

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΒΑΔΙΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ**

του

Κωνσταντίνου Βαθρακοκοίλη

Διδακτορική διατριβή που υποβάλλεται
στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του
διδακτορικού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος
«Άσκηση και Ποιότητα Ζωής» των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και
Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας.

Κομοτηνή
2009

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:

1ος Επιβλέπων: Μπενέκα Αναστασία, Επικ. Καθηγήτρια

2ος Επιβλέπων: Μάλλιου Παρασκευή, Αναπλ. Καθηγήτρια

3ος Επιβλέπων: Κουρτέσης Θωμάς, Αναπλ. Καθηγητής



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΑΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 7221/1
Ημερ. Εισ.: 30/07/2009
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
612.76
ΒΑΘ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000092849

Επταμελής Επιτροπή:

Μπενέκα Αναστασία, Επίκ. Καθηγήτρια

Μάλλιου Παρασκευή, Αναπλ. Καθηγήτρια

Κουρτέσης Θωμάς, Αναπλ. Καθηγητής

Γκοδόλιας Γεώργιος, Καθηγητής

Ταξιδάρης Κυριάκος, Καθηγητής

Μπάτσιου Σοφία, Επίκ. Καθηγήτρια

Μπεμπέτσος Ευάγγελος, Λέκτορας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κωνσταντίνος Βαθρακοκοίλης: Αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας και των βιομηχανικών παραμέτρων της βάδισης μετά από ανακατασκευή πρόσθιου χιαστού συνδέσμου

(Με την επίβλεψη της κας. Αναστασίας Μπενέκα, Επικ. Καθηγήτριας)

Η ρήξη του ΠΧΣ, προκαλεί σημαντικά ελλείμματα της ιδιοδεκτικής ικανότητας στην άρθρωση, που υφίστανται τόσο πριν, όσο και μετά την χειρουργική επέμβαση. Σκοπός της παρούσας μελέτης, ήταν να αξιολογηθούν τα επίπεδα ιδιοδεκτικότητας ατόμων μετά την ολοκλήρωση της αποκατάστασης και να εξεταστεί η επίδραση ενός προγράμματος για τη βελτίωση της. Πιο αναλυτικά στόχοι της έρευνας ήταν: α. να αξιολογηθεί η ιδιοδεκτική ικανότητα ατόμων μετά την ολοκλήρωση της αποκατάστασης τους, β. να εξεταστεί η επίδραση ενός παρεμβατικού προγράμματος βελτίωσης της ιδιοδεκτικής ικανότητας, σε άτομα που υποβλήθηκαν σε επέμβαση ανακατασκευής του ΠΧΣ, γ. να αξιολογηθεί κατά πόσο η εφαρμογή της θεωρίας των στόχων, είναι δυνατόν να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα του προγράμματος, δ. να μελετηθεί κατά πόσο οι μεταβολές της ιδιοδεκτικής ικανότητας, εφόσον υπάρξουν, επηρεάζουν βιομηχανικές παραμέτρους της βάδισης. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 36 χειρουργημένοι ασθενείς. Χωρίστηκαν σε δύο πειραματικές ομάδες, Α (n=12) «εξάσκηση με στόχους», Β (n=12) «εξάσκηση χωρίς στόχους» και μία ομάδα ελέγχου Γ (n=12). Οι πειραματικές ομάδες ακολούθησαν το ίδιο παρεμβατικό πρόγραμμα που ήταν διάρκειας 8 εβδομάδων. Πριν την έναρξη εφαρμογής του προγράμματος, πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση των συμμετεχόντων, στους οποίους και διαγνώστηκαν ελλείμματα της συγκεκριμένης ικανότητας. Αρχικά, η ικανότητα ισορροπίας αξιολογήθηκε στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας Biodex Stability System και σε δύο ειδών σανίδες ισορροπίας και για τις τρεις ομάδες. Οι τελικές αξιολογήσεις επαναλήφθηκαν όπως έγιναν αρχικά. Για την αξιολόγηση των βιομηχανικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε ο πελματογράφος Footchecker 4.0. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (Anova), συνδιακύμανσης (Ancova) και η ανάλυση πολλαπλής διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Manova repeated

measures). Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση της απόδοσης από την αρχική στην τελική μέτρηση για τις δύο πειραματικές ομάδες, με την ομάδα Α να εμφανίζει καλύτερα σκορ. Ωστόσο, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μετρήσεων στις βιομηχανικές παραμέτρους κατά τη βάρδια στο οριζόντιο επίπεδο, ενώ ορισμένες διαφορές παρουσιάστηκαν κατά την άνοδο-κάθοδο σκάλας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, είναι δυνατή η εξάσκηση της ιδιοδεκτικότητας ακόμη και μετά το τέλος της αποκατάστασης του ΠΧΣ, που είναι σαφώς καλύτερα, υπό τη επίδραση του καθορισμού βραχυπρόθεσμων στόχων κατά τη εκτέλεση. Η βελτίωση της ωστόσο δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την εμβιομηχανική της άρθρωσης.

Λέξεις κλειδιά: Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος, ιδιοδεκτικότητα, ικανότητα ισορροπίας, ανάλυση βάρδιας, θεωρία στόχων

ABSTRACT

Konstantinos Vathrakokoilis: Evaluation of knee joint proprioception and gait biomechanics after anterior cruciate ligament reconstruction
(Under the supervision of Mrs. Anastasia Beneka, Assistant Professor)

ACL rupture leads to a deficit in proprioceptive ability before and after surgical reconstruction. The main purpose of the study was to assess proprioceptive deficits and the influence of a balance-training program on knee joint proprioception, between ACL reconstructed patients who had a lack of proprioceptive ability. Specific aims of the study were: a. to evaluate proprioception after the compliance of ACL rehabilitation program, b. to assess the influence of a balance training program for the restoration of proprioceptive ability, c. to evaluate goal setting as a successful technique for improving proprioception indices, d. to assess the influence of proprioceptive adaptations in biomechanical parameters during gait. A total of 36 patients participated in this study. The participants were randomly assigned into three groups (n=12 each), two experimental (Group A & B) and one control (Group C). The experimental groups performed a specific balance program for 8 weeks. Experimental procedure was as follows: "Group A" performed the balance program by setting a short term goal (time) in every attempt, while "Group B" performed the same balance exercises without any goal setting. Two different kinds of balance boards and Biodex Stability System were used for the evaluation of balance in the beginning and at the end of the experimental procedure. Furthermore, Footchecker 4.0 was used for the evaluation of gait parameters before and after the compliance of the balance program. One-way Anova, Ancova and Manova repeated measures models were employed. The results revealed improvement of all the balance performance indicators examined in the groups A&B which was greater in Group A. No differences in balance ability were found in Group C between the two evaluations. Also, there were no significant differences in gait parameters between groups during level walking and ascent-descent stairs. Nevertheless, the results of the present study revealed that even a long period after rehabilitation of the ACL there were significant differences in proprioceptive ability. According to these findings, a rehabilitation protocol by using

balance exercises considered being very useful for improving proprioception indices and the results could be much better by using psychological techniques and especially goal setting.

Key words: Anterior cruciate ligament, proprioception, balance ability, gait analysis, goal setting

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής αυτής.

Την επιβλέπουσα κα. Μπενέκα Αναστασία Επικ. Καθηγήτρια του Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Δ.Π.Θ., καθώς και τα μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, την κα. Μάλλιου Παρασκευή Επικ. Καθηγήτρια του Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Δ.Π.Θ. και τον κ. Κουρτέση Θωμά Επικ. Καθηγητή του Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Δ.Π.Θ. για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση τους σε όλη αυτή την προσπάθεια.

Την κα. Γιοφτσίδου Ασημένια, για την πολύτιμη συνεργασία της.

Όλους όσους δέχθηκαν να συμμετάσχουν εθελοντικά στην έρευνα αυτή.

Τους φίλους και συνεργάτες για την προθυμία και τη βοήθεια τους.

Αυτούς στους οποίους οφείλω κάθε μου κατάκτηση, την οικογένεια μου, για την αμέριστη συμπαράσταση και υποστήριξη όλα αυτά τα χρόνια σε κάθε μου βήμα...

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ABSTRACT	iv
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	x
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	xvii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	xxi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	xxii
 I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	 1
Καθορισμός του προβλήματος.....	3
Σημασία της έρευνας.....	4
Θεωρητικοί ορισμοί.....	5
Λειτουργικοί ορισμοί.....	6
Εξειδικευμένη ορολογία.....	6
Οριοθέτηση της έρευνας.....	10
Υποθέσεις της έρευνας.....	10
 II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	
Η διάρθρωση του γόνατος.....	15
Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος.....	16
Παράγοντες πρόκλησης κακώσεων ΠΧΣ.....	18
Μηχανισμοί πρόκλησης κακώσεων ΠΧΣ.....	21
Μέθοδοι αποκατάστασης ΠΧΣ.....	22
Μόσχευμα επιλογής.....	26
Αντανακλαστικά τόξα των χιαστών συνδέσμων.....	30
Νευρικό Σύστημα.....	33
Υποδιαιρέσεις του ΚΝΣ.....	34
Νευρικός ιστός.....	37
Μικροσκοπική δομή του νευρώνα.....	37
Σωματοαισθητικό Σύστημα.....	38
Αισθητικότητα.....	39

Υποδοχείς.....	40
Ιδιοδεκτικοί υποδοχείς.....	46
Ιδιοδεκτική αισθητικότητα και τραυματισμοί.....	49
Στατική - κινητική ισορροπία και τραυματισμοί.....	50
Ιδιοδεκτικότητα.....	51
Μέθοδοι αξιολόγησης ιδιοδεκτικότητας.....	52
Συστήματα αξιολόγησης ιδιοδεκτικότητας.....	54
Ανάλυση βάρδισης.....	65
Θεωρίες στόχων και αποκατάσταση.....	71

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Δείγμα.....	77
Περιγραφή των οργάνων.....	78
Περιγραφή των δοκιμασιών.....	84
Διαδικασία μέτρησης.....	89
Αξιολόγηση των βιομηχανικών παραμέτρων της βάρδισης.....	91
Αξιολόγηση εύρους κίνησης της άρθρωσης.....	93
Σχεδιασμός της έρευνας.....	93
Στατιστική ανάλυση.....	96

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Α΄ πειραματική φάση:	
Αρχικές αξιολογήσεις της ικανότητας ισορροπίας.....	97
Αρχικές αξιολογήσεις των βιομηχανικών παραμέτρων κατά τη βάρδιση.....	105
Αρχικές αξιολογήσεις των βιομηχανικών παραμέτρων κατά την άνοδο-κάθοδο σκάλας.....	107
Αξιολόγηση της σημαντικότητας της διαφοράς μεταξύ των άκρων στα τεστ ισορροπίας.....	112
Β΄ πειραματική φάση:	
Αξιολογήσεις μετά την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας.....	114
Αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας στο ηλεκτρονικό σύστημα.....	114

Αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας στις σανίδες ισορροπίας...	127
Αξιολόγηση των βιομηχανικών παραμέτρων.....	154
α. στατική ανάλυση.....	154
β. δυναμική ανάλυση.....	162
Αξιολόγηση των βιομηχανικών παραμέτρων κατά την άνοδο-κάθοδο σκάλας.....	169
Αξιολόγηση της ισορροπίας στις τέσσερις διαφορετικές χρονικές στιγμές.....	190
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	202
Α' πειραματική φάση.....	204
Εκτίμηση της ισορροπίας στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας....	204
Εκτίμηση της ικανότητας ισορροπίας στις σανίδες.....	205
Ανάλυση βιομηχανικών παραμέτρων.....	206
Β' πειραματική φάση.....	209
Η επίδραση του προγράμματος παρέμβασης.....	209
α. ενδιάμεση αξιολόγηση μετά από 8 συνεδρίες.....	209
β. ενδιάμεση αξιολόγηση μετά από 16 συνεδρίες.....	210
γ. αξιολόγηση μετά την εφαρμογή των 24 συνεδριών και την ολοκλήρωση του προγράμματος.....	210
Αξιολογήσεις των βιομηχανικών παραμέτρων.....	215
Η επίδραση της θεωρίας των στόχων.....	217
Τελικές αξιολογήσεις.....	219
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	221
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	246

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1.	Προδιαθετικοί παράγοντες πρόκλησης κακώσεων του ΠΧΣ.....	20
Πίνακας 3.1.	Σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος.....	77
Πίνακας 4.1.1.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις στα τεστ ισορροπίας που εκτελέστηκαν πριν την έναρξη εφαρμογής του προγράμματος....	104
Πίνακας 4.1.2.	Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις στην αξιολόγηση των βιομηχανικών παραμέτρων, που εκτελέστηκαν πριν την έναρξη εφαρμογής του προγράμματος.....	111
Πίνακας 4.2.1.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της συνολικής απόκλισης του χειρουργημένου άκρου από το οριζόντιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	116
Πίνακας 4.2.2	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της απόκλισης του χειρουργημένου άκρου στο προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	119
Πίνακας 4.2.3	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της απόκλισης του χειρουργημένου άκρου στο μετωπιαίο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	121
Πίνακας 4.2.4.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της συνολικής απόκλισης του υγιούς άκρου από το οριζόντιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	123
Πίνακας 4.2.5.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της απόκλισης του υγιούς άκρου στο προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	125
Πίνακας 4.2.6.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της απόκλισης του υγιούς άκρου στο μετωπιαίο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση...	127

Πίνακας 4.3.1.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	129
Πίνακας 4.3.2.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, καθώς κινούνταν σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	132
Πίνακας 4.3.3.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συµµεταβλητή.....	134
Πίνακας 4.3.4.	Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.....	134
Πίνακας 4.3.5.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συµµεταβλητής.....	136
Πίνακας 4.3.6.	Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.....	136
Πίνακας 4.3.7.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το χειρουργημένο άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συµµεταβλητής.....	138
Πίνακας 4.3.8.	Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με	

ανοικτά μάτια για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.....	138
Πίνακας 4.3.9. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια, για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	140
Πίνακας 4.3.10. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	143
Πίνακας 4.3.11. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....	145
Πίνακας 4.3.12. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.....	148
Πίνακας 4.3.13. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.....	148
Πίνακας 4.3.14. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.....	150
Πίνακας 4.3.15. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.....	150
Πίνακας 4.3.16. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «χρόνου	

διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το υγιές άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.....152

Πίνακας 4.3.17. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.....152

Πίνακας 4.3.18. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια, για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....154

Πίνακας 4.4.1. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το τραυματισμένο άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....156

Πίνακας 4.4.2. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το χειρουργημένο άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.....158

Πίνακας 4.4.3. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.....158

Πίνακας 4.4.4. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....160

Πίνακας 4.4.5. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.....162

- Πίνακας 4.4.6.** Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.....162
- Πίνακας 4.4.7.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέγιστης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....164
- Πίνακας 4.4.8.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....165
- Πίνακας 4.4.9.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου επαφής του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....167
- Πίνακας 4.4.10.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του ποσοστού (%) του συνολικού χρόνου επαφής του πέλματος με τη μέγιστη πίεση κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.....169
- Πίνακας 4.5.1.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου της τελευταίας επαφής του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.....171
- Πίνακας 4.5.2.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέγιστης τιμής δύναμης ($Fz2$) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.....173
- Πίνακας 4.5.3.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέγιστης τιμής δύναμης ($Fz4$) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι στην πρώτη και

	δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.....	176
Πίνακας 4.5.4.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της ελάχιστης τιμής δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.....	178
Πίνακας 4.5.5.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.....	180
Πίνακας 4.5.6.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου επαφής του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από τελευταίο το σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.....	182
Πίνακας 4.5.7.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz2) κατά την επαφή της πτέρνας (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.....	184
Πίνακας 4.5.8.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.....	186
Πίνακας 4.5.9.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της ελάχιστης τιμής δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.....	188
Πίνακας 4.5.10.	Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.....	190

- Πίνακας 4.6.1.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....192
- Πίνακας 4.6.2.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....194
- Πίνακας 4.6.3.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....196
- Πίνακας 4.6.4.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....198
- Πίνακας 4.6.5.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας με ανοικτά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας, για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....200
- Πίνακας 4.6.6.** Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας, για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....202

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 4.2.1.** Γράφημα της απόδοσης του τραυματισμένου άκρου σε τιμές συνολικής απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική αξιολόγηση (2).....117
- Σχήμα 4.2.2.** Γράφημα της απόδοσης του τραυματισμένου άκρου σε τιμές προσθιοπίσθιας απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική αξιολόγηση (2).....119
- Σχήμα 4.2.3.** Γράφημα της απόδοσης του τραυματισμένου άκρου σε τιμές έσω-έξω πλάγιας απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....121
- Σχήμα 4.2.4.** Γράφημα της απόδοσης του υγιούς άκρου σε τιμές συνολικής απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική αξιολόγηση (2).....123
- Σχήμα 4.2.5.** Γράφημα της απόδοσης του υγιούς άκρου σε τιμές προσθιοπίσθιας απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική αξιολόγηση (2).....125
- Σχήμα 4.2.6.** Γράφημα της απόδοσης του υγιούς άκρου σε τιμές έσω-έξω πλάγιας απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική αξιολόγηση (2).....127
- Σχήμα 4.3.1.** Γράφημα του χρόνου διατήρησης της ισορροπίας κατά την προσθιοπίσθια κατεύθυνση με το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....130
- Σχήμα 4.3.2.** Γράφημα του χρόνου διατήρησης της ισορροπίας, καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση με το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....132
- Σχήμα 4.3.3.** Γράφημα του χρόνου διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....141
- Σχήμα 4.3.4.** Γράφημα του χρόνου διατήρησης της ισορροπίας κατά την προσθιοπίσθια κατεύθυνση με το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....143
- Σχήμα 4.3.5.** Γράφημα του χρόνου διατήρησης της ισορροπίας, καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση με το υγιές άκρο για τις τρεις

ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....	146
Σχήμα 4.3.6. Γράφημα του χρόνου διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....	154
Σχήμα 4.4.1. Γράφημα της επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....	156
Σχήμα 4.4.2. Γράφημα της επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....	160
Σχήμα 4.4.3. Γράφημα της μέσης πίεσης του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....	166
Σχήμα 4.4.4. Γράφημα του χρόνου επαφής του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....	168
Σχήμα 4.4.5. Γράφημα ποσοστού του συνολικού χρόνου επαφής του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....	170
Σχήμα 4.5.1. Γράφημα του χρόνου της τελευταίας επαφής του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....	172
Σχήμα 4.5.2. Γράφημα της μέγιστης τιμής δύναμης ($Fz2$) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....	174
Σχήμα 4.5.3. Γράφημα της μέγιστης τιμής δύναμης ($Fz4$) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....	176
Σχήμα 4.5.4. Γράφημα της ελάχιστης τιμής δύναμης ($Fz3$) μεταξύ των $Fz2$	

και Fz4 (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....178

Σχήμα 4.5.5. Γράφημα της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....180

Σχήμα 4.5.6. Γράφημα του χρόνου επαφής του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....182

Σχήμα 4.5.7. Γράφημα της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz2) κατά την επαφή της πτέρνας (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....184

Σχήμα 4.5.8. Γράφημα της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....186

Σχήμα 4.5.9. Γράφημα της ελάχιστης τιμής δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....188

Σχήμα 4.5.10. Γράφημα της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση.....190

Σχήμα 4.6.1. Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης της ισορροπίας, σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....192

Σχήμα 4.6.2. Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας, σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....194

Σχήμα 4.6.3.	Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης της ισορροπίας, στην έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....	196
Σχήμα 4.6.4.	Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας, στην έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....	198
Σχήμα 4.6.5.	Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης της ισορροπίας με ανοικτά μάτια, στην ημισφαιρική σανίδα για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....	200
Σχήμα 4.6.6.	Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης της ισορροπίας με κλειστά μάτια, στην ημισφαιρική σανίδα για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις.....	202

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1. Πρόσθιος και οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος	17
Εικόνα 2.2. Χειρουργική αποκατάσταση ΠΧΣ	30
Εικόνα 2.3. Κεντρικό Νευρικό Σύστημα.....	35
Εικόνα 2.4. Σωμάτιο Ruffini.....	47
Εικόνα 2.5. Σωμάτιο Paccini.....	48
Εικόνα 2.6. Τενόντιο όργανο Golgi.....	50
Εικόνα 2.7. Biodex Stability System.....	57
Εικόνα 2.8. Neurocom Smart Balance System.....	59
Εικόνα 2.9. Chattecx Balance System.....	60
Εικόνα 2.10. Kistler 9861 A Force Platform.....	61
Εικόνα 2.11. Kinesthetic Ability Trainer (KAT) 2000.....	62
Εικόνα 3.1. Στατική ανάλυση (διποδική στήριξη).....	81
Εικόνα 3.2. Δυναμική ανάλυση κατά τη βάρδιση.....	82

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ACL	Anterior Cruciate Ligament
A/PSI	Anterior Posterior Stability Index
A/PSEO	Anterior Posterior Stability Eyes Open
A/PMEO	Anterior Posterior Motion Eyes Open
ΚΝΣ	Κεντρικό Νευρικό Σύστημα
M	Mean
M/LMEO	Medial Lateral Motion Eyes Open
M/LSEO	Medial Lateral Stability Eyes Open
M/LSI	Medial Lateral Stability Index
OSI	Overall Stability Index
ΠΝΣ	Περιφερικό Νευρικό Σύστημα
ΠΧΣ	Πρόσθιος Χιαστός Σύνδεσμος
RBSEO	Round Board Stability Eyes Open
RBSEC	Round Board Stability Eyes Closed
SD	Standard Deviation

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΒΑΔΙΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ

Οι αρθρώσεις των κάτω άκρων εκτίθενται σε μεγάλες μηχανικές επιβαρύνσεις. Η άρθρωση του γόνατος είναι η μεγαλύτερη του σώματος και αποτελείται από δύο επιμέρους αρθρώσεις, την κνημομηριαία και την επιγονατιδομηριαία. Οι επιβαρύνσεις στις οποίες υπόκεινται είναι πολύ υψηλές, δεδομένου ότι τα συμπιεστικά φορτία που αναπτύσσονται, είναι δυνατό να ξεπεράσουν κατά πολύ το σωματικό βάρος. Η διατήρηση της σταθερότητας της κνημομηριαίας άρθρωσης εξαρτάται κυρίως από την ακεραιότητα των συνδεσμικών της στοιχείων. Οι κυριότεροι σύνδεσμοι που συμβάλλουν σε αυτήν είναι οι χιαστοί σύνδεσμοι, ο πρόσθιος και ο οπίσθιος χιαστός (Grodski, 2008).

Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα διατήρησης της σταθερότητας της. Απορροφά περίπου το 85% της δύναμης που προκαλεί την προς τα εμπρός ολίσθηση της κνήμης σε σχέση με το μηρό (Αμπατζίδης, 1998). Η ρήξη του έχει σαν αποτέλεσμα την αυτόματη εμφάνιση λειτουργικής αστάθειας στη περιοχή.

Από τη στιγμή που θα υπάρξει τραυματισμός, επέρχονται στο τραυματισμένο σκέλος, εκτός από τη συγκεκριμένη βλάβη, διάφορες δομικές (Alfredson, 2001), μορφολογικές, βιοχημικές (Gerber, 2007) και λειτουργικές προσαρμογές (Snyder-Mackler, 1997). Οι προσαρμογές αυτές επιμένουν στο χρόνο με επακόλουθο την αύξηση της πιθανότητας για υποτροπή της βλάβης. Ο τραυματισμός του ΠΧΣ αποτελεί τον τραυματισμό με τη μεγαλύτερη σε μέγεθος και διάρκεια πρόκληση λειτουργικών ασυμμετριών (Berchuck, 1990; Wojtys, 2000).

Οι συνέπειες από τη ρήξη του ΠΧΣ στη λειτουργικότητα του πάσχοντος σκέλους είναι πολύπλευρες και εκδηλώνονται με την έκπτωση της ιδιοδεκτικής αισθητικότητας (Corrigan, 1992; Fischer-Rasmussen, 2000), της ικανότητας διατήρησης της ισορροπίας (Friden, 2001; Zatterstrom, 2000), καθώς και με κινητικές και κινηματικές προσαρμογές κατά τη βάδιση (Devita, 1998; Wexler, 1998).

Ερευνητές προσπαθώντας να μειώσουν τη συχνότητα εμφάνισης του φαινομένου, χρησιμοποίησαν ως μέσο πρόληψης ένα στοιχείο που θεωρείται

απαραίτητο κατά την αποκατάσταση της κάκωσης, την εξάσκηση της ιδιοδεκτικότητας (Mandelbaum, 2005; Myklebust, 2003; Soderman, 2000).

Για την προστασία της άρθρωσης απαιτείται σωστή ιδιοδεκτική αντίδραση από τον οργανισμό, η οποία προϋποθέτει την έγκαιρη δραστηριοποίηση όλων των ανατομικών στοιχείων που εμπλέκονται στις κινήσεις και στην ισορροπία του ανθρωπίνου σώματος. Οι ασκήσεις βελτίωσης της ιδιοδεκτικότητας επανεκπαιδεύουν ουσιαστικά τον εγκέφαλο, έτσι ώστε να αναγνωρίζει που βρίσκονται τα άκρα του σώματος στο χώρο (Sammarco, 1995).

Η αποκατάσταση μετά από ολική ρήξη του ΠΧΣ είναι χειρουργική και πλέον πραγματοποιείται με τη μέθοδο της αρθροσκόπησης (Wojtys, 2000). Μοσχεύματα για τη συνδεσμοπλαστική χρησιμοποιούνται από τον ίδιο τον ασθενή, από άλλο δότη ή είναι συνθετικά-προσθετικά ανάλογα με την κατάσταση και το βαθμό βλάβης της άρθρωσης.

Όπως επισημάνθηκε, έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε ασθενείς μετά από ρήξη ΠΧΣ πριν αλλά και μετά την χειρουργική επέμβαση έχουν δείξει σημαντικά ελλείμματα στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης (Ageberg, 2001; Bonfim, 2003; Roberts, 2000). Επιπλέον, έχουν να παρουσιάσουν πολύ καλά αποτελέσματα αναφορικά με την επανεκπαίδευση των ιδιοϋποδοχέων και το βαθμό βελτίωσης της ικανότητας τους αξιολογώντας τους, με έμμεσο τρόπο (Goftsidou, 2006; Reider, 2003).

Η αξιολόγηση τους, γίνεται κατά κύριο λόγο μέσω της ισορροπίας αλλά και μέσω αντίληψης και αναπαραγωγής συγκεκριμένης γωνιακής θέσης της άρθρωσης (Hooper, 2003; Mir, 2008). Ωστόσο, δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα που να αξιολογούν την ιδιοδεκτική ικανότητα μετά το τέλος της μετεγχειρητικής αποκατάστασης ΠΧΣ και να εξετάζουν την επίδραση, που ενδεχομένως να έχει η εφαρμογή ενός προγράμματος εξάσκησης της ιδιοδεκτικότητας, με στόχο τη βελτίωση της συγκεκριμένης ικανότητας.

Σκοπός της παρούσας έρευνας, ήταν να αξιολογηθεί η ιδιοδεκτική ικανότητα ατόμων που υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση ΠΧΣ (8-30 μήνες νωρίτερα) και να εξεταστεί η επίδραση ενός παρεμβατικού προγράμματος εξάσκησής της, σε άτομα που παρουσίαζαν σημαντικές διαφορές, μεταξύ των δύο άκρων (χειρουργημένο και μη χειρουργημένο). Επιπλέον, στόχος της έρευνας ήταν να μελετηθεί κατά πόσο οι

μεταβολές της ικανότητας αυτής, είναι δυνατόν να επηρεάσουν βιομηχανικές παραμέτρους κατά τη βάδιση.

Καθορισμός του προβλήματος

Τα τελευταία χρόνια, έχει επικρατήσει η άποψη, ότι η ιδιοδεκτική ικανότητα είναι δυνατόν να παρουσιάζει σημαντικά επίπεδα βελτίωσης για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την χειρουργική επέμβαση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Το διάστημα αυτό, αγγίζει σύμφωνα με κάποιους ερευνητές περίπου τους 30 μήνες (Ageberg, 2001; Bonfim, 2003; Roberts, 2000). Ωστόσο, υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν ότι το χρονικό διάστημα που απαιτείται δεν ξεπερνά τους 12 μήνες από την επέμβαση (Hopper, 2003; Mir, 2008). Ο προβληματισμός της παρούσας μελέτης αφορά ακριβώς αυτό το γεγονός, δηλαδή την παρουσία ελλείμματος και τη δυνατότητα βελτίωσης της ιδιοδεκτικότητας έπειτα από αρκετούς μήνες μετά την χειρουργική επέμβαση, έμμεσα, εφαρμόζοντας ένα πρόγραμμα ασκήσεων ισορροπίας.

Υπάρχουν έρευνες στις οποίες γίνεται αναφορά στις διαφορές που παρουσιάζουν τα προγράμματα αποκατάστασης τα οποία στηρίζονται στη θεωρία του καθορισμού στόχων (Magyar, 2000). Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή των ίδιων θεραπευτικών προγραμμάτων με οριοθέτηση βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων στόχων φαίνεται ότι έχουν καλύτερα αποτελέσματα στις μεταβλητές που κάθε φορά αξιολογούνται (Burton, 1998; Theodorakis, 1996).

Για το λόγο αυτό, εφαρμόστηκε σε δύο πειραματικές ομάδες το ίδιο πρόγραμμα παρέμβασης με τη διαφορά ότι στη μία η εκτέλεση των ασκήσεων γινόταν με τον καθορισμό συγκεκριμένου στόχου (χρονική διάρκεια), ο οποίος προοδευτικά αυξανόταν, ενώ στη δεύτερη ομάδα δεν υπήρχε προκαθορισμένος στόχος.

Οι σκοποί της έρευνας ήταν οι παρακάτω:

- α. να αξιολογηθεί η ιδιοδεκτική ικανότητα ατόμων μετά την ολοκλήρωση της αποκατάστασης τους, μετά από πλαστική του συνδέσμου,
- β. να εξεταστεί η επίδραση ενός προγράμματος βελτίωσης της ιδιοδεκτικής ικανότητας σε άτομα που υποβλήθηκαν σε επέμβαση ανακατασκευής του ΠΧΣ,

γ. να αξιολογηθεί κατά πόσο η εφαρμογή της θεωρίας των στόχων, είναι δυνατόν να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα του προγράμματος παρέμβασης,

δ. να μελετηθεί κατά πόσο οι μεταβολές της ιδιοδεκτικής ικανότητας, εφόσον υπάρξουν, επηρεάζουν βιομηχανικές παραμέτρους της βάδισης στους συμμετέχοντες του προγράμματος παρέμβασης

Σημασία της έρευνας

Η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου προκαλεί μεταβολές στην εμβιομηχανική της άρθρωσης, δεδομένου ότι είναι ένας σημαντικός σταθεροποιός παράγοντας και επιπλέον απαιτεί αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα μέχρι την πλήρη αποκατάστασή του. Σκοπός όλων των προγραμμάτων αποκατάστασης ενός σοβαρού τραυματισμού, είναι η επανάκτηση της πλήρους λειτουργικότητας της άρθρωσης και ο περιορισμός των παραγόντων υποτροπής του. Για την επιτυχία ενός τέτοιου προγράμματος ένα πολύ σημαντικό στοιχείο, είναι η βελτίωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας, μέσω της επανεκπαίδευσης των υποδοχέων που βρίσκονται στην άρθρωση.

Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις, η παράμετρος αυτή δεν λαμβάνεται σοβαρά υπόψη και η βελτίωση της δεν φτάνει τα επιθυμητά επίπεδα. Αποτέλεσμα είναι να παρουσιάζονται σημαντικά ελλείμματα που αυξάνουν τον κίνδυνο υποτροπής της βλάβης. Παρόλα αυτά, είναι δυνατόν να βελτιωθούν ακόμη και αρκετούς μήνες μετά την επέμβαση. Η παρούσα έρευνα εξετάζει την δυνατότητα βελτίωσης της ιδιοδεκτικότητας σε άτομα που υποβλήθηκαν σε επέμβαση ΠΧΣ και παρουσίαζαν σημαντικά ελλείμματα στην ικανότητα αυτή, αφού είχαν ήδη ολοκληρώσει το πρόγραμμα αποκατάστασής τους. Επιπλέον, η παρούσα έρευνα θα προσπαθήσει να τονίσει τη σημαντικότητα της παραμέτρου αυτής, δεδομένου ότι μετά από ένα τέτοιο τραυματισμό παρουσιάζονται μεταβολές στην κινητική και κινηματική της άρθρωσης οι οποίες σχετίζονται με τη λειτουργικότητα των υποδοχέων της.

Θεωρητικοί ορισμοί

Ιδιοδεκτικότητα. Υπάρχουν ερευνητές που θεωρούν ότι δεν υφίσταται ένας πλήρης ορισμός της ιδιοδεκτικότητας. Οι όροι ιδιοδεκτικότητα και κιναισθηση συχνά χρησιμοποιούνταν με την ίδια έννοια παρά το γεγονός ότι οι ερευνητές που τους διατύπωσαν (Bastian, 1909; Sherrington, 1948), διαχώρισαν εξ αρχής τη σημασία τους

Πρώτος ο Sherrington (1948) περιέγραψε τον όρο ιδιοδεκτικότητα ως την ικανότητα της γνώσης, της θέσης, της κίνησης, της ισορροπίας του σώματος και της μηχανικής κατακορύφου, που η αλλαγή τους προκαλεί πιέσεις και τάσεις στις αρθρώσεις (Nyland, 1994).

Ο Bastian (1909) περιέγραψε την κιναισθηση ως την αισθητικοαντιληπτική ικανότητα της κίνησης σε μια άρθρωση, ενεργητική και παθητική, λαμβάνοντας υπόψη και την ταχύτητα εκτέλεσης (Nyland, 1994).

Σήμερα, οι περισσότεροι ερευνητές υποστηρίζουν, ότι ο πρώτος όρος αφορά την ικανότητα προσδιορισμού της θέσης των αρθρώσεων στο χώρο, ενώ ο δεύτερος αφορά την ικανότητα διάκρισης της κίνησης σε αυτόν (Allegrucci, 1995; Lephart, 1995).

