίση 8.5° ή 10.0°, γωνία διαχωρισμού 12.0°, απόσταση μεταξύ B και N πλήκτρων 8.2 cm).
Naomi G. Swanson et al	KbA: ένα πρότυπο πληκτρολόγιο QWERTY μη διαχωριζόμενο, περιστροφή 0°, πλευρική κλίση 0°, απόσταση μεταξύ του G και H 1.9cm	(όλα διαχωριζόμενα) KbB: περιστροφή 0°, πλευρική κλίση 0°, απόσταση μεταξύ του G και H 1.9cm. KbC: περιστροφή 0°, πλευρική κλίση 9°, απόσταση μεταξύ του G και H 19cm. KbD: περιστροφή 0°, πλευρική κλίση 12°, απόσταση μεταξύ του G και H 3.8cm (Microsoft Natural). KbE: περιστροφή 25°, πλευρική κλίση 45°, απόσταση μεταξύ του G και H 10.8cm (Comfort System).
Alan Hedge & James R. Powers	Συμβατικό 101 πληκτρολόγιο (IBM PS/2) που τοποθετείται σε ένα επίπεδο επιφάνειας εργασίας	101 πληκτρολόγιο (IBM PS/2) με FMFS. 101 πληκτρολόγιο (IBM PS/2) με NSKS.
A. Zecevic, D.I. Miller & K. Harburn	Πρότυπο γραμμικό πληκτρολόγιο	FIXED (διαχωρισμός 12°, πλευρική κλίση 10°) (Microsoft Natural). OPEN (διαχωρισμός 15°, πλευρική κλίση 42°) (Keytronic).
Tamer Khalaf et al	Παραδοσιακό πληκτρολόγιο	Microsoft Natural πληκτρολόγιο. Πειραματικό πληκτρολόγιο (διαχωριζόμενο, με γωνία που σχηματίζει το κάθε μισό τμήμα του πληκτρολογίου με το το κάθετο επίπεδο 60°).

Πρώτος συγγραφέας	Τύπος κλασικού πληκτρολογίου	Τύπος εναλλακτικού πληκτρολογίου
Richard W. Marklin, G. Simoneau & J.F. Monroe	Συμβατικό πληκτρολόγιο (μη διαχωριζόμενο)	<p>Διαχωριζόμενο με καθορισμένη τη γωνία οριζόντιας κλίσης (γωνία οριζόντιας κλίσης 12.5°, γωνία διαχωρισμού 25°).</p> <p>Διαχωριζόμενο με προσαρμόσιμη τη γωνία οριζόντιας κλίσης (η γωνία διαχωρισμού ρυθμίστηκε έτσι ώστε ο καρπός να ευθυγραμμίζεται με το αντιβράχιο).</p> <p>Κάθετα κεκλιμένο (προσαρμόσιμη γωνία που σχηματίζει το κάθε μισό τμήμα του πληκτρολογίου με το κάθετο επίπεδο).</p>
Guy G Simoneau & R.W. Marklin	Δεν χρησιμοποιείται	<p>IBM – συμβατό πληκτρολόγιο QWERTY με +15° κλίση στο κάθετο επίπεδο.</p> <p>IBM – συμβατό πληκτρολόγιο QWERTY με +7.5° κλίση στο κάθετο επίπεδο.</p> <p>IBM – συμβατό πληκτρολόγιο QWERTY με 0° κλίση στο κάθετο επίπεδο.</p> <p>IBM – συμβατό πληκτρολόγιο QWERTY με -7.5° κλίση στο κάθετο επίπεδο.</p> <p>IBM – συμβατό πληκτρολόγιο QWERTY με -15° κλίση στο κάθετο επίπεδο.</p>
David Rempel et al	Διαχωριζόμενο ρυθμιζόμενο πληκτρολόγιο (model GTU-0077; KeyOvation, TX, USA)	<p>Διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο: γωνία διαχωρισμού 12°, γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο -8°, ύψος 4cm, γωνία αετωμάτων 14°.</p> <p>Διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο: γωνία διαχωρισμού 15°, γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο -8°, ύψος 4cm, γωνία αετωμάτων 14°.</p> <p>Διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο: γωνία διαχωρισμού 18°, γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο -8°, ύψος 4cm, γωνία αετωμάτων 14°.</p> <p>Διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο: γωνία διαχωρισμού 12°, γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο -4°, ύψος 4cm, γωνία αετωμάτων 14°.</p> <p>Διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο: γωνία διαχωρισμού 12°, γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο 0°, ύψος 4cm, γωνία αετωμάτων 14°.</p> <p>Διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο: γωνία διαχωρισμού 12°, γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο +8°, ύψος 4cm, γωνία αετωμάτων 14°.</p> <p>Διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο: γωνία διαχωρισμού 12°, γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο -8°, ύψος 8cm, γωνία αετωμάτων 14°.</p>

Πρώτος συγγραφέας	Τύπος κλασικού πληκτρολογίου	Τύπος εναλλακτικού πληκτρολογίου
Helmut Strasser, R. Fleischer & E. Keller	Πρότυπο QWERTZ - πληκτρολόγιο (γερμανική εκδοχή του πληκτρολογίου ύφους QWERTY «101»).	Διαχωριζόμενο - πληκτρολόγιο πεδίων με πλευρική γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο και 24° καθορισμένη γωνία διαχωρισμού.
Grace P.Y. Szeto & J.F.K. Ng	Συμβατικό πληκτρολόγιο (μη διαχωριζόμενο)	Microsoft Natural Keyboard (με διαχωρισμό, πλευρική κλίση, γωνία διαχωρισμού, μετωπιαία κλίση).
Tadeusz Marek et al	Κλασικό ή πρότυπο πληκτρολόγιο με 10 βαθμούς μετωπιαίας κλίσης	Διαχωριζόμενο – σχέδιο πληκτρολογίου : 13° οριζόντια κλίση, 10° μετωπιαία κλίση, 5° πλευρική κλίση, μικρές υποστηρίξεις καρπών αντιβράχιων.
Guy G Simoneau, R.W. Marklin & J.E. Berman	Δεν χρησιμοποιείται	QWERTY πληκτρολόγιο με γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο +7.5°. QWERTY πληκτρολόγιο με γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο 0°. QWERTY πληκτρολόγιο με γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο -7.5°. QWERTY πληκτρολόγιο με γωνία κλίσης στο κάθετο επίπεδο -15°.

**Πίνακας 3.3** Περιγραφή πληκτρολογίων

### 3.3.2. Περιγραφή δείγματος

Ο αριθμός των συμμετεχόντων σε κάθε μελέτη κυμάνθηκε μεταξύ 9 και 90 συμμετεχόντων. Οι συμμετέχοντες στις έρευνες των Ripat et al (2006) και Tittiranonda et al (1999) έπασχαν από μυοσκελετικές διαταραχές στα άνω άκρα, ενώ στις υπόλοιπες έρευνες οι συμμετέχοντες ήταν υγιείς. Όλοι ήταν επαγγελματίες χρήστες Η/Υ και εργάζονταν σε θέσεις οι οποίες απαιτούσαν πολλές ώρες χρήσης του Η/Υ. Επιπλέον, στις περισσότερες έρευνες το δείγμα αποτελούνταν σε μεγαλύτερο ποσοστό από γυναίκες. Συνολικά συμπεριελήφθησαν 442 άτομα. Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται αναλυτικά τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (πίνακας 3.4).

Πρώτος συγγραφέας	Πληθυσμός	Αριθμός δειγματος	Γυναίκες (Ποσοστιαία αναλογία)	Ηλικία (μέση ή εύρος)
Jacque Ripat et al	Υπάλληλοι γραφείου με συμπτώματα στα άνω άκρα.	68	Στην ομάδα παρέμβασης 58 και στην ομάδα ελέγχου 76	Μέση ηλικία = 42.2 έτη
Pat Tittiranonda et al	Υπάλληλοι γραφείου με ΣΚΣ και/ ή τενοντίτιδα – έμπεροι χρήστες του Η/Υ.	80	57.5	Μέση ηλικία = 25.1 έτη
Naomi G. Swanson et al	Υγιείς υπάλληλοι γραφείου - έμπεροι χρήστες του Η/Υ.	50	100	Μέση ηλικία = 27.5 έτη
Alan Hedge & James R. Powers	Έμπεροι χρήστες του Η/Υ - δεξιόχειρες (δεν υπάρχουν στοιχεία που να αναφέρουν αν ήταν υγιείς ή όχι).	12	100	Κανένα στοιχείο
A. Zecevic, D.I. Miller & K. Harburn	Υγιείς υπάλληλοι γραφείου - έμπεροι χρήστες του Η/Υ.	16	87.5	Μέση ηλικία = 33 έτη
Tamer Khalaf et al	Υγιείς υπάλληλοι γραφείου - έμπεροι χρήστες του Η/Υ.	9	100	Μέση ηλικία = 28.89 έτη
Richard W. Marklin & Guy Simoneau	Υγιείς υπάλληλοι γραφείου - έμπεροι χρήστες του Η/Υ (τυφλό σύστημα πληκτρολόγησης 10 δαχτύλων).	11	100	Εύρος ηλικίας = 18 - 40 έτη
Richard W. Marklin, G. Simoneau & J.F. Monroe	Υγιείς υπάλληλοι γραφείου - έμπεροι χρήστες του Η/Υ (τυφλό σύστημα πληκτρολόγησης 10 δαχτύλων).	90	97.78	Μέση ηλικία = 37.8 έτη
Guy G Simoneau & R.W. Marklin	Υγιείς υπάλληλοι γραφείου.	30	100	Κανένα στοιχείο
Helmut Strasser, , R. Fleischer & E. Keller	Γενικός πληθυσμός.	10	0	Μέση ηλικία = 33 έτη
Grace P.Y. Szeto & J.F.K. Ng	Υγιείς φοιτητές.	10	40	Εύρος ηλικίας = 18 - 25 έτη
David Rempel et al	Υγιείς υπάλληλοι γραφείου - έμπεροι χρήστες του Η/Υ (τυφλό σύστημα πληκτρολόγησης 10 δαχτύλων).	24	50	Μέση ηλικία = 30 έτη
Tadeusz Marek et al	Υγιείς υπάλληλοι γραφείου.	16	100	Εύρος ηλικίας = 18 - 26 έτη
Guy G Simoneau, , R.W. Marklin & J.E. Berman	Υγιείς υπάλληλοι γραφείου - έμπεροι χρήστες του Η/Υ (τυφλό σύστημα πληκτρολόγησης 10 δαχτύλων).	16	93.75	Μέση ηλικία = 42.5 έτη

**Πίνακας 3.4** Περιγραφή δείγματος

### **3.3.3. Διάρκεια μελετών**

Δύο μελέτες είχαν διάρκεια 6 μηνών (Ripat et al, 2006; Tittiranonda et al, 1999), μία μελέτη είχε διάρκεια 3 ημερών (Swanson et al, 1997), ενώ οι υπόλοιπες είχαν διάρκεια μίας μέρας. Σε κάποιες έρευνες οι συμμετέχοντες δεν είχαν την ευκαιρία να εξασκηθούν στα νέα πληκτρολόγια (Ripat et al, 2006; Tittiranonda et al, 1999; Simoneau & Marklin, 2001; Strasser, Fleischer & Keller, 2004; Marek et al, 1992; Simoneau, Marklin & Berman, 2003), ενώ για τις υπόλοιπες, η περίοδος εξάσκησης των συμμετεχόντων κυμάνθηκε από 5 λεπτά έως 3 εβδομάδες.

### **3.3.4. Αξιολόγηση έκβασης**

Δύο έρευνες είχαν ως πρωταρχικό αποτέλεσμα τα συμπτώματα των συμμετεχόντων και τη λειτουργική τους κατάσταση (participants' symptoms and functional status) (Ripat et al, 2006; Tittiranonda et al, 1999). Τρεις έρευνες είχαν ως πρωταρχικό αποτέλεσμα την απόδοση των χρηστών (participants' work performance) (Swanson et al, 1997; Khalaf et al, 2007; Marklin & Simoneau, 2001), ενώ 7 έρευνες είχαν το ίδιο αποτέλεσμα ως δευτερογενές (Ripat et al, 2006; Hedge & Powers, 1995; Zecevic, Miller & Harburn, 2000; Marklin, Simoneau & Monroe, 1999; Simoneau & Marklin, 2001; Rempel et al, 2009; Simoneau, Marklin & Berman, 2003). 8 έρευνες είχαν ως πρωταρχικό αποτέλεσμα τις θέσεις καρπού και αντιβραχίου (hand / wrist / forearm postures) (Hedge & Powers, 1995; Zecevic, Miller & Harburn, 2000; Khalaf et al, 2007; Marklin & Simoneau, 2001; Marklin, Simoneau & Monroe, 1999; Simoneau & Marklin, 2001; Rempel et al, 2009; Simoneau, Marklin & Berman, 2003), ενώ μία έρευνα είχε το συγκεκριμένο αποτέλεσμα ως δευτερογενές (Szeto & Ng, 2000). 4 έρευνες είχαν ως πρωταρχικό αποτέλεσμα το μυικό φορτίο (muscle loading) (Strasser, Fleischer & Keller, 2004; Szeto & Ng, 2000; Marek et al, 1992; Simoneau, Marklin & Berman, 2003). Μία έρευνα είχε ως πρωταρχικό αποτέλεσμα την άνεση των χρηστών (participants' comfort) (Hedge & Powers, 1995), ενώ το ίδιο αποτέλεσμα το είχαν ως δευτερογενές 5 έρευνες (Swanson et al, 1997; Khalaf et al, 2007; Marklin & Simoneau, 2001; Marek et al, 1992; Simoneau, Marklin & Berman, 2003). 7 έρευνες είχαν ως δευτερογενές αποτέλεσμα την προτίμηση και ικανοποίηση των χρηστών (participants' preference and satisfaction) (Ripat et al, 2006; Tittiranonda et al, 1999; Hedge & Powers, 1995; Zecevic, Miller & Harburn, 2000; Marklin & Simoneau, 2001; Strasser, Fleischer & Keller, 2004; Rempel et al, 2009). Τέλος, μία έρευνα εξέτασε ως δευτερογενές αποτέλεσμα την αξιολόγηση των