Ο ορισμός που έχει επικρατήσει για την ιδιοδεκτική ικανότητα είναι αυτός των Wilkerson et.al. (1994) οι οποίοι ορίζουν ως ιδιοδεκτικότητα, την αθροιστική εισαγωγή πληροφοριών στο κεντρικό νευρικό σύστημα από μηχανοϋποδοχείς που βρίσκονται στον αρθρικό θύλακο, στους συνδέσμους, στους τένοντες, στους μύες και στο δέρμα.

Μετά τον Sherrington (1948), οι Sanes και συν. (1984) συμπεριλαμβάνοντας τα σπλαχνικά και σωματικά όργανα όρισαν ως ιδιοδεκτική ικανότητα, την ικανότητα των υποδοχέων να δέχονται ερεθίσματα από το εσωτερικό του οργάνου στο οποίο βρίσκονται, και τους αισθητικούς υποδοχείς μέσω των οποίων οι πληροφορίες εκπορευόμενες φθάνουν στο ΚΝΣ, ως ιδιοδεκτικούς υποδοχείς.

Οι Garn και συν. (1988) ορίζουν την κιναισθηση σαν την επίγνωση της θέσης και κίνησης της άρθρωσης στο χώρο, σαν αποτέλεσμα των πληροφοριών που εισέρχονται στο ΚΝΣ από τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς.

Λειτουργικοί ορισμοί

Ιδιοδεκτικότητα. Ένας όρος, ο οποίος χρησιμοποιείται συχνά με την ίδια έννοια, είναι ο έλεγχος της ισορροπίας, που αναφέρεται στην ικανότητα του ατόμου να διατηρεί το κέντρο βάρους του σώματος του μέσα στη βάση στήριξης. Η ικανότητα της ισορροπίας απαιτεί την ενσωμάτωση-ενοποίηση των πληροφοριών από τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς, με αυτές από τους αισθητικούς υποδοχείς της όρασης και της ακοής και την προώθηση τους προς το ΚΝΣ για βελτίωση του ελέγχου της (Cooper, 2005).

Στην παρούσα έρευνα ο έλεγχος της ισορροπίας αξιολογήθηκε με το Biodex stability system καθώς και με λειτουργικά τεστ σε δύο ειδών σανίδες ισορροπίας.

Βιομηχανικές παράμετροι. Παράμετροι αξιολόγησης του κινητικού προτύπου της βάδισης με τη χρήση δυναμογράφησης. Μέθοδος μέτρησης δυνάμεων που ασκούνται από το έδαφος και παράγονται σαν αντίδραση στις δυνάμεις που ασκούν τα πόδια του ανθρώπου κατά τη βάδιση.

Ανακατασκευή ΠΧΣ. Χειρουργική αποκατάσταση μετά από ρήξη του ΠΧΣ για την ανακατασκευή της φυσιολογικής ανατομικής του. Πλαστική του συνδέσμου με τη μέθοδο της αρθροσκόπησης χρησιμοποιώντας αυτό-μόσχευμα από τους τένοντες των ισχιοκνημιαίων.

Εξειδικευμένη ορολογία

Αισθητικοί υποδοχείς: η αισθητική αντίληψη επιτελείται από ειδικά νευρικά κύτταρα, τα οποία εξάγουν κεντρομόλες ώσεις προς το ΚΝΣ. Διάφορες μορφές ενέργειας γίνονται αισθητές μεταξύ των οποίων, μηχανικά φαινόμενα, διαβαθμίσεις θερμοκρασίας, χημικές ουσίες, το φως, ο ήχος και σε ορισμένα ζώα, ηλεκτρικά πεδία. Υπάρχουν πέντε τύποι αισθητικών υποδοχέων: Οι μηχανοϋποδοχείς, οι θερμοϋποδοχείς, οι χημειοϋποδοχείς, οι υποδοχείς πόνου και οι ηλεκτρομαγνητικοί υποδοχείς (Σμοκοβίτης, 2005).

Αισθητικό-κινητικό σύστημα: το γενικό αισθητικό ή σωματοαισθητικό σύστημα αναλύει αισθητικά γεγονότα σχετιζόμενα με μηχανική, θερμική ή χημική διέγερση. Ο όρος κινητικό σύστημα αναφέρεται στις νευρικές απολήξεις που ελέγχουν τη διαδοχή και το πρότυπο σύσπασης των σκελετικών μυών επομένως ο συνδυασμός τους προάγει την ομοιοστασία του οργανισμού κατά τη λειτουργική δραστηριότητα (Κούβελας, 2002).

Αντανακλαστικά: η μεταβίβαση μιας νευρικής ώσης από μία κεντρομόλο οδό σε μία φυγόκεντρη οδό, χωρίς τη συμμετοχή της βούλησης ή και αντίθετα προς αυτή, είναι ένα αντανακλαστικό φαινόμενο (Γιγής, 1999).

Αυτόνομο νευρικό σύστημα: ελέγχει τις λειτουργίες του οργανισμού που δεν υπόκεινται στη βούληση (π.χ. της καρδιάς). Διακρίνεται στο παρασυμπαθητικό και στο συμπαθητικό (Γιγής, 1999)

Διεγερσιμότητα: η ικανότητα νευρικών και μυϊκών ινών να αντιδρούν σε διάφορα ερεθίσματα (Σμοκοβίτης, 2005).

Δικτυωτός σχηματισμός: σχηματισμός που καταλαμβάνει μέρος όλων των τμημάτων του εγκεφαλικού στελέχους. Αποτελείται από ένα πολύπλοκο δίκτυο νευρικών ινών στο οποίο φθάνουν νευρικές ίνες από όλα τα συστήματα αισθήσεων καθώς και από το ΚΝΣ. Λειτουργία του καπνόντος δικτυωτού σχηματισμού είναι ο έλεγχος της κίνησης των σκελετικών μυών και άλλων αυτόνομων λειτουργιών (Σμοκοβίτης, 2005).

Εξωπυραμιδική οδός: κινητική νευρική οδός (Γιγής, 1999)

Θερμοϋποδοχείς: αισθητικοί υποδοχείς που ενεργοποιούνται από τη θερμότητα ή το ψύχος. Πρόκειται για υποδοχείς που απαντούν στο δέρμα και ορισμένους βλεννογόνους και σε κεντρικούς υποδοχείς που απαντούν κυρίως στον υποθάλαμο (Σταυρίδης, 1997).

Ισορροπία: η ικανότητα διατήρησης το κέντρου βάρους του σώματος μέσα στη βάση στήριξης (Γιοφτσίδου, 2002)

Κατιούσες κινητικές οδοί: «μονοπάτια» από νευρώνες που μεταφέρουν πληροφορίες από το ΚΝΣ προς τα κινητικά νεύρα (Σμοκοβίτης, 2005).

Κεντρικός κινητικός έλεγχος: ο κεντρικός μηχανισμός που ελέγχει τις κινήσεις του σώματος, ο οποίος περιλαμβάνει την κινητική μοίρα του φλοιού του εγκεφάλου, τα βασικά γάγγλια και την παρεγκεφαλίδα. Κάθε μία από αυτές συμμετέχει σε με ένα ειδικό τρόπο στον έλεγχο των κινήσεων του σώματος. Η κινητική μοίρα του φλοιού του εγκεφάλου με το πυραμιδικό σύστημα ρυθμίζει τη εκτέλεση λεπτών και ειδικών κινήσεων, ενώ με το εξωπυραμιδικό σύστημα ρυθμίζει κυρίως κινήσεις που δεν ελέγχονται από τη βούληση. Τα βασικά γάγγλια συμμετέχουν στη ρύθμιση αργών και σταθερών κινήσεων, ενώ η δεύτερη συμμετέχει στη ρύθμιση γρήγορων κινήσεων (Σμοκοβίτης, 2005).

Κεντρομόλες ώσεις: διαδικασία μέσω της οποίας πραγματοποιείται η παροχή πληροφοριών από την τραυματισμένη δομή (περιφέρεια) προς το ΚΝΣ (κέντρο) (Κούβελας, 2002).

Κινητικές οδοί: πρόκειται για φυγόκεντρες οδούς που άγουν νευρικές ώσεις προς τους σκελετικούς μυς για την εκτέλεση κινήσεων (Σμοκοβίτης, 2005).

Μηχανοϋποδοχείς: αισθητικοί υποδοχείς που ενεργοποιούνται με μηχανικά ερεθίσματα, επαφή με ξένα σώματα, άσκηση πίεσης, ηχητικά συστήματα. Διακρίνονται: α. σε αυτούς που βρίσκονται κοντά ή πάνω στην επιφάνεια του δέρματος και είναι υπεύθυνοι για τη μεταφορά ερεθισμάτων από το εξωτερικό περιβάλλον και β. σε αυτούς που βρίσκονται στους εν τω βάθει ιστούς. Μια σειρά αντανakλαστικών του αυτόνομου νευρικού συστήματος που προκαλούνται με την ενεργοποίηση μηχανοϋποδοχέων, αφορούν βασικές λειτουργίες των οργανικών συστημάτων (Κούβελας, 2002).

Νευρομυϊκός έλεγχος: η ακούσια φυγόκεντρη αντίδραση σε ένα ερέθισμα με στόχο την επίτευξη δυναμικής σταθερότητας της άρθρωσης (Σμοκοβίτης, 2005).

Νωτιοπαρεγκεφαλικά δεμάτια: οδοί που είναι υπεύθυνοι για την διαβίβαση των ιδιοδεκτικών πληροφοριών στην παρεγκεφαλίδα (Σμοκοβίτης, 2005).

Ουδός ερεθίσματος: η ελάχιστη ένταση ερεθίσματος που μπορεί να προκαλέσει διέγερση μιας νευρικής ή μυϊκής ίνας είναι ο ουδός ενός ερεθίσματος. Το ερέθισμα αυτό καλείται βαλβιδικό (Σμοκοβίτης, 2005).

Σωματοαισθητικό σύστημα: αναλύει αισθητικά γεγονότα μέσα από μια διαδικασία συλλογής ερεθισμάτων από τους περιφερικούς αισθητικούς υποδοχείς, οι οποίοι στη συνέχεια ενεργοποιούν την άνοδο κεντρομόλων πληροφοριών προς το ΚΝΣ (Κούβελας, 2002)

Χημειούποδοχείς: αισθητικοί υποδοχείς που ενεργοποιούνται από χημικά ερεθίσματα του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος. Εντοπίζονται στο ΚΝΣ, στο καρδιαγγειακό, στο αναπνευστικό και στο πεπτικό σύστημα.

Οριοθέτηση της έρευνας

α. Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν ενήλικες ηλικίας 18-40 ετών

β. Οι συμμετέχοντες είχαν υποβληθεί σε επέμβαση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου του γόνατος, 8 έως 30 μήνες πριν από την έναρξη διεξαγωγής της παρούσας έρευνας.

γ. Όλες οι επεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν από την ίδια ομάδα ορθοπεδικών χειρουργών, με την ίδια χειρουργική μέθοδο.

δ. Οι αξιολογήσεις αφορούσαν αποκλειστικά την ιδιοδεκτική ικανότητα.

ε. Η διεξαγωγή της έρευνας, τόσο των αξιολογήσεων, όσο και της εφαρμογής του προγράμματος παρέμβασης, έγινε σε χώρο αποκατάστασης μυοσκελετικών κακώσεων.

στ. Δεν υπήρχε εμπλοκή άλλων δομών της άρθρωσης στην κάκωση, πέρα από τη ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.

Περιορισμοί της έρευνας

α. Το δείγμα της έρευνας, περιοριζόταν γεωγραφικά στο Νομό Θεσσαλονίκης. Για το λόγο αυτό και οι οποιοσδήποτε γενικεύσεις των αποτελεσμάτων της, θα πρέπει να γίνονται με επιφύλαξη.

β. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα, δεν παρουσίαζαν τα ίδια επίπεδα φυσικής δραστηριότητας. Λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορετικότητα των χαρακτηριστικών τους, θα ήταν πρακτικά αδύνατο να ακολουθούν ποσοτικά και ποιοτικά όμοιες δραστηριότητες.

γ. Δεν ακολούθησαν όλοι οι συμμετέχοντες το ίδιο πρόγραμμα θεραπείας μετά την επέμβαση. Ωστόσο, πριν την έναρξη της διαδικασίας συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο στο οποίο γινόταν εκτενής αναφορά στα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας των συμμετεχόντων.

δ. Δεν είχαν υποβληθεί όλοι οι χειρουργηθέντες σε κάποιο ορισμένο πρόγραμμα βελτίωσης της ιδιοδεκτικότητας αφού δεν ακολούθησαν το ίδιο πρόγραμμα θεραπείας όπως αναφέρθηκε προηγούμενα.

Υποθέσεις της έρευνας

Η βασική ερευνητική υπόθεση ήταν ότι ένα πρόγραμμα ασκήσεων ισορροπίας σε άτομα που έχουν υποβληθεί σε επέμβαση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου τουλάχιστον 8 μήνες (και μέχρι 30 μήνες) πριν την εφαρμογή του, έχει θετικά αποτελέσματα όσον αφορά τη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας στο χειρουργημένο μέλος. Η εφαρμογή του προγράμματος για την βελτίωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας προκαλεί μεταβολές στην κινητική και κινηματική της άρθρωσης αξιολογώντας τις βιομηχανικές παραμέτρους της βάδισης.

Οι ερευνητικές και μηδενικές υποθέσεις ήταν οι εξής:

***1^η Μηδενική υπόθεση** **(H₀: $\mu_1 - \mu_2 = 0$)**

Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας (Biodex stability system) μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης στις δύο πειραματικές ομάδες

*1^η Εναλλακτική υπόθεση

$$(H_1: \mu_1 > \mu_2)$$

Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας (Biodex stability system) μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης στις δύο πειραματικές ομάδες

*2^η Μηδενική υπόθεση

$$(H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0)$$

Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στις σανίδες ισορροπίας και υπολόγιζαν το χρόνο διατήρησης της ισορροπίας μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης στις δύο πειραματικές ομάδες

*2^η Εναλλακτική υπόθεση

$$(H_1: \mu_1 > \mu_2)$$

Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στις σανίδες ισορροπίας και υπολόγιζαν το χρόνο διατήρησης της ισορροπίας μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης στις δύο πειραματικές ομάδες

*3^η Μηδενική υπόθεση

$$(H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3)$$

Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας (Biodex stability system) στην τελική μέτρηση, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου.

*3^η Εναλλακτική υπόθεση

$$(H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3)$$

Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας (Biodex stability system) στην τελική μέτρηση, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου.

*4^η Μηδενική υπόθεση

$$(H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3)$$

Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στις σανίδες ισορροπίας και υπολόγιζαν το χρόνο

διατήρησης της ισορροπίας στην τελική μέτρηση μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου.

*4^η Εναλλακτική υπόθεση **($H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$)**

Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στις σανίδες ισορροπίας και υπολόγιζαν το χρόνο διατήρησης της ισορροπίας στην τελική μέτρηση μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου.

*5^η Μηδενική υπόθεση **($H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$)**

Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας (Biodex stability system) στην τελική μέτρηση, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων (ομάδας με στόχους-ομάδας χωρίς στόχους)

*5^η Εναλλακτική υπόθεση **($H_1: \mu_1 > \mu_2$)**

Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας (Biodex stability system) στην τελική μέτρηση, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων (ομάδας με στόχους-ομάδας χωρίς στόχους)

*6^η Μηδενική υπόθεση **($H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$)**

Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στις σανίδες ισορροπίας στην τελική μέτρηση, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων (ομάδας με στόχους-ομάδας χωρίς στόχους)

*6^η Εναλλακτική υπόθεση **($H_1: \mu_1 > \mu_2$)**

Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στις σανίδες ισορροπίας στην τελική μέτρηση, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων (ομάδας με στόχους-ομάδας χωρίς στόχους)

*7^η Μηδενική υπόθεση

$$(H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0)$$

Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβολές των βιομηχανικών παραμέτρων της βάδισης πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος βελτίωσης της ιδιοδεκτικότητας μεταξύ των πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου

*7^η Εναλλακτική υπόθεση

$$(H_1: \mu_1 > \mu_2)$$

Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβολές των βιομηχανικών παραμέτρων της βάδισης πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος βελτίωσης της ιδιοδεκτικότητας μεταξύ των πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου

*8^η Μηδενική υπόθεση

$$(H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0)$$

Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβολές των βιομηχανικών παραμέτρων της βάδισης πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος βελτίωσης της ιδιοδεκτικότητας μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων (ομάδας με στόχους-ομάδας χωρίς στόχους)

*8^η Εναλλακτική υπόθεση

$$(H_1: \mu_1 > \mu_2)$$

Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μεταβολές των βιομηχανικών παραμέτρων της βάδισης πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος βελτίωσης της ιδιοδεκτικότητας μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων (ομάδας με στόχους-ομάδας χωρίς στόχους)

*9^η Μηδενική υπόθεση

$$(H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0)$$

Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας (Biodex stability system) μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης στο υγιές πόδι στις δύο πειραματικές ομάδες

*9^η Εναλλακτική υπόθεση ($H_1: \mu_1 > \mu_2$)

Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας (Biodex stability system) μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης στο υγιές πόδι στις δύο πειραματικές ομάδες

*10^η Μηδενική υπόθεση ($H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$)

Δεν θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στις σανίδες ισορροπίας και υπολόγιζαν το χρόνο διατήρησης της ισορροπίας μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης στο υγιές πόδι στις δύο πειραματικές ομάδες

*10^η Εναλλακτική υπόθεση ($H_1: \mu_1 > \mu_2$)

Θα υπάρξουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας που εκτελέστηκαν στις σανίδες ισορροπίας και υπολόγιζαν το χρόνο διατήρησης της ισορροπίας μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης στο υγιές πόδι στις δύο πειραματικές ομάδες

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η διάρθρωση του γόνατος

Εμβιομηχανική της άρθρωσης. Η σύνθετη αλληλεπίδραση του μηρού, της κνήμης και της επιγονατίδας επιτρέπει στην άρθρωση του γόνατος να αντέχει στα εξαιρετικά υψηλά φορτία, που αναπτύσσονται στις διάφορες λειτουργικές δραστηριότητες (Friden, 2001).

Στο γόνατο υφίστανται έξι βαθμοί ελευθερίας, που διακρίνονται σε τρεις στροφικούς και τρεις μετατοπιστικούς. Οι πρώτοι αποτελούνται από την έσω-έξω στροφή, την κάμψη-έκταση και τη γωνία ραιβότητας-βλαισότητας. Οι δεύτεροι αποτελούνται από την πρόσθια-οπίσθια μετατόπιση, την έσω-έξω ολίσθηση και την κεφαλική-ουραία ολίσθηση (Woo, 1999). Το γόνατο πρέπει να παρέχει ικανοποιητική κίνηση, χωρίς να υστερεί όσον αφορά την παροχή σταθερότητας, τόσο κατά την διάρκεια στατικών δραστηριοτήτων όπως είναι η όρθια στάση, όσο και δυναμικών λειτουργιών, όπως είναι η βάρδια και το τρέξιμο. Οι στόχοι αυτοί, επιτυγχάνονται μέσω της αλληλεπίδρασης του ερειστικού συστήματος, των αρθρικών επιφανειών, των μηνίσκων και των μυών που περιβάλλουν το γόνατο, αλλά κυρίως μέσω της λειτουργίας των συνδέσμων (Fu, 1993). Ιδιαίτερα σημαντική για τη διατήρηση της σταθερότητας της άρθρωσης θεωρείται η ακεραιότητα των χιαστών συνδέσμων, κυρίως του πρόσθιου χιαστού. Ωστόσο, οποιαδήποτε αλλαγή σε αυτούς τους παράγοντες, είναι δυνατόν να αλλάξει την εμβιομηχανική της άρθρωσης του γόνατος, αυξάνοντας υπερβολικά τα φορτία και τις λειτουργικές απαιτήσεις στις υπόλοιπες κατασκευές (Friden, 2001; Wojtys, 2000).

Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος

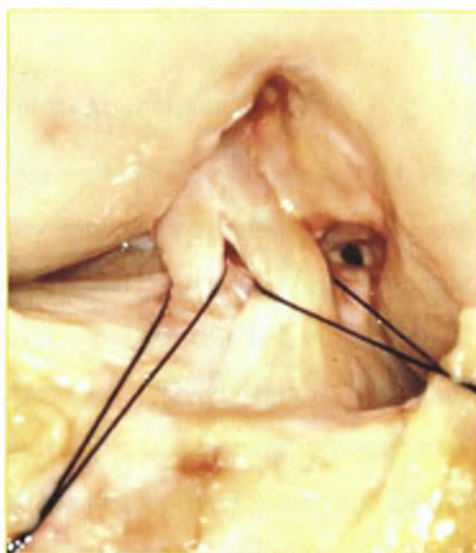
Κινησιολογική ανάλυση. Η προσθιοπίσθια σταθερότητα του γόνατος διασφαλίζεται κυρίως από τους χιαστούς συνδέσμους. Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος, αποτελείται από δύο δέσμες ινών, την πρόσθια έσω δέσμη που διατείνεται όταν το γόνατο βρίσκεται σε κάμψη και την οπίσθια έξω δέσμη, που είναι πιο κυρτή και διατείνεται όταν το γόνατο βρίσκεται σε έκταση. Πρόσφατες εργασίες, αφήνουν ανοικτό το ενδεχόμενο, στο σύμπλεγμα του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου να περιλαμβάνονται και άλλοι μικρότεροι σύνδεσμοι. Το μήκος του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου κυμαίνεται από 3-38 χιλιοστά, ενώ το πλάτος του 10-12 χιλιοστά (Ramis, 1994). Η διαδρομή του είναι ενδαρθρική αλλά διαθέτει τη δική του υμενώδη μεμβράνη. Η νεύρωση του, από μηχανοϋποδοχείς του κνημιαίου νεύρου συμβάλλει στον ιδιοδεκτικό του ρόλο (Kennedy, 1982). Στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο δεν υπάρχουν νευρικές ίνες που άγουν το πόνο κι έτσι εξηγείται γιατί ο πόνος από ρήξεις του, είναι ελάχιστος πριν τουλάχιστον αναπτυχθεί αίμαρθρος (Shutte, 1987).

Εμβιομηχανική ανάλυση του Π.Χ.Σ. Βασική λειτουργία του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι η παρεμπόδιση της πρόσθιας ολίσθησης της κνήμης σε σχέση με το μηρό. Κατά την πλήρη έκταση ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος απορροφά το 75% των φορτίων της πρόσθιας μετατόπισης και το 85% των αντιστοιχών φορτίων μεταξύ 30⁰ και 90⁰ κάμψης (Butler, 1980; Grodski, 2008).

Μεταξύ άλλων, στις λειτουργίες του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου, περιλαμβάνεται η αντίσταση που προβάλλεται κατά την έσω στροφή της κνήμης καθώς και κατά τη γωνιώδη παρουσία (ραιβότητα / βλαισότητα) των πλάγιων συνδέσμων (Gabriel, 2004). Η απώλεια του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου, οδηγεί σε ελάττωση του ζεύγους των δυνάμεων που ανθίσταται στις στροφικές κινήσεις και κατά συνέπεια σε αστάθεια του γόνατος (Lo, 2008). Οι εργασίες που έχουν ασχοληθεί με τις εμβιομηχανικές ιδιότητες του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι πολλές, αλλά δεν είναι δυνατή η εξαγωγή ενιαίων συμπερασμάτων σχετικά με τις τάσεις που μπορεί να δεχθεί (Devita, 1998; Hooper, 2002; Webster, 2003). Εργασίες συμπεραίνουν ότι οι πρόσθιες ίνες (τόσο οι έσω όσο και οι έξω) αντέχουν σε υψηλότερες εφελκυστικές δυνάμεις απ' ότι οι οπίσθιες (Butler, 1991). Η εφελκυστική δύναμη που μπορεί να δεχθεί πρόσθιος χιαστός φτάνει περίπου τα 2200 N, αλλά οι

τιμές αυτές μεταβάλλονται ανάλογα με τις ηλικίες και τα επαναλαμβανόμενα φορτία. Όσο η τιμή της πρόσθιας συρταροειδούς κίνησης είναι μεγαλύτερη, τόσο η δύναμη που προβάλλει ο σύνδεσμος αυξάνεται (Kanamori, 2002; Smith, 1993).

Ερευνητές υποστηρίζουν, ότι η ρήξη του ΠΧΣ προκαλεί μεταβολές- λειτουργικές προσαρμογές κατά τον κύκλο της βάδισης- οι οποίες υφίστανται τόσο πριν όσο και μετά την χειρουργική θεραπεία (Devita, 1998). Παρά το γεγονός ότι η άρθρωση παρουσιάζει φυσιολογικό εύρος κίνησης και επίπεδα δύναμης, μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος αποκατάστασης, ισχυρίζονται ότι δε λειτουργεί φυσιολογικά, αναφέροντας πολύ χαμηλή εκτατική ροπή του και σημαντικές προσαρμογές του κινητικού πατέντου. Θεωρούν μάλιστα, ότι η επαναφορά του φυσιολογικού κινητικού πρότυπου της βάδισης απαιτεί πολύ περισσότερους από τους 6 μήνες που διαρκεί το πρόγραμμα αποκατάστασης (Hooper, 2002; Kowalk, 1997).



Εικόνα 2.1. Πρόσθιος και οπίσθιος χιαστός σύνδεσμος

Επιδημιολογικά δεδομένα. Τις τελευταίες δεκαετίες, η συχνότητα εμφάνισης των κακώσεων του πρόσθιου χιαστού έχει αυξηθεί σημαντικά. Μόνο στις ΗΠΑ, οι περιπτώσεις που καταγράφονται είναι περισσότερες από 100.000 ανά έτος. Ωστόσο, από αυτούς περίπου οι 60.000 υποβάλλονται σε χειρουργική θεραπεία (Chmielewski, 2005). Οι περισσότερες κακώσεις του πρόσθιου χιαστού αφορούν τους αθλητές. Την τελευταία δεκαετία όμως, έχουν αυξηθεί σημαντικά οι κακώσεις του συνδέσμου, που οφείλονται σε πτώσεις και τροχαία ατυχήματα. Η κάκωσή του, εμφανίζει τη μεγαλύτερη συχνότητα στις ηλικίες μεταξύ 15 και 44 ετών. Η συχνότητα εμφάνισης

της κάκωσης είναι αυξημένη στις γυναίκες 2-8 φορές περισσότερο σε σχέση με τους άνδρες (Huston, 2000; Rozzi, 1999). Τα αθλήματα στα οποία η συχνότητα της κάκωσης είναι αυξημένη είναι η γυμναστική, η καλαθοσφαίριση, η πετοσφαίριση και το ποδόσφαιρο. Ειδικότερα στην καλαθοσφαίριση, η συχνότητα της κάκωσης στις γυναίκες είναι 4 φορές μεγαλύτερη απ' ό τι στους άνδρες.

Στα άτομα που έχουν υποστεί χειρουργική συνδεσμοπλαστική, ο κίνδυνος νέας ρήξης του μοσχεύματος είναι αυξημένος, τόσο στο άκρο που έχει υποβληθεί σε επέμβαση όσο και στο υγιές. Τα περισσότερα από τα επιδημιολογικά δεδομένα της κάκωσης του πρόσθιου χιαστού, έχουν βασιστεί σε στατιστικά δεδομένα. Υπάρχουν όμως ερευνητές, που έχουν ασχοληθεί αναλυτικότερα με τους παράγοντες που συμβάλλουν στην κάκωση του συνδέσμου και στις έρευνές τους, ανατρέπουν πολλές από τις απόψεις που έχουν επικρατήσει.

Παράγοντες πρόκλησης κακώσεων Π.Χ.Σ.

α. *Ανατομικοί παράγοντες.* 1. Το μέγεθος και το σχήμα της μεσοκονδύλιας εντομής, συμβάλλει στην παγίδευση του πρόσθιου χιαστού και την κάκωσή του (Charlton, 2001; Van Lunen, 2003). Το μειωμένο εύρος της, σε συνδυασμό με βλαισότητα του γόνατος και έξω στροφή της κνήμης, προκαλεί ευκολότερα την παγίδευση αυτή του συνδέσμου και αυξάνει σημαντικά την πιθανότητα βλάβης.

2. Στις γυναίκες η τροχιά της ενεργητικής στροφής των ισχίων είναι μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή των ανδρών, γεγονός που δημιουργεί συνθήκες ευνοϊκές για την εμφάνιση τραυματισμών (Chaudhari, 2003; Ferber, 2003; Malinzak, 2001).

3. Επιπλέον, η πύελος των γυναικών δεν είναι ευρύτερη των ανδρών όπως μέχρι σήμερα ήταν αποδεκτό (Arendt, 1995; Petersen, 1998). Είναι όμως μεγαλύτερη η σχέση της πυέλου προς το μήκος του μηριαίου, με αποτέλεσμα την εμφάνιση βλαισότητας (Horton, 1989; Livingston, 2001).

4. Ωστόσο, στις γυναίκες, η γωνία Q είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των ανδρών, αλλά δεν σχετίζεται με την κάκωση του πρόσθιου χιαστού (Ferber, 2003).

β. Νευρομυϊκοί παράγοντες. 1. Οι διαφορές που παρατηρούνται στο νευρομυϊκό έλεγχο κατά τη διάρκεια επαφής με το έδαφος, προκαλούν σημαντικές μεταβολές στη τρισδιάστατη φόρτιση της άρθρωσης κατά τη διάρκεια των κινήσεων που επιφέρουν κακώσεις του ΠΧΣ (McLean, 2003).

2. Οι μύες των γυναικών ενεργοποιούνται νωρίτερα, κατά την προσγείωση από τα άλματα σε σχέση με τους άνδρες (Malinzak, 2001).

3. Η σταθεροποίηση της άρθρωσης του γόνατος των γυναικών βασίζεται περισσότερο στο τετρακέφαλο συγκριτικά με τους άνδρες (Huston, 1996; Shultz, 2001)

4. Στις γυναίκες εμφανίζεται ελαττωμένη μυϊκή σκληρότητα κατά τη προσπάθεια ελέγχου των κινήσεων του γόνατος (Granata, 2002; Shultz, 2003).

5. Η μυϊκή αντοχή των γυναικών είναι ελαττωμένη, με αποτέλεσμα την πρώιμη κόπωση, που αποτελεί παράγοντα κινδύνου για την πρόκληση κακώσεων. Το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την ενεργοποίηση τετρακεφάλου-ισchioκνημιαίων μέσω των αντανεκλαστικών τόξων μετά από κοπιώδη άσκηση αυξάνεται με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προϋποθέσεις κάκωσης του συνδέσμου (Boden, 2000; Gabbett, 2002; Rahnama, 2002).

γ. Εμβιομηχανικοί παράγοντες. 1. Ο μηχανισμός κάκωσης του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου χωρίς επαφή, περιλαμβάνει επιβράδυνση του γόνατος σε θέση έκτασης, προσγείωση από άλμα και ελιγμούς με πλάγια βήματα (Boden, 2000).

2. Κατά τη διάρκεια της προσγείωσης στο ένα πόδι, στις γυναίκες εμφανίζεται μικρότερη κάμψη στο γόνατο και αυξημένη έσω στροφή στο ισχίο (Lephart, 2000).

3. Κατά τη διάρκεια των ελιγμών με πλάγια βήματα, τα γόνατα των γυναικών έρχονται σε μεγαλύτερη βλαισότητα σε σχέση με τους άνδρες, ενώ κατά την προσγείωση από άλμα σε μεγαλύτερη έκταση (McLean, 1999).

4. Στα γόνατα των γυναικών παρατηρείται αυξημένη έκταση και τάση βλαισότητας στο άλμα και στο απότομο σταμάτημα, που συνοδεύεται από μεγαλύτερη πρόσθια διατμητική τάση στην κνήμη και κατ' επέκταση αυξημένη τάση στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο (Chappell, 2002).

δ. *Ορμονικοί παράγοντες*. 1. Έχει αποδειχθεί ότι τα επίπεδα των ορμονών επηρεάζουν τις γλοιοελαστικές ιδιότητες, της κνημομηριαίας άρθρωσης (Deie, 2002; Romani, 2003).

2. Υπάρχουν ενδεχομένως αλλαγές, που εξαρτώνται από ορμόνες κατά τη διάρκεια του έμμηνου κύκλου, οι οποίες επηρεάζουν τη φυσική απόδοση (Otto, 2003)

3. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη χαλαρότητα της άρθρωσης του γόνατος ανάμεσα στα δυο φύλα, τόσο πριν όσο και μετά την άσκηση. Όμως και στα δυο φύλα παρατηρείται αύξηση της χαλαρότητας της άρθρωσης μετά την άσκηση (Beneka, 2005; Pollard, 2003).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά οι παράγοντες αυτοί, οι οποίοι διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες. Οι ενδογενείς παράγοντες αφορούν ανατομικά ή οργανικά χαρακτηριστικά του ατόμου. Οι εξωγενείς παράγοντες, όπως ορίζονται από τους Overend και συν. (1999), αφορούν σωματικές ικανότητες ή χαρακτηριστικά εξοπλισμού (π.χ. παπούτσια) στα οποία η δυνατότητα παρέμβασης και κατά συνέπεια πρόληψης, είναι μεγάλη. Ενώ η τρίτη κατηγορία παραγόντων είναι σύμφωνα με την Ireland (1999), σύνθετοι παράγοντες που αφορούν ενδογενή χαρακτηριστικά, που όμως επιδέχονται παρέμβαση σε κάποιο βαθμό.

Πίνακας 2.1. Προδιαθετικοί παράγοντες πρόκλησης κακώσεων του ΠΧΣ (Overend et. al., 1999)

<u>Ενδογενείς</u>	<u>Εξωγενείς</u>	<u>Σύνθετοι</u>
Ευθυγράμμιση αξόνων	Μυϊκή δύναμη-ανισορροπία	Ιδιοδεκτικότητα
Υπερέκταση γόνατος	Φυσική κατάσταση	Πρότυπα νευρομυϊκής
Συνδεσμική χαλαρότητα	Παπούτσια	ενεργοποίησης
Γωνία Q	Έδαφος	Επιδεξιότητα
Μέγεθος συνδέσμου		
Μέγεθος και σχήμα		
εντομής		
Επίδραση ορμονών		

Μηχανισμοί πρόκλησης κακώσεων Π.Χ.Σ.

Οι δραστηριότητες που εμπλέκονται στην κάκωση του ΠΧΣ είναι εκείνες, που για την εκτέλεσή τους απαιτούνται απότομες αλλαγές της κατεύθυνσης του σώματος (Olsen, 2003). Τέτοιες καταστάσεις παρουσιάζονται κυρίως στον αθλητισμό όπως τα άλματα, η γρήγορη επιτάχυνση και επιβράδυνση, καθώς και απότομες και απρόβλεπτες προσκρούσεις με συμπαίκτες και αντιπάλους. Για την κατανόηση των κινδύνων, είναι απαραίτητη η γνώση των μηχανισμών που συχνά οδηγούν σε κάκωση του συνδέσμου.

Πρώτοι οι Kennedy και συν. (1971) ανέφεραν ότι ο κλασσικός μηχανισμός κάκωσης στο ποδόσφαιρο, έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση συνδυασμένων κακώσεων στην άρθρωση που είναι γνωστές ως ‘ατυχή τριάς’ (ρήξη ΠΧΣ και έσω πλάγιου συνδέσμου σε συνδυασμό με ρήξη έσω μηνίσκου). Η κάκωση αυτή προκαλείται από την έξω στροφή της κνήμης, με ταυτόχρονη άσκηση τάσης βλαισότητας και συνήθως παρατηρείται κατά τη χρονική στιγμή που ο παίκτης ενώ στηρίζεται στο ένα πόδι, δέχεται πλήξη από τα πλάγια. Καθώς εφαρμόζεται η πίεση στην άρθρωση, οι μύες και τα θυλακοσυνδεσμικά στοιχεία της έσω επιφάνειας της άρθρωσης, υποχωρούν με αποτέλεσμα αρχικά τη ρήξη του έσω πλάγιου συνδέσμου και δευτερογενώς του ΠΧΣ (Shelburne, 2005).

Οι απότομες αλλαγές της κατεύθυνσης σε συνδυασμό με επιτάχυνση ή επιβράδυνση της ταχύτητας του σώματος, οδηγούν συχνά σε κάκωση του πρόσθιου χιαστού χωρίς να υπάρχει επαφή. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η σταθεροποίηση του ποδιού στο έδαφος ή στο πάτωμα αποτελεί προϋπόθεση του μηχανισμού κάκωσης του συνδέσμου (Boden, 2000; Olsen, 2003; Shelburne, 2005). Η «παγίδευση» του ποδιού στο έδαφος συνήθως είναι ο κυριότερος παράγοντας κινδύνου. Σύμφωνα με τους Johnson και συν. (1988) εάν το πόδι, καταφέρει να «ελευθερωθεί» από το έδαφος την κατάλληλη στιγμή, τότε η κάκωση αποτρέπεται.

Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι κακώσεις είναι αποτέλεσμα προσκρούσεων ή πτώσεων όπως π.χ. στο σκι (Pressman, 2003; Urabe, 2002). Στην πραγματικότητα όμως, πολλές κακώσεις συμβαίνουν στην άρθρωση πριν τη πτώση. Η περιγραφή του μηχανισμού της κάκωσης πολλές φορές είναι δύσκολη, λόγω της μεγάλης ταχύτητας και της πολυπλοκότητας της πτώσης.

Οι μηχανισμοί κάκωσης ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες.

Η πρώτη αναφέρεται στην περίπτωση μεγάλης έντασης ροπής στο γόνατο, ενώ ταυτόχρονα η κνήμη έρχεται σε έξω στροφή ως προς το μηρό. Εάν κατά τη στιγμή του συμβάντος δεν ελευθερωθεί το πόδι, προκύπτει κάκωση των έσω θυλακοσυνδεσμικών στοιχείων και του ΠΧΣ (Steadman, 1988; Yu, 2007).

Η δεύτερη κατηγορία εμπλέκει υπερέκταση της άρθρωσης ή συνδυασμένη υπερέκταση και έσω στροφή της κνήμης (Boden, 2000).

Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν οι κακώσεις του πρόσθιου χιαστού που προκαλούνται από το «μηχανισμό της μπότας» ειδικά στο σκι. Στην περίπτωση αυτή ασκείται έντονη ροπή στη κνήμη με αποτέλεσμα την πρόσθια μετατόπισή της, σε σχέση με το μηρό (πρόσθιο συρτάρι). Η κατάσταση αυτή, επιδεινώνεται από την έντονη συστολή του τετρακέφαλου μυός, που επιτείνει την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης, καθώς το γόνατο έρχεται σε υπερέκταση (Boden, 2000; Malliou 2005; Olsen, 2004; Steadman, 1988).

Τέλος, στην τέταρτη κατηγορία ανήκουν κακώσεις που προκαλούνται από στροφικές κινήσεις της κνήμης, στην προσπάθεια να διατηρηθεί η ισορροπία και η θέση υπερβολικής κάμψης του γόνατος, με αποτέλεσμα την κάκωση του ΠΧΣ (Boden, 2000).

Μέθοδοι αποκατάστασης ΠΧΣ

Η αποκατάσταση μετά από ρήξη του συνδέσμου πραγματοποιείται είτε συντηρητικά είτε χειρουργικά. Η απόφαση για τη μέθοδο θεραπείας που θα εφαρμοστεί εξαρτάται κυρίως από το είδος και το επίπεδο των δραστηριοτήτων. στις οποίες εμπλέκεται ο ασθενής σε συνδυασμό πάντα με την ηλικία του (Wittenberg, 1998). Εάν ο ασθενής μειώσει το επίπεδο των δραστηριοτήτων του, είναι πλέον αποδεδειγμένο ότι και η συντηρητική θεραπεία μπορεί να έχει καλά αποτελέσματα (Buss, 1995; Kostogiannis, 2007; Rudolph, 1998)

Ωστόσο, η ενασχόληση με δραστηριότητες υψηλών φορτίων για την άρθρωση, συνοδεύεται από αυξημένη πιθανότητα επανεμφάνισης τραυματισμών και εκφυλιστικών διεργασιών στην άρθρωση, γι' αυτό και στις περισσότερες περιπτώσεις ακολουθείται χειρουργική θεραπεία με πολύ καλά αποτελέσματα (Finsterbush, 1990).

Χειρουργική αποκατάσταση ΠΧΣ. Η χειρουργική αποκατάσταση των ρήξεων του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου πραγματοποιείται είτε με εξωαρθρική μετάθεση, είτε με ενδοαρθρική μεταφορά μοσχεύματος, ενώ σε μερικές περιπτώσεις απαιτείται συνδυασμός και των δύο.

α. Εξωαρθρικές μεταθέσεις. Όπως συμβαίνει σε όλες τις επεμβάσεις ανακατασκευής του συνδέσμου αυτού, κύριο μέλημα είναι η μείωση της αστάθειας της άρθρωσης που προκαλείται από τη ρήξη. Πιο συγκεκριμένα, στόχος των εξωαρθρικών επεμβάσεων είναι, ο έλεγχος της πρόσθιας μετατόπισης του έξω κνημιαίου κονδύλου με στατική ή δυναμική σταθεροποίηση των έξω υποστηρικτικών δομών του γόνατος κατά τη διάρκεια της πλήρους έκτασης. Η δράση όμως των δυνάμεων σε πολλαπλά επίπεδα στη συγκεκριμένη άρθρωση, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι εξωαρθρικές μέθοδοι δεν έχουν ισομετρικότητα (Kurosawa, 1991), οδηγούν εκ νέου σε αστάθεια και πόνο με τη πάροδο του χρόνου (Lazzarone, 1990). Η χρήση των μεθόδων αυτών αποδείχθηκε ότι δεν έχει πολύ καλά αποτελέσματα (Lipscomp, 1992).

Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη μέθοδος εξωαρθρικής αποκατάστασης έγινε από το McMurray (1920) και ήταν δυναμική μέθοδος αποκατάστασης έσω στροφικής αστάθειας με χρήση του τένοντα του ημιτενοντώδους. Ο Elmslie πραγματοποίησε εξωαρθρική μετάθεση της κνημιαίας κατάφυσης του επιγονατιδικού συνδέσμου με ελαφρά στροφική έσω παρεκτόπιση χωρίς πλήρη διατομή της, για την ενίσχυση του πρόσθιου και έσω θυλακοσυνδεσμικού συστήματος (Scott, 1994).

Οι Slocum και συν. (1968) περιέγραψαν ένα τρόπο επέμβασης για την αποκατάσταση της αστάθειας της άρθρωσης αναστρέφοντας τη λειτουργία των μυών του χηνείου ποδός από κάμψη σε έσω στροφή της κνήμης. Αυτό επιτυγχάνονταν με αναστροφή και καθήλωση του ισχνού προσαγωγού και του ημιτενοντώδη, στο έσω χείλος του επιγονατιδικού συνδέσμου.

Ο Macintosh (1976) παρουσίασε μέθοδο αποκατάστασης της έξω στροφικής μετατόπισης (lateral pivot shift) της άρθρωσης με χρησιμοποίηση τμήματος της λαγονοκνημιαίας ταινίας, εξωαρθρικά. Στη συνέχεια η επέμβαση αυτή τροποποιήθηκε από άλλους ερευνητές όπως οι Losee (1978), Arnold (1979) και James (1983).

Μια άλλη εξωαρθρική μέθοδος για την ελάττωση της πρόσθιας-έξω στροφικής αστάθειας του γόνατος, που εφάρμοσε ο Elison (1979) συνδύαζε μία τεχνική μετάθεσης του τένοντα του δικεφάλου με ταυτόχρονη μεταφορά τμήματος της λαγονοκνημιαίας ταινίας. Πραγματοποιούνταν μεταθέσεις και των δύο, κάτω από τον έξω πλάγιο σύνδεσμο και την έξω κεφαλή του γαστροκνημίου και γινόταν συρραφή του τένοντα του δικεφάλου στο οπίσθιο τμήμα του θυλάκου και καθήλωση της λαγονοκνημιαίας ταινίας στο φύμα του Gerdy. Τα αποτελέσματα της μεθόδου ήταν καλά, ειδικά αν γινόταν συνδυασμός με ενδοαρθρική ανακατασκευή.

β. Ενδοαρθρικές μεταφορές. Οι πιο γνωστές ενδοαρθρικές μέθοδοι ανακατασκευής του συνδέσμου είναι:

1. Στατική με αυτομόσχευμα (O'Brien, 1991; Sandberg, 1988; Scephsis, 1990)
2. Συνδυασμός στατικής και δυναμικής μεθόδου με αυτομόσχευμα (Wilson, 1990)
3. Αλλομόσχευμα (Noyes, 1992; Shino, 1990)
4. Συνθετικό μόσχευμα (Norholm, 1992)

Η πρώτη προσπάθεια ανακατασκευής του ΠΧΣ έγινε από τον Groves (1917), ο οποίος χρησιμοποίησε ένα τμήμα της λαγονοκνημιαίας ταινίας που περνώντας το ενδοαρθρικά, διαμέσου της μηριαίας και κνημιαίας σήραγγας δημιούργησε ένα νέο πρόσθιο χιαστό. Αργότερα ο Campbell (1939) παρουσίασε μία νέα τεχνική ανακατασκευής του συνδέσμου, χρησιμοποιώντας τον έσω επιγονατιδικό σύνδεσμο μαζί με τμήμα του τένοντα του τετρακεφάλου μηριαίου. Τους περνούσε από σήραγγα της κνήμης και κατόπιν από σήραγγα του έξω μηριαίου κονδύλου (Cheung, 1992). Την ίδια περίοδο ο Macey (1939) χρησιμοποίησε σε ενδοαρθρική ανακατασκευή τον τένοντα του ημιτενοντώδη (Cheung, 1992).

Ο O'Donoghue (1950) υποστήριξε ότι η ρήξη του Π.Χ.Σ. συνοδεύεται από ρήξη του έσω πλάγιου συνδέσμου και του έσω μηνίσκου και πρότεινε την άμεση αποκατάσταση όλων των εμπλεκόμενων δομών. Δεκατρία χρόνια αργότερα παρουσίασε τα θετικά αποτελέσματα των χειρουργικών αποκαταστάσεων που πραγματοποίησε (Cheung, 1992).

Ο Augustine (1956) χρησιμοποίησε για την ανακατασκευή του Π.Χ.Σ. τμήμα του τένοντα του ημιτενοντώδη. Το μόσχευμα σταθεροποιούνταν στην κατάφυση του συνδέσμου στον κνημιαίο κόνδυλο διαμέσου οστικής σήραγγας. Λόγω της

αυξημένης ικανότητας διάτασης του μυός, το γόνατο παρουσίαζε με τη μέθοδο αυτή αρκετή σταθερότητα (Scott, 1994).

Ο Kenneth (1963) περιέγραψε μία τεχνική όπου χρησιμοποιούσε τριτημόριο του επιγονατιδικού συνδέσμου χωρίς να το απελευθερώσει από την κνημιαία κατάφυσή του και το οδηγούσε ενδοαρθρικά διαμέσου σήραγγας στον έξω μηριαίο κόνδυλο. Βελτίωση της μεθόδου με χρήση και τμήματος του τένοντα του τετρακεφάλου έγινε από τον Law το 1963 (Scott, 1994). Ωστόσο, οι Slocum et al. (1968) μίλησαν για πρώτη φορά για την έννοια της στροφικής αστάθειας του γόνατος και για να την ελέγξουν, σχεδίασαν την εξωαρθρική επέμβαση του χηνείου ποδός.

Από εκείνη την περίοδο επανήλθαν στο προσκήνιο οι εξωαρθρικές επεμβάσεις μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '90. Την ενδοαρθρική ανακατασκευή του συνδέσμου επανέφεραν οι Clancy (1982) και Noyes (1983) οι οποίοι χρησιμοποίησαν για πρώτη φορά ελεύθερο μόσχευμα του επιγονατιδικού συνδέσμου.

Τεχνική Double Bundle ACL. Η τεχνική "Double Bundle ACL" αποτελεί την τελευταία εξέλιξη στη χειρουργική αποκατάσταση του ΠΧΣ και βρίσκεται εγγύτερα από κάθε άλλη στην πιστή ανακατασκευή της φυσιολογικής ανατομικής του. Η συνεχής έρευνα της ανατομικής του γόνατος οδήγησε στη δημιουργία ενός μοσχεύματος το οποίο αποτελείται από δύο ξεχωριστές δέσμες. Οι πρώτες προσπάθειες μιας κατά το ήμισυ τεχνικής "μοσχεύματος δυο δεσμίδων", με ένα ή δυο tunnel στο μηριαίο οστό και ένα κοινό tunnel στην κνήμη, καταγράφονται στην Ιαπωνία, τις ΗΠΑ, τη Γαλλία, τη Γερμανία (Bellier, 2004; Takeuchi, 2002).

Τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκε και εφαρμόζεται συστηματικά και με άριστα αποτελέσματα η πρώτη εξολοκλήρου τεχνική μοσχεύματος δύο δεσμίδων (Double Bundle ACL), όπου ο ΠΧΣ αποκαθίσταται με δύο ξεχωριστά μοσχεύματα από τους ημιτενοντώδη και ισχνό, και τη δημιουργία δύο ξεχωριστών καναλιών στο μηριαίο οστό και δύο ξεχωριστών καναλιών στην κνήμη. Η Double Bundle ACL τεχνική με την πληρέστερη προσέγγιση της ανατομικής κατασκευής του ΠΧΣ, προσφέρει τρία σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με την ακόμη κυρίαρχουσα κλασσική τεχνική της Single Bundle ACL (Takeuchi, 2002):

1. ισχυρότερο και παχύτερο συνολικά μόσχευμα
2. μεγαλύτερη σταθερότητα του γόνατος σε στροφικές φορτίσεις

3. μεγαλύτερη προσθιοπίσθια σταθερότητα σε θέσεις κοντά στην έκταση του γόνατος.

Η λήψη των τενόντων αυτών γίνεται με μια μικρή τομή στην πρόσθια, άνω και έσω επιφάνεια της κνήμης. Η διαφοροποίηση της μεθόδου συνίσταται στο γεγονός ότι παρασκευάζονται δύο τετραπλά μοσχεύματα από τους τένοντες αυτούς. Με αρθροσκοπικό έλεγχο, χρησιμοποιώντας δύο μικρές αρθροσκοπικές οπές στην πρόσθια επιφάνεια του γόνατος και την τομή λήψης των τενόντων μοσχευμάτων στην πρόσθια επιφάνεια της κνήμης παρασκευάζονται τέσσερα κανάλια, δύο στο μηρό και δύο στην κνήμη, κάθε ένα από τα οποία βρίσκεται σε διαφορετικό επίπεδο. Η τεχνική αυτή αποδίδει πιστά την ενδοαρθρική ανατομική πρόσφυση κάθε δέσμης. Η καθήλωση της κάθε δέσμης γίνεται σε συγκεκριμένες γωνίες κάμψης του γόνατος εξασφαλίζοντας μέγιστη σταθερότητα (Maracci, 2003).

Μόσχευμα επιλογής

Άλλο-μόσχευμα. Τα αλλομοσχεύματα άρχισαν να χρησιμοποιούνται στις αρχές της δεκαετίας του '80 (Meyers, 1992; Noyes, 1992). Περιοριστικός παράγοντας για τη χρήση τους αποτελεί μέχρι σήμερα ο κίνδυνος μετάδοσης νοσημάτων όπως η ηπατίτιδα κ.α. Ο κίνδυνος αυτός ελαττώνεται με την πρόοδο των τεχνικών λήψης και διατήρησης τους. Ωστόσο σε ορισμένες περιπτώσεις θεωρούνται τα πλέον κατάλληλα για την αποκατάσταση της σταθερότητας στην άρθρωση του γόνατος. Τέτοια περιστατικά είναι:

1. Ασθενείς με μικρούς επιγονατιδικούς συνδέσμους
2. Ασθενείς με σοβαρή επιγονατιδομηριαία χονδροπάθεια ή χαμηλή επιγονατίδα
3. Ασθενείς με αποτυχημένη χρήση αυτομοσχεύματος
4. Ασθενείς με ρήξη και του οπίσθιου χιαστού συνδέσμου που χρειάζεται ανακατασκευή
5. Ασθενείς με εξάρθρωμα γόνατος και πολλαπλών κατευθύνσεων αστάθεια που απαιτεί εκτεταμένο χειρουργείο.

Βασικό μειονέκτημα της χρήσης των αλλομοσχευμάτων, πέρα από τον κίνδυνο μεταδοτικών νοσημάτων που αναφέρθηκε παραπάνω, είναι η πιθανή

ασυμβατότητα, με επακόλουθο την απόρριψή του από τον οργανισμό του δέκτη. Ωστόσο, έρευνες υποστηρίζουν ότι παγώνοντας το μόσχευμα ενώ είναι “φρέσκο” τα κυτταρικά αντιγόνα “νοθεύονται” και η μεταμόσχευση έχει επιτυχία (Corgy, 1999).

Συνθετικό μόσχευμα. Υπάρχουν τρία είδη τεχνητών μοσχευμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται είτε μόνα τους (λειτουργούν ως ικρίωματα), αντικαθιστώντας τη λειτουργία του ΠΧΣ, είτε σε συνδυασμό με αυτομόσχευμα για να υποστηρίξουν τη λειτουργία του.

- α. μόνιμα προσθετικοί σύνδεσμοι (Gore-Tex, Dacron κ.α.)
- β. ενισχυτικοί σύνδεσμοι (Kennedy Ligament Augmentation Device)
- γ. σύνδεσμοι που λειτουργούν ως ικρίωμα (σύνδεσμοι ινών άνθρακα και των Leeds-Keio και Ligastic) (Mascarenhas, 2008).

Οι πρώτοι σύνδεσμοι τοποθετούνται με σκοπό να παρέχουν από μόνοι τους τη λειτουργική σταθερότητα που απαιτεί η άρθρωση και για το λόγο αυτό παρουσιάζουν μεγάλη δύναμη και ικανότητα αντίστασης. Ωστόσο, τα μετεγχειρητικά τους αποτελέσματα δεν είναι και πολύ ενθαρρυντικά, δεδομένου ότι προκαλούν στις περισσότερες περιπτώσεις έντονη θυλακίτιδα και αποτυγχάνουν να σταθεροποιήσουν σε ικανοποιητικό βαθμό την άρθρωση. Επιπλέον, παρουσιάζεται αρκετές φορές οστική αντίδραση της κνήμης η οποία εκδηλώνεται με τη δημιουργία οστικής κύστεως. Όλα τα παραπάνω, καθιστούν αμφίβολη την αναγκαιότητα της χρήσης τους. Οι ενισχυτικοί σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν τη δύναμη του αυτομοσχεύματος και σε περιπτώσεις έντονου στρες να ελαχιστοποιήσουν τις πιθανότητες ρήξης του συνδέσμου. Το κύριο μόσχευμα που χρησιμοποιείται είναι ο σύνδεσμος του Kennedy. Τοποθετείται μαζί με ενδοαρθρικά μοσχεύματα, κυρίως επιγονατιδικού και ημιτενοντώδη. Οι επιπλοκή που εμφανίζεται συχνά από τη χρήση του είναι η φλεγμονή της άρθρωσης και η εκτεταμένη θυλακίτιδα, γι’ αυτό και η χρήση του έχει σχεδόν σταματήσει (Kim, 2003).

Οι σύνδεσμοι της τρίτης κατηγορίας επιτρέπουν την ενδοαρθρική αύξηση των ιστών. Εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από τους ιστούς που παράγουν ινοβλάστες εντός του γόνατος μετά την χειρουργική επέμβαση, οι οποίοι αυξάνονται (αναγέννηση). Η αποκατάσταση είναι αργή και τα μετεγχειρητικά αποτελέσματα είναι καλά. Ο σύνδεσμος από ίνες άνθρακα δημιουργεί κάποιες επιπλοκές, κυρίως θυλακίτιδες και δεν επιτρέπει την ανάπτυξη του κολλαγόνου σε ικανοποιητικό βαθμό. Αντίθετα ο

σύνδεσμος των Leeds-Keio έχει το δυναμικό για καλύτερη ανάπτυξη των μαλακών μορίων και σε περίπτωση που η ανάπτυξη-αναπαραγωγή αυτή αφορά το κολλαγόνο, τότε το μόσχευμα αυτό θα έχει σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των υπολοίπων, δεδομένου ότι δεν εμφανίζει συχνά, επιπλοκές. Τέλος, ο σύνδεσμος του Ligastic παρουσιάζει κάποιες επιπλοκές, κυρίως αστάθεια της άρθρωσης (θετικό Lachman-Noullis test) που οφείλεται, σύμφωνα με έρευνες, σε λάθος τοποθέτηση καθήλωσή του στο μηριαίο κόνδυλο, όπως διαπιστώθηκε από επαναξιολόγηση των χειρουργηθέντων (Jones, 2007).

Αυτο-μόσχευμα. Οι επιλογές αναφορικά με το είδος του μοσχεύματος που θα χρησιμοποιηθεί στην αποκατάσταση της ρήξης ενός πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι αρκετές. Όλα έχουν πολύ καλά κλινικά αποτελέσματα με ποσοστό επιτυχίας που αγγίζει το 90-95% εξασφαλίζοντας τη δυνατότητα επιστροφής σε προηγούμενες αθλητικές δραστηριότητες και μη (Liden, 2007), σε πολύ υψηλό επίπεδο. Κάθε είδος μοσχεύματος, απαιτεί τη δική του μοναδική χειρουργική τεχνική λήψης. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνικές για τη σταθεροποίηση του, μέσα στο οστικό κανάλι, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες επιλογής του (Merdick, 2008).

Μόσχευμα επιγονατιδικού. Χρησιμοποιήθηκε ευρέως από τα μέσα της δεκαετίας του '80 και ακόμη και σήμερα, αποτελεί το μόσχευμα επιλογής για ένα μεγάλο αριθμό χειρουργών. Λαμβάνεται με οστικά άκρα από την επιγονατίδα και το κνημιαίο κύρτωμα με κατακόρυφη τομή που αρχίζει 1 εκ. κάτω από τον κάτω πόλο της επιγονατίδας, μέχρι το κνημιαίο κύρτωμα. Το τμήμα που λαμβάνεται είναι το κεντρικό τριτημόριο του τένοντα, η αναγέννηση του οποίου ολοκληρώνεται περίπου 4 μήνες μετά την επέμβαση και επανακτά τις αρχικές ιδιότητες του 12-18 μήνες αργότερα. Μειονέκτημα αναφορικά με τη χρήση του μοσχεύματος αυτού είναι ο πόνος, ο οποίος συνήθως είναι περισσότερος, συγκριτικά με άλλα αυτομοσχεύματα επιλογής (Biau, 2007). Σαν συνέπεια εμφανίζεται αρχικά μεγαλύτερη ατροφία και μειωμένη ικανότητα αντίδρασης του τετρακέφαλου μηριαίου. Υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν ότι η χρήση του τένοντα αυτού δημιουργεί μετεγχειρητικά προβλήματα σε ασθενείς που συμμετέχουν σε αθλητικές δραστηριότητες, όπως σύνδρομο επιγονατιδομηριαίου πόνου, τενοντοπάθεια του επιγονατιδικού (Liden, 2008).

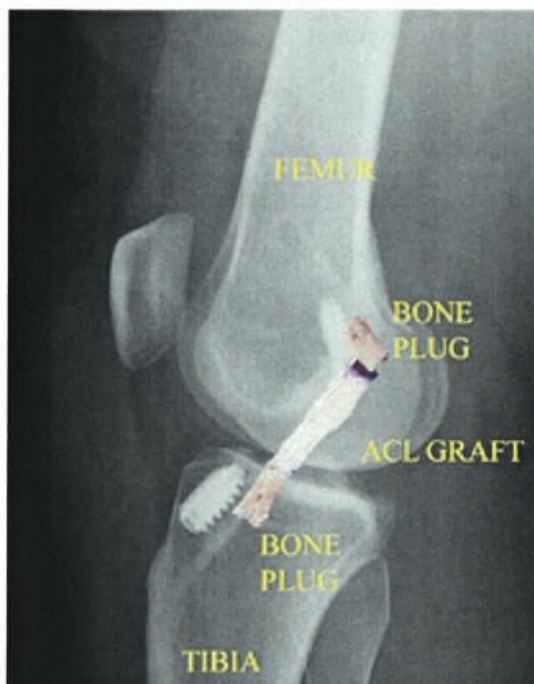
Οι Freedman και συν. (2003) σε έρευνα που πραγματοποίησαν βρήκαν ότι ασθενείς με αυτομόσχευμα από τον επιγονατιδικό, παρουσίαζαν παρατεταμένη συμπτωματολογία πόνου σε μεγαλύτερο ποσοστό (17,4%) συγκριτικά με αυτούς που είχαν μόσχευμα από τους οπίσθιους μηριαίους (11,5%)

Μόσχευμα ημιτενοντώδους-ιγνυακού. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται όλο και συχνότερα η χρήση του ως μόσχευμα επιλογής. Για τη λήψη του μοσχεύματος απαιτείται μικρότερη τομή ενώ η διαδικασία συλλογής χαρακτηρίζεται λιγότερο επώδυνη και για το λόγο αυτό η πρώιμη μετεγχειρητική φάση παρουσιάζει πιο ήπια συμπτωματολογία όσον αφορά τον πόνο. Επιπλέον, δεν επηρεάζεται καθόλου ο επιγονατιδικός τένοντας με αποτέλεσμα λιγότερα προβλήματα κατά τη λειτουργική δραστηριότητα του ασθενή και τη δυνατότητα, σύμφωνα με κάποιους ερευνητές, πιο άμεσης επιστροφής τους (κυρίως σε περιπτώσεις αθλητών) δηλαδή 3-4 μήνες μετά την επέμβαση (Shelbourne, 1999). Ωστόσο, δεν υπάρχουν έρευνες που να έχουν αξιολογήσει την αντοχή του μοσχεύματος, σε αυτό το χρονικό διάστημα μετά την επέμβαση γι' αυτό και η προσέγγιση αυτή, θεωρείται ανεπαρκής. Σημαντικό στοιχείο που θεωρείται και μειονέκτημα για την επιλογή του, αποτελεί η εμπλοκή του νευρικού ιστού (τραυματισμός του ισχιακού νεύρου) κατά τη διαδικασία λήψης, που ενδεχομένως να έχει σοβαρές επιπτώσεις στη λειτουργία του σκέλους.

Κάθε μόσχευμα επιλογής παρουσιάζει θετικά και αρνητικά στοιχεία. Κάποιοι ερευνητές αναφέρουν μεγαλύτερη σκληρότητα του επιγονατιδικού μοσχεύματος (Corry, 1999), ενώ άλλοι ισχυρίζονται ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ τους (Eriksson, 2001). Ωστόσο και τα δύο παρουσιάζουν πολύ καλά αποτελέσματα προσδίδοντας ικανοποιητική σταθερότητα στην άρθρωση.

Σε έρευνα των Ozenci και συν. (2007) που πραγματοποιήθηκε με σκοπό την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας σε χειρουργημένους μετά από ρήξη ΠΧΣ, τα αποτελέσματα δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές αναφορικά με το είδος μοσχεύματος που χρησιμοποιήθηκε. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε τρία γκρουπ ανάλογα με το είδος του μοσχεύματος, ενώ υπήρχε και ένα τέταρτο γκρουπ με ασθενείς που είχαν ολική ρήξη του συνδέσμου και δεν είχαν υποβληθεί σε επέμβαση ανακατασκευής του. Κατά την αξιολόγηση, για την αντίληψη της παθητικής κίνησης και την αναπαραγωγή συγκεκριμένης γωνιακής θέσης χρησιμοποιήθηκε το ισοκινητικό

δυναμόμετρο Cybex Norm. Πραγματοποιούνταν 10 μετρήσεις σε κάθε άτομο από τις οποίες προέκυπτε ο μέσος όρος για τον καθένα. Σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μόνο μεταξύ χειρουργημένων και μη, ενώ η επιλογή του μοσχεύματος δε φάνηκε να επηρεάζει ιδιαίτερα την ικανότητα αυτή.



Εικόνα 2.2. Χειρουργική αποκατάσταση ΠΧΣ

Αντανακλαστικά τόξα των χιαστών συνδέσμων

Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος είναι σε θέση να αντέξει φορτίο 2000N πριν από τη ρήξη του (Woo, 1991). Οι τιμές αυτές έχουν μετρηθεί εργαστηριακά σε ανθρώπινα πτώματα. Οι δυνάμεις όμως που θα μπορούσαν να ασκηθούν στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο στην πραγματικότητα και ειδικά στις αθλητικές δραστηριότητες είναι πολύ μεγαλύτερες από τις τιμές αυτές. Μία ισχυρή σύσπαση του τετρακέφαλου μυός, μεγαλύτερη των 2000N θα οδηγούσε σε ρήξη του συνδέσμου.

Είναι προφανές λοιπόν ότι υπάρχει κάποιος περισσότερο σύνθετος μηχανισμός που αμβλύνει τις τάσεις στο σύνδεσμο, ώστε να μη ξεπερνά το όριο

θραύσης. Η ιδέα της ύπαρξης άμεσου προστατευτικού αντανακλαστικού μηχανισμού, που συνδέει τους μηχανοϋποδοχείς των χιαστών συνδέσμων με τους μυς γύρω από την άρθρωση του γόνατος έχει διατυπωθεί και σήμερα πλέον έχει αποδειχθεί από πολυάριθμες έρευνες. Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος, συνδέεται μέσω κεντρομόλων ινών τόσο με τον τετρακέφαλο, όσο και με τους ισχιοκνημιαίους μύες. Η ενεργοποίηση της μιας ή της άλλης μυϊκής ομάδας, σχετίζεται με την εντόπιση του ερεθίσματος. Οι ισχιοκνημιαίοι φαίνεται ότι ενεργοποιούνται όταν ασκηθεί μεγάλη τάση στην πρόσθια έσω δέσμη του ΠΧΣ, ενώ όταν η τάση εφαρμόζεται στην οπίσθια έξω δέσμη, ενεργοποιείται ο τετρακέφαλος μυς (Raunest, 1996).

Η συν-ενεργοποίηση των ισχιοκνημιαίων μυών, αντισταθμίζει τη δύναμη που ασκεί ο τετρακέφαλος στη κνήμη και εξομαλύνει τη κίνηση του γόνατος (Louie, 1987; Renstrom, 1986). Έτσι, με τους μηχανισμούς αυτούς παρατηρείται ένας εξαιρετικός συντονισμός της μυϊκής δραστηριότητας, γύρω από τις αρθρώσεις.

Ο συντονισμός της συν-ενεργοποίησης αυτής, προφανώς προγραμματίζεται από ένα μεγάλο αριθμό πληροφοριών, που προέρχονται από την περιφέρεια (μύες, τένοντες, σύνδεσμοι) και οι οποίες αναλύονται στο νωτιαίο μυελό και στα κέντρα κινητικού έλεγχου. Στις απρόσμενες κινήσεις όμως, τα κεντρομόλα ερεθίσματα τροποποιούν τη μυϊκή δραστηριότητα ώστε να προστατέψουν τους συνδέσμους από τη ρήξη. Αρκεί ο χρόνος αντίδρασης να βρίσκεται στα όρια σύζευξης του συστήματος, διαφορετικά θα προκληθεί κάκωση στο σημείο εκείνο που ασκούνται οι μεγαλύτερες τάσεις τη δεδομένη στιγμή (Friden, 2001).

Είναι κοινά αποδεκτό πλέον, ότι η ιδιοδεκτική ικανότητα του γόνατος, επηρεάζεται στους ασθενείς με χρόνια ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Barrack, 1989; Barrett, 1991; Fischer-Rasmussen, 2000). Υπάρχουν αναφορές, ότι η ιδιοδεκτικότητα βλάπτεται αμέσως μετά από τη ρήξη του συνδέσμου και το γεγονός αυτό οδηγεί σε προβλήματα κατά τη δυναμική φόρτιση της άρθρωσης του γόνατος. Ωστόσο, μετά τη χειρουργική ανακατασκευή του συνδέσμου το έλλειμμα της ιδιοδεκτικότητας αποκαθίσταται σταδιακά αλλά δεν ομαλοποιείται ποτέ (Fremerey, 2000).