χρηστών για το εργασιακό περιβάλλον και ως προς την ποιότητα ζωής (participants' assessment of well – being and of the workplace) (Strasser, Fleischer & Keller, 2004). (Πίνακας 3.5)

Πρώτος συγγραφέας	Πρωταρχικά αποτελέσματα	Δευτερογενή αποτελέσματα
Jacque Ripat et al(2006)	1. συμπτώματα και λειτουργική κατάσταση των συμμετεχόντων	1. απόδοση των συμμετεχόντων 2. προτιμήσεις και ικανοποίηση των συμμετεχόντων
Pat Tittiranonda et al (1999)	1. συμπτώματα και λειτουργική κατάσταση των συμμετεχόντων	1. προτιμήσεις και ικανοποίηση των συμμετεχόντων
Naomi G. Swanson et al (1997)	1. απόδοση των συμμετεχόντων	1. άνεση και κούραση των συμμετεχόντων
Alan Hedge and James R. Powers (1995)	1.θέσεις καρπού/ άκρας χείρας 2. άνεση των συμμετεχόντων	1. απόδοση των συμμετεχόντων 2. προτιμήσεις και ικανοποίηση των συμμετεχόντων
A. Zecevic, D.I. Miller & K. Harburn (2000)	1. θέσεις καρπού/ άκρας χείρας/ αντιβραχίου	1. απόδοση των συμμετεχόντων 2. προτιμήσεις και ικανοποίηση των συμμετεχόντων
Tamer Khalaf et al (2007)	1. θέσεις καρπού/ αντιβραχίου 2. απόδοση των συμμετεχόντων	1. άνεση των συμμετεχόντων
Richard W. Marklin & Guy Simoneau (2001)	1. θέσεις καρπού 2. απόδοση των συμμετεχόντων	1. άνεση των συμμετεχόντων 2. προτιμήσεις και ικανοποίηση των συμμετεχόντων
Richard W. Marklin, G. Simoneau & J.F. Monroe (1999)	1. θέσεις καρπού/ αντιβραχίου	1. απόδοση των συμμετεχόντων (ταχύτητα και ακρίβεια)
Guy G Simoneau & R.W. Marklin (2001)	1. θέσεις καρπού/ άκρας χείρας/ αντιβραχίου	1. απόδοση των συμμετεχόντων (ταχύτητα και ακρίβεια)
Helmut Strasser, R. Fleischer & E. Keller (2004)	1. μυικό φορτίο	1. προτιμήσεις και ικανοποίηση των συμμετεχόντων 2. αξιολόγηση της ποιότητας του εργασιακού περιβάλλοντος
Grace P.Y. Szeto & J.F.K. Ng (2000)	1. μυικό φορτίο	1. θέσεις καρπού
David Rempel et al (2009)	1. θέσεις καρπού/ αντιβραχίου	1. απόδοση των συμμετεχόντων (ταχύτητα και ακρίβεια) 2. προτιμήσεις και ικανοποίηση των συμμετεχόντων
Tadeusz Marek et al (1992)	1. μυικό φορτίο	1. υποκειμενική αξιολόγηση του μυικού φορτίου (άνεση)
Guy G Simoneau, R.W. Marklin & J.E. Berman (2003)	1. μυικό φορτίο 2. θέσεις καρπού	1 απόδοση των συμμετεχόντων (ταχύτητα και ακρίβεια) 2. άνεση των συμμετεχόντων

**Πίνακας 3.5** Πρωταρχικά και Δευτερογενή Αποτελέσματα

### 3.4 Αναλυτικά αποτελέσματα μελετών

Η ανάλυση των μελετών χωρίστηκε σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος μελετήθηκαν οι δύο μεγάλες μελέτες των Ripat et al (2006) και Tittiranonda et al (1999) οι οποίες είχαν περίοδο επανεξέτασης (follow up) 6 μήνες. Στο δεύτερο μέρος μελετήθηκαν όλες οι υπόλοιπες μελέτες οι οποίες είχαν διάρκεια από 1 έως 3 ημέρες. Αναλυτικά τα αποτελέσματα των μελετών της πρώτης κατηγορίας παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

#### 3.4.1. Ανάλυση των μελετών Ripat et al (2006) και Tittiranonda et al (1999)

Ο πίνακας 3.6 περιγράφει τα αποτελέσματα ως προς την επίδραση των πληκτρολογίων στα συμπτώματα και τη λειτουργική κατάσταση των συμμετεχόντων.

Όνομα 1 <sup>ου</sup> συγγραφέα	Πληκτρολόγιο	Εργαλείο μέτρησης	Follow up (εβδομάδες)	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
Ripat et al (2006)	Microsoft Natural Light Touch	SSS (Symptom Severity Scale)	24	<u>p&lt;0.05</u>
		FSS (Functional Status Scale)	24	<u>p&lt;0.05</u>
	Microsoft Natural	SSS	24	<u>p&lt;0.05</u>
		FSS	24	<u>p&lt;0.05</u>
Tittiranonda et al (1999)	K1 (Apple Adjustable keyboard)	Self administered questionnaire	24	p>0.05
		VAS	24	p>0.05
	K2 (Comfort keyboard System)	Self administered questionnaire	24	p>0.05
		VAS	24	p>0.05
	K3 (Microsoft Natural Keyboard)	Self administered questionnaire	24	<u>p&lt;0.05</u>
		VAS	24	<u>p&lt;0.05</u>
	Placebo	Self administered questionnaire	24	p>0.05
		VAS	24	p>0.05

**Πίνακας 3.6** Συμπτώματα και λειτουργική κατάσταση

Ο πίνακας 3.7 περιγράφει τα αποτελέσματα για την προτίμηση και το βαθμό ικανοποίησης των συμμετεχόντων από τα πληκτρολόγια.

Όνομα 1 <sup>ου</sup> συγγραφέα	Πληκτρολόγιο	Εργαλείο μέτρησης	Follow up (εβδομάδες)	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
Ripat et al (2006)	Microsoft Natural Light Touch	QUEST	24	<u>p&lt;0.05</u>
	Microsoft Natural	QUEST	24	<u>p&lt;0.05</u>
Tittiranonda et al (1999)	K1 (Apple Adjustable Keyboard)	11- point VAS	24	p>0.05
	K2 (Comfort Keyboard System)	11- point VAS	24	p>0.05
	K3 (Microsoft Natural Keyboard)	11- point VAS	24	p>0.05
	Placebo	11- point VAS	24	p>0.05

**Πίνακας 3.7** Προτίμηση και βαθμός ικανοποίησης

Ο πίνακας 3.8 δείχνει τα αποτελέσματα ως προς την απόδοση των χρηστών (ταχύτητα και ακρίβεια πληκτρολόγησης)

Όνομα 1 <sup>ου</sup> συγγραφέα	Πληκτρολόγιο	Εργαλείο μέτρησης	Follow up (εβδομάδες)	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
Ripat et al (2006)	Microsoft Natural Light Touch	AWPM (Adjusted words per minute - λέξεις ανα λεπτό)	24	p>0.05
	Microsoft Natural	AWPM (Adjusted words per minute - λέξεις ανα λεπτό)	24	p>0.05

**Πίνακας 3.8** Απόδοση χρηστών

### 3.4.2. Ανάλυση των μελετών διάρκειας 1 – 3 ημερών

Στη συνέχεια ακολουθεί συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων των μελετών της δεύτερης κατηγορίας. Αρχικά, η μελέτη των Swanson et al (1997) παρουσιάζεται μόνη της λόγω της διαφορετικής διάρκειά της. Στον πίνακα 3.9 δίνονται τα αποτελέσματα της επίδρασης 5 διαφορετικών σχεδίων πληκτρολογίων στην απόδοση των χρηστών.

Όνομα 1 <sup>ου</sup> συγγραφέα	Πληκτρολόγιο	Διάρκεια έρευνας	Εργαλείο μέτρησης	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ των πληκτρολογίων τις μέρες 2 και 3	Εργαλείο μέτρησης	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
Swanson et al (1997)	KbA	3 ημέρες	Πληκτρολογήσεις / h	<u>p&lt;0.05</u>	Λάθοι / h	p>0.05
	KbB			<u>p&lt;0.05</u>		p>0.05
	KbC			<u>p&lt;0.05</u>		p>0.05
	KbD			<u>p&lt;0.05</u>		p>0.05
	KbE			<u>p&lt;0.05</u>		p>0.05

**Πίνακας 3.9** Απόδοση χρηστών (Swanson et al, 1997)

Ο πίνακας 3.10 παραθέτει τα αποτελέσματα όσον αφορά την επίδοση των χρηστών (ταχύτητα και ακρίβεια).

Όνομα 1 <sup>ο</sup> συγγραφέα	Πληκτρολόγιο	Εργαλείο μέτρησης	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
Hedge & Powers (1995)	CK (Conventional Keyboard)	Computer Administered questionnaire	p>0.05
	FMFS		p>0.05
	NSKS		p>0.05
Zezevic, Miller & Harburn (2000)	CK	Ο αριθμός δακτυλογραφούμενων χαρακτήρων, ο αριθμός σφαλμάτων που έγιναν και ο συνολικός χρόνος δακτυλογράφησης	<u>p&lt;0.05</u>
	FIXED (Microsoft Corporation)		<u>p&lt;0.05</u>
	OPEN (KeyTronic)		<u>p&lt;0.05</u>
Khalaf et al (2007)	CK	Typing Tutor Software Program	<u>p&lt;0.05</u>
	Microsoft Natural		<u>p&lt;0.05</u>
	Experimental Keyboard		<u>p&lt;0.05</u>
Marklin & Simoneau (2001)	CK	Typing Tutor 6.0 Software Program	p>0.05
	S-20		p>0.05
	S-MID		p>0.05
	S-SW		p>0.05
Marklin, Simoneau & Monroe (1999)	CK	Typing Tutor 6.0 Software Program	p>0.05
	Split fixed – Διαχωριζόμενο καθορισμένο		p>0.05 *στη μεταξύ τους ανάλυση όμως το <u>p&lt;0.05</u>
	Split Adjustable - Διαχωριζόμενο ρυθμιζόμενο		p>0.05 *στη μεταξύ τους ανάλυση όμως το <u>p&lt;0.05</u>
	Vertically inclined – Κάθετη κλίση		p>0.05 *στη μεταξύ τους ανάλυση όμως το <u>p&lt;0.05</u>
Simoneau & Marklin (2001)	IBM Kb +15°	Typing Tutor 6.0 Software Program	p>0.05
	IBM Kb +7.5°		p>0.05
	IBM Kb 0°		p>0.05
	IBM Kb -7.5°		p>0.05
	IBM Kb -15°		p>0.05
Rempel et al (2009)	KbA	Typing Workshop Deluxe; Valusoft Inc, Wacom MN, USA	p>0.05
	KbB		p>0.05
	KbC		p>0.05
	KbD		p>0.05
	KbE		p>0.05
	KbF		p>0.05
	KbG		p>0.05
Simoneau, Marklin & Berman (2003)	Kb +7.5°	Typing Tutor 6.0 Software Program	p>0.05
	Kb 0°		p>0.05
	Kb -7.5°		p>0.05
	Kb -15°		p>0.05

**Πίνακας 3.10** Απόδοση χρηστών

Ο πίνακας 3.11 περιγράφει τα αποτελέσματα όσον αφορά την επίδραση των πληκτρολογίων στις θέσεις του καρπού και του αντιβραχίου.