Κλινικά, η διαπίστωση ύπαρξης αντανακλαστικού τόξου στους χιαστούς συνδέσμους, επιβεβαιώνει, ότι η φυσιολογική λειτουργία του γόνατος εξαρτάται από ένα κλειστό κύκλωμα νευρομυϊκού συντονισμού. Η αποκατάσταση της μηχανικής

σταθερότητας σε ένα γόνατο που έχει υποστεί ρήξη του ΠΧΣ, πολλές φορές δεν είναι επαρκής για να αποκτήσει το γόνατο τη φυσιολογική του λειτουργία. Συνεπώς, κρίνεται λογική η εισαγωγή της λειτουργικής επανεκπαίδευσης στην αποκατάσταση.

Νευρικό Σύστημα

Το νευρικό σύστημα είναι ένα δίκτυο επικοινωνίας που επιτρέπει σε έναν οργανισμό να αλληλεπιδρά με το εξωτερικό περιβάλλον. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει αισθητικά μέρη, που ανιχνεύουν δρώμενα στο περιβάλλον, μέρη απαρτίωσης που επεξεργάζονται τα αισθητικά δεδομένα και πληροφορίες της αισθητικής μνήμης και κινητικά μέρη που παράγουν κινήσεις και άλλες δραστηριότητες.

Το νευρικό σύστημα διαιρείται συμβατικά σε δύο μεγάλα τμήματα, το εγκεφαλονωτιαίο και το αυτόνομο. Το πρώτο ρυθμίζει την κινητικότητα και την αισθητικότητα, το δεύτερο εξυπηρετεί την ανταλλαγή της ύλης και την αναπαραγωγή. Το εγκεφαλονωτιαίο νευρικό σύστημα διακρίνεται στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (εγκέφαλος, νωτιαίος μυελός) και στο Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (νεύρα, εγκεφαλονωτιαία γάγγλια) (Brannvall, 2008).

Οργάνωση του Νευρικού Συστήματος. Το νευρικό σύστημα αποτελείται από μια ιδιαίτερα πολύπλοκη συνάθροιση κυττάρων, μέρος της οποίας σχηματίζει ένα δίκτυο επικοινωνίας και ένα άλλο μέρος της σχηματίζει ένα σύστημα-στρώμα στήριξης. Το δίκτυο επικοινωνίας σχηματίζεται από νευρώνες. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος περιέχει περίπου 10^{12} νευρώνες. Τα ερειστικά κύτταρα του νευρικού συστήματος περιλαμβάνουν τη νευρογλοία (που σημαίνει «κόλλα των νευρών»). Ο ανθρώπινος εγκέφαλος περιέχει 10 φορές περισσότερα νευρογλοιακά κύτταρα από νευρώνες. Το νευρικό σύστημα μπορεί να υποδιαιρεθεί σε Περιφερικό και σε Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (Brannvall, 2008).

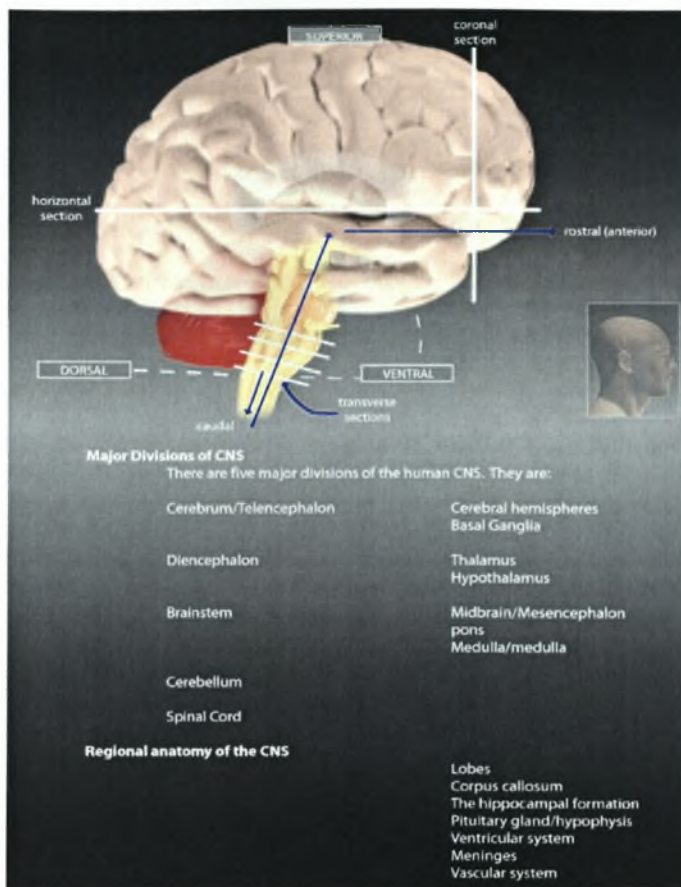
Περιφερικό Νευρικό Σύστημα. Το ΠΝΣ περιλαμβάνει ένα αισθητικό μέρος που αποτελείται από αισθητικά υποδεκτικά όργανα και πρωτοταγείς προσαγωγούς νευρώνες και κινητικά μέρη για να δίνει εντολή στα εκτελεστικά όργανα να προβούν σε μυϊκή ή αδενική δραστηριότητα. Στα κινητικά μέρη περιλαμβάνονται σωματικές

κινητικές ίνες και αυτόνομες κινητικές ίνες. Οι αυτόνομοι νευρώνες μπορούν περαιτέρω να υποδιαιρεθούν σε συμπαθητικούς, παρασυμπαθητικούς και εντερικούς νευρώνες. Οι σωματικές κινητικές ίνες προκαλούν συστολή των σκελετικών μυών. Οι αυτόνομες διεγείρουν ή αναστέλλουν τον καρδιακό ή τους λείους μυς και τους αδένες. Στις δράσεις του συμπαθητικού νευρικού συστήματος περιλαμβάνεται η προετοιμασία του οργανισμού για δράση έκτακτης ανάγκης, ενώ το παρασυμπαθητικό συμμετέχει σε πιο συνήθεις δραστηριότητες.

Κεντρικό Νευρικό Σύστημα. Το ΚΝΣ περιλαμβάνει τον εγκέφαλο και το νωτιαίο μυελό. Με βάση την εμβρυϊκή ανάπτυξη ο εγκέφαλος μπορεί να υποδιαιρεθεί σε πέντε περιοχές: έσχατο εγκέφαλο, οπίσθιο εγκέφαλο, μέσο εγκέφαλο, διάμεσο εγκέφαλο και τελικό εγκέφαλο. Στον ενήλικα ο έσχατος γίνεται προμήκης μυελός, ο οπίσθιος γίνεται γέφυρα και παρεγκεφαλίδα, ο μέσος γίνεται τετράδυμο πέταλο και εγκεφαλικά στελέχη, ο διάμεσος γίνεται θάλαμος και υποθάλαμος ενώ ο τελικός εγκέφαλος αναπτύσσεται στα βασικά γάγγλια και στους λοβούς του εγκεφαλικού ημισφαιρίου (Γιγής, 1999).

Υποδιαιρέσεις του Κ.Ν.Σ.

Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια. Αποτελούνται από τον εγκεφαλικό φλοιό και από ορισμένες εν τω βάθει κατασκευές, τα βασικά γάγγλια, (στα οποία υπάγονται ο κερκοφόρος πυρήνας, το κέλυφος, η ωχρή σφαίρα, ο αμυγδαλοειδής πυρήνας, η καλύπτρα) και από τον υπόκαμπο. Η λειτουργία των βασικών γαγγλίων, σαν σύνολο, επιφέρει αναστολή του μυϊκού τόνου. Ωστόσο, ο ρόλος τους δεν είναι μόνο ανασταλτικός αλλά και διεγερτικός, δεδομένου ότι έχει παρατηρηθεί έκλυση θετικών μυϊκών συστολών και περίπλοκων κινήσεων μέσω διέγερσης συγκεκριμένων περιοχών μέσα σε αυτά. Ο αμυγδαλοειδής πυρήνας συντονίζει τις αυτόνομες και ενδοκρινικές αποκρίσεις σε συνδυασμό με συγκινησιακές καταστάσεις, ενώ ο υπόκαμπος συμμετέχει στις λειτουργίες αποταμίευσης της μνήμης (Guyton & Hall, 1998).



Εικόνα 2.3. Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (Κούβελας, 2002)

Ο διεγκέφαλος. Βρίσκεται πάνω από το μεσεγκέφαλο και περιλαμβάνει τους δύο θαλάμους, τον υποθάλαμο, την υποθαλάμιο περιοχή, τον μεταθάλαμο, τον επιθάλαμο και την τρίτη κοιλία. Ο θάλαμος αποτελεί τον κύριο σταθμό των προσαγωγών αισθητικών οδών προς τον εγκεφαλικό φλοιό. Επίσης, είναι κέντρο συνθετικών διεργασιών για τα διάφορα ερεθίσματα τα οποία περιέρχονται, ως ένα βαθμό, στη συνειδητή αντίληψη. Οι λειτουργίες του υποθαλάμου είναι πολύπλοκες. Αποτελεί τον κύριο ρυθμιστή συμπαθητικών και παρασυμπαθητικών λειτουργιών. Οι σπλαχνικές αντιδράσεις με αντανακλαστικό μηχανισμό εξασφαλίζονται από επεξεργασία προσαγωγών αισθητικών ερεθισμάτων όπως συμβαίνει και με τον θάλαμο (Γιγής, 1999).

Ο μεσεγκέφαλος. Βρίσκεται στο ανώτερο μέρος του στελέχους, πάνω από τη γέφυρα και αποτελείται από το τετράδυμο σκέλος (ραχιαία) και το εγκεφαλικό σκέλος (κοιλιακά). Ελέγχει πολλές αισθητικές και κινητικές λειτουργίες όπως είναι οι

κινήσεις των ματιών και ο συντονισμός των οπτικών και ακουστικών αντανακλαστικών (Γιγής, 1999)

Η παρεγκεφαλίδα. Μορφολογικά, αποτελείται από δύο ημισφαίρια και από το μεταξύ τους σκώληκα. Από λειτουργικής άποψης διακρίνουμε το κροκυδοοζώδες λοβίο και το σώμα με πρόσθιο και οπίσθιο λοβό. Συνδέεται με το εγκεφαλικό στέλεχος, με τα άνω, μέσα και κάτω παρεγκεφαλιδικά σκέλη που τη φέρνουν σε επικοινωνία με τον εγκεφαλικό φλοιό και το νωτιαίο μυελό. Είναι ο σπουδαιότερος ρυθμιστής της μυϊκής συνέργειας για την επιτέλεση εκούσιων κινήσεων και για τη διατήρηση της στατικής και κινητικής ισορροπίας του σώματος (Guyton & Hall, 1998).

Η γέφυρα. Αποτελεί το ενδιάμεσο τμήμα του στελέχους και μεταφέρει πληροφορίες από τα εγκεφαλικά ημισφαίρια στην παρεγκεφαλίδα.

Ο προμήκης μυελός. Αποτελεί το ουραίο τμήμα του στελέχους και βρίσκεται πάνω από το νωτιαίο μυελό. Εμφανίζει σχήμα κώνου του οποίου η βάση ενώνεται με τη γέφυρα και η κορυφή με το νωτιαίο μυελό. Αποτελεί σπουδαίο τμήμα του εγκεφάλου διότι κατά μήκος αυτού κατασκηνώνουν πολλοί αξιόλογοι πυρήνες που θεωρούνται κέντρα υψίστης σημασίας από λειτουργικής άποψης όπως είναι της αναπνοής και της πέψης (Guyton & Hall, 1998).

Ο νωτιαίος μυελός. Παριστάνει την προς τα κάτω συνέχεια του εγκεφάλου. Βρίσκεται μέσα στο σπονδυλικό σωλήνα καταλαμβάνοντας τα δύο άνω τριτημόρια αυτού και περιβάλλεται με τις ίδιες μήνιγγες όπως ο εγκέφαλος. Στηρίζεται από τον ακίνητο εγκέφαλο (προμήκης), από το τελικό νημάτιο που προσφύεται στον κόκκυγα, από τις ρίζες των νωτιαίων νεύρων και από τον οδοντωτό σύνδεσμο. Στο νωτιαίο μυελό εισέρχονται και επεξεργάζονται αισθητικές πληροφορίες από το δέρμα, τις αρθρώσεις και τα μαλακά μέρη του κορμού και των άκρων. Βλάβη του προκαλεί κινητικές, αισθητικές και ορθοκυστικές διαταραχές (Γιγής, 1999).

Νευρικός ιστός

Σύσταση. Αποτελεί το κύριο συστατικό των οργάνων του νευρικού συστήματος και περιλαμβάνει τους νευρώνες και τη νευρογλοία.

Στους νευρώνες που επικοινωνούν με την περιφέρεια περιλαμβάνονται αισθητικά υποδεκτικά κύτταρα και σωματικοί και αυτόνομοι κινητικοί νευρώνες. Στήριξη στους νευρώνες παρέχουν τα νευρογλοιακά κύτταρα. Σε αυτά περιλαμβάνονται κύτταρα Schwann και δορυφόρα κύτταρα στο περιφερικό νευρικό σύστημα και αστροκύτταρα και ολιγοδενδρογλοία στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Επίσης ως νευρογλοία θεωρούνται η μικρογλοία και τα επενδυματικά κύτταρα (Γιγής, 1999).

Ο νευρώνας χρησιμεύει για την πρόσληψη, την αγωγή και τη μεταβίβαση των διεγέρσεων, στηρίζοντας τη λειτουργία του στις ιδιότητες της διεγερσιμότητας και της αγωγιμότητας. Ο αριθμός των νευρώνων είναι εξαιρετικά μεγάλος, αφού μόνο στο φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων υπάρχουν πάνω από 14 δις νευρικά κύτταρα. Ανάλογα με την κατεύθυνση που άγουν τις διεγέρσεις, διακρίνονται:

- α. σε αισθητικούς (υποδεκτικούς, προσαγωγούς, κεντρομόλους) οι οποίοι άγουν διεγέρσεις από τα περιφερικά όργανα προς το κεντρικό νευρικό σύστημα,
- β. σε κινητικούς (απαγωγούς, φυγόκεντρους) που άγουν τις διεγέρσεις από το κεντρικό νευρικό σύστημα προς τα όργανα του σώματος και
- γ. σε συνδετικούς νευρώνες οι οποίοι συνδέουν διάφορα μέρη του κεντρικού νευρικού συστήματος (Κούβελας, 2002).

Η νευρογλοία δε συμμετέχει στη νευρική λειτουργία, αλλά χρησιμεύει για τη στήριξη, την απομόνωση και τη θρέψη των νευρώνων. Αποτελείται από νευρογλοιακά κύτταρα και νευρογλοιακές ίνες. Αυτά τα κύτταρα βοηθούν στη διατήρηση ενός κατάλληλου τοπικού περιβάλλοντος για τους νευρώνες ή επενδύουν τους νευράξονες, αυξάνοντας την ταχύτητα αγωγής της νευρικής ώσης (Γιγής, 1999).

Μικροσκοπική δομή του νευρώνα

Αποτελείται από το νευρικό κύτταρο (κυτταρικό σώμα), τους δενδρίτες και από το νευρίτη με τα έλυτρα του.

Το νευρικό κύτταρο παρουσιάζει ένα σφαιρικό πυρήνα στο κέντρο και μία μαλακή πρωτοπλασματική ουσία, το νευρόπλασμα. Διαθέτει έναν ιδιαίτερα

ανεπτυγμένο βιοσυνθετικό εξοπλισμό ο οποίος περιλαμβάνει τα σωματίδια Nissl (στοίβες κοκκώδους ενδοπλασματικού δικτύου) του οργανιδίου που είναι υπεύθυνο για την πρωτεϊνοσύνθεση. Επίσης, περιλαμβάνει μία συσκευή Golgi η οποία συσκευάζει υλικά σε κυστίδια, προκειμένου να μεταφερθούν σε άλλα τμήματα του κυττάρου, μεταξύ των οποίων είναι νευρικά νημάτια και μικροσωληνίσκοι. Τα νευρικά κύτταρα αποτελούν το κύριο συστατικό της φαιάς ουσίας του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού, βρίσκονται άφθονα στα εγκεφαλονωτιαία γάγγλια και συμμετέχουν στη λεπτότερη υφή των αισθητηρίων οργάνων (Γιγής, 1999).

Οι δενδρίτες αποτελούν αποφυάδες του νευρικού κυττάρου με τις οποίες πραγματοποιείται η πρόσληψη των διεγέρσεων και περιέχουν όλα τα παραπάνω οργανίδια.

Τέλος, ο νευρίτης ή νευράξονας αποτελεί λεπτή πρωτοπλασματική αποφυάδα του νευρικού κυττάρου και χρησιμεύει για την αγωγή και μεταβίβαση των διεγέρσεων σε άλλους νευρώνες ή στα εκτελεστικά όργανα. Ο νευρίτης διαφέρει από το κυτταρικό σώμα, διότι στερείται οργανιδίων όπως είναι το ενδοπλασματικό δίκτυο και η συσκευή Golgi. Διακρίνονται σε βραχείς (Golgi τύπου I) που απολήγουν κοντά στο σώμα και μακρούς (Golgi τύπου II) που εκτείνονται μέχρι ένα μέτρο ή και περισσότερο (Κούβελας, 2002).

Σωματοαισθητικό Σύστημα

Το νευρικό σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύμπλεγμα από αρκετά διαφορετικά υποσυστήματα, τα οποία όμως αλληλεπιδρούν οδηγώντας σε μία ενοποιημένη συμπεριφορά. Το γενικό αισθητικό ή σωματοαισθητικό σύστημα αναλύει αισθητικά γεγονότα σχετιζόμενα με μηχανική, θερμική ή χημική διέγερση του σώματος. Τα ειδικά αισθητικά συστήματα περιλαμβάνουν το οπτικό σύστημα, το οποίο αναλύει σχέδια φωτός που ανιχνεύει ο οφθαλμός, το ακουστικό σύστημα, το οποίο ερμηνεύει ήχους που δέχεται το αυτί, το αιθουσαίο σύστημα το οποίο αποκρίνεται στη θέση της κεφαλής στο χώρο και τα χημικά αισθητικά συστήματα τα οποία είναι ειδικές αισθητικές συσκευές για τη γεύση και την όσφρηση (Κούβελας, 2002).

Τα αισθητικά συστήματα ενεργοποιούνται από αισθητικούς υποδοχείς, οι οποίοι αποκρίνονται σε διάφορα ερεθίσματα με μια διεργασία αισθητικής μεταγωγής. Οι αισθητικοί υποδοχείς παρέχουν πληροφορίες στο ΚΝΣ σχετικά με τα ερεθίσματα αυτά μέσω των υποδεκτικών πεδίων, τα οποία είναι περιοχές, οι οποίες διεγείρόμενες ενεργοποιούν τους υποδοχείς. Οι αισθητικές πληροφορίες κωδικοποιούνται με διάφορους τρόπους και μεταδίδονται στη συνέχεια μέσω αισθητικών οδών στο ΚΝΣ.

Οι αισθητικοί νευρώνες μέσω των οποίων η πληροφόρηση φθάνει στο ΚΝΣ ονομάζονται πρωτοταγείς προσαγωγοί νευρώνες. Τα κυτταρικά τους σώματα εντοπίζονται στα νωτιαία ή στα εγκεφαλικά γάγγλια. Από κάθε γαγγλιακό κύτταρο εκφύεται μια αποφυάδα που διακλαδίζεται σε ένα περιφερικό και σε ένα κεντρικό κλάδο. Ο περιφερικός έχει τη δομή ενός νευράξονα και απολήγει περιφερικά με τη μορφή αισθητικού υποδοχέα. Ο κεντρικός είναι επίσης νευράξονας και εισέρχεται στο εγκεφαλικό στέλεχος μέσω ενός εγκεφαλικού νεύρου ή στο νωτιαίο μυελό μέσω μιας ραχιαίας ρίζας όπως αναφέρθηκε προηγουμένα.

Στην επεξεργασία των σωματοσπλαχνικών αισθητικών πληροφοριών συμμετέχουν αρκετές δομές του ΚΝΣ, όπως ο νωτιαίος μυελός, το εγκεφαλικό στέλεχος, ο θάλαμος και ο φλοιός των εγκεφαλικών ημισφαιρίων. Οι ανερχόμενες οδοί ξεκινούν από δευτεροταγείς νευρώνες του νωτιαίου μυελού και του στελέχους, οι οποίοι προβάλλουν στον ετερόπλευρο θάλαμο (Κούβελας, 2002).

Αισθητικότητα

Ο όρος αναφέρεται στη φυσική διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται η επικοινωνία και η ανταλλαγή πληροφοριών του σώματος και των ιδιαίτερων οργανικών μερών του, με το εσωτερικό και το εξωτερικό του περιβάλλον (Κούβελας, 2002). Η λειτουργία της πληροφόρησης πραγματοποιείται με την επίδραση που ασκούν φυσικοί και χημικοί παράγοντες σε εξειδικευμένα όργανα του νευρικού συστήματος, τους αισθητικούς υποδοχείς. Η αλληλεπίδραση της ενέργειας του περιβάλλοντος με ένα υποδοχέα, ονομάζεται ερέθισμα και η επίδραση που ασκεί, διέγερση-απόκριση. Η διέγερση αυτή μεταβιβάζεται με κεντρομόλους αισθητικές οδούς σε καθορισμένες περιοχές του φλοιού των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, τα αισθητικά κέντρα. Η διεργασία που επιτρέπει σε ένα αισθητικό υποδοχέα να αποκρίνεται σε ένα ερέθισμα ονομάζεται αισθητική μεταγωγή. Τα ερεθίσματα αυτά

προκαλούν απαντήσεις, η μορφή των οποίων εξαρτάται κυρίως από το είδος του αισθήματος και από τις ήδη αποθηκευμένες εμπειρίες που προκύπτουν από προηγούμενη έκθεση του οργανισμού στο ίδιο ερέθισμα. Το είδος του αισθήματος καθορίζεται μέσω της “αντίληψης”, με σύγκριση μεταξύ της προσλαμβανόμενης πληροφορίας και άλλων πληροφοριών που έχουν ήδη καταγραφεί σαν αισθητική μνήμη (Guyton & Hall, 1998).

Η αντίληψη επίσης, καθορίζει σε πολλές περιπτώσεις, το είδος της απάντησης και το χρόνο στον οποίο θα εκδηλωθεί ενεργοποιώντας τμήματα ή διαδρόμους του νευρικού συστήματος με σκοπό τη διευκόλυνση ή την τροποποίηση των κινητικών ή άλλης μορφής αντιδράσεων (Κούβελας, 2002). Είναι προφανές, ότι η μελέτη της κίνησης απαιτεί την περιγραφή αυτού του συστήματος επικοινωνίας και δεδομένου ότι τα υποδεκτικά αυτά όργανα παρουσιάζουν μεγάλη ανατομική και λειτουργική ποικιλομορφία, σε αρκετές περιπτώσεις, αυτά αποφασίζουν μέχρι ένα βαθμό για την μεταφορά ή την απόρριψη των πληροφοριών που δέχεται ο οργανισμός στη μονάδα του χρόνου (Enoka, 1998).

Οι περιφερικές απολήξεις των προσαγωγών ινών που νευρώνουν το δέρμα παρουσιάζουν μια τμηματική κατανομή που έχει την προέλευση της στα εμβρυϊκά δερμοτόμια. Κάθε δερμοτόμιο λαμβάνει τη κύρια νεύρωσή του από ένα νωτιαίο γάγγλιο. Οι κύριοι κλάδοι των νευρώνων ενός νωτιαίου γαγγλίου εισέρχονται στη φαιά ουσία του νωτιαίου μυελού με τη ραχιαία ρίζα. Πολλοί από τους κλάδους αυτούς σχηματίζουν συνάψεις σε οπίσθιους πυρήνες του προμήκη μυελού. Οι πυρήνες των νευρώνων αυτών στη συνέχεια προβάλλουν προς τον ετερόπλευρο θάλαμο, ο οποίος με τη σειρά του προβάλλει στις σωματοαισθητικές περιοχές του φλοιού των εγκεφαλικών ημισφαιρίων. Αυτή η οδός είναι γνωστή ως οδός ραχιαίας δέσμης – έσω λημνίσκου και είναι σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνη για τις αισθήσεις πτερυγισμού-δόνησης, αφής-πίεσης καθώς και για την ιδιοδεκτική αισθητικότητα (Enoka, 2002).

Υποδοχείς

Στο σωματο-σπλαχνικό αισθητικό σύστημα περιλαμβάνονται διάφοροι τύποι αισθητικών υποδεκτικών οργάνων. Οι υποδοχείς αυτοί είναι δυνατόν να χωριστούν σε κατηγορίες ανάλογα:

- α. με τον τύπο του ερεθίσματος στο οποίο αποκρίνονται και
- β. με τη θέση εντοπισμού τους (Εποκα, 2002)

Στους κυριότερους τύπους υποδοχέων της πρώτης κατηγορίας περιλαμβάνονται μηχανοϋποδοχείς, θερμοϋποδοχείς, χημειοϋποδοχείς και βλαβοϋποδοχείς. Οι μηχανοϋποδοχείς αποκρίνονται σε μηχανικά ερεθίσματα όπως είναι η κρούση ή το εντύπωμα του δέρματος αλλά κυρίως σε ερεθίσματα που προέρχονται από τους ιστούς μιας άρθρωσης και όχι από το εξωτερικό περιβάλλον. Πρόκειται ουσιαστικά για βιολογικούς μετατροπείς μορφών ενέργειας μετατρέποντας τη μηχανική παραμόρφωση των ιστών σε ηλεκτρική ενέργεια και μεταδίδοντας μία νευρική ώση στο ΚΝΣ.

Οι δύο τύποι θερμοϋποδοχέων είναι οι υποδοχείς θερμού και ψυχρού. Οι υποδοχείς αυτοί προσαρμόζονται βραδέως και ανήκουν στους λίγους τύπους υποδοχέων που εκφορτίζονται αυθόρμητα κάτω από κανονικές συνθήκες. Οι πρώτοι εξυπηρετούνται από αμύελους νευράξονες και οι δεύτεροι από εμμύελους νευράξονες.

Οι χημειοϋποδοχείς είναι ευαίσθητοι σε ένα ευρύ φάσμα ενώσεων που περιλαμβάνει τόσο απλές ανόργανες ενώσεις όσο και πολύπλοκα οργανικά μόρια. Η κλασική ταξινόμησή τους είναι σε οσφρητικούς και γευστικούς. Ωστόσο, πολλοί από αυτούς είναι σημαντικοί για την επιβίωση του οργανισμού, δεδομένου ότι αποκρίνονται σε ουσίες που απελευθερώνονται από κύτταρα ως αποτέλεσμα καταστροφής ή φλεγμονής, άσχετα με την αιτία πρόκλησης της βλάβης.

Οι βλαβοϋποδοχείς αποκρίνονται σε ερεθίσματα που απειλούν να προκαλέσουν ή προκαλούν όντως βλάβη. Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες βλαβοϋποδοχέων: οι μηχανικοί βλαβοϋποδοχείς Α-δ και πολύτυποι βλαβοϋποδοχείς C. Οι βλαβοϋποδοχείς Α-δ αποκρίνονται σε ισχυρά μηχανικά ερεθίσματα και όχι τόσο σε θερμικά ή χημικά ερεθίσματα εκτός εάν έχουν προηγουμένως ευαισθητοποιηθεί. Αντίθετα οι βλαβοϋποδοχείς C αποκρίνονται σε όλων των ειδών ερεθίσματα (Κούβελας, 2002).

Μια άλλη κατηγορία υποδοχέων, οι φωτοϋποδοχείς, βρίσκονται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα και αποτελούν μια κατηγορία με πολύ χαμηλό κατώφλι διέγερσης.

Οι σκελετικοί μύες επίσης διαθέτουν διάφορους τύπους αισθητικών υποδοχέων. Πρόκειται κυρίως για μηχανοϋποδοχείς και βλαβοϋποδοχείς αν και κάποιοι μπορεί να χαρακτηρίζονται από θερμική ή χημική ευαισθησία. Οι μυϊκοί υποδοχείς που έχουν μελετηθεί είναι οι υποδοχείς διάτασης στους οποίους περιλαμβάνονται οι μυϊκές άτρακτοι και τα τενόντια όργανα Golgi.

Σύμφωνα με τη θέση εντοπισμού τους οι υποδοχείς διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: (Enoka, 2002)

1. Εξώδοχους υποδοχείς (απόστασης & επαφής)
2. Ενδόδοχους υποδοχείς (ισορροπίας, ιδιοδεκτικοί & σπλαχνικοί)

Υπάρχουν επτά είδη αισθητικών εξωδεκτικών υποδοχέων και δύο είδη αισθητικών ιδιοδεκτικών υποδοχέων.

Οι πρώτοι βρίσκονται στην επιφάνεια του δέρματος (δερματικοί υποδοχείς), και σχετίζονται με τη λειτουργία της επιβολής αισθητικότητας, ενώ οι δεύτεροι βρίσκονται στους μύες, τους τένοντες, το θύλακο, τις αρθρικές επιφάνειες και αφορούν την εν τω βάθει αισθητικότητα.

Επιβολής αισθητικότητας. Περιλαμβάνει την αίσθηση του πόνου (αλγαισθησία), θερμού – ψυχρού και της αφής. Τις περιφερικές ίνες αποτελούν περιφερικοί κλάδοι νευραξόνων των νωτιαίων γαγγλίων που φέρονται στην περιφέρεια με τα νωτιαία νεύρα. Οι κεντρικοί κλάδοι των νευραξόνων των κυττάρων αυτών εισέρχονται με τις οπίσθιες ρίζες στο νωτιαίο μυελό και αποτελούν τη συνέχεια της αισθητικής οδού στο ΚΝΣ.

Περιφερικοί υποδοχείς για τον επιβολής πόνο είναι ελεύθερες αισθητικές απολήξεις στο δέρμα και στους βλεννογόνους. Περιφερικοί υποδοχείς για την αίσθηση θερμού είναι τα σωμάτια Ruffini και για την αίσθηση ψυχρού τα σωμάτια Krause στον υποδόριο ιστό. Για την αδρή (απλή) αφή, περιφερικοί υποδοχείς είναι οι απτικοί δίσκοι του Merckell και οι αισθητικές απολήξεις γύρω από τους βολβούς των τριχών. Για τη λεπτή αφή σχετικά με την υφή, το είδος και τη θέση απτικών ερεθισμάτων είναι τα σωμάτια του Meissner (Κούβελας, 2002).

Εν τω βάθει αισθητικότητα. Εξυπηρετεί την αίσθηση της θέσης και της κίνησης των μελών στις αρθρώσεις, την αίσθηση του εν τω βάθει πόνου και της πίεσης, καθώς και την αίσθηση της παλλαισθησίας. Η πρόσληψη των ερεθισμάτων αφορά την αίσθηση των μεταβολών αυτών.

Περιφερικοί υποδοχείς για τη θέση και την κίνηση των αρθρώσεων είναι τα σωματίδια του Paccini και διάχυτες απολήξεις στον αρθρικό θύλακο και στους περιαρθρικούς ιστούς, συνδέσμους, τένοντες, περιόστεο. Περιφερικοί υποδοχείς για την αίσθηση των δονήσεων (παλλαισθησία) είναι τα σωματίδια Paccini & Golgi Mazzoni που βρίσκονται στον υποδόριο ιστό, το περιόστεο, τους συνδέσμους και τους τένοντες. Η αίσθηση του εν τω βάθει πόνου ξεκινά από υποδοχείς στους μύες, τους τένοντες και το περιόστεο, ενώ της πίεσης είναι ίδιοι με της παλλαισθησίας (Κούβελας, 2002).

Αισθητικοί ιδιοδεκτικοί υποδοχείς είναι τα σωματίδια Golgi στους τένοντες και οι μυϊκές άτρακτοι στους μύες. Οι μυϊκές άτρακτοι είναι πολύπλοκα αισθητικά όργανα που σηματοδοτούν την ταχύτητα και την έκταση της διάτασης. Οι άτρακτοι αποτελούνται από επιμήκεις δεσμίδες λεπτών μυϊκών ινών που ονομάζονται ενδοατράκτιες μυϊκές ίνες και είναι κλεισμένες μέσα σε ένα έλυτρο από συνδετικό ιστό. Ωστόσο το μεγαλύτερο τμήμα της βρίσκεται ελεύθερο στο χώρο ανάμεσα στις κανονικές ή εξωατράκτιες μυϊκές ίνες. Οι άτρακτοι διαθέτουν πλούσια εννεύρωση με αισθητικές αλλά και κινητικές απολήξεις. Οι αισθητικές απολήξεις είναι δύο ειδών: μία πρωτεύουσα απόληξη και μία ή περισσότερες δευτερεύουσες απολήξεις. Οι κινητικοί νευρώνες παρέχουν την κινητική εννεύρωση των μυϊκών ατράκτων και ρυθμίζουν την ευαισθησία τους στη διάταση του μυός. Οι γ-κινητικοί νευρώνες προκαλούν τη συστολή των ενδοατράκτιων μυϊκών ινών αποτρέποντας την αποφόρτιση της ατράκτου (Κούβελας, 2002).

Τα τενόντια όργανα Golgi νευρώνουν τους τένοντες, αποκρίνονται στη μυϊκή διάταση και συστολή και σηματοδοτούν την τάση στον τένοντα. Οι απολήξεις των οργάνων αυτών διαπλέκονται με δεσμίδες κολλαγόνων ινών, διάταξη που επιτρέπει την άσκηση μηχανικής δύναμης στις απολήξεις είτε ο μύς συστέλλεται είτε διαστέλλεται. Τα τενόντια όργανα Golgi νευρώνονται από εμμύελες πρωτοταγείς προσαγωγούς ίνες, της ομάδας Ib (Enoka, 2002)

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των υποδοχέων. Οι υποδοχείς πριν μεταδώσουν τα ερεθίσματα που δέχονται, τα επεξεργάζονται. Η επεξεργασία αυτή γίνεται χάρη σε δύο ιδιότητες που τους χαρακτηρίζουν:

α. την ευαισθησία τους σε ορισμένες μόνο μορφές ενέργειας και την ανερεθιστότητά τους σε άλλες.