Όνομα συγγραφέα <sup>1ου</sup>	Πληκτρολόγιο	Εργαλείο μέτρησης	Στατιστική σημαντικότητα για την έκταση του καρπού	Στατιστική σημαντικότητα για την ωλένια απόκλιση του καρπού	Στατιστική σημαντικότητα για τον πρητισμό του αντιβραχίου
Hedge & Powers (1995)	CK (Conventional Keyboard)	Video camera	p>0.05	p>0.05	Δεν εξετάστηκε
	FMFS		p>0.05	p>0.05	Δεν εξετάστηκε
	NSKS		<u>p&lt;0.05</u>	p>0.05	Δεν εξετάστηκε
Zecevic (2000)	CK	Video camera	p>0.05	p>0.05	p>0.05
	FIXED (Microsoft Corporation)		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>
	OPEN (KeyTronic)		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>
Khalaf (2007)	CK	electrogoniometers	Αριστερά p>0.05 Δεξιά p>0.05	Αριστερά p>0.05 Δεξιά p>0.05	Δεξιά p>0.05
	Microsoft Natural		<u>Αριστερά p&lt;0.05</u> Δεξιά p>0.05	Αριστερά p>0.05 Δεξιά p>0.05	Δεξιά p>0.05
	Experimental Keyboard		<u>Αριστερά p&lt;0.05</u>	Αριστερά p>0.05 Δεξιά p>0.05	<u>Δεξιά p&lt;0.05</u>
Simoneau and Marklin (2001)	IBM +15°	goniometers	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	Δεν εξετάστηκε
	IBM +7.5°		p>0.05	<u>p&lt;0.05</u>	Δεν εξετάστηκε
	IBM 0°		p>0.05	p>0.05	Δεν εξετάστηκε
	IBM -7.5°		<u>p&lt;0.05</u>	p>0.05	Δεν εξετάστηκε
	IBM -15°		<u>p&lt;0.05</u>	p>0.05	Δεν εξετάστηκε
Marklin and Simoneau (2001)	CK(ComfortKeyboard)	goniometers	Δεν εξετάστηκε	p>0.05	Δεν εξετάστηκε
	S-20		Δεν εξετάστηκε	<u>p&lt;0.05</u>	Δεν εξετάστηκε
	S-MID		Δεν εξετάστηκε	<u>p&lt;0.05</u>	Δεν εξετάστηκε
	S-SW		Δεν εξετάστηκε	<u>p&lt;0.05</u>	Δεν εξετάστηκε
Marklin et al (1999)	CK	Goniometers	p>0.05	p>0.05	p>0.05
	Split fixed		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>
	Split Adjustable		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>
Szeto et al (2000)	Vertivally inclined	Goniometers	p>0.05	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>
	CK		p>0.05	p>0.05	Δεν εξετάστηκε
Rempel et al (2009)	Microsoft Natural	Plastic plates IREDs	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	Δεν εξετάστηκε
	KbA		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>
	KbB		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>
	KbC		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>
	KbD		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>
	KbE		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>
	KbF		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>
KbG	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>		
Simoneau et al (2003)	Kb +7.5°	electrogoniometers	<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	Δεν εξετάστηκε
	Kb 0°		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	Δεν εξετάστηκε
	Kb -7.5°		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	Δεν εξετάστηκε
	Kb -15°		<u>p&lt;0.05</u>	<u>p&lt;0.05</u>	Δεν εξετάστηκε

Πίνακας 3.11 Θέσεις καρπού και αντιβράχιου

Στο πίνακα 3.12 περιγράφονται τα αποτελέσματα της επίδρασης 5 διαφορετικών σχεδίων πληκτρολογίων στην αναφερόμενη κούραση και την άνεση των χρηστών, απο τους Swanson et al (1997).

Όνομα 1 <sup>ου</sup> συγγραφέα	Πληκτρολόγιο	Διάρκεια μελέτης	Εργαλείο μέτρησης	Στατιστική σημαντικότητα για την άνεση	Στατιστική σημαντικότητα για την κούραση
Swanson et al (1997)	KbA	3 ημέρες	10 – point Borg scale (για δυσφορία) 5 – point scale (για κούραση)	p>0.05	p>0.05
	KbB			p>0.05	p>0.05
	KbC			p>0.05	p>0.05
	KbD			p>0.05	p>0.05
	KbE			p>0.05	p>0.05

**Πίνακας 3.12** Κούραση και άνεση των χρηστών (Swanson et al, 1997)

Ο πίνακας 3.13 δείχνει τα αποτελέσματα για την επίδραση των πληκτρολογίων στην άνεση και την αναφερόμενη κούραση των χρηστών.

Όνομα 1 <sup>ου</sup> συγγραφέα	Πληκτρολόγιο	Εργαλείο μέτρησης	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
Hedge & Powers (1995)	CK (Conventional Keyboard)	Ερωτηματολόγιο	p>0.05
	FMFS		<u>p&lt;0.05</u>
	NSKS		<u>p&lt;0.05</u>
Khalaf et al (2007)	CK	10 – point rating scale (για δυσφορία)	p>0.05 ( <u>p&lt;0.05 για δεξί καρπό</u> )
	Experimental Keyboard		p>0.05 ( <u>p&lt;0.05 για δεξί καρπό</u> )
Marklin & Simoneau (2001)	CK (Comfort Keyboard)	10 - point Borg scale (για δυσφορία)	p>0.05
	S-20		p>0.05
	S-MID		p>0.05
	S-SW		p>0.05
Rempel et al (2009)	KbA	7 – point scale	p>0.05
	KbB		p>0.05
	KbC		p>0.05
	KbD		p>0.05
	KbE		p>0.05
	KbF		p>0.05
	KbG		p>0.05
Marek et al (1992)	CK	10cm long unmarked scale	p>0.05
	Διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο		p>0.05
Simoneau, Marklin & Berman (2003)	Kb +7.5°	6 – point scale	p>0.05
	Kb 0°		p>0.05
	Kb -7.5°		p>0.05
	Kb -15°		<u>p&lt;0.05</u> λιγότερο άνετο λιγότερο εύχρηστο

**Πίνακας 3.13** Κούραση και άνεση των χρηστών

Στον πίνακα 3.14 φαίνονται τα αποτελέσματα για την προτίμηση και το βαθμό ικανοποίησης των χρηστών από τα πληκτρολόγια.

	Πληκτρολόγιο	Εργαλείο μέτρησης	Επίπεδο στατιστικής
--	--------------	-------------------	---------------------



Όνομα 1 <sup>ου</sup> συγγραφέα			σημαντικότητα
Zecevic, Miller & Harburn (2000)	CK	10 – point numerical scale	<u>p&lt;0.05</u>
	FIXED (Microsoft Corporation)		<u>p&lt;0.05</u>
	OPEN (KeyTronic)		p>0.05
Rempel et al (2009)	KbA	7 - point scale	p>0.05
	KbB		p>0.05
	KbC		p>0.05
	KbD		p>0.05
	KbE		p>0.05
	KbF		p>0.05
	KbG		p>0.05

**Πίνακας 3.14** Προτίμηση και ικανοποίηση χρηστών

Τέλος, στον πίνακα 3.15 περιγράφονται τα αποτελέσματα για την επίδραση των πληκτρολογίων στο μυϊκό φορτίο.

Όνομα 1 <sup>ου</sup> συγγραφέα	Πληκτρολόγιο	Εργαλείο μέτρησης	Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας
Marek et al (1992)	CK	EMG	p>0.05
	Διαχωριζόμενο		p>0.05
Strasser, Fleischer & Keller (2004)	CK	EMG	p>0.05
	Διαχωριζόμενο		<u>p&lt;0.05</u>
Szeto & Ng (2000)	CK	EMG	p>0.05
	Microsoft Natural		<u>p&lt;0.05</u> *για τους καρπιαίους ωλένιο εκτείνοντα
Simoneau, Marklin & Berman (2003)	Kb +7.5°	EMG	<u>p&lt;0.05</u> *μόνο για τους εκτείνοντες μυες του αριστερού
	Kb 0°		<u>p&lt;0.05</u> *μόνο για τους εκτείνοντες μυες του αριστερού
	Kb -7.5°		<u>p&lt;0.05</u> *μόνο για τους εκτείνοντες μυες του αριστερού
	Kb -15°		<u>p&lt;0.05</u> *μόνο για τους εκτείνοντες μυες του αριστερού

**Πίνακας 3.15** Μυϊκό Φορτίο

**Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>**  
**Συμπεράσματα - Συζήτηση**

#### **4. Συμπεράσματα**

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 3 των αποτελεσμάτων, η ανάλυση των 14 τυχαιοποιημένων μελετών χωρίστηκε σε δύο μέρη, λόγω της μεγάλης απόκλισης που είχαν οι έρευνες των Ripat et al (2006) και Tittiranonda et al (1999), ως προς τη μεθοδολογική ποιότητά τους και τη μεγάλη περίοδο επανεξέτασης σε σχέση με τις υπόλοιπες.

Πιο συγκεκριμένα, οι δύο αυτές έρευνες σύμφωνα με το εργαλείο αξιολόγησης PEDro, σημείωσαν βαθμολογία 5 και 6 βαθμών αντιστοίχως, ενώ οι υπόλοιπες 12 έρευνες κυμάνθηκαν σε πολύ χαμηλότερες βαθμολογίες, της τάξης των 2 και 3 βαθμών. Οι μόνες εξαιρέσεις ήταν οι έρευνες των Zecevic, Miller και Harburn (2000) και των Marklin, Simoneau και Monroe (1999), οι οποίες συγκέντρωσαν 4 και 6 βαθμούς αντίστοιχα. Παρ' όλα αυτά, τα αποτελέσματά τους θα πρέπει να αναλυθούν με πολύ προσοχή, λόγω της βραχείας διάρκειας της έρευνας.

Έτσι, το κεφάλαιο αυτό χωρίζεται σε δύο μέρη. Πρώτα παρατίθενται τα συμπεράσματα των ερευνών των Ripat et al (2006) και Tittiranonda et al (1999), και έπειτα ακολουθούν τα συμπεράσματα των υπόλοιπων 12 ερευνών.

##### **4.1. Συμπεράσματα των μελετών των Ripat et al (2006) και Tittiranonda et al (1999)**

Η έρευνα των Ripat et al (2006) εξέτασε 2 πληκτρολόγια ως προς την επίδρασή τους στα συμπτώματα των χρηστών και τη λειτουργική τους κατάσταση. Αυτά ήταν ένα εργονομικό πληκτρολόγιο που διατίθεται στην αγορά (Microsoft Natural) και ένα νέο σχέδιο, παραλλαγή του πρώτου το οποίο έχει μικρότερη δύναμη ενεργοποίησης των πλήκτρων και μικρότερη δόνηση (Microsoft Natural - Light Touch). Το δείγμα της έρευνας ήταν 68 υπάλληλοι γραφείου, οι οποίοι ανέφεραν συμπτώματα στα άνω άκρα λόγω πληθώρας μυοσκελετικών διαταραχών. Από την άλλη, στην έρευνα των Tittiranonda et al (1999) συμμετείχαν 80 υπάλληλοι γραφείου, έμπειροι χρήστες του Η/Υ, οι οποίοι έπασχαν από μυοσκελετικές διαταραχές στα άνω άκρα, όπως ΣΚΣ και τενοντίτιδα. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε 4 ομάδες, Kb1 (Apple adjustable), Kb2 (Comfort System), Kb3 (Microsoft Natural) και placebo. Η αξιολόγηση των πληκτρολογίων έγινε και στην περίπτωση αυτή ως προς την επίδρασή τους στα συμπτώματα των χρηστών και τη λειτουργική τους κατάσταση.

Όπως μπορούμε να διακρίνουμε από τους πίνακες 3.6 και 3.7, στην έρευνα των Ripat et al (2006) τα πληκτρολόγια Microsoft Natural (MN) και MN - Light Touch, παρουσίασαν παρόμοια αποτελέσματα ως προς την επίδρασή τους στη μείωση των συμπτωμάτων και τη βελτίωση της λειτουργικής κατάστασης των συμμετεχόντων, αλλά και την προτίμηση που έδειξαν οι χρήστες. Πιο συγκεκριμένα, τα LT και MN προκάλεσαν στατιστικά σημαντική βελτίωση τόσο στα συμπτώματα των ασθενών όσο και στη λειτουργική τους κατάσταση στο τέλος της 6μηνιαίας έρευνας. Αυτό σημαίνει ότι τα πληκτρολόγια αυτά υπερτερούν έναντι των πληκτρολογίων που χρησιμοποιούσαν οι χρήστες πριν την έρευνα και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως εργονομικό μέσο παρέμβασης για τη βελτίωση των μυοσκελετικών διαταραχών των άνω άκρων.

Επίσης, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.7, στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε και όσον αφορά την προτίμηση των χρηστών και το βαθμό ικανοποίησής τους και για τα δύο νέα πληκτρολόγια. Ένας πιθανός λόγος στον οποίο μπορεί να οφείλεται η διαφορά αυτή είναι ότι δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ως προς τα χαρακτηριστικά τους σε σύγκριση με τα παλιά πληκτρολόγια. Για παράδειγμα, έχουν την ίδια διάταξη πλήκτρων QWERTY και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με τα δύο χέρια, γεγονός που μπορεί να συνέβαλε στην αποδοχή τους από τους χρήστες, λόγω του μεγάλου βαθμού εξοικείωσης. Θα πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό, ότι η πλειοψηφία των χρηστών επέλεξε να κρατήσει το καινούριο πληκτρολόγιο και όχι αυτό που είχαν πριν από την έρευνα. Βέβαια, είναι δύσκολο να προσδιοριστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την ικανοποίηση των χρηστών. Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας είναι οι προσδοκίες των χρηστών. Αν οι χρήστες είχαν χαμηλές προσδοκίες, φαινομενικά τα επίπεδα ικανοποίησης θα εμφανίζονται υψηλά (Ripat et al, 2006).

Ένα ακόμα σημαντικό εύρημα της έρευνας αυτής είναι ότι τα LT και MN δεν κατάφεραν να βελτιώσουν την απόδοση (ταχύτητα και ακρίβεια) των χρηστών έως το τέλος των 6 μηνών (Ripat et al, 2006) (Πίνακας 3.8). Πιο συγκεκριμένα, αρχικά παρουσιάστηκε σημαντική μείωση στην ταχύτητα πληκτρολόγησης σε σχέση με το πληκτρολόγιο που χρησιμοποιούσαν πριν την έρευνα. Στην πορεία της έρευνας, η ταχύτητα βελτιώθηκε σημαντικά, χωρίς όμως στο τέλος να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά συγκριτικά με την αρχική τους απόδοση. Σύμφωνα με το εύρημα

αυτό, θα μπορούσαμε με ασφάλεια να πούμε ότι τα νέα σχέδια πληκτρολογίων δεν θα πρέπει να υπερεκτιμούνται όσον αφορά την αύξηση της ταχύτητας των χρηστών. Η απόδοση των χρηστών μπορεί να πέφτει χαμηλότερα από την αρχική, αλλά αν μεσολαβήσει ένα ικανό διάστημα προσαρμογής σε αυτά, οι χρήστες εξοικειώνονται και ανακτούν τις αρχικές τους επιδόσεις.

Υπάρχουν, όμως και σοβαροί περιορισμοί στην έρευνα των Ripat et al (2006). Κατ' αρχάς δεν ήταν τυφλή ούτε σε επίπεδο συμμετεχόντων ούτε σε επίπεδο ερευνητών και για το λόγο αυτό μπορεί τα αποτελέσματα να έχουν υποπέσει σε σφάλματα. Όσον αφορά, όμως, την εξάλειψη των σφαλμάτων από τη μεριά των ερευνητών, χρησιμοποιήθηκαν αντικειμενικά εργαλεία μέτρησης. Άλλος ένας περιορισμός της έρευνας αυτής ήταν ότι ενώ οι συμμετέχοντες κάλυπταν μία ευρεία γκάμα μυοσκελετικών διαταραχών, δεν έγινε καμία κατηγοριοποίηση ως προς τη διάγνωση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να μην μπορούμε να βγάλουμε ακριβή συμπεράσματα για το ποιές διαταραχές επωφελούν περισσότερο τα καινούρια πληκτρολόγια, ώστε να μπορούν να γίνουν ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των θεραπευτών και όλων των επαγγελματιών υγείας. Τέλος, από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι και τα δύο πληκτρολόγια σημείωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αυτό θα μπορούσε να σημαίνει ότι τα εργαλεία αξιολόγησης δεν ήταν αρκετά ευαίσθητα ώστε να διακρίνουν και τις ελάχιστες αλλαγές στις μη επεμβατικές αυτές παρεμβάσεις.

Στην άλλη τυχαιοποιημένη μελέτη των Tittiranonda et al (1999) ένα πολύ σημαντικό εύρημα είναι ότι το πληκτρολόγιο Kb3 (Microsoft Natural) υπέδειξε μία σημαντική μείωση των συμπτωμάτων και βελτίωση της λειτουργικής κατάστασης των χρηστών και ως προς τα άλλα δύο αποτελέσματα και ως προς το πληκτρολόγιο placebo (πίνακας 3.6). Οι συμμετέχοντες που ήταν στην ομάδα με το Kb3 είχαν τη μεγαλύτερη βελτίωση και ακολουθούσαν οι συμμετέχοντες των ομάδων Kb1 (Apple Adjustable) και Kb2 (Comfort System), ενώ όσοι ήταν στην ομάδα του placebo παρουσίασαν επιδείνωση του πόνου και της δυσφορίας αλλά και της γενικότερης λειτουργικής τους κατάστασης. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά παρατηρήθηκε μία γενικότερη μείωση στον πόνο σε όλες τις ομάδες, ακόμα και στο placebo. Πράγματι, στην ομάδα του placebo η μείωση αυτή εξαφανίστηκε τη 12<sup>η</sup> εβδομάδα και διατηρήθηκε έτσι ως το τέλος. Αντίθετα, η μείωση του πόνου για το Kb3 διατηρήθηκε έως και το τέλος της έρευνας (Tittiranonda et al, 1999). Παρά το

γεγονός, όμως αυτό, υπήρξε ένα ποσοστό συμμετεχόντων (35%) που δεν ανέφεραν καμία αλλαγή, οπότε υποθέτουμε ότι τα οφέλη δεν είναι τα ίδια για όλους. Συνεπώς, θα μπορούσαμε να πούμε ότι επιβάλλεται να γίνονται έρευνες μακράς διάρκειας ώστε να μπορούν να εντοπιστούν αλλαγές στα συμπτώματα των ασθενών, όταν εξετάζονται εναλλακτικά πληκτρολόγια.

Επιπλέον, όπως μπορούμε να διακρίνουμε από τους πίνακες 3.7 και 3.8 το πληκτρολόγιο Microsoft Natural δεν σημείωσε σημαντικά αποτελέσματα ούτε ως προς την προτίμηση των χρηστών ούτε και ως προς την αύξηση της απόδοσής τους (Tittiraninda et al, 1999). Από τη μία πλευρά, το αποτέλεσμα αυτό συνάδει με τα αντίστοιχα των Ripat et al (2006) ως προς την απόδοση των χρηστών. Από την άλλη, όμως, έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα των Ripat et al (2006), οι οποίοι ανέφεραν ότι το MN σημείωσε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την προτίμηση των χρηστών. Τη διαφορά αυτή θα μπορούσαμε να την κοιτάξουμε με επιφύλαξη, διότι τα υπόλοιπα πληκτρολόγια που συγκρίθηκαν δεν ήταν τα ίδια, οπότε δεν μπορούμε να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα.

Ένας σημαντικός περιορισμός της έρευνας αυτής ήταν ότι υπήρξε υψηλό ποσοστό αποχώρησης στην ομάδα Kb2 (45%), με αποτέλεσμα να έχει υποπέσει η έρευνα σε σφάλμα επιβίωσης (Tittiranonda et al, 2006). Από την άλλη, όμως, το μεγάλο πλεονέκτημα της έρευνας αυτής έναντι αυτής των Ripat et al (2006) ήταν ότι ήταν διπλή τυφλή και έτσι αποφεύγονται τα συστηματικά σφάλματα.

Συμπερασματικά, συγκρίνοντας τις δύο αυτές μεγάλες έρευνες, θα μπορούσαμε να πούμε με σχετική βεβαιότητα ότι το πληκτρολόγιο Microsoft Natural μπορεί να μειώσει τα συμπτώματα των ασθενών με μυοσκελετικές διαταραχές των άνω άκρων και να βελτιώσει τη λειτουργική τους κατάσταση αν αυτό χρησιμοποιείται για τουλάχιστον 6 μήνες. Από την άλλη όμως, δεν είναι βέβαιο ότι μπορεί να βελτιώσει την απόδοση των χρηστών ούτε ότι χαίρει της προτιμήσεως τους.

#### **4.2. Συμπεράσματα των μελετών διάρκειας 1 – 3 ημερών**

#### **4.2.1. Αποτελέσματα ως προς την απόδοση των χρηστών στα εναλλακτικά πληκτρολόγια (Πίνακες 3.9 και 3.11)**

Στον πίνακα 3.9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν τα ευρήματα της έρευνας των Swanson et al (1997) ως προς την επίδραση των 5 τύπων πληκτρολογίων στην απόδοση των χρηστών. Παρατηρούμε ότι και οι 5 τύποι πληκτρολογίων σημείωσαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα. Στην έρευνα αυτή το πληκτρολόγιο E έχει τις ίδιες προδιαγραφές με το Kb2 (Comfort System) των Ripat et al (2006), ενώ το πληκτρολόγιο D έχει τις ίδιες προδιαγραφές με το Kb3 (Microsoft Natural). Πιο συγκεκριμένα, η απόδοση των χρηστών παρουσίασε μία σχετική μείωση στην αρχή της έρευνας, αλλά στην πορεία ανέκαμψε και έφτασε τα αρχικά επίπεδα. Αυτό δείχνει ότι όταν χρησιμοποιούνται εναλλακτικά πληκτρολόγια, μπορεί αρχικά να παρουσιαστεί μείωση στην ταχύτητα πληκτρολόγησης των χρηστών, αλλά γρήγορα επανέρχεται και δεν επηρεάζεται η παραγωγικότητά τους. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Ripat et al (2006), αλλά έρχονται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα των Tittiranonda et al (1999).

Στον πίνακα 3.11 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των εναπομείναντων ερευνών ως προς την επίδρασή τους στην ταχύτητα των χρηστών. Στην έρευνα των Hedge και Powers (1995) κανένα πληκτρολόγιο δε φάνηκε να βελτιώνει σημαντικά την ταχύτητα πληκτρολόγησης. Στην έρευνα αυτή ο χρόνος που είχαν οι χρήστες για να εξασκηθούν στα νέα πληκτρολόγια ήταν μόλις 5 λεπτά, γι' αυτό και τα αποτελέσματα πρέπει να ερμηνευτούν με πολύ προσοχή.

Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν και οι Simoneau και Marklin (2001), όπου δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των εξεταζόμενων πληκτρολογίων. Όπως και οι Hedge και Powers (1995) είχαν ως παράμετρο την κλίση του πληκτρολογίου ως προς το οριζόντιο επίπεδο (slope) και ο χρόνος που είχαν για εξάσκηση οι συμμετέχοντες ήταν μόνο 5 λεπτά.

Επιπλέον, οι Simoneau, Marklin και Berman (2003), εξέτασαν 4 πληκτρολόγια με διαφορετικές γωνίες κλίσης ως προς το οριζόντιο επίπεδο (slope) και δεν παρατήρησαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των σχεδίων αυτών ως προς την απόδοση των χρηστών. Στην περίπτωση αυτή, ο χρόνος εξάσκησης των

συμμετεχόντων ήταν ακόμα λιγότερος (3 λεπτά), οπότε θα πρέπει τα αποτελέσματα να ερμηνευτούν με προσοχή.

Από την άλλη μεριά, στην έρευνα των Zecevic, Miller και Harburn (2000) βρέθηκε ότι και στα τρία πληκτρολόγια τα αποτελέσματα ήταν στατιστικά σημαντικά. Πιο συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη απόδοση καταγράφηκε στο κλασικό πληκτρολόγιο (56words per minute), ενώ ακολουθούσαν το FIXED με 50wpm και τελευταίο το OPEN με 45wpm. Επίσης, στο OPEN οι χρήστες έφτασαν το 80% της αρχικής τους απόδοσης, ενώ στο FIXED το 89%. Έτσι, λοιπόν, θα μπορούσαμε να πούμε ότι μία μείωση της τάξης του 10% στο FIXED θα μπορούσε εύκολα να εξαλειφθεί εάν οι χρήστες έχουν περισσότερο χρόνο εξάσκησης. Στη συγκεκριμένη έρευνα, ο χρόνος εξάσκησης ήταν μόνο 10 ώρες και η έρευνα διήρκεσε συνολικά μία μέρα. Επίσης, θα μπορούσαμε να πούμε ότι σε σχέση με την έρευνα των Ripat et al (2006), τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια, παρά το γεγονός ότι έχουν τεράστιες διαφορές και ως προς τη μεθοδολογική ποιότητα και ως προς το χρόνο επανεξέτασης.

Σε παρόμοια αποτελέσματα με τους Zecevic, Miller και Harburn (2000) κατέληξαν και οι Khalaf et al (2007). Οι τελευταίοι ανέφεραν ότι μεταξύ των τριών πληκτρολογίων σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Πιο αναλυτικά, η πιο μεγάλη ταχύτητα παρατηρήθηκε στο κλασικό πληκτρολόγιο, ενώ ακολουθούσε το MN και τελευταίο το πειραματικό (διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο με τα 2 μισά να έχουν κάθετη κλίση μεταξύ τους), όπως ακριβώς συναιβει και με το OPEN πληκτρολόγιο των Zecevic, Miller και Harburn (2000).

Στην έρευνα των Marklin και Simoneau (2001) χρησιμοποιήθηκε το πληκτρολόγιο Comfort Keyboard system σε τρεις διαφορετικές παραλλαγές, ανάλογα με τις γωνίες κλίσης και ανοίγματος μεταξύ των δύο τμημάτων. Στην περίπτωση αυτή σε κανένα πληκτρολόγιο δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στην ταχύτητα πληκτρολόγησης. Αναλυτικότερα, οι μέσες τιμές των ταχυτήτων ήταν στο Comfort 52.5wpm, στο S - 20 49.2 wpm, στο S - MID 49.5 wpm και τέλος στο S - SW 48.9 wpm. Θα πρέπει να τονιστεί ότι τα αποτελεσμά τους θα πρέπει να ληφθούν υπόψη με επιφύλαξη διότι το δείγμα της έρευνας ήταν πολύ μικρό, οι συμμετέχοντες είχαν μόνο 20 λεπτά εξάσκησης στα καινούρια πληκτρολόγια και η μεθοδολογική της ποιότητα χαμηλή.



Οι Rempel et al (2009) οι οποίοι εξέτασαν 7 διαφορετικά σχέδια πληκτρολογίων με διαφορετικές κλίσης και γωνίες ανοίγματος δεν παρατήρησαν καμία διαφορά στην απόδοση των χρηστών σε κανένα από τα σχέδια αυτά. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η μεγαλύτερη ταχύτητα καταγράφηκε για το KbA με γωνία ανοίγματος μεταξύ των 2 μισών 12° και κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο - 8°, αλλά και πάλι η διαφορά δεν ήταν σημαντική. Και στην περίπτωση όμως αυτή, τα αποτελέσματα θα πρέπει να ερμηνευτούν με προσοχή γιατί ο χρόνος εξάσκησης που είχαν οι συμμετέχοντες ήταν μόνο 20 λεπτά και η διάρκεια της έρευνας ήταν μία μέρα.

Στην έρευνα των Marklin, Simoneau και Monroe (1999) δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα μεταξύ τριών τύπων πληκτρολογίων όσον αφορά την απόδοση των χρηστών όταν συγκρίθηκαν με το κλασικό πληκτρολόγιο. Με άλλα λόγια, παρατηρήθηκε μία μείωση της τάξης των 3 - 4 wrpm σε σχέση με το κλασικό, αλλά η διαφορά αυτή δεν άγγιξε το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας. Όταν όμως συγκρίθηκαν μεταξύ τους τα αποτελέσματα ήταν στατιστικά σημαντικά. Αναλυτικότερα, η μέση τιμή της ταχύτητας για το Vertically inclined ήταν 54.1 wrpm, για το split adjustable ήταν 60.3 wrpm και για το split fixed ήταν 57.3 wrpm. Στην έρευνα αυτή οι χρήστες έκαναν εξάσκηση περίπου 25 με 29 ώρες στα εναλλακτικά σχέδια πριν την έναρξη της έρευνας. Σύμφωνα και με τα αποτελέσματα των Swanson et al (1997), οι έμπειροι χρήστες χρειάζονται περίπου 5 ώρες πληκτρολόγησης στα καινούρια σχέδια ώστε να εξοικειωθούν και να ανακτήσουν την αρχική τους ταχύτητα. Επίσης, οι Smith et al (1998) ανέφεραν ότι όταν χρησιμοποιούνται προσαρμόσιμα διαχωριζόμενα πληκτρολόγια (split adjustable) χρειάζονται μόνο 2 ώρες εξάσκησης, ενώ όταν χρησιμοποιούνται διαχωριζόμενα πληκτρολόγια με κάθετη κλίση των 2 τμημάτων (vertically inclined) χρειάζονται περίπου 5 ώρες εξάσκησης. Παρ' όλα αυτά δεν θα μπορούσε να υπάρξει σύγκριση με τις αντίστοιχες έρευνες διάρκειας 6 μηνών.