β. την ικανότητά τους να δρουν σαν μεταγωγείς του αρχικού ερεθίσματος δηλαδή να μετατρέπουν την ενέργεια του ερεθίσματος σε δυναμικό του υποδοχέα και τελικά σε δυναμικό ενέργειας (Κούβελας, 2002).

Διαφορική ευαισθησία των υποδοχέων. Η ταυτόχρονη μεταφορά της ίδιας πληροφορίας από δύο διαφορετικούς υποδοχείς, δε σημαίνει ότι μπορεί να γίνει αντιληπτή διεγείροντας την ίδια πύλη εισόδου. Υπάρχει μεγάλη εξειδίκευση σε υποδεκτικό επίπεδο.

Η αισθητική πληροφόρηση μετατρέπεται σε ένα τοπικό δυναμικό – δυναμικό υποδοχέα – στην περιοχή των νευρικών απολήξεων και έτσι όταν το δυναμικό της μεμβράνης του εσωτερικού του νευρώνα αυξηθεί σημαντικά, ξεκινάει ένα δυναμικό ενέργειας που πορεύεται κατά μήκος της νευρικής ίνας.

Ωστόσο, κάθε υποδοχέας είναι μόνο για ορισμένο τύπο ερεθισμάτων και δεν ευαισθητοποιείται σε άλλες μορφές διεγέρσεων. Ο τύπος του αισθήματος που μπορεί να γίνει αντιληπτός ονομάζεται χαρακτήρας του αισθήματος και κάθε ώση καταλήγει τελικά σε ένα σημείο του ΚΝΣ που είναι κατάλληλο για την αποκωδικοποίησή της (Σταυρίδης, 1997).

Δυναμικό υποδοχέα. Δυναμικό ενέργειας είναι μια ταχεία μεταβολή του μεμβρανικού δυναμικού την οποία διαδέχεται η επαναφορά στο δυναμικό ηρεμίας. Το δυναμικό ενέργειας μεταδίδεται με την ίδια ένταση και το ίδιο σχήμα σε όλο το μήκος ενός νευρικού ή μυϊκού κυττάρου. Εκλύεται όταν η εκπόλωση είναι αρκετή ώστε το μεμβρανικό δυναμικό να φτάσει σε μια ορισμένη τιμή ουδού του ερεθίσματος.

Ο μηχανισμός μέσω του οποίου η μηχανική ή θερμική ενέργεια που εφαρμόζεται στον υποδοχέα μετατρέπεται σε δυναμικό ενέργειας, το οποίο μεταφέρεται για αναγνώριση στο ΚΝΣ, έχει μελετηθεί αρκετά.

Πιο συγκεκριμένα, σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε σωμάτια του Paccini, διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή ελαφράς πίεσης στον υποδοχέα αυτό προκαλεί διάνοιξη των διαύλων Na^+ . Σε κατάσταση ηρεμίας η μεμβράνη του υποδοχέα επιτρέπει τη διέλευση περιορισμένου αριθμού ιόντων Na^+ γιατί οι διάυλοι μεταφοράς είναι μικροί. Με την επίδραση του ερεθίσματος προκαλείται παραμόρφωση του σχήματος της μεμβράνης και αύξηση των διαύλων με αποτέλεσμα την αύξηση της εισόδου των ιόντων Na^+ και εξόδου των ιόντων K^+ . Το δυναμικό αυτό που αναπτύσσεται ονομάζεται δυναμικό υποδοχέα και μεταφέρεται κατά μήκος της νευρικής ίνας μέσω των κόμβων του Ranvier (Γιοφτσίδου, 2002).

Η συχνότητα του δυναμικού ενέργειας είναι ανάλογη με το εύρος του δυναμικού του υποδοχέα και επηρεάζεται από την ισχύ του ερεθίσματος. Η ένταση του ερεθίσματος και ο αριθμός των υποδοχέων που ενεργοποιούνται καθορίζουν και τον αριθμό των διαύλων Na^+ που θα διανοιχτούν. Όταν το δυναμικό του υποδοχέα φτάσει τα 10 mV τότε πυροδοτεί το δυναμικό ενέργειας, ενώ όταν ξεπεράσει τα 100 mV τα ερεθίσματα γίνονται αντιληπτά ως αίσθημα πόνου (Brodal, 1992).

Εξοικείωση - προσαρμογή των υποδοχέων. Ιδιαίτερη λειτουργική σημασία έχει το γεγονός ότι μετά από ένα χρονικό διάστημα από την έναρξη του ερεθισματογωγού παράγοντα παρουσιάζεται ελάττωση των παραγόμενων ώσεων η οποία είναι δυνατόν να καταλήξει σε πλήρη απώλεια ανταπόκρισης του οργάνου στο ερέθισμα. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται “εξοικείωση” και ο χρόνος εμφάνισής του εξαρτάται από τον τύπο του υποδοχέα. Παράδειγμα αποτελούν τα σωμάτια Paccini που παράγουν δυναμικά ενέργειας στην αρχή και στο τέλος της διέγερσης. Είναι δηλαδή ευαίσθητοι μόνο στις μεταβολές του ερεθίσματος.

Όλοι οι υποδοχείς δείχνουν κάποιας μορφής προσαρμογή στη διέγερση. Υποδοχείς που προσαρμόζονται αργά είναι γνωστοί σαν τονικοί υποδοχείς και παράγουν σχεδόν σταθερή συχνότητα δυναμικών ενέργειας κατά τη διάρκεια σταθερών διεγέρσεων. Υποδοχείς που προσαρμόζονται πολύ γρήγορα είναι γνωστοί σαν φασικοί, επειδή αντιδρούν μόνο σε μεταβολές της έντασης της διέγερσης, όπως για παράδειγμα τα σωμάτια Paccini. Οι φασικές ιδιότητές τους οφείλονται στην ιξώδη και ελαστική φύση των ελασμάτων που περιβάλλουν την απόληξη της νευρικής ίνας. Όταν λοιπόν εφαρμόζεται μια συνεχής μηχανική διέγερση σταθερής έντασης στο

σωμάτιο αυτό, ο υποδοχέας παράγει δυναμικά ενέργειας μόνο όταν αυτή αρχίζει ή σταματά.

Διαφοροποίηση επιπλέον, παρουσιάζεται αναφορικά με το βαθμό της εξοικείωσης, δεδομένου ότι ορισμένοι υποδοχείς εξοικειώνονται μέχρι την πλήρη απόσβεση, ενώ άλλοι δεν εμφανίζουν ποτέ πλήρη εξοικείωση (Enoka, 2002)

Ερμηνεία του φαινομένου προσαρμογής. Για την εξήγηση του φαινομένου έχουν αναπτυχθεί δύο θεωρίες, οι οποίες αφορούν μηχανισμούς που έχουν μελετηθεί κυρίως στο σωματίο Paccini:

Η πρώτη υποστηρίζει ότι οφείλεται σε δομικές ανακατατάξεις που συμβαίνουν στον υποδοχέα. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι ιδιότητες του σωματίου, οφείλονται στην ιξώδη και ελαστική φύση των ελασμάτων που περιβάλλουν την απόληξη της νευρικής ίνας. Αν το σωματίο απογυμνωθεί από τα ελάσματα που το περιβάλλουν και στη συνέχεια εφαρμοστεί πάλι μία διέγερση σταθερής έντασης απ' ευθείας στο εκτεθειμένο νευρικό του άκρο, ο ρυθμός προσαρμογής ελαττώνεται σημαντικά. Επομένως, ο συνδετικός ιστός που περιβάλλει τη νευρική ίνα φαίνεται ότι συμβάλλει στο μηχανισμό προσαρμογής δεδομένου ότι αν γίνει αφαίρεσή του ο υποδοχέας χάνει την ικανότητα προσαρμογής (Κούβελας, 2002)

Αμέσως μετά την εφαρμογή ενός ερεθίσματος πίεσης, αυτό μεταδίδεται στο κεντρικό τμήμα της αμύελου κεντρικής νευρικής ίνας με αποτέλεσμα τη δημιουργία του δυναμικού του υποδοχέα. Το γλοιώδες υλικό που περιέχεται στο σωματίο ανακατανέμεται πολύ γρήγορα σε όλες τις πλευρές του υποδοχέα και επέρχεται εξομοίωση της πίεσης με αποτέλεσμα να μην παράγεται πλέον δυναμικό υποδοχέα. Η απόσυρση του μηχανικού ερεθίσματος προκαλεί το ίδιο φαινόμενο με αντίθετη φορά και για το λόγο αυτό το σωματίο μεταδίδει νευρικές ώσεις στην αρχή και στο τέλος εφαρμογής του μηχανικού ερεθίσματος

Η δεύτερη υποστηρίζει ότι οφείλεται σε εξοικείωση του τελικού νευρικού ινιδίου (ανακατανομή των ιόντων στις δύο πλευρές της μεμβράνης της νευρικής ίνας), αποτέλεσμα ανακατανομής των ιόντων στις δύο πλευρές της μεμβράνης (Γιοφτσίδου, 2002).

Παρατηρείται προσαρμογή της αμύελης νευρικής απόληξης που βρίσκεται μέσα στον υποδοχέα. Το δυναμικό ενέργειας που στέλνουν οι υποδοχείς στο ΚΝΣ

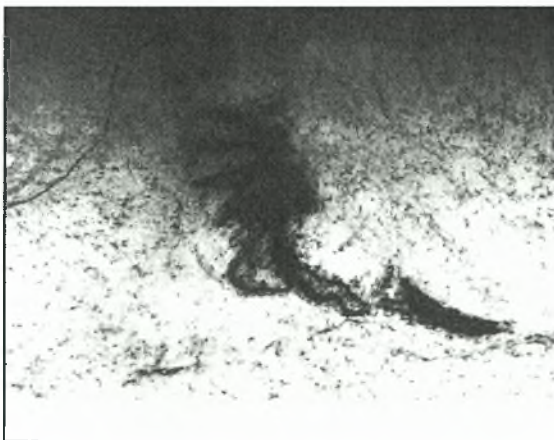
αναλύεται από αυτό και προσδίδει πληροφορίες για τη θέση και την κίνηση της άρθρωσης.

Οι μηχανοϋποδοχείς παρέχουν πληροφορίες για την κατάσταση που βρίσκονται οι αρθρικές δομές και με αυτό τον τρόπο τα ερεθίσματα –ιδιοδεκτικές πληροφορίες είναι δυνατόν να επηρεάσουν το μυϊκό τόνο και γενικότερα τον κινητικό έλεγχο. Η ιδιοδεκτική πληροφόρηση παρέχει επιπλέον προστασία για την άρθρωση και συμβάλλει στη συγχρονισμένη λειτουργία αγωνιστών-ανταγωνιστών (Γιοφτσίδου, 2002).

Ιδιοδεκτικοί υποδοχείς

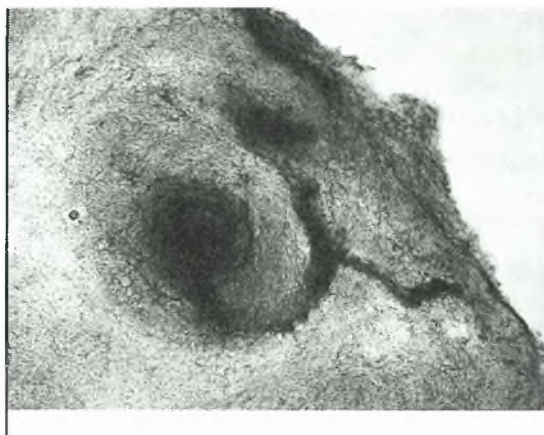
Οι Brodal και συν. (1992) αναφέρουν τέσσερις τύπους μηχανοϋποδοχέων που βρίσκονται στην άρθρωση και χαρακτηρίζονται από χαμηλό κατώφλι διέγερσης.

Οι τύπου I αρθρικοί υποδοχείς μοιάζουν με τα τελικά σωματίδια Ruffini που υπάρχουν στο δέρμα και όπως τα Ruffini (endings), οι υποδοχείς που βρίσκονται στην άρθρωση χαρακτηρίζονται «τονικοί» δεδομένου ότι εμφανίζουν αργή προσαρμογή. Οι τύπου I βρίσκονται αποκλειστικά στο ινώδες μέρος της αρθρικής κάψας. Η τάση της κάψας εξαρτάται από τη θέση της άρθρωσης γι' αυτό και οι υποδοχείς αυτοί είναι κατάλληλοι για την ενημέρωση της θέσης της άρθρωσης (Guyton & Hall, 1998). Επίσης είναι ικανοί να στείλουν μηνύματα για τη στατική θέση της άρθρωσης, καθώς και για τη διεύθυνση και την ταχύτητα των κινήσεων της.



Εικόνα 2.4. Σωματίο Ruffini (Nobuo, 2002)

Οι τύπου II αρθρικοί υποδοχείς καλούνται ‘υποδοχείς επιτάχυνσης’, δεδομένου ότι είναι οι καταλληλότεροι για τη μετάδοση μηνυμάτων σε σχέση με την ταχύτητα κίνησης της άρθρωσης. Βρίσκονται όπως και οι τύπου I στο ινώδες της αρθρικής κάψας και μοιάζουν στη λειτουργία με τα σωματίδια Paccini. Χαρακτηρίζονται ως «φασικοί» υποδοχείς, διότι είναι γρήγορης προσαρμογής και το επαρκές ερέθισμα είναι η διάταση μέρους της κάψας. Το γεγονός αυτό τους δίνει τη δυνατότητα, να παρέχουν πληροφορίες για κινήσεις, αλλά όχι για τη στατική θέση της άρθρωσης.



Εικόνα 2.5. Σωματίο Paccini (Nobuo, 2002)

Οι τύπου III αρθρικοί υποδοχείς, εντοπίζονται μόνο στους συνδέσμους και διεγείρονται όταν η άρθρωση βρεθεί σε ακραία θέση, όπου παρουσιάζει αυξημένη τάση και υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού. Η λειτουργία τους μοιάζει με αυτή των Golgi και χαρακτηρίζονται ως «τονικοί» υποδοχείς, αφού παρουσιάζουν αργή προσαρμογή. Κύρια λειτουργία τους είναι η αναχαίτιση των ανταγωνιστών μυών κατά την κίνηση σε μια άρθρωση, μεταδίδοντας μηνύματα για υπερδιάτασή τους, προστατεύοντάς την από ενδεχόμενο τραυματισμό (Guyton & Hall, 1998).

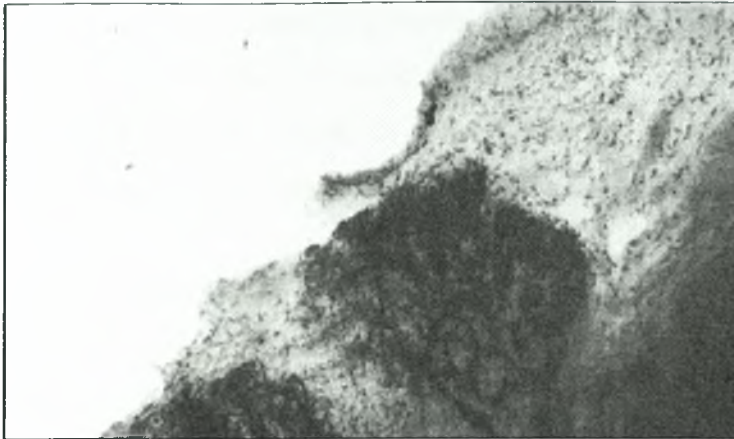
Τέλος, οι τύπου IV αρθρικοί υποδοχείς είναι υποδοχείς του πόνου και φλεγμονών. Αποτελούν ελεύθερες απολήξεις στις οποίες καταλήγουν νευράξονες καθώς και το ινώδες τμήμα της αρθρικής κάψας (Nyland, 1994).

Μυϊκές άτρακτοι – τενόντια όργανα Golgi. Οι σκελετικοί μύες διαθέτουν διάφορους τύπους αισθητικών υποδοχέων. Πρόκειται κυρίως για μηχανοϋποδοχείς αν και κάποιοι μπορεί να χαρακτηρίζονται από θερμική ή χημική ευαισθησία. Από τους μυϊκούς υποδοχείς, αυτοί που έχουν μελετηθεί περισσότερο είναι οι υποδοχείς διάτασης, στους οποίους περιλαμβάνονται οι μυϊκές άτρακτοι και τα τενόντια όργανα Golgi. Οι υποδοχείς αυτοί παρεμβαίνουν στην ιδιοδεκτική αισθητικότητα αλλά παίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο στον κινητικό έλεγχο (Guyton & Hall, 1998).

Η μυϊκή άτρακτος αποτελείται από επιμήκεις δεσμίδες λεπτών μυϊκών ινών που ονομάζονται ενδοατράκτιες μυϊκές ίνες και είναι κλεισμένες μέσα σε ένα έλυτρο από συνδετικό ιστό. Διαθέτουν πλούσια εννεύρωση με αισθητικές αλλά και κινητικές απολήξεις. Οι αισθητικές απολήξεις σε μία μυϊκή άτρακτο είναι δύο ειδών: μία πρωτεύουσα και μία ή περισσότερες δευτερεύουσες απολήξεις. Οι πρωτεύουσες απολήξεις αποκρίνονται σε παρατεταμένη διάταση με μια βραδέως προσαρμοζόμενη εκφόρτιση που έχει μια δυναμική και μία στατική συνιστώσα. Η δυναμική απόληξη σηματοδοτεί τη συχνότητα διάτασης του μυός και η στατική που παρουσιάζουν οι δευτερεύουσες απολήξεις σηματοδοτούν το μήκος του μυός.

Οι γ-κινητικοί νευρώνες παρέχουν την κινητική εννεύρωση των μυϊκών ατράκτων. Διακρίνονται στους δυναμικούς και τους στατικούς κινητικούς νευρώνες που νευρώνουν κυρίως τις ενδοατράκτιες μυϊκές ίνες. Οι πρώτοι ενισχύουν δυναμικές αποκρίσεις, ενώ οι δεύτεροι αυξάνουν τις στατικές αποκρίσεις. Με αυτό τον τρόπο το ΚΝΣ μπορεί να ρυθμίζει ανεξάρτητα τη λειτουργία τους (Γιγής, 1999).

Τα τενόντια όργανα Golgi βρίσκονται στους τένοντες, στο συνδετικό ιστό που παρεμβάλλεται στους σκελετικούς μύες και γύρω από τον αρθρικό θύλακα. Οι απολήξεις τους διαπλέκονται με δεσμίδες κολλαγόνων ινών, διάταξη που επιτρέπει την άσκηση μηχανικής δύναμης στις απολήξεις είτε ο μυς συστέλλεται είτε διατείνεται. Νευρώνονται από εμμύελες πρωτοταγείς προσαγωγούς ίνες και σηματοδοτούν τη δύναμη που αναπτύσσεται στο μυ και στον τένοντα.



Εικόνα 2.6. Τενόντιο όργανο Golgi (Nobuo, 2002)

Ιδιοδεκτική αισθητικότητα και τραυματισμοί

Τα τενόντια όργανα Golgi δημιουργούν μία αυτογενή απαγόρευση στο μυ στον οποίο βρίσκονται, αλλά και στους συνεργούς του, που είναι υπεύθυνη για την αρμονική και αποτελεσματική εκτέλεση της κίνησης, ενώ παρέχουν μια διευκόλυνση στους ανταγωνιστές με την δημιουργία μίας «βαλβίδας ασφαλείας» στο μυϊκό τραυματισμό από υπερβολική φόρτιση (Πουλής, 1997).

Από την άλλη, η φυγόκεντρη δράση της μυϊκής ατράκτου της δίνει τη δυνατότητα να καθορίζει με ακρίβεια και συνεχώς τη δραστηριότητα του μυός ανάλογα με τις απαιτήσεις της δεδομένης στιγμής ασυνείδητα ή μη.

Σημαντικός είναι ο ρόλος του πρωτοπαθή προσαγωγού νευρώνα στην κίνηση αφού η δραστηριοποίησή του επιδρά αντανακλαστικά και δραστηριοποιεί τις κινητικές μονάδες του μυός όπου βρίσκεται η άτρακτος.

Έτσι, κάθε ερέθισμα που προκαλεί την εκπόλωση του υποδοχέα έχει ως αποτέλεσμα συντονισμένη δράση στο νευρικό σύστημα με σκοπό την προστασία των δομών που εμπλέκονται, με τη δραστηριοποίηση όλων των προστατευτικών μηχανισμών από το ΚΝΣ.

Για τον έλεγχο της ισορροπίας εκτός από την ιδιοδεκτική αισθητικότητα συνδυάζονται οι αισθήσεις της όρασης και της ακοής πάντα με τη συντονισμένη δράση του μυϊκού συστήματος (Wilkerson, 1997). Έτσι ο έλεγχος αυτός αποτελεί έναν έμμεσο τρόπο για την εξάσκηση της ιδιοδεκτικότητας και την προστασία των δομών που συντελούν στη βελτίωσή της.

Σε παθολογικές καταστάσεις ωστόσο, κυρίως σε νευρολογικές διαταραχές, παρατηρείται μειωμένη διέγερση των αντανεκλαστικών των προσαγωγών κινητικών νευρώνων με αποτέλεσμα, αφενός τη μείωση της ιδιοδεκτικής αισθητικότητας και αφετέρου την ενεργοποίηση ανασταλτικών νευρώνων στο ΚΝΣ (Lephart, 2000).

Στατική - κινητική ισορροπία και τραυματισμοί

Η λειτουργία της παρεγκεφαλίδας. Από τις μυϊκές ατράκτους και τα τενόντια όργανα Golgi οι αισθητικές ίνες διαβιβάζουν με παράπλευρες ίνες, «μη συνειδητά» κεντρομόλα ερεθίσματα στην παρεγκεφαλίδα με τα νωτιοπαρεγκεφαλικά δεμάτια για την εξυπηρέτηση παρεγκεφαλικών λειτουργιών.

Η παρεγκεφαλίδα συλλέγοντας πληροφορίες από τους εν τω βάθει αισθητικούς υποδοχείς, από την αφή, από τους λαβυρίνθους, από τα μάτια και από τον εγκεφαλικό φλοιό ενεργεί ως κεντρικός μηχανισμός, έξω από το συνειδητό έλεγχο για ρυθμιστικές επιδράσεις και ρυθμιστικά αντανεκλαστικά (Γιγής, 1999).

Η διατήρηση της όρθιας στάσης και ισορροπίας αφορά κυρίως αντανεκλαστικούς μηχανισμούς. Οι μηχανισμοί αυτοί μεταβάλλοντας κυρίως το μυϊκό τόνο, εξασφαλίζουν, τη διατήρηση της ισορροπίας στη στάση και στη βάρδιση καθώς και τις απαιτούμενες ισορροπιστικές αντιδράσεις. Η επίδραση της παρεγκεφαλίδας εξασκείται κυρίως στους γ-κινητικούς νευρώνες και μέσω αυτών στις μυϊκές ατράκτους. Οι τελευταίες, με ερεθίσματα (προκαλώντας συνεχή έκλυση μυοτατικών αντανεκλαστικών) προς τους α-κινητικούς νευρώνες προάγουν, διατηρούν και τροποποιούν το μυϊκό τόνο των αντιβαρικών μυών. Με τον τρόπο αυτό μια απότομη διατάραξη της ισορροπίας, αντρωπείται με άμεση σύσπαση των ανταγωνιστών-αντιβαρικών μυών η οποία προκαλείται από έκλυση μυοτατικών αντανεκλαστικών (Lephart, 2000).

Ειδικότερα, οι γ-νευρώνες καθώς εκφορτίζουν προς τις μυϊκές ατράκτους, κάτω από συνεχή έλεγχο ανώτερων κέντρων είναι φορείς του τόνου αυτών, ο οποίος καθορίζει και το βαθμό ευαισθησίας στη παθητική επιμήκυνση. Έτσι, η μυϊκή άτρακτος βρίσκεται σε συνεχή κατάσταση ετοιμότητας για την εκπομπή ερεθισμάτων στους α-νευρώνες ακόμη και με ελάχιστη επιμήκυνση του μυός. Χωρίς την παρουσία των γ-νευρώνων η διατήρηση του μυϊκού τόνου δε θα ήταν δυνατή δεδομένου ότι η ευαισθησία των ατράκτων εξαρτάται από την ενεργοποίηση των νευρώνων αυτών.

Συνεπώς η παρεγκεφαλίδα βοηθά στην εκτέλεση συντονισμένων κινήσεων ρυθμίζοντας παράλληλα τη δραστηριότητα των διαφόρων κατιουσών κινητικών οδών ώστε να βελτιστοποιηθεί η εκτέλεση.

Ωστόσο, κατά την εμφάνιση κάποιου τραυματισμού παρατηρείται μειωμένη νευρική ανατροφοδότηση προς τους ιστούς που έχουν υποστεί τη βλάβη με αποτέλεσμα, αφενός τη μειωμένη ιδιοδεκτική πληροφόρηση προς το ΚΝΣ και αφετέρου την ενεργοποίηση των ανασταλτικών νευρώνων μέσα στο νωτιαίο μυελό, στοιχεία που οδηγούν σε προοδευτική δυσλειτουργία της άρθρωσης. Η δυσλειτουργία αυτή της άρθρωσης εκφράζεται εκτός των άλλων με διαταραχές τόσο στη στατική όσο και στη δυναμική ισορροπία (Enoka, 2002).

Ιδιοδεκτικότητα

Το νευρικό σύστημα μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύστημα από αρκετά διαφορετικά υποσυστήματα με διαφορετικούς λειτουργικούς ρόλους. Αυτά αλληλεπιδρούν στις διάφορες δραστηριότητες και η ενεργοποίησή τους οδηγεί στην ενοποιημένη συμπεριφορά μέσω της λειτουργίας του ΚΝΣ.

Η διατήρηση του ελέγχου της στάσης είναι μια διαδικασία που απαιτεί συμμετοχή τόσο του κινητικού όσο και του σωματοαισθητικού συστήματος. Το τελευταίο, αναλύει αισθητικά γεγονότα σχετιζόμενα με μηχανική, θερμική ή χημική διέγερση του σώματος. Η ικανότητα ισορροπίας προϋποθέτει την ενεργοποίηση των αισθητικών συστημάτων της ακοής και της αφής μέσω των αισθητικών υποδοχέων οι οποίοι ανταποκρίνονται σε διάφορα ερεθίσματα με μια διεργασία αισθητικής μεταγωγής. Το σωματοαισθητικό σύστημα απαρτίζεται από αισθητικούς και ιδιοδεκτικούς υποδοχείς οι οποίοι εμφανίζουν υποδεκτικά πεδία και από εκεί στέλνουν ώσεις (πληροφορίες) σχετικά με τη στάση ή την κίνηση του σώματος. Οι αισθητικές πληροφορίες κωδικοποιούνται με διάφορους τρόπους και μεταφέρονται μέσω των αισθητικών οδών στο ΚΝΣ (Berne, 1996).

Ωστόσο, ο ακριβής μηχανισμός με τον οποίο επιτελείται η συγκεκριμένη λειτουργία της ισορροπίας δεν έχει εξακριβωθεί πλήρως, γι' αυτό και η άμεση αξιολόγηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας δεν είναι εφικτή. Για το λόγο αυτό, οι ερευνητές έχουν αναπτύξει διάφορες μεθόδους αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας με έμμεσους τρόπους. Πριν την έναρξη μιας τέτοιας διαδικασίας, το πρώτο στοιχείο που

είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί είναι ο λόγος για τον οποίο γίνεται η αξιολόγηση. Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ερευνών που αξιολογούν την ιδιοδεκτικότητα για διάφορους σκοπούς και με διάφορες μεθόδους αξιολόγησης.

α. αξιολόγηση τραυματισμένου άκρου. Σε αυτές γίνεται καταγραφή των διαφορών που εμφανίζονται μεταξύ του υγιούς και του τραυματισμένου άκρου. Οι ίδιες μετρήσεις αν γίνουν σε υγιή άτομα δεν θα παρουσιάσουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο άκρων.

β. αξιολόγηση πριν και μετά από ένα πρόγραμμα παρέμβασης για τη βελτίωση της ισορροπίας (έμμεσα ιδιοδεκτικότητας). Σε αυτές γίνεται καταγραφή των διαφορών που εμφανίζονται μεταξύ του υγιούς και του τραυματισμένου άκρου, μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης. Τέτοιου είδους αξιολόγηση είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί και για υγιή άτομα με σκοπό να καταγραφούν διαφορές μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

Για την επίτευξη της επιδιωκόμενης αξιοπιστίας σε μια έρευνα, είναι πολύ σημαντικό κατά την αξιολόγηση να ελέγχονται με κάποιο τρόπο, όλοι εκείνοι οι παράγοντες οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν και κατ' επέκταση να διαφοροποιήσουν τα αποτελέσματα μιας μέτρησης. Για το λόγο αυτό τα τεστ που χρησιμοποιούνται κάθε φορά είναι αναγκαίο να διαφοροποιούνται ανάλογα με το σκοπό τους.

Μέθοδοι αξιολόγησης ιδιοδεκτικότητας

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας διακρίνονται σε:

- α. Λειτουργικά τεστ, με στήριξη στο ένα ή και στα δύο άκρα σε σανίδες ισορροπίας οι οποίες μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με το σχήμα της επιφάνεια στήριξης-επαφής με το έδαφος*
- β. Συστήματα αξιολόγησης, τόσο της ικανότητας αντίληψης της γωνιακής θέσης στην οποία είναι τοποθετημένο το άκρο, όσο και της ικανότητας επαναφοράς του άκρου από την αρχική θέση στην προκαθορισμένη γωνιακή θέση*

γ. Ηλεκτρονικά συστήματα αξιολόγησης της ισορροπίας, τα οποία διαθέτουν ειδικές πλατφόρμες ισορροπίας εφοδιασμένες με ευαίσθητους μετατροπείς. Αξιολογούν την ικανότητα του εξεταζόμενου να ισορροπήσει, διατηρώντας μια προκαθορισμένη θέση με τη βοήθεια της οθόνης παρουσίασης και καταγραφής των δεδομένων.

Σανίδες ισορροπίας. Η διάκρισή τους γίνεται ανάλογα με το σχήμα της επιφάνειας στήριξης-επαφής με το έδαφος. Το στοιχείο αυτό καθορίζει και το σχήμα της επιφάνειας επαφής με το πέλμα. Οι σανίδες που εμφανίζουν επιφάνεια στήριξης με ημισφαιρικό σχήμα, έχουν κυκλική επιφάνεια επαφής, ενώ αυτές με ημικυλινδρικό σχήμα έχουν ορθογώνια επιφάνεια επαφής με το πέλμα. Είναι φανερό, ότι το σχήμα της καθορίζει επίσης και τους άξονες προς τους οποίους είναι δυνατή η κίνηση κατά την εκτέλεση της προσπάθειας διατήρησης της ισορροπίας. Όταν η επιφάνεια στήριξης είναι ημισφαιρική υπάρχει δυνατότητα κίνησης σε όλα τα επίπεδα και συνεπώς πιθανότητα απώλειας της ισορροπίας προς όλες τις κατευθύνσεις. Όταν όμως η επιφάνεια στήριξης είναι ημικυλινδρική υπάρχει δυνατότητα κίνησης μόνο σε ένα επίπεδο, ανάλογα με την τοποθέτηση του πέλματος επάνω στη σανίδα. Στην περίπτωση που η τοποθέτηση του πέλματος είναι παράλληλη στην κατεύθυνση της επιφάνειας στήριξης, η κίνηση επιτρέπεται σε μετωπιαίο επίπεδο (ανάσπαση έσω-έξω χείλους). Στην περίπτωση που η τοποθέτηση του πέλματος είναι κάθετη στην κατεύθυνση της επιφάνειας στήριξης η κίνηση επιτρέπεται σε οβελιαίο επίπεδο (πρόσθια-οπίσθια). Ο τρόπος αξιολόγησης σχετίζεται με το χρόνο παραμονής επάνω στη σανίδα και στόχος είναι η διατήρηση της απώλειας επαφής με το έδαφος για το μεγαλύτερο δυνατό χρονικό διάστημα (Gioftsidou, 2006; Malliou, 2004; O'Connell, 1998).

Αναπαραγωγή γωνιακής θέσης. Στην αξιολόγηση αυτή δεν υπάρχει οπτική επαφή του εξεταζόμενου με το μέλος του σώματος που αξιολογείται. Οι θέσεις που εμπλέκονται, είναι η αρχική θέση (εκκίνησης) του μέλους και η θέση αναφοράς, την οποία ο εξεταζόμενος καλείται να αναπαραγάγει. Η διαδικασία έχει ως εξής: το μέλος, από την αρχική θέση με την ενεργοποίηση του οργάνου αξιολόγησης μετατοπίζεται σε μια δεδομένη θέση όπου και παραμένει για ορισμένα δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια από τη θέση αυτή γίνεται επαναφορά στην αρχική θέση. Ο εξεταζόμενος καλείται να επαναφέρει το μέλος είτε με ενεργητική, είτε με παθητική κίνηση στη προκαθορισμένη θέση από τη θέση εκκίνησης του τεστ. Όσο πιο μικρή σε μοίρες είναι η διαφορά της θέσης-γωνίας αναπαραγωγής, από τη προκαθορισμένη θέση-γωνία τόσο βελτιωμένη ιδιοδεκτική ικανότητα παρουσιάζει το συγκεκριμένο άτομο (Bonfim, 2003).

Αντίληψη της παθητικής κίνησης. Όπως και στην προηγούμενη μέθοδο αξιολόγησης ο εξεταζόμενος δεν έχει οπτική επαφή με το μέλος που αξιολογείται. Η μέθοδος αξιολογεί την ικανότητα αντίληψης της μεταβολής της θέσης του μέλους, η οποία γίνεται παθητικά, υπολογίζοντας το χρόνο από την έναρξη της κίνησης έως την αντίδραση του εξεταζόμενου που είναι συνήθως η πίεση ενός μπουτόν (Hopper, 2003; Mir, 2008).