#### **4.2.2. Αποτελέσματα ως προς την επίδραση των εναλλακτικών πληκτρολογίων στις θέσεις του καρπού και του αντιβραχίου (Πίνακας 3.12)**

Οι Hegde και Powers (1995) συγκρίνανε 2 νέους τύπους πληκτρολογίου (FMFS και NSKS), με διαφορετικές γωνίες κλίσης (slope), με το κλασικό πληκτρολόγιο ως προς την επίδρασή τους στην έκταση και την ωλένια απόκλιση του καρπού. Όταν συγκρίθηκε το κλασικό πληκτρολόγιο με το FMFS δεν βρέθηκε καμία στατιστικά

σημαντική διαφορά ούτε στην έκταση του καρπού ούτε και στην ωλένια απόκλιση. Το μόνο στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα σημειώθηκε για το NSKS όσον αφορά την έκταση του καρπού. Πιο αναλυτικά, όταν πληκτρολογούσαν με το κλασικό πληκτρολόγιο, η έκταση ξεπέρασε τις 20°, ενώ όταν χρησιμοποιούσαν το NSKS πληκτρολόγιο με την αρνητική κλίση η έκταση του καρπού δεν έφτασε ποτέ αυτά τα επίπεδα και διατηρήθηκε για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε ουδέτερη θέση. Το εύρημα αυτό είναι μία σημαντική ένδειξη για το ότι το NSKS θα μπορούσε να μειώσει τον κίνδυνο εμφάνισης μυοσκελετικών διαταραχών, παρά το γεγονός ότι δεν άλλαξε σημαντικά την ωλένια απόκλιση. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η ωλένια απόκλιση είναι μεγαλύτερη στο αριστερό χέρι από ότι το δεξί, αλλά τα αποτελέσματα δεν ήταν στατιστικά σημαντικά (Hedge & Powers, 1995). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι αρκετές μελέτες υποστηρίζουν ότι η έκταση του καρπού είναι πολύ πιο σημαντικός παράγοντας για την εμφάνιση μυοσκελετικών διαταραχών από ότι η ωλένια απόκλιση (Schoenmarklin & Marras, 1993), οπότε ένα πληκτρολόγιο με θετική κλίση, όπως ένα κλασικό ή ένα διαχωριζόμενο, δεν θα εξάλειφε τον κίνδυνο.

Τα δύο εναλλακτικά πληκτρολόγια των Zecevic, Miller και Harburn (2000), FIXED (MN) και OPEN (Keystronic), σημείωσαν σημαντικά αποτελέσματα για όλες τις θέσεις του καρπού σε σχέση με το κλασικό πληκτρολόγιο. Πιο αναλυτικά, ο πρηνισμός του αντιβραχίου μειώθηκε περισσότερο κατά τη χρήση του OPEN και λιγότερο κατά τη χρήση του FIXED, πιθανότατα λόγω της κάθετης κλίσης μεταξύ των 2 τμημάτων του πρώτου. Επίσης, η έκταση του καρπού μειώθηκε κατά τη χρήση και των 2 πληκτρολογίων, αλλά στη σύγκριση μεταξύ τους, το FIXED τοποθετούσε τον καρπό σε πιο ουδέτερη θέση. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα για την ωλένια απόκλιση. Έτσι, λοιπόν, το OPEN είναι πιο αποτελεσματικό για τη μείωση του πρηνισμού, αλλά όχι και για την έκταση ή την ωλένια απόκλιση. Από την άλλη, το FIXED μπορεί να μείωσε τον πρηνισμό σε μικρότερο βαθμό, αλλά μείωσε σημαντικά τις άλλες δύο παραμέτρους (Zecevic, Miller και Harburn, 2000). Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η εξέταση έγινε μόνο στο επικρατές χέρι, οπότε χρειάζεται περισσότερη διερεύνηση για την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Τα αποτελέσματα των Khalaf et al (2007) ήταν πολύ ενδιαφέροντα διότι εξέτασαν και τα δύο χέρια. Με μία πρώτη ματιά στον πίνακα 3.12 μπορούν εύκολα να εντοπιστούν διαφορές τόσο μεταξύ των δύο χεριών όσο και μεταξύ των δύο πληκτρολογίων. Πιο

συγκεκριμένα, το MN βελτίωσε σημαντικά την έκταση του καρπού στο αριστερό χέρι, αλλά δεν άλλαξε καμία άλλη θέση, ούτε στο δεξί ούτε στο αριστερό χέρι. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με το εύρημα των Zecevic, Miller και Harburn (2000), αλλά σε αυτή την περίπτωση δεν μπορούμε να κάνουμε σύγκριση γιατί δεν αναφέρεται πιο άκρο εξετάζουν. Από την άλλη, οι Zecevic, Miller και Harburn (2000) βρήκαν ότι το FIXED – MN μειώνει την ωλένια απόκλιση, ενώ οι Khalaf et al (2007) δεν κατέληξαν στο ίδιο συμπέρασμα. Όσον αφορά το πειραματικό πληκτρολόγιο δεν φάνηκε να έχει καμία επίδραση στην ωλένια απόκλιση του καρπού, αλλά μείωσε σημαντικά την έκταση του αριστερού καρπού και τον πρηνισμό του δεξιού αντιβραχίου. Ανάλογο πληκτρολόγιο του πειραματικού είναι το OPEN στην έρευνα των Zecevic, Miller και Harburn (2000). Μπορούμε επομένως να πούμε ότι η εφαρμογή πλάγιας κλίσης στα δύο τμήματα ενός διαχωριζόμενου πληκτρολογίου, μπορεί να μειώσει τον πρηνισμό του αντιβραχίου και συνεπώς και τον κίνδυνο εμφάνισης μυοσκελετικών διαταραχών. Ένα ακόμα σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι οι διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού αποδεικνύουν ότι η πληκτρολόγηση είναι μία ασύμμετρη δραστηριότητα. Τέλος, ένας περιορισμός της έρευνας των Khalaf et al (2007) είναι ότι εξετάσανε μόνο το δεξί χέρι ως προς τον πρηνισμό, οπότε δεν μπορεί να γίνει σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων.

Αξιοσημείωτα αποτελέσματα παρουσιάζονται και από την έρευνα των Simoneau και Marklin (2001). Πιο συγκεκριμένα, τα πληκτρολόγια με τις θετικές κλίσεις  $+ 15^\circ$  και  $+ 7.5^\circ$  μείωσαν σημαντικά την ωλένια απόκλιση του καρπού, ενώ ταυτόχρονα ο αριστερός καρπός βρισκόταν σε μεγαλύτερη ωλένια απόκλιση από τον δεξί, αλλά το αποτέλεσμα αυτό δεν ήταν στατιστικά σημαντικό. Ο λόγος για τον οποίο παρατηρούνται αυτές οι διαφορές μεταξύ των δύο άκρων δεν είναι ακόμα σαφής, αλλά πιστεύεται ότι οφείλεται στο ότι το αριστερό χέρι χρησιμοποιεί περισσότερο κάποια συγκεκριμένα λειτουργικά πλήκτρα, όπως τα CAPS, SHIFT, TAB (Simoneau και Marklin, 2001). Επίσης, παρατηρήθηκε ότι όσο μειωνόταν η κλίση του πληκτρολογίου τόσο αυξανόταν η ωλένια απόκλιση, πιθανότατα λόγω της αύξησης του πρηνισμού στο αντιβράχιο. Επιπλέον, τα πληκτρολόγια με τις  $+ 15^\circ$ ,  $- 7.5^\circ$ ,  $- 15^\circ$  κλίσης είχαν σημαντική επίδραση στην έκταση του καρπού. Ειδικά οι δύο αρνητικές κλίσεις μείωσαν την έκταση του καρπού κάτω από τις  $15^\circ$  και σύμφωνα με τους Rempel et al (1997), όσο πιο ουδέτερη θέση έχει ο καρπός τόσο λιγότερος είναι ο κίνδυνος εμφάνισης τραυματισμών. Στις ακραίες θέσεις έκτασης, η πίεση στον

καρπιαίο σωλήνα αυξάνει τόσο, ώστε να πιέζεται το μέσο νεύρο και τελικά να αναπτυχθεί ΣΚΣ.

Οι έρευνες των Marklin και Simoneau (2001) και των Hedge και Powers (1995) κατέληξαν σε διαφορετικά συμπεράσματα, όσον αφορά την ωλένια απόκλιση του καρπού, όταν χρησιμοποιούνται πληκτρολόγια με αρνητική κλίση στο οριζόντιο επίπεδο. Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί διότι οι Hedge και Powers (1995) δεν εξέτασαν πολλές διαφορετικές γωνίες κλίσης στα πληκτρολόγια τους.

Οι Simoneau, Marklin και Berman (2003), οι οποίοι εξέτασαν πληκτρολόγια με 4 διαφορετικές γωνίες κλίσης (slope), κατέληξαν ότι όταν η γωνία μεταβάλλεται κατά  $22.5^\circ$  (από  $+7.5$  σε  $-15^\circ$ ), η μέση έκταση του καρπού μειώνεται κατά περίπου  $15^\circ$  (από  $12^\circ$  έκτασης σε  $3^\circ$  κάμψης). Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τα ευρήματα προηγούμενης έρευνάς τους (Simoneau & Marklin, 2001). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι στις  $+7.5^\circ$  slope καταγράφηκαν οι πιο ακραίες θέσεις έκτασης, οι οποίες έφταναν τις  $25^\circ$ . Συνεπώς θα πρέπει να είμαστε επιφυλακτικοί ως προς τη χρησιμοποίησή του, γιατί αυξάνεται κατά πολύ ο κίνδυνος τραυματισμών. Επίσης, όσον αφορά την ωλένια απόκλιση κατέληξαν στα ίδια συμπεράσματα με την προηγούμενη έρευνά τους. Όταν η κλίση του πληκτρολογίου μεταβαλλόταν από τις  $+7.5^\circ$  στις  $-15^\circ$ , η ωλένια απόκλιση αυξήθηκε περίπου 3 με 5 μοίρες.

Στην έρευνα των Marklin, Simoneau και Monroe (1999) τα τρία εναλλακτικού τύπου πληκτρολόγια σημείωσαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα για όλες τις θέσεις του καρπού και του αντιβραχίου. Αναλυτικότερα, τα δύο διαχωριζόμενα πληκτρολόγια μείωσαν σημαντικά την ωλένια απόκλιση σε σχέση με το κλασικό πληκτρολόγιο, ενώ το πληκτρολόγιο με την κάθετη κλίση μεταξύ των δύο τμημάτων μείωσε σημαντικά τον πρηγισμό. Τα αποτελέσματα των ερευνητών αυτών συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Hedge και Powers (1995) ως προς τις διαφορές που εντοπίζονται μεταξύ των δύο άκρων.

Σε παρόμοια αποτελέσματα με τους Marklin, Simoneau και Monroe (1999) κατέληξαν οι Marklin και Simoneau (2001), οι οποίοι εξέτασαν διαχωριζόμενα πληκτρολόγια με διαφορετικά ανοίγματα. Στην περίπτωση αυτή, και οι τρεις τύποι πληκτρολογίων μείωσαν σημαντικά την ωλένια απόκλιση σε σχέση με το κλασικό

πληκτρολόγιο. Πιο συγκεκριμένα, στο πληκτρολόγιο S - MID, το οποίο έχει άνοιγμα το μισό της απόστασης μεταξύ των ώμων, σημειώθηκε η μικρότερη τιμή ωλένιας απόκλισης τόσο για το δεξί όσο και για το αριστερό χέρι, ενώ ακολουθούσε το S - 20 και τελευταίο το S - SW. Πολύ ενδιαφέρον είναι ότι και στη μελέτη αυτή οι χρήστες έτειναν να έχουν το αριστερό χέρι σε μεγαλύτερη ωλένια απόκλιση από ότι το δεξί σε οποιοδήποτε από τα τέσσερα πληκτρολόγια και αν πληκτρολογούσαν. Αυτό συμφωνεί με τους Marklin, Simoneau και Mongro (1999) και με τους Hedge και Powers (1995).

Σε μία ακόμη έρευνα (Szeto & Ng, 2000) όπου εξετάστηκε ένα διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο σε σχέση με ένα κλασικό ως προς την επίδρασή του στις θέσεις του καρπού, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση τόσο στην έκταση όσο και στην ωλένια απόκλιση του καρπού. Παρόμοια με αυτή τη μελέτη είναι και αυτή των Zecevic, Miller και Harburn (2000). Όπως αναφέρθηκε προηγουμένα, οι τελευταίοι κατέληξαν στο ότι το OPEN μπορεί να μειώσει σε μεγάλο βαθμό τον πρηνισμό του αντιβραχίου και σε λιγότερο βαθμό την έκταση και την ωλένια απόκλιση. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι το OPEN έχει και πλάγιες κλίσεις στα δύο τμήματα, ενώ το διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο στην έρευνα των Szeto και Ng (2000) δεν είχε τέτοιες προδιαγραφές.