Συστήματα αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας

α. Λειτουργικά τεστ. Σκοπός είναι η διατήρηση της θέσης του σώματος στη μονοποδική στήριξη, είτε επάνω σε σανίδα, είτε απευθείας στο έδαφος και αποτελεί όπως και οι άλλοι, έναν έμμεσο τρόπο αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας. Η ικανότητα στήριξης και διατήρησης της θέσης στο ένα άκρο είναι ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος τρόπος αξιολόγησης. Πολύ σημαντική παράμετρο στη διαδικασία αυτή, αποτελεί η παρεγκεφαλίδα η οποία λειτουργεί σαν ένας κεντρικός παλίνδρομος μηχανισμός, έξω από το συνειδητό έλεγχο, που ασκεί ρυθμιστικές επιδράσεις για τη διατήρηση τόσο της στατικής όσο και της δυναμικής ισορροπίας. Διαβάθμιση του επιπέδου δυσκολίας του τεστ αποτελεί η απώλεια της αίσθησης της όρασης, που γίνεται απλά κλείνοντας τα μάτια του εξεταζόμενου καθ'όλη τη διάρκεια του τεστ (Γιοφτσίδου, 2002).

β. Συστήματα αντίληψης & αναπαραγωγής γωνιακής θέσης

Ισοκινητικά δυναμόμετρα. Τα συστήματα αυτά, είναι κατά βάση σχεδιασμένα για την αξιολόγηση της μυϊκής λειτουργίας και είναι διαφορετικού τύπου, ανάλογα με την άρθρωση, την κίνηση της οποίας αξιολογούν. Τέτοιου είδους συστήματα που χρησιμοποιούνται για την άρθρωση του γόνατος αποτελούνται από:

1. το δυναμόμετρο, που καθορίζει το είδος της μυϊκής συστολής, τη γωνιακή ταχύτητα και το μέγεθος της αντίστασης
2. τη θέση και τα εξαρτήματα, ανάλογα με τον τύπο του μηχανήματος
3. τον ηλεκτρονικό υπολογιστή που είναι ο εγκέφαλος του συστήματος αφού από εκεί δίνονται οι εντολές και σε αυτόν καταλήγουν τα δεδομένα των μετρήσεων όπου και μετατρέπονται σε αριθμούς και διαγράμματα.

Στο ισοκινητικό μηχανήμα, η ταχύτητα κίνησης είναι προκαθορισμένη και ο ελεγχόμενος μηχανισμός ταχύτητας ενεργοποιείται όταν αυτή επιτυγχάνεται από το αξιολογούμενο μέλος. Η ροπή που αναπτύσσεται στο δυναμόμετρο και οι διαφοροποιήσεις αυτής, δημιουργούν μικρές αποκλίσεις στον άξονα οι οποίες ανιχνεύονται από τους αισθητήρες και μετατρέπονται σε ηλεκτρική τάση. Η τάση αυτή είναι πάντα ανάλογη με τη ροπή. Το δυναμικό που αναπτύσσεται μετατρέπεται σε ψηφιακή πληροφορία, επεξεργάζεται από τον υπολογιστή και παρουσιάζεται σε γραφική παράσταση ή σε διάγραμμα στην οθόνη του συστήματος (Gioftsidou, 2006).

Ηλεκτρονικά γωνιόμετρα. Είναι συσκευές αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας μέσω αναπαραγωγής μιας συγκεκριμένης γωνιακής θέσης. Υπάρχουν διάφορα τέτοια συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται στα κάτω άκρα κυρίως σε θέσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας. Έτσι, υπάρχει η δυνατότητα αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας με τη μέθοδο αυτή, τόσο σε θέσεις ανοικτής όσο και κλειστής κινητικής αλυσίδας χρησιμοποιώντας τα δύο παραπάνω συστήματα (ισοκινητικό δυναμόμετρο και ηλεκτρονικό γωνιόμετρο)

γ. Αξιολόγηση με ηλεκτρονικά συστήματα ισορροπίας

Biodex Stability System. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια κυκλική πλατφόρμα ισορροπίας με συντεταγμένες και μία οθόνη ρυθμίσεων και εμφάνισης των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης. Πρόκειται για ένα σύστημα αξιολόγησης του νευρομυϊκού ελέγχου του ατόμου, υπολογίζοντας ουσιαστικά την ικανότητα

διατήρησης της ισορροπίας πάνω σε μια ασταθή επιφάνεια. Το σύστημα αυτό αξιολογεί την ικανότητα ισορροπίας του ατόμου καταγράφοντας την απόκλιση της πλατφόρμας σε μοίρες από το οριζόντιο επίπεδο σε δύο κατευθύνσεις, τόσο στην πρόσθια οπίσθια κατεύθυνση (δείκτης A/P) όσο και στην πλάγια κατεύθυνση (δείκτης M/L). Το σύστημα αυτό δίνει τη δυνατότητα ρύθμισης οκτώ διαφορετικών επιπέδων σταθερότητας ή αλλιώς δυσκολίας, όσον αφορά την ισορροπία πάνω στην πλατφόρμα, η επιλογή των οποίων γίνεται πάντα με κριτήριο την ικανότητα του ατόμου να διατηρεί μια συγκεκριμένη θέση. Η αλλαγή της θέσης του ατόμου που αξιολογείται, οφείλεται σε μετακίνηση του κέντρου βάρους του σώματος και η τιμή που αντιστοιχεί σε αυτή, παριστάνεται στην οθόνη του συστήματος από την αντίστοιχη μετακίνηση ενός κέρσορα.



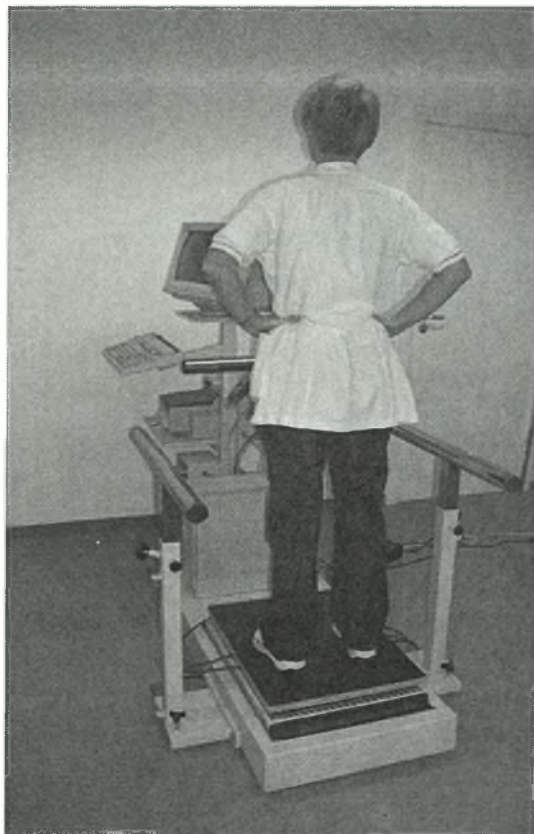
Εικόνα 2.7. Biodex Stability System (Corp.)

Neurocom Smart Balance System. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μία δυναμική πλατφόρμα η οποία είναι συνδεδεμένη με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το σύστημα δίνει τη δυνατότητα ρύθμισης διαφορετικών επιπέδων σταθερότητας της πλατφόρμας και υπολογίζει μέσω καταγραφής στην οθόνη του υπολογιστή την απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο. Η μετατόπιση του κέντρου βάρους από τη θέση αναφοράς παριστάνεται στην οθόνη από την αντίστοιχη μετατόπιση ενός κέρσορα. Η μετατόπιση αυτή και κατ' επέκταση, η απόκλιση της πλατφόρμας, παρουσιάζεται στο μετωπιαίο και στο οβελιαίο επίπεδο, επομένως σε πλάγια και σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση. Η τιμή που παρουσιάζει το σύστημα αντιπροσωπεύει και το δείκτη σταθερότητας του εξεταζόμενου, για τον οποίο όσο μικρότερη είναι η τιμή αυτή, τόσο λιγότερα προβλήματα ισορροπίας αντιμετωπίζει το άτομο αυτό (McGuine, 2000).



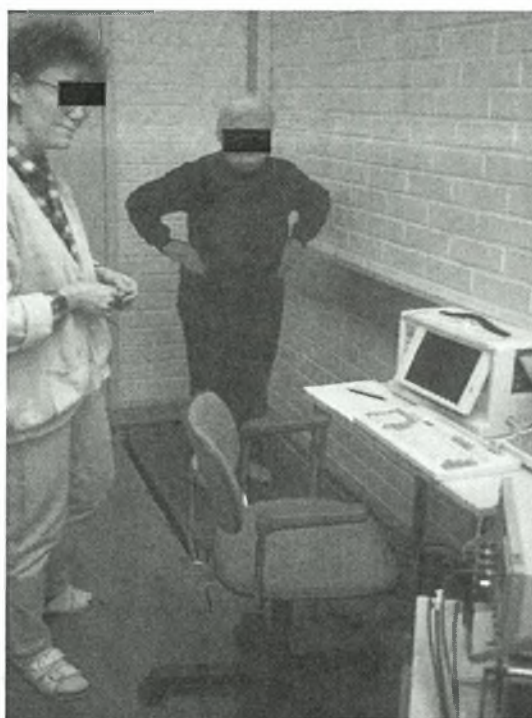
Εικόνα 2.8. Neurocom Smart Balance System (McGuine et.al., 2000)

Chattecx Balance System. Το σύστημα αυτό αποτελείται από δύο υποδοχείς πέλματος, ένα για κάθε πόδι. Καθένας από αυτούς εμφανίζει δύο δυναμικούς μετατροπείς τοποθετημένους τον ένα κάτω από την πτέρνα και τον άλλο κάτω από τα δάκτυλα σε κάθε πέλμα. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται για τη μέτρηση μόνο κατακόρυφων δυνάμεων. Λόγω αυτής της ιδιαιτερότητάς του καταγράφει το κέντρο πίεσης το οποίο όμως δεν αντιπροσωπεύει επαρκώς το κέντρο βάρους, τουλάχιστον στο βαθμό που αυτό παρουσιάζεται στην αξιολόγηση του Kistler με την καταγραφή της συνισταμένης όλων των δυνάμεων. Ωστόσο, είναι αρκετά αξιόπιστο για την αξιολόγηση της ισορροπίας σε καταστάσεις προσομοιωμένες στην καθημερινή δραστηριότητα. Οι υποδοχείς των πελμάτων είναι σταθεροποιημένοι πάνω σε άκαμπτη πλατφόρμα και παρέχουν τη δυνατότητα αλλαγής του μεγέθους ανάλογα με το πέλμα του εξεταζόμενου με βαθμιαία απομάκρυνση των άκρων τους (Rogind, 2003)



Εικόνα 2.9. Chattecx Balance System (Rogind et. al., 2003)

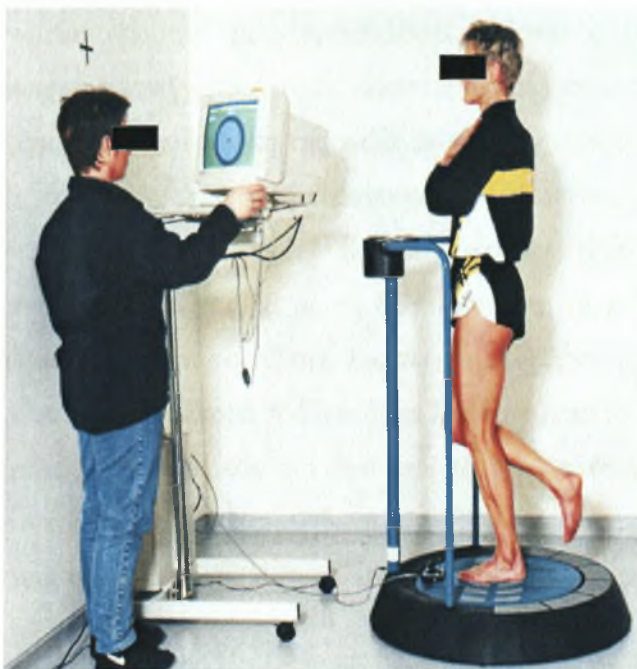
Kistler 9861 A Force Platform. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια ορθογώνια μεταλλική πλατφόρμα (60mm x 120mm). Σε κάθε γωνία της δυναμικής πλατφόρμας είναι τοποθετημένος ένας πιεζοηλεκτρικός μετατροπέας. Οι μετατροπείς αυτοί υπολογίζουν τις εφαρμοζόμενες δυνάμεις στο μετωπιαίο (x), στο οβελιαίο (y) και στο κατακόρυφο επίπεδο (z). Η μέθοδος μέτρησης με την πλατφόρμα αυτή βασίζεται στον υπολογισμό μιας συνισταμένης δύναμης τριών συνιστωσών δυνάμεων σύμφωνα με τα επίπεδα που ορίστηκαν παραπάνω: α. της κατακόρυφης συνιστώσας, β. της συνιστώσας στη διεύθυνση του βαδίσματος και γ. της συνιστώσας κάθετης στη διεύθυνση του βαδίσματος. Η πλατφόρμα κατά τη διάρκεια του τεστ αξιολόγησης ασκεί μια δύναμη αντίδρασης από το έδαφος που είναι ανάλογου μεγέθους και στην αντίθετη ακριβώς κατεύθυνση από την δύναμη που εφαρμόζεται σε αυτήν από το πέλμα του εξεταζόμενου (Rogind, 2003).



Εικόνα 2.10. Kistler 9861 A Force Platform (Rogind et.al., 2003)

Kinesthetic Ability Trainer (KAT 2000). Το σύστημα αυτό αποτελείται από μία κινούμενη πλατφόρμα, η οποία υποστηρίζεται στο κέντρο της από ένα μικρό άξονα καταγράφοντας τις αποκλίσεις από το οριζόντιο επίπεδο. Η σταθερότητα της πλατφόρμας ελέγχεται, ρυθμίζοντας την πίεση του αέρα σε μια συσκευή (μαξιλάρι)

που είναι τοποθετημένη μεταξύ της πλατφόρμας και της βάσης του συστήματος. Όταν αυξάνεται η πίεση του αέρα η πλατφόρμα γίνεται πιο σταθερή και το αντίθετο συμβαίνει, όταν η πίεσή του μέσα στη συσκευή, μειώνεται. Η πλατφόρμα εμφανίζει δύο άξονες αναφοράς x , y και ορισμένες άλλες ενδείξεις για την καταγραφή της θέσης του πέλματος. Ένας αισθητήρας στο πρόσθιο τμήμα της πλατφόρμας συνδέεται με έναν υπολογιστή, ο οποίος καταγράφει τις αποκλίσεις της πλατφόρμας από την προκαθορισμένη θέση 18,2 φορές ανά δευτερόλεπτο. Οι αποκλίσεις από την θέση αναφοράς μετριοούνται σε κάθε καταγραφή και από το άθροισμά τους, υπολογίζεται ο δείκτης ισορροπίας (balance index). Ο δείκτης αυτός, εκφράζει ποσοτικά, την ικανότητα του ατόμου να διατηρήσει την πλατφόρμα στην θέση αναφοράς. Ο χαμηλός δείκτης υποδηλώνει αυξημένη ικανότητα ισορροπίας για τον εξεταζόμενο. Στην οθόνη του υπολογιστή το κέντρο της πλατφόρμας αντιπροσωπεύεται από ένα σταυρό. Στο στατικό τεστ αξιολόγησης, η θέση αναφοράς αντιπροσωπεύει την οριζόντια θέση της πλατφόρμας τόσο στην έσω-έξω πλάγια, όσο και στην προσθιοπίσθια κατεύθυνση. Στο δυναμικό τεστ αξιολόγησης, η θέση αναφοράς εμφανίζεται στην οθόνη με έναν κέρσορα. Ο κέρσορας αυτός πραγματοποιεί κυκλική κίνηση με ταχύτητα 360° ανά 10 δευτερόλεπτα. Στο δυναμικό τεστ ο εξεταζόμενος προσπαθεί σε όλη τη διάρκειά του να έχει τοποθετημένο το σταυρό επάνω στον κέρσορα. Ο υπολογιστής με έναν αλγόριθμο υπολογίζει την πίεση του αέρα στη συσκευή ανάλογα με το τεστ αξιολόγησης και το βάρος του εξεταζόμενου (Hansen, 2000).



Εικόνα 2.11. Kinesthetic Ability Trainer (KAT) 2000 (Hansen et.al., 2000)

Ερευνητικά δεδομένα. Πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας κάποιο από τα παραπάνω συστήματα αξιολόγησης της ιδιοδεκτικής ικανότητας. Σε μια έρευνα που πραγματοποίησαν οι O'Connell και συν. (1998) για την αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας, χρησιμοποίησαν σανίδα ισορροπίας. Η επιφάνεια στήριξης είχε διάμετρο 51 εκ. και 1 εκ. ύψος, ενώ η επιφάνεια επαφής με το έδαφος ήταν ημισφαιρική (21 εκ. διαγώνια, 1,25 εκ. στο βάθος της κορυφής) με δυνατότητα γωνιακής μετατόπισης $3,25^0$ για την επαφή της άκρης της σανίδας και του εδάφους. Στη σανίδα ήταν τοποθετημένοι περιφερικά υποδοχείς οι οποίοι έδιναν σήμα και γινόταν καταγραφή του αριθμού των επαφών της με το έδαφος καθ' όλη τη διάρκεια του τεστ. Στόχος ήταν η αποφυγή επαφής της επιφάνειας στήριξης με το έδαφος. Οι εξεταζόμενοι, προσπαθούσαν να διατηρήσουν την ισορροπία τους για 30'' κάτω από έξι διαφορετικές συνθήκες. Σε κάθε συνθήκη πραγματοποιούνταν τρεις προσπάθειες, με δυνατότητα ξεκούρασης μεταξύ τους.

Οι McGuine και συν. (2000), χρησιμοποίησαν το σύστημα Neurocom's Balance Master, προκειμένου να αξιολογήσουν την ταλάντευση θέσης κατά τη μονοποδική στήριξη, σε υγιείς νεαρούς καλαθοσφαιριστές. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 210 υγιείς αθλητές καλαθοσφαίρισης ηλικίας 16-17 ετών. Οι

εξεταζόμενοι πραγματοποιούσαν τρεις προσπάθειες διάρκειας 10'' με τα μάτια ανοικτά και στη συνέχεια επαναλάμβαναν τις προσπάθειες με τα μάτια κλειστά.

Αντίστοιχα, για την αξιολόγηση της ταλάντευσης της θέσης του σώματος, σε νεαρά υγιή άτομα υπό την επίδραση κόπωσης, οι Nardone και συν. (1997) χρησιμοποίησαν τη δυναμική πλατφόρμα Kistler. Για την αξιολόγηση τα άτομα τοποθετήθηκαν επάνω στην πλατφόρμα με τα δύο πόδια και τα χέρια τοποθετημένα στα πλάγια του σώματος (ουδέτερη θέση). Εκτελέστηκαν δέκα προσπάθειες με τα μάτια ανοικτά και κλειστά, συνολικού χρόνου δέκα λεπτών. Από τους εξεταζόμενους, ζητήθηκε να παραμείνουν όσο δυνατόν πιο σταθεροί και η αξιολόγηση περιελάμβανε: α. τη στιγμιαία θέση του κέντρου πίεσης, β. τη μέση θέση το κέντρου πίεσης, γ. την κατεύθυνση ταλάντευσης, δ. την περιοχή ταλάντευσης, ε. το φάσμα μετατόπισης σε προσθιοπίσθια και πλάγια κατεύθυνση.

Αντίστοιχες αξιολογήσεις έχουν πραγματοποιηθεί και σε τραυματίες. Πιο συγκεκριμένα, οι Borsa και συν. (1998), έκαναν μια έρευνα με σκοπό να καθορίσουν εάν η αξιολόγηση μέσω της απόδοσης ή μέσω των αναφορών των ασθενών σχετικά με τη λειτουργικότητά τους (ερωτηματολόγιο συμπτωμάτων και λειτουργικών περιορισμών), είναι πιο αποτελεσματική για την εκτίμηση της ικανότητας σε άτομα με πρόβλημα στον ΠΧΣ. Στην έρευνα συμμετείχαν 29 άτομα με βλάβη στον ΠΧΣ. Οι κλίμακες που χρησιμοποιήθηκαν για τις υποκειμενικές μετρήσεις ήταν οι Lysholm και Cincinnati. Για τη μέτρηση της απόδοσης, η ιδιοδεκτικότητα αξιολογήθηκε από την ικανότητα ανίχνευσης του ορίου παθητικής κίνησης. Το γόνατο μετακινούνταν με μια σταθερή γωνιακή ταχύτητα $0,5^0/\text{sec}$ και θέση εκκίνησης ήταν οι 15^0 και οι 45^0 κάμψης. Η αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας, έγινε με το σύστημα KAT 2000. Η αξιολόγηση περιελάμβανε στάση στο ένα μόνο άκρο στήριξης και επίπεδο δυσκολίας της πλατφόρμας στο 0,5. Η διάρκεια του τεστ ήταν 20'' και εκτελέστηκαν τρεις προσπάθειες των οποίων καταγράφηκε ο μέσος όρος.

Οι Carter και συν. (1997) πραγματοποίησαν μια έρευνα στην οποία έλαβαν μέρος άτομα με ολική ρήξη του ΠΧΣ. Αυτό που θέλησαν να εξετάσουν, ήταν η παρουσία ή όχι φυσιολογικής αίσθησης της άρθρωσης, καθώς και τις μεταβολές που μπορεί να εμφανίσει η φυσική δραστηριότητα, στην αίσθηση θέσης της άρθρωσης (ΑΘΑ). Ένα άλλο ζήτημα με το οποίο ασχολήθηκαν στην παρούσα έρευνα, ήταν να καθορίσουν τη σχέση μεταξύ αίσθησης της θέσης της άρθρωσης, της λειτουργικής

σταθερότητας και της δύναμης. Τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα παρουσίαζαν πρόβλημα ΠΧΣ στο ένα μόνο άκρο και αξιολογήθηκαν με λειτουργικά τεστ για την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης και ισοκινητικά στη δύναμη των πρόσθιων και οπισθίων μηριαίων. Συγκεκριμένα για το ΑΘΑ τεστ, τοποθετήθηκαν στο ισοκινητικό δυναμόμετρο και το γόνατο μετακινήθηκε παθητικά μεταξύ 0^0 και 90^0 . Οι ασθενείς δεν είχαν οπτική επαφή με το πόδι τους. Κάθε γόνατο, αξιολογήθηκε σε πέντε διαφορετικές θέσεις-γωνίες. Το λειτουργικό τεστ της φηγούρας του «8», πραγματοποιήθηκε πέντε φορές και ζητούμενο ήταν η όσο το δυνατόν πιο γρήγορη εκτέλεσή του. Το τεστ του άλματος στο ένα πόδι, εκτελέστηκε τρεις φορές και ζητούμενο ήταν το όσο δυνατό μεγαλύτερο άλμα. Ισοκινητικά υπολογίστηκε η μέγιστη ροπή των πρόσθιων και οπίσθιων μηριαίων στη γωνιακή ταχύτητα $60^0/\text{sec}$.

Οι Attfield και συν. (1996) έκαναν μια έρευνα σε ασθενείς που επρόκειτο να υποβληθούν σε ολική αρthroπλαστική και για την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας χρησιμοποίησαν τη διαδικασία αναπαραγωγής της θέσης της άρθρωσης. Τοποθέτησαν τους ασθενείς σε μια καθιστή θέση, με το αξιολογούμενο άκρο πλήρως αποφορτισμένο από το βάρος του. Ζητήθηκε από τους ασθενείς να παραμείνουν χαλαροί ενώ δεν είχαν οπτική επαφή με το αξιολογούμενο άκρο, το οποίο αρχικά τοποθετήθηκε σε πλήρη έκταση και στη συνέχεια κινούνταν σε κάμψη. Η κίνηση σταματούσε στις 10^0 , 25^0 , 45^0 κάμψης και σε κάθε μία από τις θέσεις αυτές, ζητούσαν από τον εξεταζόμενο, να μετακινήσει και να τοποθετήσει κατάλληλα στην αντίστοιχη γωνία ένα μοντέλο γόνατος που βρισκόταν δίπλα του. Εκτελέστηκαν δύο προσπάθειες και υπολογίστηκε η μέση τιμή της γωνιακής απόκλισης.

Σε έρευνα των Barrack και συν. (1989) χρησιμοποιήθηκε η ίδια μέθοδος αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας σε δύο γκρουπ εκ των οποίων το ένα παρουσίαζε ολική ρήξη του ΠΧΣ ενώ το άλλο αποτελούνταν από υγιή άτομα. Οι συμμετέχοντες δοκιμάστηκαν και στα δύο πόδια με γωνία εκκίνησης τις 30^0 και με τα μάτια κλειστά. Η γωνιακή ταχύτητα ήταν σταθερή στις $0,5 \text{ d/sec}$ και ο ασθενής έπρεπε να αντιδράσει μόλις αντιλαμβανόταν την αλλαγή της θέσης του γόνατος, πατώντας άμεσα το αντίστοιχο κουμπί. Καταγράφηκαν η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση στις πέντε προσπάθειες που πραγματοποιήθηκαν για κάθε άκρο.

Σε άλλη έρευνα (Fisher, 2000) έγινε σύγκριση των επιπέδων ιδιοδεκτικής ικανότητας και απόδοσης κατά την εκτέλεση δυναμικών τεστ σε τρεις ομάδες, εκ των

οποίων τη πρώτη αποτελούσαν ασθενείς με ολική ρήξη του ΠΧΣ, τη δεύτερη χειρουργημένοι ασθενείς που είχαν υποστεί την ίδια βλάβη και την τρίτη μια ομάδα υγιών ατόμων. Οι συμμετέχοντες καλούνταν να εκτελέσουν στο ένα τεστ τρία άλματα συνεχόμενα σε μήκος με το ένα πόδι και υπολογιζόταν η συνολική απόσταση των αλμάτων, ενώ στο δεύτερο πηδούσαν πάνω-κάτω σε ένα σκαλί που είχε ύψος 14 εκ. μέχρι εξάντλησης. Η ιδιοδεκτικότητα υπολογίσθηκε όπως και στην προηγούμενη έρευνα μέσω αντίληψης της παθητικής κίνησης καθώς και μέσω αναπαραγωγής συγκεκριμένης γωνιακής θέσης από δύο διαφορετικές θέσεις εκκίνησης.

Οι Risberg και συν. (1999) χρησιμοποίησαν λειτουργικό νάρθηκα στην προσπάθειά τους να αξιολογήσουν τη συμβολή λειτουργικής υποστήριξης στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος. Το γόνατο τοποθετήθηκε σε γωνία 15^0 με το ισχίο στις 110^0 και από αυτή τη θέση ζητήθηκε η ενεργοποίηση μπουτόν κατά τη στιγμή αντίληψης της παθητικής κίνησης πρώτα με την εφαρμογή νάρθηκα κα στη συνέχεια χωρίς αυτόν. Έγιναν έξι προσπάθειες για κάθε πόδι εκ των οποίων τρεις εκτελέστηκαν κατά την κίνηση κάμψης και οι άλλες τρεις κατά την κίνηση της έκτασης.

Ανάλυση βάδισης

Η βάδιση περιγράφεται πολλές φορές σαν αντανακλαστική ανάκαμψη της ισορροπίας (Rodgers, 1995; Trew, 1997). Είναι αποτέλεσμα της πολύπλοκης αλληλεπίδρασης νευρικών και κινητικών λειτουργιών που ελέγχονται από το ΚΝΣ. Το φυσιολογικό κινητικό πρότυπο της βάδισης τροποποιείται και επηρεάζεται από παράγοντες που έχουν επίδραση από το αισθητικό, το οπτικό, το αιθουσαίο αλλά και το σωματοαισθητικό σύστημα (Eils, 2004). Η στρατηγική κίνησης που χρησιμοποιείται κατά τη βάδιση είναι ένα πολυσυνδεσμικό μοντέλο μυϊκής ενεργοποίησης που προσφέρει σταθερότητα στο σώμα αλλά χρειάζεται και την αντίδραση-ενεργοποίηση κάποιων συνεργιών για την εκτέλεση της. Αυτό επιτυγχάνεται με την αποκωδικοποίηση των ιδιοϋποδεκτικών ερεθισμάτων σε όλες τις αρθρώσεις, ακόμη και στην αυχενική μοίρα της σπονδυλικής στήλης τα οποία θεωρούνται εξίσου σημαντικά (Carrington, 2003; Rodgers, 1995).

Η ανάλυση της βάδισης είναι τεχνική που έχει τις ρίζες της στις μελέτες των Inman (1952) και Eberhart (1947 & 1954) καθώς και των Murray (1967), οι οποίοι θέλησαν να δείξουν την κλινική αξία του συσχετισμού της μυϊκής λειτουργίας με την κίνηση των αρθρώσεων στις διάφορες φάσεις του κύκλου βάδισης (Αγγελούσης, 2007). Διακρίνεται στην ποιοτική ανάλυση (qualitative) ή ανάλυση παρατήρησης (observational) και στην ποσοτική (quantitative) ή ενόργανη (instrumented) ανάλυση (Aggelousis, 2001). Η πρώτη, βασίζεται στην οπτική παρατήρηση της κίνησης του βαδίσματος και η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται κυρίως από την εκπαίδευση του παρατηρητή (Malouin, 2000).

Στην ποσοτική ανάλυση γίνεται καταγραφή και ανάλυση μέσω εμβιομηχανικών συστημάτων τα οποία μελετούν συνδυασμένα κινηματικά χαρακτηριστικά της βάδισης, τις δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους που αναπτύσσονται ως αποτέλεσμα των δυνάμεων που εφαρμόζει ο βαδιστής στο έδαφος, τις μυϊκές ροπές που αναπτύσσονται στις αρθρώσεις σαν αποτέλεσμα των μυϊκών συσπάσεων και της βαρύτητας, την ενέργεια που δαπανάται και παράγεται, τα χαρακτηριστικά της μυϊκής δραστηριότητας, μέσω ηλεκτρομυογραφίας. Η εγκυρότητα των πληροφοριών που παρέχουν είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με την ποιοτική ανάλυση.

Σύμφωνα με τους Oatis και συν. (2006) οι στόχοι της ανάλυσης της βάδισης είναι:

- περιγραφή της διαφοράς της επίδοσης στο βάδισμα ατόμων με ή χωρίς κινητικά προβλήματα

- κατάταξη κινητικών προβλημάτων ανάλογα με τη βαρύτητα τους

- βελτίωση της αθλητικής επίδοσης-προσδιορισμός των μηχανισμών που προκαλούν την ανωμαλία του βαδίσματος.

- προσδιορισμός της αποτελεσματικότητας των παρεμβατικών προγραμμάτων που εφαρμόζονται για την αποκατάσταση κινητικών προβλημάτων.

Η αξιολόγηση των παραπάνω προγραμμάτων βασίζεται στην ανάλυση της βάδισης κατά τη διάρκεια εφαρμογής τους και μέσω αυτών των μετρήσεων γίνεται η εξαγωγή συμπερασμάτων για την επίδρασή τους. Το σημαντικότερο πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι η επιλογή του κριτηρίου με βάση το οποίο πραγματοποιούνται οι συγκρίσεις κατά τη φάση της αποκατάστασης. Το πιο λογικό κριτήριο, είναι η χρησιμοποίηση δεδομένων του φυσιολογικού βαδίσματος του ίδιου ατόμου αντί αυτών από μία βάση δεδομένων. Αυτά όμως, στην πλειονότητα των περιπτώσεων δεν υπάρχουν. Στις περιπτώσεις αυτές, χρησιμοποιούνται ως κριτήριο, τα δεδομένα που προέρχονται από τον κύκλο βάδισης του «υγιούς» κάτω άκρου. Ωστόσο, υπάρχουν και περιπτώσεις στις οποίες οι συγκρίσεις αφορούν αρχικές και τελικές μετρήσεις στο πάσχον άκρο πριν και μετά την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος, όπως έγινε στην παρούσα έρευνα.

Οι μέθοδοι με τις οποίες πραγματοποιούνται οι αναλύσεις αυτές, διακρίνονται στις μεθόδους μέτρησης των χωρο-χρονικών παραμέτρων, των κινηματικών χαρακτηριστικών, των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους, της ηλεκτρικής δραστηριότητας των μυών και της κατανάλωσης ενέργειας (Αγγελοπούλου, 2007).

Κινητική και κινηματική ανάλυση. Βιομηχανικές αναλύσεις της βάδισης σε άτομα που έχουν υποβληθεί σε ανακατασκευή του ΠΧΣ παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στην κινητική των εμπλεκόμενων αρθρώσεων. Οι αναλύσεις δείχνουν ότι οι άνθρωποι αυτοί κατά τη βάδιση αναπτύσσουν μεγαλύτερη ροπή έκτασης στην άρθρωση του ισχίου και μικρότερη στην άρθρωση του γόνατος κατά τη φάση στήριξης, τόσο στο περπάτημα όσο και στο τρέξιμο (Berchuck, 1990; Andriacchi, 1993; Timoney, 1993). Ηλεκτρομυογραφικές μελέτες, εμφανίζουν αυξημένη

δραστηριότητα των οπίσθιων μηριαίων και μειωμένη δραστηριότητα των πρόσθιων κατά τον κύκλο της βάδισης (Andriacchi, 1993; Berchuck, 1990; Patel, 1997).

Ενώ στα υγιή άτομα, η ροπή στην άρθρωση του γόνατος κατά την έκταση κυμαίνεται στο 10-45% της φάσης στήριξης (Devita, 1996) κατά τη δυναμική λειτουργία της βάδισης, σε ασθενείς με ολική ρήξη του συνδέσμου, το ποσοστό αυτό αγγίζει περίπου το 100% της φάσης στήριξης (Devita, 1997).