Τα πληκτρολόγια που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα των Rempel et al (2009) ήταν όλα διαχωριζόμενα και είχαν μεγάλη ποικιλία ως προς τις γωνίες κλίσεις και ανοίγματος. Από τα αποτελέσματά τους αποδεικνύεται ότι αυτά τα χαρακτηριστικά των πληκτρολογίων έχουν σημαντική επίδραση στις θέσεις του καρπού και του αντιβραχίου αμφοτερόπλευρα. Αναλυτικότερα, τα πληκτρολόγια KbA, KbB και KbC, με γωνίες ανοίγματος 12°, 15° και 18° αντίστοιχα, προκάλεσαν λιγότερη έκταση και ωλένια απόκλιση. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν και με τα αντίστοιχα των Marklin και Simoneau (2001). Ωστόσο, όσο πιο μεγάλο ήταν το άνοιγμα τόσο μεγαλύτερος ήταν και ο πρηνισμός του αντιβραχίου (Rempel et al, 2009). Επιπλέον, οι Rempel et al (2009) παρατήρησαν ότι όταν το ύψος του πληκτρολογίου είναι σταθερό η γωνία κλίσης στο οριζόντιο επίπεδο επηρεάζει σημαντικά την έκταση του δεξιού καρπού και τον πρηνισμό και στα δύο χέρια. Ειδικά το πληκτρολόγιο με τη γωνία slope στις + 8° προκάλεσε τη μεγαλύτερη έκταση στο δεξί καρπό και το μεγαλύτερο πρηνισμό στα αντιβράχια. Από την άλλη, μία γωνία slope - 8° σχετίστηκε

με μία ανύψωση στο δεξί αγκώνα, μικρότερη έκταση και λιγότερο πρηνισμό. Ένας περιορισμός της έρευνας αυτής ήταν ότι η έκθεση των συμμετεχόντων στα πληκτρολόγια ήταν πολύ σύντομη, οπότε δεν μπορούμε να ξέρουμε αν τα αποτελέσματα αυτά έχουν διάρκεια. Ένας ακόμα περιορισμός είναι ότι δεν υπήρχε ποικιλία στους τύπους των εγγράφων που πληκτρολογούσαν οι χρήστες. Εργασίες που έχουν περισσότερους αριθμητικούς χαρακτήρες, οι οποίοι βρίσκονται στο πλάι του πληκτρολογίου, μπορεί να έχουν διαφορετικά ευρήματα (Rempel et al, 2009).

#### **4.2.3. Αποτελέσματα ως προς την επίδραση των εναλλακτικών πληκτρολογίων στην άνεση και την κούραση των χρηστών (Πίνακες 3.12 και 3.13)**

Στον πίνακα 3.12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα την έρευνας των Swanson et al (1997). Σύμφωνα με αυτά, φαίνεται ότι δεν υπήρξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την επίδραση των πληκτρολογίων στην άνεση και την αναφερόμενη κούραση των χρηστών για τις 2 ημέρες που διήρκησε η έρευνα. Πιο αναλυτικά, κανένα από τα υπό εξέταση πληκτρολόγια δε φάνηκε να ξεκουράζει τους χρήστες, όπως επίσης κανένα δεν αξιολογήθηκε σημαντικά ως το πιο άνετο. Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να τονιστεί ότι η έρευνα αυτή είναι πολύ χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας και έχει διάρκεια μόνο 3 ημέρες, συνεπώς τα αποτελέσματά της θα πρέπει να ληφθούν υπόψη με επιφυλακτικότητα.

Στην έρευνα των Hegde και Powers (1995) τα δύο εναλλακτικά πληκτρολόγια ανέφεραν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα όσον αφορά την επίδρασή τους στις υποκειμενικές εκτιμήσεις των χρηστών. Ειδικά, για το FMFS το 75.5% των χρηστών ανέφερε ότι δεν θα ήθελαν να το χρησιμοποιούν στην εργασία τους. Από την άλλη μεριά, κανένας χρήστης δεν ανέφερε αρνητικές αντιδράσεις για το NSKS.

Στην έρευνα των Khalaf et al (2007) τα επίπεδα δυσφορίας για τον δεξί καρπό ήταν σημαντικά μεγαλύτερα τόσο για το MN όσο και για το πειραματικό πληκτρολόγιο σε σχέση με το κλασικό πληκτρολόγιο. Για όλες τις άλλες παραμέτρους δυσφορίας τα αποτελέσματα δεν ήταν στατιστικά σημαντικά.

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί από τα ευρήματα των Marklin και Simoneau (2001) για κανένα πληκτρολόγιο δεν υπήρξε σημαντικό αποτέλεσμα όσον αφορά την κούραση που αισθάνονται οι χρήστες όταν εργάζονται με αυτά. Πιθανοί λόγοι για το εύρημα

αυτό είναι ότι οι συμμετέχοντες είχαν πολύ λίγο χρόνο για να εξοικειωθούν με τις νέες συσκευές ή ότι το εργαλείο μέτρησης (κλίμακα μέτρησης Borg) δεν είναι αρκετά ευαίσθητο ώστε να ανιχνεύει και τις ελάχιστες αλλαγές (Marklin και Simoneau, 2001). Μία άλλη έρευνα που χρησιμοποίησε το ίδιο εργαλείο μέτρησης είναι αυτή των Swanson et al (1997), οι οποίοι κατέληξαν σε παρόμοια αποτελέσματα. Συνεπώς, τα συμπεράσματά τους θα πρέπει να ερμηνευτούν με προσοχή.

Ούτε και στην έρευνα των Rempel et al (2009) υπήρξαν σημαντικές διαφορές ως προς τη δυσφορία που αισθάνονταν οι χρήστες. Ένας λόγος που μπορεί να εξηγήσει το αποτέλεσμα αυτό είναι η πολύ σύντομη διάρκεια της εργασίας τους στα πληκτρολόγια.

Οι Marek et al (1992) συγκρίνανε ένα κλασικό πληκτρολόγιο με ένα διαχωριζόμενο ως προς την επίδρασή τους στη μυϊκή δραστηριότητα των μυών του αντιβραχίου και τις υποκειμενικές εκτιμήσεις των χρηστών για την άνεση και την κούραση που αισθάνονται. Μεταξύ των δύο πληκτρολογίων δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά.

Τέλος, στην έρευνα των Simoneau, Marklin και Berman (2003) μεταξύ των τεσσάρων πληκτρολογίων με τις διαφορετικές κλίσεις slope δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι το πληκτρολόγιο με τις - 15° slope περιγράφηκε ως το «λιγότερο εύκολο στη χρήση» και το «λιγότερο άνετο στη χρήση».

#### **4.2.4. Αποτελέσματα ως προς την επίδραση των εναλλακτικών πληκτρολογίων στις υποκειμενικές εκτιμήσεις των χρηστών ως προς την προτίμηση και ικανοποίησή τους (Πίνακας 3.14)**

Οι έρευνες που εξέτασαν τις προτιμήσεις των χρηστών για τα νέα σχέδια πληκτρολογίων ήταν των Zecevic, Miller και Harburn (2000) και των Rempel et al (2009). Οι πρώτοι ανέφεραν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα μόνο για το κλασικό πληκτρολόγιο και το FIXED της Microsoft. Ειδικά για το δεύτερο πληκτρολόγιο, το 75% των χρηστών δήλωσαν την δυσαρέσκειά τους και ανέφεραν ότι δεν θα ήθελαν να το χρησιμοποιούν στην εργασία τους (Zecevic, Miller και Harburn, 2000). Από την άλλη, στην έρευνα των Rempel et al (2009) κανένα από τα 7

σχέδια διαχωριζόμενων πληκτρολογίων δεν αναφέρθηκε σημαντικά ως το καλύτερο ή το χειρότερο, αν και το πληκτρολόγιο “F” (με άνοιγμα  $12^\circ$  και γωνία slope  $+ 8^\circ$ ) συγκέντρωσε τα περισσότερα καλύτερα σχόλια. Ένας πιθανός λόγος για το αποτέλεσμα αυτό είναι ότι το συγκεκριμένο πληκτρολόγιο έχει πολλές ομοιότητες με τον κλασικό τύπο, οπότε οι χρήστες αισθάνονταν πιο οικεία όταν εργάζονταν με αυτό. Αντίθετα, το πληκτρολόγιο που συγκέντρωσε την λιγότερη βαθμολογία ήταν το “B”, το οποίο έχει και τις μεγαλύτερες διαφορές από τον κλασικό τύπο.

#### **4.2.5. Αποτελέσματα ως προς την επίδραση των εναλλακτικών πληκτρολογίων στο μυικό φορτίο (Πίνακας 3.15)**

Δύο έρευνες συνέκριναν ένα κλασικό πληκτρολόγιο με ένα διαχωριζόμενο ως προς την επίδρασή τους στο μυικό φορτίο στους μύες του αντιβραχίου (Marek et al, 1992; Strasser, Fleischer & Keller, 2004), μία έρευνα συνέκρινε το MN με ένα κλασικό πληκτρολόγιο (Szeto & Ng, 2000) και μία τελευταία συνέκρινε 4 πληκτρολόγια με διαφορετικές γωνίες κλίσης στο οριζόντιο επίπεδο (Simoneau, Marklin & Berman, 2003). Στη μόνη έρευνα που δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μυική δραστηριότητα των εκτεινόμενων μυών μεταξύ των δύο πληκτρολογίων ήταν σε αυτή των Marek et al (1992). Αντίθετα, στην έρευνα των Strasser, Fleischer και Keller (2004) βρέθηκε ότι το διαχωριζόμενο πληκτρολόγιο μπορεί να μειώσει σημαντικά το μυικό φορτίο των μυών του αντιβραχίου σε σχέση με το κλασικό πληκτρολόγιο. Την παρατήρησή τους αυτή την αποδίδουν στο γεγονός ότι το νέο πληκτρολόγιο τοποθετεί τον καρπό και το αντιβράχιο σε πιο ουδέτερες θέσεις, με συνέπεια να διευκολύνει κατά πολύ τους μύες της περιοχής. Επίσης, στην έρευνα των Szeto και Ng (2000) το πληκτρολόγιο MN υπέδειξε σημαντική υπεροχή ως προς τη μείωση της μυικής δραστηριότητας του ωλένιου εκτείνοντα του καρπού σε σχέση με το κλασικό. Στην περίπτωση όμως αυτή δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές για τον κερκιδικό εκτείνοντα. Η διαφορά αυτή έγκειται στο γεγονός ότι ο καρπός τοποθετείται περισσότερο σε ωλένια απόκλιση με αποτέλεσμα να δραστηριοποιείται περισσότερο ο ωλένιος εκτείνοντας και λιγότερος ο κερκιδικός (Szeto και Ng, 2000). Τέλος, στη έρευνα των Simoneau, Marklin και Berman (2003) ελέγχανε των ωλένιο εκτείνοντα του καρπού, τον κερκιδικό καμπτήρα και τον ωλένιο καμπτήρα μυ. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν όταν ο δεξιός καρπός βρισκόταν σε  $8^\circ$  έκτασης και  $10^\circ$  ωλένιας απόκλισης ενώ ο αριστερός ήταν σε  $15^\circ$  ωλένιας απόκλισης. Η μυική δραστηριότητα του ωλένιου εκτείνοντα ήταν πολύ μεγαλύτερη από αυτή των



εκτεινόντων μυών, διότι, όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα, ο μύς αυτός είναι που ευθύνεται για την τοποθέτηση του καρπού σε ωλένια απόκλιση. Το αποτέλεσμα αυτό ενισχύθηκε όταν συγκρίνανε και τους καμπτήρες μύες μεταξύ τους. Φάνηκε λοιπόν ότι ο ωλένιος καμπτήρας δραστηριοποιείται πολύ περισσότερο από τον κερκιδικό καμπτήρα, διότι ο πρώτος είναι βοηθητικός μύς για την ωλένια απόκλιση του καρπού (Simoneau, Marklin και Berman, 2003). Ένα πολύ σημαντικό εύρημα της έρευνας αυτής είναι ότι όσο μειώνεται η κλίση του πληκτρολογίου στο οριζόντιο επίπεδο τόσο μειώνεται η δραστηριότητα του ωλένιου εκτεινόμενου μυ, ενώ μείωση παρατηρήθηκε και στον ωλένιο καμπτήρα αλλά σε μικρότερο βαθμό (Simoneau, Marklin και Berman, 2003).

### **4.3. Συζήτηση**

Στα πλαίσια της συστηματικής αυτή ανασκόπησης εξετάστηκαν όλες οι έρευνες που είχαν ως αντικείμενο μελέτης τα εργονομικά πληκτρολόγια και τις επιδράσεις τους στα συμπτώματα των ασθενών με μυοσκελετικές διαταραχές, τη λειτουργική τους κατάσταση, τις προτιμήσεις των χρηστών ως προς αυτά τα νέα σχέδια, την αναφερόμενη κόυραση των χρηστών, την απόδοση των χρηστών και το μυικό φορτίο σε σχέση με το κλασικό σχέδιο. Σε όλες τις έρευνες η παρουσίαση των πληκτρολογίων έγινε με τυχαία σειρά, ώστε να αποφευχθεί το ενδεχόμενο συστηματικού σφάλματος.

Στις μελέτες αυτές οι ερευνητές εξέτασαν μία ευρεία γκάμα εναλλακτικών διαχωριζόμενων πληκτρολογίων, με διαφορετικές γωνίες κλίσης σε όλους τους άξονες, όπως επίσης και διαφορετικές γωνίες ανοίγματος μεταξύ των δύο τμημάτων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανασκόπησης αυτής, τα εναλλακτικά πληκτρολόγια μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τις ακραίες θέσεις του καρπού και του αντιβραχίου, οι οποίες παρατηρούνται κατά τη χρήση του κλασικού πληκτρολογίου (Zecevic, Miller και Harburn, 2000; Hedge & Powers, 1995; Khalaf et al, 2007; Simoneau & Marklin, 2001; Marklin & Simoneau, 2001; Marklin, Simoneau & Monroe, 1999; Szeto & Ng, 2000; Rempel et al, 2009; Simoneau, Marklin & Berman, 2003). Θα πρέπει, όμως, να τονιστεί ότι κανένα πληκτρολόγιο δεν κατάφερε να βελτιώσει ταυτόχρονα και τις 3 παραμέτρους (έκταση, ωλένια απόκλιση και πρηνισμός). Για το λόγο αυτό, οι επαγγελματίες υγείας θα πρέπει να γνωρίζουν ποιες θέσεις προκαλούν τις διαταραχές στους ασθενείς τους και έπειτα να τους

συμβουλεύουν για τις ακριβείς προδιαγραφές του πληκτρολογίου που θα χρησιμοποιούν. Επίσης, από την εργασία αυτή δεν προκύπτουν σαφή στοιχεία που να αποδεικνύουν ότι ένας συγκεκριμένος τύπος πληκτρολογίου μπορεί να ανακουφίσει μία συγκεκριμένη πάθηση. Με άλλα λόγια, ένα εργονομικό πληκτρολόγιο μπορεί να βελτιώσει τις ακραίες θέσεις του άνω άκρου, αλλά μπορεί να μην προλαμβάνει την εμφάνιση των μυοσκελετικών διαταραχών (Tittiranonda et al, 1999; Ripat et al, 2006).

Επιπλέον, τα εναλλακτικά πληκτρολόγια φαίνεται να έχουν σημαντική επίδραση και στη βελτίωση των συμπτωμάτων σε χρήστες που ήδη πάσχουν από μυοσκελετικές διαταραχές (Tittiranonda et al, 1999; Ripat et al, 2006). Ένας πιθανός λόγος είναι ότι τα πληκτρολόγια αυτά βελτιώνουν τις ακραίες θέσεις του καρπού και του αντιβραχίου με αποτέλεσμα να μειώνονται οι επιβαρυντικοί παράγοντες που ευθύνονται για την ανάπτυξη των διαταραχών αυτών. Ένα ακόμα σημαντικό εύρημα που ενισχύει την άποψη αυτή είναι ότι τα νέα πληκτρολόγια μπορούν να μειώσουν το μυικό φορτίο στους μύες του αντιβραχίου (Marek et al, 1992; Strasser, Fleischer & Keller, 2004; Simoneau, Marklin & Berman, 2003; Szeto & Ng, 2000). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι μύες αυτοί να λειτουργούν σε καλύτερες τροχιές καταβάλλοντας τη λιγότερη προσπάθεια, με συνέπεια να μειώνονται πιθανά συμπτώματα όπως πόνος και μούδιασμα λόγω της μυικής κόπωσης ή της ανάπτυξης φλεγμονής.

Επίσης, σε γενικές γραμμές παρατηρείται ότι τα νέα σχέδια πληκτρολογίων δεν επηρεάζουν την παραγωγικότητα των χρηστών (Swanson et al, 1997; Hedge & Powers, 1995; Zecevic, Miller και Harburn, 2000; Khalaf et al, 2007; Marklin και Simoneau, 2001; Marklin, Simoneau & Monroe, 1999; Simoneau & Marklin, 2001; Rempel et al, 2009; Simoneau, Marklin & Berman, 2003). Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι οι μεγαλύτερες ταχύτητες καταγράφηκαν κατά τη χρήση των κλασικών πληκτρολογίων, λόγω της μεγάλης εξοικείωσης των χρηστών με τις συσκευές αυτές, ενώ οι χαμηλότερες ταχύτητες καταγράφηκαν στα πληκτρολόγια αυτά που διαφοροποιούνται εμφανώς από τα κλασικά. Επιπλέον, πρέπει να τονιστεί ότι ενώ αρχικά μπορεί να σημειωθεί μία σχετική μείωση στην ταχύτητα των χρηστών, αυτή επανέρχεται στα αρχικά της επίπεδα μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα (Swanson et al, 1997). Όσον αφορά τις υποκειμενικές προτιμήσεις των χρηστών για την άνεση των νέων πληκτρολογίων και την κόπωση που αναφέρουν οι χρήστες καμία έρευνα

δεν κατέληξε σε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα (Swanson et al, 1997; Hedge & Powers, 1995; Khalaf et al, 2007; Marklin & Simoneau, 2001; Marek et al, 1992; Rempel et al, 2009; Simoneau, Marklin & Berman, 2003). Ένας πιθανός λόγος είναι ότι λόγω της μικρής διάρκειας έκθεσης των χρηστών στα νέα πληκτρολόγια, δεν πρόλαβε να επέλθει η κούραση. Μέτριες όμως ήταν και οι αντιδράσεις των χρηστών ως προς τις προτιμήσεις τους. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι συμμετέχοντες επέλεξαν σχέδια που ήταν παρόμοια με το κλασικό σχέδιο πληκτρολογίου (Zecenic, Miller & Harburn, 2000; Rempel et al, 2009).

#### **4.4. Περιορισμοί – προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Η έρευνα αυτή είχε κάποιους περιορισμούς, οι οποίοι πρέπει να αναφερθούν. Κατ' αρχάς εξετάστηκε μόνο μία παράμετρος του εργασιακού περιβάλλοντος που ενοχοποιείται για την εμφάνιση μυοσκελετικών διαταραχών, το πληκτρολόγιο, ενώ υπάρχουν και πολλές άλλες παράμετροι οι οποίες αλληλεπιδρούν και έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην υγεία των χρηστών, όπως είναι η θέση του ποντικιού, της καρέκλας, το ύψος του γραφείου, το ύψος της οθόνης του υπολογιστή και άλλα. Ακόμα, οι πρωτογενείς μελέτες ήταν πολύ σύντομης χρονικής διάρκειας με μοναδικές εξαιρέσεις τις έρευνες των Ripat et al (2006) και των Tittiranonda et al (1999), οι οποίες είχαν διάρκεια 6 μηνών, όπως επίσης ήταν αρκετά χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας. Ένας ακόμα σημαντικός περιορισμός είναι ότι πέρα από τις έρευνες των Tittiranonda et al (1999) και των Hedge & Powers (1995) οι υπόλοιπες δεν ήταν «τυφλές», με συνέπεια να αυξάνει κατά πολύ ο κίνδυνος να έχουν υποπέσει σε συστηματικά σφάλματα. Για το λόγο αυτό δεν μπορούμε να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα για τα αντικείμενα εξέτασης. Επίσης, η ανασκόπηση αυτή περιορίστηκε μόνο στην εξέταση τριών μόνο επιβαρυντικών θέσεων για τον καρπό και το αντιβράχιο (πρηνισμός αντιβραχίου, έκταση και ωλένια απόκλιση του καρπού). Συσχέτιση των μυοσκελετικών διαταραχών μπορεί να υπάρξει και με άλλες θέσεις που υιοθετούν τα άνω άκρα, όπως η προσαγωγή - απαγωγή των ώμων και οι θέσεις του αυχένα, οι οποίες δεν αποτέλεσαν αντικείμενα εξέτασης στην παρούσα φάση (Marklin & Simoneau, 2001; Simoneau & Marklin, 2001; Marek et al, 1992). Επιπλέον, σε πολλές από τις πρωτογενείς μελέτες δεν έγινε εκτενής ανάλυση των μέσων μέτρησης και αξιολόγησης, με αποτέλεσμα να αμφισβητείται η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων τους (Hedge & Powers, 1995; Strasser, Fleischer & Keller, 2004; Ripat et al, 2006; Tittiranonda et al, 1999).

Τέλος, παρά το γεγονός ότι τα εναλλακτικά πληκτρολόγια μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τα συμπτώματα των μυοσκελετικών διαταραχών, τις θέσεις του καρπού και του αντιβραχίου αλλά και τη μυική δραστηριότητα των εμπλεκόμενων μυών, δεν σημαίνει απαραίτητα ότι μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο εμφάνισης των διαταραχών αυτών ή ακόμα και να τον προλάβουν (Titiiranonda et al, 1999; Ripat et al, 2006). Για το λόγο αυτό, επιβάλλεται να πραγματοποιηθούν έρευνες οι οποίες να διαρκούν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και να εξετάζουν και τους άλλους παράγοντες που αναφέρθηκαν προηγούμενα, ώστε να έχουμε μια πιο σφαιρική άποψη για τους κινδύνους που ελλοχεύουν κατά την εργασία με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

## Βιβλιογραφία

1. Amell T.K and Kumar S. Cumulative trauma disorders and keyboarding work. *International Journal of Industrial Ergonomics* 1999;25:69-78
2. Armstrong T.J. and Chaffin D.B. Carpal tunnel syndrome and selected personal attributes. *Journal of Occupational Medicine* 1979;21:481-486
3. Armstrong T.J., Castelli W.A., Evans F.G., Diaz – Perez R. Some histological changes in carpal tunnel contents and their biomechanical implications. *Journal of Occupational Medicine* 1984;26(3):197-201
4. Baker A.N. and Cidboy L.E. The effect of three alternative keyboard designs on forearm pronation, wrist extension and ulnar deviation: A meta – analysis. *American Journal of Occupational Therapy* 2006;60(1):40-49
5. Baker A.N., Cham R., Hale E., Cook J. and Redfern S.M. Digit kinematics during typing with standard and ergonomic keyboard configurations. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2007;37:345-355
6. Bernard B., Sauter S., Fine L., Petersen M., Hales T. Job task and psychological risk factors for work – related musculoskeletal disorders among newspaper employees. *Scand J Work Environ Health* 1994;20:417-426
7. Brogmus G.E., Sorock G.S., Webster B.S. Recent trends in work – related cumulative trauma disorders of the upper extremities in the United States: an evaluation of possible reasons. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 1996;38(4):401-411
8. Buchholz B. and Armstrong T.J. An ellipsoidal representation of human hand anthropometry. *Human Factors* 1991;33:429-441
9. Buckle P.W. Work factors and upper limb disorders. *British Medical Journal* 1997;315:1360-1363
10. Carter J.B. and Bannister E.W. Musculoskeletal problems in VDT work: a review. *Ergonomics* 1994;37(10):1623-1648
11. Danziger P. Pyramid shaped ergonomic keyboard. *Applied Ergonomics* 1996;27(2):147
12. De Krom M., Kester A, Knipschild P.G., Spaans F. Risk factors for carpal tunnel syndrome. *American Journal of Epidemiology* 1990;132:1102-1110
13. Donoghue MF, O’ Reilly D., Walsh MT. The effect of computer use on carpal tunnel syndrome. *IFMBE Proceedings* 25/IX 2009:425-427

14. Duncan J. and Ferguson D. Keyboard operating posture and symptoms in operating. *Ergonomics* 1974;17(5):651-662
15. Dvir Z. The measurement of isokinetic fingers flexion strength. *Clinical Biomechanics* 1997;12(7-8):473-481
16. Dvorak A. There is a better typewriter keyboard. *Natl Business Educ Quart* 1943;12:51-58,66
17. Eggers J., Feillet D., Kehl S., Wagner M., Yannou B. Optimization of the keyboard arrangement problem using an Ant Colony algorithm. *European Journal of Operational Research* 2003;148:672-686
18. Fahrback P.A. and Chapman L.J. VDT work duration and musculoskeletal discomfort. *AAOHN J* 1990;38:32-36
19. Faragasanu M and Kumar S. Carpal tunnel syndrome due to keyboarding and mouse tasks: a review. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2003;31:119-136
20. Faucett J. and Rempel D. VDT – related musculoskeletal symptoms: interactions between work posture and psychosocial work factors. *American Journal of Industrial Medicine* 1994;26:597-612
21. Ferguson D. and Duncan J. Keyboard design and operating posture. *Ergonomics* 1974;17:731-744
22. Fernström E., Ericson M.O., Malker H. Electromyographic activity during typewriter and keyboard use. *Ergonomics* 1994;37(3):477-484
23. Feuerstein M., Armstrong T., Hickey P., Lincoln A. Computer keyboard force and upper extremity symptoms. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 1997;39(12):1144-1153
24. Gerard M.J., Jones S.K., Smith L.A., Thomas R.E., Wang T. An ergonomic evaluation of the kinesis ergonomic computer keyboard. *Ergonomics* 1994;37(10):1661-1668
25. Gerr F., Marcus M., Monteilh C. Epidemiology of musculoskeletal disorders among computer users: lesson learned from the role of posture and keyboard use. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2004;14:25-31
26. Gerr F., Marcus M., Ensor C., Kleinbaum D., Cohen S., Edwards A., et al. A prospective study of computer users: I. Study design and incidence of musculoskeletal symptoms and disorders. *Am J Ind Med* 2002;41(4):221-235