Το κινητικό αυτό πρότυπο χαρακτηρίζεται από μία μείωση της εφαρμοζόμενης ροπής κάμψης στην άρθρωση, υπέρ μιας συνεχούς αυξημένης ροπής έκτασης και έξω στροφής κατά τη φάση στήριξης. Οι ερευνητές μιλούν για αύξηση της σύσπασης στο πρώτο μισό της φάσης στήριξης και κατά την τελευταία φάση αιώρησης (Hurwitz, 1996). Επίσης υποστηρίζουν ότι μια ελάττωση της σύσπασης του έξω πλάτυ και του γαστροκνημίου σε συνδυασμό με μια αύξηση της τάσης στον ημιτενοντώδη μυ είναι δυνατόν να ισορροπήσει τις δυνάμεις σε οβελιαίο επίπεδο και την συγκράτηση της κνήμης προς τα πίσω. Είναι κοινώς αποδεκτό, ότι οι προσαρμογές αυτές είναι ευεργετικές τόσο πριν όσο και μετά την επέμβαση, δεδομένου ότι περιορίζουν την προς εμπρός ολίσθηση της κνήμης σε σχέση με το μηρό και μειώνουν την πίεση-στρες της άρθρωσης (Hirokawa, 1990). Ωστόσο, οι προσαρμογές που εμφανίζονται σε ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε ανακατασκευή του ΠΧΣ δεν είναι απόλυτα ξεκάθαρες για δύο λόγους. Ο πρώτος λόγος σχετίζεται με το γεγονός ότι δεν έχουν γίνει αναλύσεις στα άτομα αυτά σε βάθος χρόνου (πριν την κάκωση). Επιπλέον, οι επιλογές όσον αφορά τη χειρουργική θεραπεία αλλά και τη φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση είναι πλέον πάρα πολλές. Όλα τα παραπάνω, σε συνδυασμό με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ασθενών και τη δυνατότητα συμμόρφωσής τους με το πλάνο θεραπείας περιορίζει τη δυνατότητα εξαγωγής ενιαίων συμπερασμάτων για το σύνολο των ασθενών.

Ο κυριότερος παράγοντας για την σωστή αποκατάσταση μετά την επέμβαση, είναι το πλάνο θεραπείας. Τα τελευταία χρόνια παρουσιάστηκε μια μεταβολή των πρωτοκόλλων αποκατάστασης τα οποία εμφανίζονται πλέον πιο «επιθετικά» σε σύγκριση με την πιο συντηρητική αντιμετώπιση που υπήρχε παλαιότερα (Shelbourne, 1995; Howell, 1996). Σήμερα, τα πρωτόκολλα αυτά σχεδιάζονται με σκοπό την πλήρη αποκατάσταση και επαναφορά του ασθενή στις λειτουργικές του δραστηριότητες σε χρονικό διάστημα 4-6 μηνών, οπότε η δύναμη και το εύρος

κίνησης στο πάσχον άκρο πλησιάζει τις τιμές του φυσιολογικού (Hurwitz, 1996).

Παρά το γεγονός όμως ότι οι παραπάνω παράμετροι, πλησιάζουν τις επιθυμητές τιμές, υποστηρίζεται πως η άρθρωση δεν λειτουργεί φυσιολογικά κατά την πολυσύνθετη λειτουργία της βάδισης. Οι Timoney και συν. (1993) πραγματοποίησαν μια έρευνα σε χειρουργημένους με ρήξη του ΠΧΣ, δέκα μήνες μετά την επέμβαση. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν μια σημαντική μείωση της ροπής κατά την έκταση σε ποσοστό περίπου 65% κατά τη μέση στήριξη σε σύγκριση με υγιή άτομα. Παρόμοιες αλλαγές της μέγιστης ροπής κατά τη μέση στήριξη παρουσίασαν και οι Hurwitz και συν. (1996) σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε άτομα τα οποία χειρουργήθηκαν είκοσι δύο μήνες πριν την διεξαγωγή της. Όλα τα άτομα στις παραπάνω έρευνες είχαν ακολουθήσει το ίδιο πρόγραμμα αποκατάστασης.

Η άρθρωση λοιπόν, είναι δυνατόν να εμφανίζει τις επιθυμητές τιμές όσον αφορά τη μέγιστη ροπή της σε χρονικό διάστημα 10-22 μήνες μετά την επέμβαση. Ωστόσο, δεν υπάρχουν κλινικά δεδομένα που να αποδεικνύουν ότι η ισχύς και το έργο που παράγεται από τους μύες που εμπλέκονται στην άρθρωση αυτή, καθώς και στις αρθρώσεις του ισχίου και του άκρου ποδός επανέρχονται στα φυσιολογικά επίπεδα κατά τη βάδιση. Επιπλέον, σύμφωνα με έρευνα των Devita και συν. (1992), οι παράμετροι αυτές παρουσιάζονται αρκετά διαφορετικές κατά το τρέξιμο, 24 μήνες μετά την επέμβαση του ΠΧΣ, Αν και το τελικό κινητικό πατέντο των ανθρώπων αυτών έχει πλέον διερευνηθεί, το αναπτυσσόμενο κινητικό πρότυπο και οι παράγοντες που προκαλούν ή επηρεάζουν την εξέλιξή του δεν έχουν ακόμη εξακριβωθεί. Θεωρείται ότι οι προσαρμογές αυτές προέρχονται από υποσυνείδητες, νευρομυϊκές διαδικασίες, κάτι που ωστόσο δεν έχει αποδειχθεί άμεσα (Andriacchi, 1993; Berchuck, 1990; Hurwitz, 1996).

Δυναμογράφηση. Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους είναι η δύναμη που ασκείται από το έδαφος και παράγεται σαν αντίδραση στις δυνάμεις που ασκούν τα πόδια του ανθρώπου κατά τη βάδιση (νόμος δράσης – αντίδρασης του Νεύτωνα). Υποστηρίζει το βάρος του σώματος και το προωθεί κατά τη βάδιση. Είναι ένα διάνυσμα στο χώρο που αλλάζει συνεχώς ως προς το μέγεθος και τη διεύθυνσή του. Κατά συνέπεια, είναι συνισταμένη τριών συνιστωσών οι οποίες είναι:

- α. η κατακόρυφη συνιστώσα (vertical)
- β. η οριζόντια συνιστώσα στη διεύθυνση προώθησης ή προσθιοπίσθια

συνιστώσα (horizontal fore-aft or sagittal)

γ. η οριζόντια συνιστώσα κάθετη στη διεύθυνση προώθησης ή εγκάρσια συνιστώσα (horizontal medial-lateral or transverse) (Αγγελοπούλης, 2007).

Για τη μέτρησή τους χρησιμοποιούνται δυναμοδάπεδα, πιεσοδάπεδα και πάτοι εφοδιασμένοι με αισθητήρες πίεσης. Τα δυναμοδάπεδα είναι εφοδιασμένα με αισθητήρες-μετατροπείς της δύναμης που εφαρμόζεται επάνω τους, την οποία μετατρέπουν σε ηλεκτρική τάση. Οι τιμές της ηλεκτρικής τάσης ενισχύονται από ειδικούς ενισχυτές και μέσω μιας κάρτας μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, καταγράφονται από ηλεκτρονικό υπολογιστή (H/Y). Οι H/Y είναι εφοδιασμένοι με ειδικά λογισμικά για την περαιτέρω επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων.

Συνήθως στα δυναμοδάπεδα χρησιμοποιούνται δύο τύποι αισθητήρων: οι πιεζοηλεκτρικοί μετατροπείς και οι μετρητές έντασης. Οι αισθητήρες είναι τοποθετημένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να μετρούν ταυτόχρονα και τις τρεις συνιστώσες δυνάμεις. Η τοποθέτησή τους είναι ανάλογη της διεύθυνσης της δύναμης την οποία μετρούν. Οι πρώτοι λειτουργούν καλύτερα όταν η τιμή της δύναμης αντίδρασης του εδάφους μεταβάλλεται γρήγορα και πολύ, ενώ οι δεύτεροι λειτουργούν καλύτερα σε συνθήκες βραδύτερης-πιο ήπιας μεταβολής των τιμών της δύναμης.

Για την αξιολόγηση της βάδισης χρησιμοποιούνται οι τιμές της κάθε μιας συνιστώσας της δύναμης αντίδρασης του εδάφους. Συνεπώς για την αξιολόγηση ενός ατόμου πριν και μετά την εφαρμογή ενός παρεμβατικού προγράμματος συγκρίνονται, είτε το σύνολο των τιμών των καμπυλών των συνιστωσών της δύναμης αντίδρασης του εδάφους πριν και μετά, είτε ορισμένες διακριτές τιμές από την καμπύλη της κάθε συνιστώσας και στη συνέχεια εξάγονται τα αντίστοιχα συμπεράσματα.

Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκε το δυναμοδάπεδο Footchecker 4.0 με το οποίο έγινε μία προσέγγιση για την αξιολόγηση των μέγιστων τιμών της συνολικής επιφάνειας επαφής του πέλματος, του συνολικού χρόνου επαφής, της δύναμης, της μέσης πίεσης καθώς και της μέγιστης πίεσης κατά την δυναμική λειτουργία της βάδισης σε οριζόντιο επίπεδο (Παππάς, 2007). Επιπλέον, η συνολική επιφάνεια επαφής αξιολογήθηκε στη στατική ανάλυση για τον εντοπισμό πιθανών διαφορών κατά την ισορροπία στην διποδική στήριξη (Russo, 2001). Εκτός από τις

παραμέτρους που αναφέρθηκαν παραπάνω, εξετάστηκαν οι μεταβολές της κατακόρυφης συνιστώσας κατά το ανέβασμα και κατέβασμα από σκαλοπάτι πραγματικών διαστάσεων και η χαρακτηριστική «M» καμπύλη που σχηματίζεται.

Για την παραμετροποίηση συγκεκριμένων σημείων της συνιστώσας έχει γίνει προσπάθεια από πολλούς ερευνητές (Giakas, 1997; McCrory, 2001). Ενώ κατά τη βάρδιση στο οριζόντιο επίπεδο παρουσιάζεται χωρίς σημαντική μεταβολή, κατά το ανέβασμα-κατέβασμα από σκαλοπάτι φαίνεται να παρουσιάζει μεταβολές.

Οι πρώτες προσπάθειες για τον καθορισμό των σημείων της κατακόρυφης συνιστώσας έγιναν από τους Elftmann (1939) και Drillis (1958) οι οποίοι πρώτοι περιέγραψαν και την κλίση της καμπύλης δύναμης. Οι Debrunner et. al. (1972) τη χρησιμοποίησαν για να αξιολογήσουν διαφορές μεταξύ φυσιολογικής και παθολογικής βάρδισης, ενώ οι Stüssi και συν. (1980) προχώρησαν στον καθορισμό σημείων της καμπύλης και πρότειναν συγκεκριμένη ρουτίνα με σκοπό την ακριβέστερη καταγραφή και διάκριση των σημείων κάτω από διάφορες συνθήκες μέτρησης. Σύμφωνα με αυτούς, η καμπύλη χωρίζεται κατά το ήμισυ σε δύο τμήματα και από το καθένα καταγράφεται η μεγαλύτερη τιμή δύναμης που εμφανίζεται τόσο από το αριστερό (Fz2) όσο και από το δεξί τμήμα (Fz4) της. Η πρώτη (Fz2) αντιπροσωπεύει την τιμή που εμφανίζεται κατά τη φάση υποδοχής του πέλματος μετά την πρώτη επαφή του στο έδαφος ενώ η δεύτερη αντιπροσωπεύει την τιμή κατά τη φάση απογείωσής του. Μεταξύ των δύο παραπάνω τιμών, εμφανίζεται μία ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) που αντιπροσωπεύει τη στιγμή αποφόρτισης κατά τη μέση φάση στήριξης.

Οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν, ότι η καμπύλη της κατακόρυφης συνιστώσας κατά τη βάρδιση σε οριζόντιο επίπεδο παρουσιάζει διαφορές κατά το ανέβασμα-κατέβασμα σκάλας, αφού η τιμή της Fz4 εμφανίζεται αυξημένη σε σχέση με την Fz2 στο ανέβασμα ενώ το αντίθετο συμβαίνει κατά το κατέβασμα (Christina, 2002; Riener, 2002; Savvidis, 1999). Έρευνες ωστόσο έχουν δείξει ότι κατά το κατέβασμα από τη σκάλα η καμπύλη της κατακόρυφης συνιστώσας ακολουθεί μία φθίνουσα πορεία χωρίς να παρουσιάζει μέγιστη τιμή κατά την απογείωση (Fz4) μετά τη μέση φάση στήριξης. Δεν αναφέρουν όμως μεταβολές που εμφανίζονται μετά το τελευταίο σκαλοπάτι όταν αρχίζει η βάρδιση στο οριζόντιο επίπεδο, από την πρώτη επαφή του πέλματος.

Θεωρίες στόχων και αποκατάσταση

Η διαδικασία της αποθεραπείας ενός σοβαρού τραυματισμού έχει τροποποιηθεί πλέον σε σημαντικό βαθμό και αυτό είναι εμφανές κυρίως όταν πρόκειται για την αποκατάσταση αθλητών. Αν και η διαδικασία της αποθεραπείας ενός αθλητή μετά από έναν τραυματισμό, παλαιότερα, πραγματοποιούνταν μέσα σε καθορισμένα πλαίσια από άποψη μέσων και τεχνικών, πλέον θεωρείται πολύπλευρη διαδικασία. Περιλαμβάνει όχι μόνο τις υπηρεσίες των χειρουργών και των φυσιοθεραπευτών αλλά και τους επιστήμονες άσκησης, τους αθλητικούς προπονητές και τους αθλητικούς ψυχολόγους (Kolt, 2000).

Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, ερευνητές έχουν δείξει αρκετά μεγάλο ενδιαφέρον αναφορικά με τον ψυχολογικό αντίκτυπο του τραυματισμού. Αυτό έχει οδηγήσει σε μια πρόοδο της γνώσης για τις ψυχολογικές προσαρμογές που γίνονται στους αθλητές κατά τη διάρκεια του τραυματισμού, τις διανοητικές επιδράσεις και την έμφαση που δίνουν αυτοί στα προγράμματα αποκατάστασης (Johnston, 2000).

Θεωρίες καθορισμού στόχων. Ο καθορισμός στόχων έχει επιφέρει συνεχείς και δυναμικές επιδράσεις στην απόδοση, αν και το μέγεθος των αποτελεσμάτων δεν υπήρξε ποτέ τόσο εύρωστο. Όλοι όσοι εμπλέκονται στη διαδικασία αυτή, αγωνίζονται να κάνουν τους στόχους να δράσουν αποτελεσματικά. Σε μερικές περιπτώσεις, η άγνοια φαίνεται να αποτελεί εμπόδιο, ιδιαίτερα στο ζήτημα ποιοι στόχοι πρέπει να τεθούν και πώς αυτό να γίνει συστηματικά. Σε άλλες περιπτώσεις, προβλήματα εμφανίζονται επειδή οι ασθενείς αδυνατούν να αναπτύξουν σχέδια δράσης και να αξιολογούν τακτικά τους στόχους τους.

Οι κυρίαρχες θεωρίες καθορισμού στόχων περιλαμβάνουν την αυθεντική θεωρία καθορισμού στόχων του Locke (1968), τη θεωρία της προσδοκίας, τη θεωρία κοινωνικής μάθησης και τη θεωρία μοντελοποίησης της ανάπτυξης γνωστικών λειτουργιών.

Οι θεωρίες καθορισμού στόχων βασίζονται σε μια υπόθεση ότι εσωτερικές και γνωστικές διαδικασίες εμπλέκονται.

A. Η θεωρία του Locke (1968) ισχυρίζεται ότι οι επιδράσεις του καθορισμού στόχων στη δυσκολία και τη συγκεκριμενοποίηση της εκτέλεσης λειτουργούν κυρίως

μέσω μηχανισμού κινήτρων. Οι τέσσερις μηχανισμοί που αναγνωρίστηκαν από τους Locke & Latham είναι: α) κινητοποίηση και προσπάθεια, β) κατεύθυνση της προσοχής και της δράσης, γ) αύξηση της επιμονής, δέσμευση και δ) ανάπτυξη εναλλακτικών στρατηγικών για την επίτευξη των στόχων. Με άλλα λόγια, η παραπάνω θεωρία είναι εν μέρει γνωστική και εν μέρει παροτρυντική.

Β. Η θεωρία της προσδοκίας αρχικά (Vroom, 1964) προτείνει ότι δύο μεταβλητές επηρεάζουν τα επίπεδα κινήτρων ενός ατόμου για την επίτευξη ενός στόχου: η προσδοκία της απόδοσης, δηλαδή μια πράξη που θα γίνει θα ακολουθηθεί από ένα αποτέλεσμα, και η συντελεστικότητα αυτής (Rotter, 1966). Στα παραπάνω προστέθηκε και η ικανότητα για εκτέλεση, καθώς και ο βαθμός δυσκολίας ενός στόχου (Garland, 1985).

Γ. Η θεωρία κοινωνικής μάθησης του Bandura (1990), γνωστή και ως self-efficacy (αυτό-αποτελεσματικότητα). Εστιάζεται στις εσωτερικές, γνωστικές διαδικασίες, υπό τις οποίες τα άτομα υπολογίζουν την πιθανότητα για επιτυχία ή αποτυχία στις μελλοντικές τους προσπάθειες, και τους εξωτερικούς και εσωτερικούς παράγοντες που επηρεάζουν αυτές τις διαδικασίες. Οι Bandura et al. αναγνώρισαν επίσης τέσσερις πηγές πληροφοριών που επηρεάζουν την κρίση της αυτό-αποτελεσματικότητας: α. ολοκλήρωση της εκτέλεσης, β. αντιπροσωπευτικές εμπειρίες, γ. λεκτική πειθώ και δ. εστίαση προσοχής στην συναισθηματική διέγερση.

Σύμφωνα με τους Bandura και συν. (1990) ο καθορισμός βραχυπρόθεσμων στόχων μπορεί να λειτουργήσει διαμέσου βελτιώσεων της αυτοαποτελεσματικότητας. Σύμφωνα με τις απόψεις τους, οι εγγείς στόχοι παρέχουν στους ασκούμενους αυξημένη ικανότητα όσο οι μακρινοί στόχοι γίνονται εφικτοί, και είναι αυτό που οδηγεί σε αύξηση της αυτό-αποτελεσματικότητας.

Δ. Η θεωρία του Vygotsky (1978) ασχολήθηκε κυρίως με τη μοντελοποίηση της ανάπτυξης γνωστικών λειτουργιών, αλλά η συνεισφορά της είναι μη αναγνωρίσιμη στη γενική βιβλιογραφία ενδεχομένως λόγω της όχι μεγάλης προβολής της.

Αρχές για τον καθορισμό στόχων αποτελούν:

- ο συστηματικός έλεγχος από το ίδιο το άτομο
- ο βαθμός δυσκολίας του στόχου να χαρακτηρίζεται από κάποιο βαθμό πρόκλησης
- η ύπαρξη ξεκάθαρης σχέσης με την πράξη

- η οριοθέτηση των στόχων από το ίδιο το άτομο
- η συμφωνία με το υποσυνείδητο
- η αυτοπεποίθηση (Μπαουμαν, 1995)

Είδη στόχων και φυσική δραστηριότητα. Υπάρχουν τρεις τύποι στόχων που έχουν αναγνωριστεί στη βιβλιογραφία (Evans, 2002): της διαδικασίας, της εκτέλεσης και του αποτελέσματος. Οι στόχοι αποτελέσματος εστιάζονται στα αποτελέσματα συγκεκριμένων γεγονότων και συνήθως βασίζονται σε διαδικασίες κοινωνικής σύγκρισης. Οι στόχοι εκτέλεσης επίσης, εξειδικεύουν τα τελικά προϊόντα της εκτέλεσης, αλλά η επιτυχία γίνεται ορατή σύμφωνα με τα επιτεύγματα των απόλυτων ή αυτό-αναφερθέντων σταθερών της εκτέλεσης. Τέλος, οι στόχοι διαδικασίας εξειδικεύουν συμπεριφορές στις οποίες ο ασκούμενος θα δεσμευτεί κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης.

Οι παρεμβατικές μελέτες καθορισμού των στόχων έχουν βασίσει τα προγράμματα εκπαίδευσης στην ενθάρρυνση των ασκούμενων για καθορισμό στόχων εκτέλεσης (Evans, 2002; Weinberg, 1995). Σύμφωνα με τον Burton (1989), οι στόχοι εκτέλεσης είναι πιο ελεγχόμενοι και ελαστικοί σε σχέση με τους στόχους αποτελέσματος. Με τον τρόπο αυτό, επιτρέπεται στους αθλητές να διασφαλίζουν χαμηλό επίπεδο άγχους και συνέπεια στην επιτυχία.

Έρευνες του Burton (1998) αξίωσαν ότι ο τρόπος που οι ασκούμενοι ορίζουν και αξιολογούν την επιτυχία δρα εσωτερικά με τη γνωστική ικανότητα και δημιουργούν τρία απομακρυσμένα είδη καθορισμού στόχων: προσανατολισμένων στην εκτέλεση (PO), την επιτυχία (SO) και την αποτυχία (FO). Ασκούμενοι που προσανατολίζουν τους στόχους τους στην εκτέλεση, σύμφωνα με τον Burton (1998), αξιώνουν τη μάθηση και την προσωπική τους βελτίωση ως στόχους υψίστης προτεραιότητας, παραχωρώντας την επίδειξη ανταγωνισμού σε δευτερεύουσα μοίρα. Εξαιτίας του γεγονότος αυτού, θέτουν δύσκολους στόχους που παρακινούνται για μέγιστη προσπάθεια, ενώ αναπτύσσουν νέες στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων για την επίτευξη των στόχων τους.

Αντίθετα, εκείνοι που προσανατολίζονται στην επιτυχία έχουν ως βασική προτεραιότητα την επίδειξη ανταγωνιστικότητας (outperform) και έχουν υψηλή γνωστική ικανότητα, γιατί συνήθως νικούν. Ωστόσο, επειδή οι συγκεκριμένοι δεν

επιθυμούν την αποτυχία, συνήθως θέτουν μετρίας δυσκολίας στόχους και ασκούν ένα μέτριο βαθμό επιμονής στο ενδεχόμενο της αποτυχίας.

Επίσης, αυτοί που προσανατολίζουν το στόχο τους στην αποτυχία θέτουν ως βασική προτεραιότητα την κοινωνική σύγκριση αλλά έχουν μικρή γνωστική ικανότητα, λόγω της συχνής αποτυχίας. Όταν πιστεύουν ότι δε μπορούν να επιτύχουν, το κίνητρό τους μεταβάλλεται από προσπάθεια για επιτυχία σε αποφυγή αποτυχίας. Στη συνέχεια, χρησιμοποιούν στρατηγικές αποφυγής αποτυχίας, όπως απίθανους στόχους και μικρή επιβάρυνση, που τελικά μειώνουν την αποτελεσματικότητα των στόχων.

Καθορισμός στόχων κατά την αποκατάσταση. Σε μελέτη των Evans και συν. (2000), υιοθετήθηκε ένας κύκλος σχεδίου πράξης, προειδοποίησης, αντανάκλασης και αξιολόγησης. Ο σκοπός της έρευνας ήταν να ενεργοποιήσει την έρευνα δράσης σε μια μακροπρόθεσμη παρέμβαση ψυχολογικής αποκατάστασης σε τρεις τραυματισμένους αθλητές. Αν και θεωρήθηκε ως παρέμβαση καθορισμού στόχων, κατά τη διάρκεια της μελέτης η παρέμβαση αναπτύχθηκε, περιλαμβάνοντας και τη χρήση άλλων τεχνικών. Αυτές περιλάμβαναν προπόνηση προσποίησης, νοερή απεικόνιση και λεκτική πειθώ.

Οι συμμετέχοντες ήταν τρεις σοβαρά τραυματισμένοι παίκτες του ράγκμπυ. Οι δύο από αυτούς ήταν στην πρώτη και τρίτη εβδομάδα, ακολούθως, της παρεμβατικής μελέτης των πέντε εβδομάδων που διεξάχθηκε. Ο τρίτος αθλητής προσεγγίστηκε αφού είχε υποστεί και δεύτερο τραυματισμό.

Η ψυχολογική υποστήριξη των αθλητών αυτών είχε τέσσερις μορφές: α) ακουστική υποστήριξη, β) συναισθηματική υποστήριξη, γ) συναισθηματική πρόκληση και δ) υποστήριξη της δεξιότητας με τη μορφή βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων στόχων. Στη φάση αυτή, οι στόχοι που καθορίστηκαν ήταν στόχοι εκτέλεσης και διαδικασίας. Για την επανάκτηση αυτοσυγκέντρωσης τέθηκαν βραχυπρόθεσμοι στόχοι δύο εβδομάδων. Στόχοι διαδικασίας τέθηκαν για να κατευθύνουν τους αθλητές στις απαραίτητες διαδικασίες και να δεσμευτούν απέναντι στην αποκατάσταση. Οι στόχοι εκτέλεσης θεωρήθηκαν πιο κατάλληλοι από τους στόχους αποτελέσματος και περιλαμβάνουν σοβαρές παροχές κινήτρων (Burton,

1989). Παράλληλα, οι στόχοι διαδικασίας χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη ελαστικότητα και βοηθούν στην εστίαση της προσοχής.

Μελετητές, πρεσβεύουν τη σημαντικότητα των μακροπρόθεσμων στόχων αποτελέσματος, για τη διατήρηση κινήτρου σε παρατεταμένες περιόδους αποκατάστασης (Fisher, 1990; Hardy, 1990).

Η αποτελεσματικότητα ενός αριθμού παρεμβατικών στρατηγικών εξήχθηκε από την προαναφερθείσα μελέτη και περιλάμβανε κοινωνική υποστήριξη, καθορισμό στόχων, νοερή εξάσκηση, προσποίηση, λεκτική πειθώ. Η υποστήριξή της δεξιότητας πήρε τη μορφή καθορισμού στόχων και χρησιμοποιήθηκε για να αυξήσει το κίνητρο και την δέσμευση στις δύο πρώτες φάσεις αποκατάστασης. Στην τελευταία φάση και κατά την περίοδο επανένταξης, χρησιμοποιήθηκε για να αυξήσει την αυτο-αποτελεσματικότητα. Οι στόχοι διαδικασίας βοήθησαν να εστιαστεί η προσοχή σε συγκεκριμένα τμήματα μιας δεξιότητας, ενώ οι στόχοι εκτέλεσης παρείχαν δομή και συγκεκριμένο σκοπό.

Σε άλλη έρευνα των Magyar και συν. (2000), ο προσανατολισμός των στόχων, σε αθλητικό τραυματισμό εξετάστηκε σε σαράντα αθλητές. Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν το Task & Ego Orientation in Sport Questionnaire, το ερωτηματολόγιο κοινωνικής υποστήριξης, τροποποιημένες εκδοχές του ερωτηματολογίου πηγών αθλητικής αυτοπεποίθησης και το State Sport Confidence Inventory κατά τις δύο πρώτες μέρες του προγράμματος αποκατάστασης. Τα τρία τελευταία ερωτηματολόγια ολοκληρώθηκαν κατά τη διάρκεια του μεσοδιαστήματος αποκατάστασης, και την ημέρα πριν από την επιστροφή στην προπόνηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τάση για έμφαση σε στόχους που σχετίζονται με την άσκηση στα σπορ, πρόγνωσαν την επιλογή κυρίαρχων και περισσότερο αυτο-αναφερόμενων πηγών αυτοπεποίθησης κατά την αποκατάσταση.

Σε άλλη έρευνα (Theodorakis, 1996) αναφέρεται ότι ο καθορισμός στόχων κατά την αποκατάσταση επηρεάζει σημαντικά την απόδοση και τα επίπεδα αυτοεκτίμησης και αποτελεσματικότητας των συμμετοχόντων. Στην έρευνά τους χρησιμοποίησαν το ισοκίνητικό δυναμόμετρο Cybex 6000 στο οποίο οι ασκούμενοι εκτελούσαν τέσσερις προσπάθειες. Μετά τις δύο πρώτες προσπάθειες και αφού συμπλήρωναν κάποιες κλίμακες αξιολόγησης εκτελούσαν τις επόμενες δύο προσπάθειες θέτοντας κάποιο στόχο. Αυτό έγινε προκειμένου να αξιολογήσουν τις

μεταβολές της επίδοσής τους μετά τον καθορισμό στόχου και τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά.

Ωστόσο, δεν υπάρχουν έρευνες που να έχουν ασχοληθεί με τον καθορισμό βραχυπρόθεσμων στόχων στην αποκατάσταση του ΠΧΣ μετά από χειρουργική θεραπεία και μάλιστα μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος φυσιοθεραπευτικής αποκατάστασης για την εξάλειψη πιθανών ελλειμμάτων της ιδιοδεκτικής ικανότητας των χειρουργηθέντων. Συνεπώς θα ήταν πολύ σημαντικό να αξιολογηθεί η επίδραση ενός τέτοιου προγράμματος στην παράμετρο αυτή κατά την αποκατάσταση.

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 40 ασθενείς, οι οποίοι είχαν υποβληθεί σε πλαστική πρόσθιου χιαστού συνδέσμου της άρθρωσης του γόνατος, σε κλινική στην πόλη της Θεσσαλονίκης έως και 30 μήνες πριν την έναρξη διεξαγωγής της έρευνας. Από αυτούς, οι 36 ολοκλήρωσαν την πειραματική διαδικασία. Η επιλογή των ασθενών που συμμετείχαν στην έρευνα έγινε με τυχαία δειγματοληψία. Χωρίστηκαν επίσης με τυχαία δειγματοληψία, σε δύο πειραματικές ομάδες (Α και Β) και μία ομάδα ελέγχου (Γ).

Όλες οι επεμβάσεις έγιναν με τη μέθοδο της αρθροσκόπησης και το μόσχευμα που χρησιμοποιήθηκε για κάθε ασθενή, προερχόταν από τον τένοντα του ημιτενοντώδη-ισχνού μυός του ίδιου τους ποδιού.

Οι ασθενείς αυτοί είχαν υποστεί ολική ρήξη του συνδέσμου, χωρίς προηγούμενο ιστορικό όσον αφορά υποκειμενικά ή αντικειμενικά ευρήματα όπως πόνο ή αστάθεια της άρθρωσης. Επιπλέον, κατά την αξιολόγηση-εξέταση τους μετά τον τραυματισμό, δεν παρουσίασαν συγχρόνως και κάποια άλλη κάκωση στην άρθρωση, εκτός από τη ρήξη του συνδέσμου. Δεν είχαν υποβληθεί ξανά σε κάποια επέμβαση στο ίδιο ή στο άλλο τους γόνατο, όπως επίσης και στο άκρο πόδι, ούτε είχαν παρουσιάσει στο παρελθόν σοβαρά μυοσκελετικά προβλήματα στην σπονδυλική στήλη ή στην περιοχή της λεκάνης. Τέλος, οι άνθρωποι που συμμετείχαν στην έρευνα δεν παρουσίαζαν συμπτωματολογία νευρολογικού ασθενούς. Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος.

	Ομάδα Α «Στόχων» M±SD	Ομάδα Β «Χωρίς στόχους» M±SD	Ομάδα Γ «Ελέγχου» M±SD
Ηλικία	27.5±6.9	28.5±6.96	29.83±4.68
Βάρος	76.08±13.01	75.5±15.47	84.08±15.19
Ύψος	174.58±9.16	175±7.32	177.5±7.42

Περιγραφή των οργάνων

Για τη συλλογή των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω όργανα:

- α. Biodex Stability System (σύστημα αξιολόγησης της ισορροπίας)
- β. Δύο σανίδες ισορροπίας (μία με ημικυλινδρική και μία με ημισφαιρική την κάτω επιφάνεια)
- γ. Ηλεκτρονικό χρονόμετρο χειρός με ενδιάμεσους χρόνους
- δ. Πελματογράφος FootChecker 4.0 (Δυναμογράφηση)
- ε. Γωνιόμετρο (μέτρηση εύρους κίνησης της κάμψης και έκτασης στην άρθρωση του γόνατος)

α. *Biodex Stability System*. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια κυκλική πλατφόρμα ισορροπίας με συντεταγμένες και μία οθόνη ρυθμίσεων και εμφάνισης των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης. Πρόκειται για ένα σύστημα αξιολόγησης του νευρομυϊκού ελέγχου του ατόμου, υπολογίζοντας ουσιαστικά την ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας στη μονοποδική στήριξη επάνω σε μια ασταθή επιφάνεια, την πλατφόρμα ισορροπίας. Το σύστημα αυτό δίνει τη δυνατότητα ρύθμισης 8 διαφορετικών επιπέδων σταθερότητας ή αλλιώς δυσκολίας, της πλατφόρμας, η επιλογή των οποίων γίνεται πάντα με κριτήριο την ικανότητα του ατόμου να διατηρεί μια συγκεκριμένη θέση. Η αλλαγή της θέσης του ατόμου, οφείλεται σε μετακίνηση του κέντρου βάρους του σώματος του και η τιμή που αντιστοιχεί σε αυτή, παριστάνεται στην οθόνη του συστήματος από την αντίστοιχη μετακίνηση ενός κέρσορα.