27. Gilad I and Harel S. Muscular effort in four keyboard designs. *International Journal of Industrial Ergonomics* 2000;26:1-7
28. Harvey R. and Peper E. Surface electromyography and mouse use position. *Ergonomics* 1997;40:781-789
29. Hedge A. and Powers J.R. Wrist postures while keyboarding: effects of a negative slope keyboard system and full motion forearm supports. *Ergonomics* 1995;38:508-517
30. Hobday S.W. A keyboard to increase productivity and reduce postural stress. In: Aghazabeh (Ed.), *Trends in Ergonomics/ Human Factors V*. Noth – Holland, New York USA 1988 (<http://www.maltron.com/keyboard-info/academic-papers/234-a-keyboard-to-increase-productivity-and-reduce-postural-stress.html>)
31. Hunting W., Laubli T.H., Grandjean E. Postural and visual loads at VDT workplaces. I. Constrained postures. *Ergonomics* 1981;24:917-931
32. Jessurun W., Hillen B., Zonneveled F. Anatomical relations in the carpal tunnel: a computed tomographic study. *Journal of Hand Surgery* 1987;12B:64-67
33. Kamwendo K., Linton S.J., Moritz U. Neck and shoulder disorders in medical secretaries. Part I. Pain prevalence and risk factors. *Scand J Rehabil Med* 1991;23(3):127-133
34. Keir P.J., Bach J.M., Rempel D.M. Effects of finger posture on carpal tunnel pressure during wrist motion. *Journal of Hand Surgery* 1998;23A:1004-1009
35. Khalaf T., Karwowski W., Quesada M.P., Sherehiy B. Effects of three keyboard designs on wrist and forearm postures and typing task performance. *Occupational Therapy* 2007;7:115-123
36. Knave B.G., Wibom R.I., Voss M., Hedstrom L.D., Bergqvist U.O.V. Work with video display terminals among office employees. I. Subjective symptoms and discomfort. *Scand J Work Environ Health* 1985;11:457-466
37. Kroemer K.H.E. Human engineering the keyboard. *Human Factors* 1972;14(1):51-63
38. Lassen C.F., Mikkelsen S., Kryger A.I., Andersen J.H. Risk factors for persistent elbow, forearm and hand pain among computer workers. *Scand J Work Environ Health* 2005;31:122-131

39. Liao M.H. and Drury C.G. Posture, discomfort and performance in a VDT task. *Ergonomics* 2000;43:345-359
40. Lincoln A.E., Vernick J.S., Ogaitis S., Smith G.S., Mitchell C.S., Agnew J. Interventions for the primary prevention of work – related carpal tunnel syndrome. *American Journal of Preventive Medicine* 2000;18:37
41. Liu C.W., Chen T.W., Wang M.C., Chen C.H., Lee C.L., Huang M.H. Relationship between carpal tunnel syndrome and wrist angle in computer workers. *Kaohsiung J Med Sci* 2003;19(12):617-623
42. Loslever P. and Ranaivosoa A. Biomechanical and epidemiological investigation of carpal tunnel syndrome at workplaces with high risk factors. *Ergonomics* 1993;5:537-554
43. Lundervold A. Electromyographic investigations during sedentary work, especially typewriting. *British Journal of Physical Medicine* 1951;14:32-36
44. Maher C.G., Sherrington C., Herbert R.D., Moseley A.M., Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy* 2003 Aug;83(8):713-721
45. Mani L. and Gerr F. Work – related upper extremity musculoskeletal disorders. *Occupational and Environmental Medicine* 2000;27:845-864
46. Marcus M., Gerr F., Monteilh C., Ortis J.D., Gentry E., Cohen S., Edwards A., Ensor C., Kleinbaum D. A prospective study of computer users: II. Postural risk factors for musculoskeletal symptoms and disorders. *American Journal of Industrial Medicine* 2002;41:236-249
47. Marek T., Noworol C., Wos H., Karwowski W., Hamiga K. Muscular loading and subjective ratings of muscular tension by novices when typing with standard and split – design keyboards. *International Journal of Human – Computer Interaction* 1992;4(4):387-394
48. Marklin R.W. and Simoneau G.G. Effect of setup configurations of split keyboards on wrist angle. *Physical Therapy* 2001;81(4):1038-1048
49. Marklin R.W., Simoneau G.G., Monroe J.F. Wrist and forearm posture from typing on split and vertically inclined computer keyboards. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society* 1999;41(4):559-569



50. Marklin W.R. and Simoneau G.G. Design features of alternative computer keyboards: A review of experimental data. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2004;34(10):638-649
51. Marshall M.M., Mozrall R., Shealy J.E. The effects of complex wrist and forearm posture on wrist range of motion. *Human Factors* 1999;41:205-213
52. Martin B.J., Armstrong T.J., Foulke J.A., Natarajan S., Klinenberg E., Serina E., Rempel D. Keyboard reaction force and finger flexor electromyograms during computer keyboard work. *Human Factors* 1996;38(4):654-664
53. Matias A.C., Salvendy G., Kuczek T. Predictive models of carpal tunnel syndrome causation among VDT operators. *Ergonomics* 1998;41:213-226
54. Moore S.J. Carpal tunnel syndrome. *Occupational Medicine. State of the Art Reviews* 1992;7:741-763
55. National Center for Health Statistics, 2000
56. Nelson J.E., Treaster E.D., Marras W.S. Finger motion and tendon travel as a function of keyboard angles. *Clinical Biomechanics* 2000;15:489-498
57. Nelson N.A. and Silverstein B.A. Workplace changes associated with a reduction in musculoskeletal symptoms in office workers. *Human Factors* 1998;40(2):337-350
58. Norman D.A. and Fisher D. Why alphabetic keyboards are not easy to use: Keyboard layout doesn't much matter. *Human Factors* 1982;24(5):509-519
59. Ortiz D.J., Marcus M., Gerr F., Jones W., Cohen S. Measurement variability in upper extremity posture among VDT users. *Applied Ergonomics* 1997;28:139-143
60. Ostrem T. Strong, balanced muscles can prevent CTS. *Occup Health Safety* 1995;64:47-49
61. Palmer K.T., Cooper C., Walker – Bone K., Syddall H., Coggon D. Use of keyboards and symptoms in the neck and arm: evidence from a national survey. *Occup. Med.* 2001;51(6):392-395
62. Pascarelli E.F. and Kella J.J. Soft – tissue injuries related to use of the computer keyboard: A clinical study of 53 severely injured persons. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 1993;35(5):522-532
63. Rempel D. The split keyboard: An ergonomics success story. *Human Factors: The journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2008;50(3):385-392

64. Rempel D., Kier P.J., Smutz W.P., Hargen A. Effects of static fingertip loading on carpal tunnel pressure. *Journal of Orthopaedic Research* 1997;15:422-426
65. Rempel D., Barr A., Brafman D., Young E. The effect of six keyboard designs on wrist and forearm postures. *Applied Ergonomics* 2007;38:293-298
66. Rempel D., Nathan – Roberts D., Chen BY., Odell D. The effects of split keyboard geometry on upper body postures. *Ergonomics* 2009 Jan;52(1):104-111
67. Rempel D., Tittiranonda P., Burastero S., Hudes M., So Y. Effect of keyboard keyswitch design on hand pain. *J Occup Environ Med* 1999;41:111-119
68. Rempel D.M., Harrison R.J., Barnhart S. Work – related cumulative trauma disorders of the upper extremity. *Journal of the American Medical Association* 1992;267:838-842
69. Ripat J., Scatliff T., Giesbrecht E., Quanbury A., Friesen M., Kelso S. The effect of alternate style keyboards on severity of symptoms and functional status of individuals with work related upper extremity disorders. *J Occup Rehabil* 2006 Nov;16:707-718
70. Roberts M. and Rahbari H. A multi – purpose system for alpha – numeric input to computers via a reduced keyboard. *Int. J. Man – Machine Studies* 1986;24:659-667
71. Rose M.J. keyboard operating posture and actuation force: implications for muscle over – use. *Applied Ergonomics* 1991;22:198-203
72. Rossignol A.M., Morse E.P., Summers V.M., Pagnotto L.D. Video display terminal use and reported health symptoms among Massachusetts clerical workers. *J Occup Med* 1987;29:112-118
73. Sauter S.L., Schleifer L.M., Knutson S.J. Work posture, workstation design, and musculoskeletal discomfort in a VDT data entry task. *Human Factors* 1991;33:151-167
74. Scheer S.J. and Mital A. *Ergonomics. Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78(3 Suppl):S36-45.

75. Schoenmarklin R.W. and Marras W.S. Wrist motions in industry: variance between jobs and subjects. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37<sup>th</sup> Annual Meeting 1993;2:649-653
76. Seradge H., Jia Y.C., Owens W. In vivo measurement of carpal tunnel pressure in the functioning hand. Journal of Hand Surgery 1995;20(5):855-859
77. Serina E.R., Tal R., Rempel D. Wrist and forearm postures and motions during typing. Ergonomics 1999;42(7):938-951
78. Sherrington C., Herbert R.D., Maher C.G., Moseley A.M. PEDro. A database of randomized trials and systematic reviews in physiotherapy. Man Ther. 2000 Nov;5(4):223-226
79. Silverstein B.A., Fine L.J., Armstrong J.A. Occupational factors and carpal tunnel syndrome. American Journal of Industrial Medicine 1987;11:343-358
80. Silverstein B.A., Fine L.J., Armstrong T.J. Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. British Journal of Industrial Medicine 1986;43:779-784
81. Simoneau G.G. and Marklin R.W. Effect of computer keyboard slope and height on wrist extension angle. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society 2001;43(2):287-298
82. Simoneau G.G., Marklin R.W., Berman J.E. Effect of computer keyboard slope on wrist position and forearm electromyography of typists without musculoskeletal disorders. Physical Therapy 2003 Sep;83(9):816-830
83. Simoneau G.G., Marklin R.W., Monroe J.F. Wrist and forearm postures of users of conventional computer keyboards. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomic Society 1999;41(3)413-424
84. Smith M.J., Karsh B.T., Conway F.T., Cohen W.J., James C.A., Morgan J.J., Sanders K., Zehel D.J. Effects of a split keyboard design and wrist rest on performance, posture and comfort. Human Factor 1998;40:324-336
85. Smutz P., Serina E., Rempel D. A system for the effect of keyboard design on force, posture, comfort and productivity. Ergonomics 1994;37(10):1649-1660
86. Strasser H., Fleischer R., Keller E. Muscle strain of the hand – arm – shoulder system during typing at conventional and ergonomic keyboards. Occupational Therapy 2004;4:105-119

87. Swanson N.G., Galinsky T.L., Cole L.L., Pan C.S., Sauter S.L. The impact of keyboard design on comfort and productivity in a text – entry task. *Applied Ergonomics* 1997 Feb;28(1):9-16
88. Szabo R.M. Carpal tunnel syndrome as a repetitive motion disorder. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1998;351:78-89
89. Szabo R.M. Stress carpal tunnel pressures in patients with carpal tunnel syndrome and normal patients. *Journal of Hand Surgery* 1989b;14A:624-627
90. Szeto G.P.Y., Ng J.K.F. A comparison of wrist posture and forearm muscle activities while using an alternative keyboard and a standard keyboard. *Journal of Occupational Rehabilitation* 2000;10(3):189-197
91. Thompson D.A., Thomas J., Cone J., Daponte A., Markison R. Analysis of the TONY! Variable geometry VDT keyboard. *Proceedings of the Human Factors Society 34<sup>th</sup> Annual Meeting, 1990, vol.1, Orlando USA, pp.356-369*
92. Tittiranonda P., Rempel D., Armstrong T., Burastero S. Effect of four computer keyboards in computer users with upper extremity musculoskeletal disorders. *American Journal of Industrial medicine* 1999 Jan;35:647-661
93. Treaster D.E and Burr D. Gender differences in prevalence of upper extremity musculoskeletal disorders. *Ergonomics* 2004;47:495-526
94. Treaster ED and Marras SW. An assessment of alternate keyboards using finger motion, wrist motion and tendon travel. *Clinical Biomechanics* 2000;15:499-503
95. Van Galen G.P., Liesker H., De Haan A. Effects of a vertical keyboard design in typing performance, user comfort and muscle tension. *Applied Ergonomics* 2007;38:99-107
96. Verhagen A.P., De Vet H.C., De Bie R.A., Kessels A.G., Boers M., Bouter L.M., Knipschild P.G. The Delphi list: a criteria for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol.* 1998 Dec;51(12):1235-1241
97. Visser B., De Korte E., Van der Kraan I., Kuijer P. The effect of arm and wrist supports on the load of the upper extremity during VDU work. *Clinical Biomechanics* 2000;15:S34-S38

98. Weiss N.D., Gordon L., Bloom T., So Y., Rempel D.M. Position of the wrist associated with the lowest carpal tunnel pressure: implications for splint design. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1995;77A:1695-1699
99. Werner C.O., Elmquist D., Ohlin P. Pressure and nerve lesion in the carpal tunnel. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 1983;54:312-316
100. Werner R., Armstrong T.J., Aylard M.K. Intracarpal canal pressure: the role of the finger, hand, wrist and forearm position. *Clinical Biomechanics* 1997;12:44-51
101. Werner R.A. and Armstrong T.J. Carpal tunnel syndrome – ergonomic risk factors and intracarpal canal pressure. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* 1997;8:555-569
102. Won E.J., Johnson P.W., Punnett L., Dennerlein J.T. Upper extremity biomechanics in computer tasks differ by gender. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2009;19:428-436
103. Yu I.T.S and Wong T.W. Musculoskeletal problems among VDU workers in a Hong Kong bank. *Occup Med* 1996;46(4):275-280
104. Zecevic A., Miller D.I., Harburn K. An evaluation of the ergonomics of three computer keyboards. *Ergonomics* 2000;43(1):55-72
105. Zipp P., Haider E., Halpern N., Rohmert W. Keyboard design through physiological strain measurements. *Applied Ergonomics* 1983;14:117-122
106. Δούκας Νίκος Μ., 1981; Κινησιολογία, Εκδόσεις Λίτσας