Αξιοπιστία και εγκυρότητα του συστήματος Biodex Stability System. Η αξιοπιστία του συστήματος έχει αποδειχτεί με τον intraclass correlation coefficient (ICC) συντελεστή συσχέτισης, ο οποίος σύμφωνα με τους Pincivero et al. (1995) κυμαίνεται από 0.59 (επίπεδο δυσκολίας 8) έως 0.95 (επίπεδο δυσκολίας 2). Επιπλέον, στη μονοποδική στήριξη με προοδευτική μείωση του επιπέδου σταθερότητας της πλατφόρμας στήριξης, η αξιοπιστία intratester και intertester του συστήματος ήταν .82 και .70 αντίστοιχα (Schmitz, 1998), ενώ έχει αξιολογηθεί και από άλλους ερευνητές (Baldwin, 2004; Paterno, 2004; Testerman, 1999)

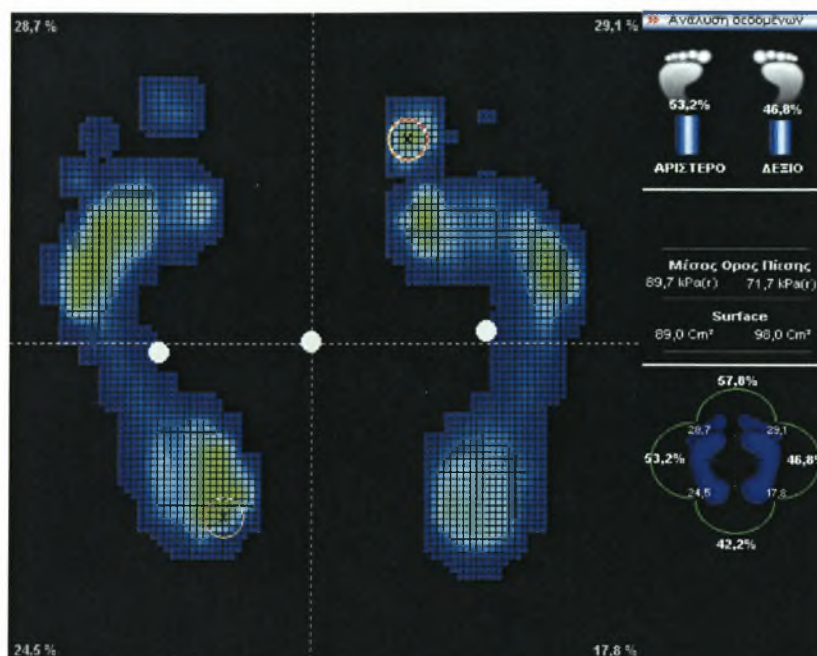
β. *Σανίδες ισορροπίας*. Για την αξιολόγηση της ισορροπίας των ασθενών χρησιμοποιήθηκαν δύο ειδών σανίδες. Η διαφοροποίηση αφορούσε κατά κύριο λόγο την κάτω επιφάνεια της κάθε σανίδας, η οποία έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Το σχήμα της βάσης στήριξης σε μια σανίδα είναι αυτό που καθορίζει και το επίπεδο ή τα επίπεδα στα οποία επιτρέπεται η κίνηση, κατά την προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας. Στο πρώτο είδος σανίδας, η επιφάνεια στήριξης του πέλματος ήταν ορθογώνια (διαστάσεων 33εκ. x 35εκ.) και το σχήμα της κάτω επιφάνειας της σανίδας ήταν ημικυλινδρικό (διαστάσεις ημικυλίνδρου: μήκος 35εκ., διάμετρος 5,7εκ., ύψος 3,5εκ.). Η σανίδα αυτή, ανάλογα με την τοποθέτηση του ποδιού επιτρέπει κίνηση σε ένα επίπεδο κάθε φορά, είτε στο οβελιαίο επίπεδο (κίνηση εμπρός – πίσω) είτε στο μετωπιαίο επίπεδο (ανάσπαση έσω-έξω χείλους). Στο δεύτερο είδος σανίδας η επιφάνεια στήριξης του πέλματος ήταν κυκλική (διάμετρος 35 εκ.) και το σχήμα της κάτω επιφάνειας της σανίδας ήταν ημισφαιρικό (διαστάσεις ημισφαιρίου: διάμετρος 9,5 εκ., ύψος 3,7εκ.). Η σανίδα αυτή, επιτρέπει την κίνηση συγχρόνως σε όλα τα επίπεδα.

Αξιοπιστία και εγκυρότητα των οργάνων αξιολόγησης. Οι σανίδες ισορροπίας αξιολογήθηκαν όσον αφορά την αξιοπιστία τους τόσο στην πρόσθιο-οπίσθια κίνηση όσο και στην ανάσπαση έσω έξω χείλους και ο συντελεστής ήταν για τη μεν πρώτη (οβελιαίο επίπεδο) 0.67 για το κυρίαρχο πόδι και 0.60 για το μη κυρίαρχο, ενώ για τη δεύτερη (μετωπιαίο επίπεδο) ήταν 0.72 για το κυρίαρχο πόδι και 0.67 για το μη κυρίαρχο (Γιοφτσίδου, 2006).

γ. *Ηλεκτρονικό χρονόμετρο*. Το χρονόμετρο αυτό είχε τη δυνατότητα καταγραφής των ενδιάμεσων χρόνων αξιολόγησης της ισορροπίας με τις δύο σανίδες.

δ. *Πελματογράφος FootChecker 4.0*. Ο πελματογράφος FootChecker αποτελείται από μία δυναμική πλατφόρμα 2304 αισθητήρων ανίχνευσης (48x48) οι οποίοι μετατρέπουν την εφαρμοζόμενη δύναμη σε ηλεκτρική τάση. Η πλατφόρμα συνδέεται με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι αναλύσεις και η οπτική παρατήρηση κατά τη διάρκεια της επαφής του πέλματος με τους αισθητήρες της πλατφόρμας γίνεται μέσω της οθόνης του υπολογιστή. Όλα τα στοιχεία που καταγράφονται σε αυτόν μετατρέπονται σε αριθμούς, πίνακες και διαγράμματα. Στον πελματογράφο

γίνονται δύο διαφορετικά είδη ανάλυσης, α) στατική ανάλυση και β) δυναμική ανάλυση κατά τη βάδιση.



Εικόνα 3.1. Στατική ανάλυση (διποδική στήριξη) (Παππάς, 2007)

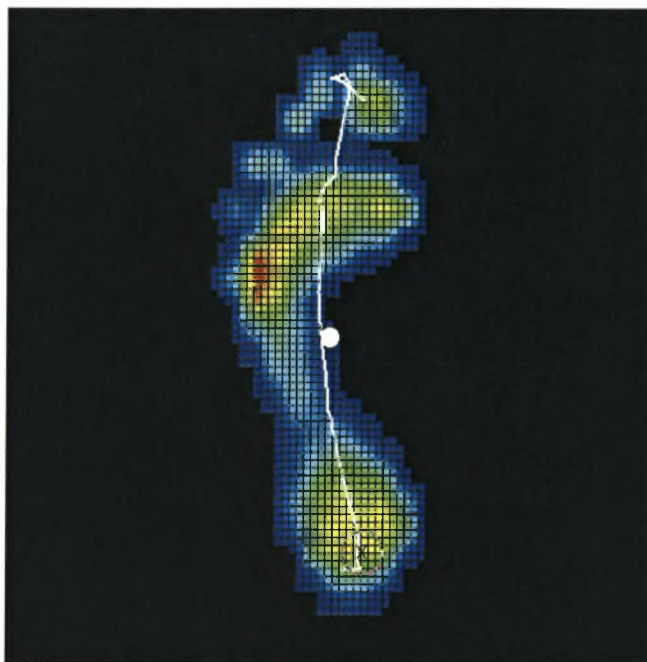
Ο εξεταζόμενος στέκεται με τα δύο πόδια επάνω στη πλατφόρμα χωρίς να κινείται κατά τη διαδικασία της μέτρησης που διαρκεί 20''. Οι πληροφορίες που εμφανίζονται άμεσα και καταγράφονται, αφορούν το ποσοστό φόρτισης σε κάθε πέλμα, τη μέγιστη πίεση, τη μέση πίεση και την επιφάνεια επαφής.

Στοιχεία που αξιολογούνται σε αυτού του είδους την ανάλυση είναι:

1. Σταθερότητα, που είναι η ανάλυση της μετατόπισης του κέντρου βάρους του σώματος στο μετωπιαίο και στο οβελιαίο επίπεδο. Στην οθόνη του υπολογιστή παρουσιάζεται ξεχωριστά για κάθε επίπεδο και για κάθε πέλμα το έλλειμμα σταθερότητας, δηλαδή η μετατόπιση του κέντρου πίεσης της πλατφόρμας, το σχήμα της οποίας μοιάζει με κύκλο. Επιπλέον, εμφανίζεται σε γραφική παράσταση με ξεχωριστή γραμμή για κάθε πέλμα, η απόκλιση από τη γραμμή του ιδανικού κέντρου βάρους που είναι ευθεία. Τέλος, εμφανίζεται και ο μέσος όρος της απόκλισης αυτής για τα δύο πέλματα μαζί, δηλαδή το κέντρο βάρους του σώματος, που είναι μία τρίτη γραμμή. Η γραφική παράσταση είναι διαφορετική για κάθε επίπεδο και κάθε γραμμή εμφανίζεται με διαφορετικό χρώμα.

2. Μετρήσεις που χρειάζονται για την αξιολόγηση και περιλαμβάνουν α) συγκεκριμένες γωνίες που σχηματίζονται, β) αποστάσεις μεταξύ συγκεκριμένων σημείων και γ) το εμβαδόν μίας ορισμένης επιφάνειας επαφής.

3. Τρισδιάστατη άποψη της πίεσης που ασκεί το πέλμα στους αισθητήρες ανίχνευσης της επιφάνειας επαφής και κατ' επέκταση της πίεσης που δέχονται τα συγκεκριμένα σημεία του πέλματος.



Εικόνα 3.2. Δυναμική ανάλυση κατά τη βάδιση (Παππάς, 2007)

Η ανάλυση αυτή σε αντίθεση με τη στατική πραγματοποιείται για την αξιολόγηση της βάδισης και χρονικά ορίζεται από τη στιγμή της πρώτης επαφής του πέλματος με τη δυναμική πλατφόρμα, μέχρι τη στιγμή της οριστικής απομάκρυνσης του. Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους (ground reaction force ή GRF) παράγεται σαν αντίδραση στις δυνάμεις που ασκούν τα πέλματα του ατόμου που βαδίζει. Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους είναι συνισταμένη δύναμη τριών συνιστωσών, α. της κατακόρυφης συνιστώσας (vertical GRF), β. της συνιστώσας στη διεύθυνση του βαδίσματος (antero-posterior horizontal fore and aft) και γ. της συνιστώσας κάθετης στη διεύθυνση του βαδίσματος (transverse or horizontal medio-lateral)

Ο πελματογράφος χρησιμοποιείται κατά τη δυναμική λειτουργία της βάδισης για την ανάλυση των παρακάτω παραμέτρων:

1. Χρόνος επαφής
2. Επιφάνεια επαφής (αριθμός αισθητήρων)
3. Μέγιστη πίεση (ή Δύναμη)
4. Μέσος όρος πίεσης
5. Γραμμή κίνησης (κέντρου βάρους)
6. Σημείο κέντρου βάρους
7. Σημείο μέγιστης πίεσης
8. Γραμμή των σημείων μεγαλύτερης πίεσης

Κάθε μία από αυτές αναφέρεται σε ένα διαφορετικό στοιχείο, το οποίο είτε παρουσιάζεται με κάποια τιμή, είτε παριστάνεται γραφικά.

Ο χρόνος επαφής (Time of Contact), μετριέται σε msec και αναφέρεται στο χρονικό διάστημα που διαρκεί η επαφή του πέλματος με την πλατφόρμα, από τη στιγμή που ακουμπάει η πτέρνα μέχρι τη στιγμή της απομάκρυνσης των δακτύλων από αυτήν.

Η επιφάνεια επαφής (Frames), μετριέται με τον αριθμό αισθητήρων που έρχονται σε επαφή με το πέλμα, καθ' όλη τη διάρκεια της επαφής του με την πλατφόρμα.

Η μέγιστη πίεση ή δύναμη (Maximum Pressure), μετριέται σε Kg(f)/cm^2 ($1\text{Kg(f)}=9.8\text{N}$), και αναφέρεται στη μεγαλύτερη τιμή πίεσης που ασκείται από το πέλμα στη δυναμική πλατφόρμα.

Η μέση πίεση (Average Pressure), μετριέται σε Kpa ($1\text{ Pa}=1\text{ N/m}$) και αναφέρεται στο μέσο όρο πίεσης που ασκείται στην πλατφόρμα κατά τη διάρκεια επαφής του πέλματος με αυτήν.

Η γραμμή κίνησης (Curve of the Baricenter), παριστάνεται γραφικά και αποτελείται από τα σημεία από τα οποία διέρχεται το κέντρο βάρους για το πέλμα αυτό κατά τη διάρκεια επαφής με τη δυναμική πλατφόρμα.

Το κέντρο βάρους (Baricenter), σε κάθε πέλμα, επίσης παριστάνεται γραφικά και είναι ένα σημείο της γραμμής κίνησης και μοναδικό.

Το σημείο μέγιστης πίεσης όπου ασκείται η μεγαλύτερη πίεση μπορεί να είναι ένα οποιοδήποτε σημείο του πέλματος και είναι μοναδικό.

Η γραμμή των σημείων μεγαλύτερης πίεσης (Curve of the Maximum Points), παριστάνεται γραφικά και σχηματίζεται από τα σημεία που εμφανίζουν τις

μεγαλύτερες πιέσεις, από την αρχή μέχρι το τέλος επαφής του πέλματος με τη δυναμική πλατφόρμα.

Ένα επιπλέον στοιχείο που εμφανίζεται είναι το κλάσμα πίεσης-χρόνου (Pressure-Time Integral) που δηλώνει τη σχέση μεταξύ των δύο παραμέτρων. Στο φυσιολογικό άτομο και σε φυσιολογικές συνθήκες οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων είναι ίδιες ή παρουσιάζουν μικρές διαφοροποιήσεις.

Επιλογές λογισμικού. Με την εισαγωγή στο πρόγραμμα του ηλεκτρονικού υπολογιστή για την ανάλυση των μετρήσεων που γίνονται δυναμικά, αυτόματα εμφανίζεται στην οθόνη η προσπάθεια, δηλαδή το γράφημα του πέλματος, που πλησιάζει περισσότερο στο μέσο όρο όσον αφορά τις παραμέτρους της μέσης πίεσης, της δύναμης και του χρόνου επαφής.

Το λογισμικό αυτό δίνει τη δυνατότητα εμφάνισης σε φιλμ όλης της διαδικασίας βήμα-βήμα παρουσιάζοντας όλες τις παραμέτρους και συγχρόνως σε γραφική παράσταση την πορεία των τιμών στις 3 παραμέτρους που αναφέρθηκαν τελευταία. Αυτό βέβαια συμβαίνει για κάθε πελματογράφημα και όχι μόνο για αυτό που πλησιάζει το μέσο όρο.

Επιπλέον, υπάρχει δυνατότητα διαχωρισμού και ανάλυσης κάθε πελματογραφήματος σε 4 φάσεις με βάση το ποσοστό επί τοις εκατό του χρόνου επαφής του πέλματος με την πλατφόρμα. Για κάθε φάση από αυτές είναι δυνατή η ανάλυση όπως και προηγούμενα.

Τέλος, είναι δυνατή η τρισδιάστατη άποψη του γραφήματος όπως και στη στατική ανάλυση με τη διαφορά ότι εδώ υπάρχει κίνηση και επομένως συνεχής μεταβολή της απεικόνισης.

στ. Γωνιόμετρο (A Bracci). Το γωνιόμετρο χειρός χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της κινητικότητας της άρθρωσης του γόνατος και της ποδοκνημικής. Είναι ένα τυπικό γωνιόμετρο που υπάρχει στις κλινικές και στα εργαστήρια, για τη μέτρηση σε μοίρες, των γωνιών που σχηματίζονται στις διάφορες αρθρώσεις. Όπως όλα τα γωνιόμετρα, αξιολογεί κινητικότητα σε αρθρώσεις, που πιθανόν εμπλέκονται ένα ή περισσότερα επίπεδα ανάλογα με τους βαθμούς ελευθερίας που εμφανίζει η κάθε άρθρωση γι' αυτό και η χρήση του απαιτεί λεπτομερή κινησιολογική ανάλυση (Hertel, 2003).

Περιγραφή των Δοκιμασιών

Πρόγραμμα εξάσκησης ιδιοδεκτικής ικανότητας. Το πρόγραμμα ήταν συνολικής διάρκειας 8 εβδομάδων και αποτελούνταν στο σύνολο του από 22 ασκήσεις. Σε κάθε συνεδρία εκτελούνταν 5 ασκήσεις αφαιρώντας κάθε φορά την πρώτη σε εκτέλεση και προσθέτοντας μία καινούρια. Η χρονική διάρκεια κάθε άσκησης ήταν 120'' και το διάλειμμα μεταξύ των ασκήσεων 15''. Συνολικά, η διάρκεια κάθε συνεδρίας ήταν περίπου 20 λεπτά. Οι ασκήσεις εκτελούνταν σε δύο ειδών σανίδες και σε ένα μαξιλάρι ισορροπίας με προοδευτική αύξηση του βαθμού δυσκολίας.

Προτού ξεκινήσει η εφαρμογή του προγράμματος τονίσθηκε στους συμμετέχοντες ότι απαραίτητο στοιχείο, κατά τη διάρκεια εφαρμογής του, είναι η συγκέντρωση τους ώστε να ακολουθούν κάθε φορά τις οδηγίες και να εκτελούν σύμφωνα με αυτές.

Οι ασκήσεις του προγράμματος ήταν οι παρακάτω:

1. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης χωρίς την εκτέλεση κίνησης (στατική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη τη ραχιαία-πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης (οβελιαίο επίπεδο). Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης τόσο στη σανίδα αυτή όσο και στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.
2. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη τη ραχιαία-πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης (οβελιαίο επίπεδο). Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης τόσο στη σανίδα αυτή όσο και στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.
3. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας με τα μάτια κλειστά στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης χωρίς την εκτέλεση κίνησης (στατική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη τη ραχιαία-πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης (οβελιαίο επίπεδο). Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

4. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας με τα μάτια κλειστά στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη τη ραχιαία-πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης (οβελιαίο επίπεδο). Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

5. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης χωρίς την εκτέλεση κίνησης (στατική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την ανάσπαση του έσω-έξω χείλους του άκρου ποδός (μετωπιαίο επίπεδο). Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης τόσο στη σανίδα αυτή όσο και στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

6. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την ανάσπαση του έσω-έξω χείλους του άκρου ποδός (μετωπιαίο επίπεδο). Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης τόσο στη σανίδα αυτή όσο και στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

7. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας με τα μάτια κλειστά στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης χωρίς την εκτέλεση κίνησης (στατική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την ανάσπαση του έσω-έξω χείλους του άκρου ποδός (μετωπιαίο επίπεδο). Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

8. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας με τα μάτια κλειστά στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την ανάσπαση του έσω-έξω χείλους του άκρου ποδός (μετωπιαίο επίπεδο). Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

9. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στο στρογγυλό μαξιλάρι ισορροπίας που επιτρέπει την κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Εκτελέστηκε ένα σετ των

120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

10. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας με τα μάτια κλειστά στο στρογγυλό μαξιλάρι ισορροπίας που επιτρέπει την κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

11. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημισφαιρική επιφάνεια στήριξης χωρίς την εκτέλεση κίνησης (στατική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης τόσο στη σανίδα όσο και στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

12. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημισφαιρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

13. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας με τα μάτια κλειστά στη σανίδα με την ημισφαιρική επιφάνεια στήριξης, χωρίς την εκτέλεση κίνησης (στατική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης τόσο στη σανίδα όσο και στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

14. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας με τα μάτια κλειστά στη σανίδα με την ημισφαιρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

15. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη τη ραχιαία-πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης (οβελιαίο

επίπεδο). Ο ασκούμενος προσπαθούσε να ισορροπεί δυναμικά ενώ πετάει στον αέρα ένα μπαλάκι του τένις και το ξαναπιάνει. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

16. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την ανάσπαση του έσω-έξω χείλους του άκρου ποδός (μετωπιαίο επίπεδο). Ο ασκούμενος προσπαθούσε να ισορροπεί δυναμικά ενώ πετάει στον αέρα ένα μπαλάκι του τένις και το ξαναπιάνει. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

17. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στο στρογγυλό μαξιλάρι ισορροπίας που επιτρέπει την κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Ο ασκούμενος προσπαθούσε να ισορροπεί δυναμικά ενώ πετάει στον αέρα ένα μπαλάκι του τένις και το ξαναπιάνει. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

18. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημισφαιρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Ο ασκούμενος προσπαθούσε να ισορροπεί δυναμικά ενώ πετάει στον αέρα ένα μπαλάκι του τένις και το ξαναπιάνει. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

19. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη τη ραχιαία-πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης (οβελιαίο επίπεδο). Ο ασκούμενος προσπαθούσε να ισορροπεί δυναμικά ενώ του ρίχνουμε ένα μπαλάκι του τένις σε διαφορετικές κατευθύνσεις (δεξιά-αριστερά) προσπαθώντας να το πιάσει. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

20. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημικυλινδρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την ανάσπαση του έσω-έξω χείλους του άκρου ποδός (μετωπιαίο επίπεδο). Ο ασκούμενος προσπαθούσε να ισορροπεί δυναμικά ενώ του ρίχνουμε ένα μπαλάκι του τένις σε διαφορετικές κατευθύνσεις (δεξιά-αριστερά) προσπαθώντας να το πιάσει. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας

21. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στο στρογγυλό μαξιλάρι ισορροπίας που επιτρέπει την κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Ο ασκούμενος προσπαθούσε να ισορροπεί δυναμικά ενώ του ρίχνουμε ένα μπαλάκι του τένις σε διαφορετικές κατευθύνσεις (δεξιά-αριστερά) προσπαθώντας να το πιάσει. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

22. 120 δευτερόλεπτα προσπάθεια διατήρησης της ισορροπίας στη σανίδα με την ημισφαιρική επιφάνεια στήριξης με εκτέλεση κίνησης (δυναμική ισορροπία) και με επιτρεπόμενη την κίνηση σε όλα τα επίπεδα. Ο ασκούμενος προσπαθούσε να ισορροπεί δυναμικά ενώ του ρίχνουμε ένα μπαλάκι του τένις σε διαφορετικές κατευθύνσεις (δεξιά-αριστερά) προσπαθώντας να το πιάσει. Εκτελέστηκε ένα σετ των 120'' μόνο για το χειρουργημένο πόδι. Η θέση του ασθενούς ήταν ίδια με τη θέση κατά την διαδικασία αξιολόγησης στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας.

Στην αρχή της παρούσας περιγραφής έγινε αναφορά και για τη διαδικασία-σειρά εκτέλεσης των ασκήσεων αναφορικά με την αφαίρεση και την προσθήκη καινούριων. Έτσι στην πρώτη συνεδρία εκτελέστηκαν οι ασκήσεις 1-5, στη δεύτερη 2-6 κ.ο.κ. Ωστόσο από τη δέκατη τρίτη συνεδρία και μέχρι το τέλος του προγράμματος παρέμβασης, το ασκησιολόγιο δεν άλλαζε ανά μία αλλά ανά δύο συνεδρίες.

Διαδικασία Μέτρησης

Δέσμη αξιολογήσεων:

- A. της ισορροπίας των κάτω άκρων*
- B. των βιομηχανικών παραμέτρων της βάδισης*
- Γ. του εύρους κίνησης της άρθρωσης*

A. Τεστ αξιολόγησης της ισορροπίας

Αξιολόγηση στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας. Το σύστημα αυτό αξιολογεί την ικανότητα ισορροπίας του ατόμου καταγράφοντας την απόκλιση της πλατφόρμας σε μοίρες από το οριζόντιο επίπεδο σε δύο κατευθύνσεις, τόσο στην πρόσθια οπίσθια κατεύθυνση (δείκτης A/P) όσο και στην πλάγια κατεύθυνση (δείκτης M/L). Οι ενδείξεις αυτές εμφανίζονται μετά το τέλος κάθε προσπάθειας του ατόμου, ενώ εμφανίζεται και μία τρίτη ένδειξη (δείκτης συνολικής απόκλισης S.I.) που αντιπροσωπεύει την τιμή συνολικής απόκλισης της σανίδας ισορροπίας προς όλες τις κατευθύνσεις. Η τιμή που παίρνει καθένας από τους δείκτες αυτούς είναι πάντα ένας θετικός αριθμός, ο οποίος όσο μεγαλώνει, υποδηλώνει μειωμένη ικανότητα ισορροπίας, ενώ αντίθετα, όσο ελαττώνεται υποδηλώνει αυξημένη ικανότητα ισορροπίας και σταθερότητα.

Διαδικασία αξιολόγησης. Η αξιολόγηση των ασθενών με την καταγραφή της απόκλισης της πλατφόρμας σε μοίρες, από το οριζόντιο επίπεδο, τόσο σε πρόσθιο-οπίσθια κατεύθυνση (A/P) όσο και σε πλάγια (M/L), αλλά και της συνολικής απόκλισης (S.I.) έγινε με τον ακόλουθο τρόπο. Οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν στο σύστημα ισορροπίας, στη μονοποδική στήριξη δηλαδή με το κάθε άκρο ξεχωριστά (χειρουργημένο και μη χειρουργημένο) στο επίπεδο σταθερότητας 2 της πλατφόρμας στήριξης. Η τοποθέτηση κάθε ατόμου επάνω στην πλατφόρμα γινόταν ως εξής: ο ασθενής τοποθετούσε το πέλμα του πάνω στην πλατφόρμα ισορροπίας σε μια άνετη γι' αυτόν θέση. Η τοποθέτηση γινόταν πάντα χωρίς παπούτσι και κατόπιν ακολουθούσε η καταγραφή των συντεταγμένων του πέλματος στην οθόνη του συστήματος. Η στάση του ασθενούς επάνω στην πλατφόρμα ήταν πάντα με το ένα άκρο (πόδι στήριξης) το οποίο ήταν ελαφρώς λυγισμένο στο γόνατο, περίπου στις 10 μοίρες κάμψης. Ο κορμός ήταν όρθιος, ο αυχένας σε ουδέτερη θέση με το βλέμμα

εμπρός και τα χέρια στη μεσολαβή. Το άλλο άκρο ήταν πλάγια του άκρου στήριξης και λυγισμένο περίπου στις 90 μοίρες κάμψης. Η διάρκεια του τεστ αξιολόγησης ήταν 20'' και εκτελέστηκαν τρεις προσπάθειες δοκιμαστικές και μία αξιολόγησης. Προτού γίνει το τεστ αξιολόγησης γινόταν κάθε φορά μια προσπάθεια παράλληλα με την κεντριοποίηση του κέρσορα επάνω στην οθόνη από τον ασθενή να βρίσκεται σε μια άνετη γι' αυτόν θέση. Οι συντεταγμένες καταγράφονταν στην οθόνη και μετά εκτελούσε το τεστ κατευθύνοντας τον κέρσορα στο κέντρο ενός στόχου με ομόκεντρους κύκλους.

Αξιολόγηση της ισορροπίας υπολογίζοντας το χρόνο παραμονής πάνω στις σανίδες ισορροπίας. Η αξιολόγηση της ισορροπίας γινόταν με το κάθε άκρο ξεχωριστά (χειρουργημένο και μη χειρουργημένο). Ο ασθενής τοποθετούσε το πέλμα πάνω στη σανίδα ισορροπίας με το πόδι στήριξης ελαφρώς λυγισμένο στην άρθρωση του γόνατος, περίπου στις 10 μοίρες και δεν φορούσε παπούτσι. Ο κορμός ήταν όρθιος, ο αυχένας σε ουδέτερη θέση με το βλέμμα εμπρός και τα χέρια στη μεσολαβή. Το άλλο άκρο ήταν πλάγια του άκρου στήριξης και λυγισμένο περίπου στις 90 μοίρες κάμψης. Σκοπός των συμμετοχόντων ήταν να παραμείνουν επάνω στη σανίδα ισορροπίας για όσο το δυνατό περισσότερο χρόνο χωρίς κάποιο σημείο της επιφάνειας στήριξης να ακουμπήσει στο έδαφος. Στην προσπάθεια παραμονής πάνω στη σανίδα επιδίωκαν την ισορροπία αφενός στατικά (χωρίς προσπάθεια κίνησης) και αφετέρου δυναμικά (με προσπάθεια κίνησης).

Χρησιμοποιήθηκαν δύο ειδών σανίδες ισορροπίας. Στο πρώτο είδος σανίδας που ήταν ορθογώνια, το σχήμα της κάτω επιφάνειας, η οποία έρχεται σε επαφή με το έδαφος, ήταν ημικυλινδρικό. Η τοποθέτηση του πέλματος επάνω στη σανίδα καθόριζε και το επίπεδο στο οποίο ήταν δυνατή η κίνηση κάθε φορά, είτε στο μετωπιαίο (ανάσπαση έσω-έξω χείλους), είτε στο οβελιαίο (κάμψη-έκταση ποδοκνημικής) και ο υπολογισμός του χρόνου παραμονής γινόταν ξεχωριστά σε καθένα από αυτά. Στο δεύτερο είδος σανίδας που ήταν κυκλική, το σχήμα της κάτω επιφάνειας, η οποία έρχεται σε επαφή με το έδαφος, ήταν ημισφαιρικό. Η σανίδα αυτή χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του χρόνου παραμονής σε ισορροπία σε όλες τις κατευθύνσεις.

Συλλογή δεδομένων:

Εκτέλεση με το ένα άκρο στήριξης (χειρουργημένο και μη χειρουργημένο)

- χρόνος διατήρησης της στατικής ισορροπίας σε ορθογώνια σανίδα ισορροπίας στο οβελιαίο επίπεδο
- χρόνος διατήρησης της δυναμικής ισορροπίας σε ορθογώνια σανίδα ισορροπίας κατά την εκτέλεση πρόσθιας-οπίσθιας κίνησης στο οβελιαίο επίπεδο
- χρόνος διατήρησης της στατικής ισορροπίας σε ορθογώνια σανίδα ισορροπίας στο μετωπιαίο επίπεδο
- χρόνος διατήρησης της δυναμικής ισορροπίας σε ορθογώνια σανίδα ισορροπίας κατά την εκτέλεση ανάσπασης έσω έξω χείλους στο μετωπιαίο επίπεδο
- χρόνος διατήρησης της ισορροπίας σε κυκλική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια
- χρόνος διατήρησης της ισορροπίας σε κυκλική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια

Οι αξιολογήσεις έγιναν για κάθε άκρο ξεχωριστά χειρουργημένο ή μη και επειδή όλες εκτελούνταν σε μονοποδική στήριξη καθορίστηκε και το αν το χειρουργημένο πόδι ήταν το κυρίαρχο. Η δοκιμασία που χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή του κυρίαρχου κάτω άκρου ήταν η δοκιμασία χτυπήματος της μπάλας, στην οποία το άκρο που χρησιμοποιήθηκε για το χτύπημα καθορίστηκε σαν το κυρίαρχο και το άκρο στήριξης σαν το μη κυρίαρχο (Fischer-Rasmunssen, 1999; Schmitz, 1998; Soderman, 2000)

B. Αξιολόγηση των βιομηχανικών παραμέτρων της βάδισης

Για την αξιολόγηση των βιομηχανικών παραμέτρων κατά τη δυναμική λειτουργία της βάδισης χρησιμοποιήθηκε ο πελματογράφος Footchecker 4.0. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε περιελάμβανε δυναμικές αλλά και στατικές αναλύσεις. Αρχικά καθένας από τους συμμετέχοντες έκανε 3 στατικές αναλύσεις στη διποδική στήριξη, διάρκειας 20 δευτερολέπτων η καθεμία, πάντα υπό την εποπτεία του εξεταστή. Ο εξεταζόμενος στεκόταν επάνω στην πλατφόρμα χωρίς να κινείται, σε μία άνετη γι' αυτόν θέση με τον αυχένα σε ουδέτερη θέση και το βλέμμα εμπρός. Αυτό

γινόταν δύο φορές, ενώ την τρίτη στεκόταν με τα πόδια σε απόσταση ίση περίπου με το άνοιγμα των ώμων. Εκτός από τις στατικές πραγματοποιήθηκαν και δυναμικές αναλύσεις τόσο στο χειρουργημένο πόδι όσο και στο υγιές. Η διαδικασία είχε ως εξής: Οι ασθενείς περπατούσαν σε ένα διάδρομο βάδισης, μήκους 8 μέτρων στο δικό τους φυσιολογικό ρυθμό. Στη συνέχεια δίνονταν οδηγίες από τον εξεταστή αναφορικά με το σημείο εκκίνησης κατά την εκτέλεση, δηλαδή τη μετακίνηση του πέλματος του εξεταζόμενου εμπρός ή πίσω. Η επισήμανση αυτή ήταν αναγκαία από τον εξεταστή διότι διαφορετικά η καταγραφή-ανάλυση ήταν ελλιπής αφού το πέλμα δεν ερχόταν ολόκληρο σε επαφή με το πελματογράφο. Επιπλέον κάτι τέτοιο θα επηρέαζε όλες τις παραμέτρους που αναλύθηκαν. Στο τέλος του διαδρόμου βάδισης, υπήρχε ο πελματογράφος-πλατφόρμα με την οποία ερχόταν σε επαφή το πέλμα. Η εντολή ήταν να μη σταματούν αμέσως μετά, δεδομένου ότι υπήρχε επιπλέον χώρος ώστε να μην επηρεαστεί ο ρυθμός της βάδισής τους.

Συλλογή δεδομένων:

Οι αναλύσεις που έγιναν ήταν οι ακόλουθες:

- φυσιολογικό περπάτημα και επαφή με την πλατφόρμα με το χειρουργημένο πόδι,
- φυσιολογικό περπάτημα και επαφή με την πλατφόρμα με το υγιές πόδι

Στη συνέχεια τοποθετώντας τον πελματογράφο ακριβώς μπροστά από μία σκάλα αποτελούμενη από σκαλοπάτια μήκους 100εκ., πλάτους 28,5 εκ. και ύψους 18εκ. το καθένα (Goodwin, 2003), έγιναν οι παρακάτω αναλύσεις:

- φυσιολογικό περπάτημα, επαφή με την πλατφόρμα (υγιές) και ανέβασμα στο σκαλοπάτι με το χειρουργημένο πόδι,
- φυσιολογικό περπάτημα, επαφή με την πλατφόρμα (χειρουργημένο) και ανέβασμα στο σκαλοπάτι με το υγιές πόδι

Τέλος, τοποθετώντας τον ασθενή να ξεκινάει από στατική θέση (από το πέμπτο σκαλοπάτι με τα δύο πόδια) έγιναν οι ακόλουθες:

- κατέβασμα με το χειρουργημένο πόδι και περπάτημα
- κατέβασμα με το υγιές πόδι και περπάτημα

Για καθεμία από τις αναλύσεις αυτές ο εξεταζόμενος εκτελούσε 3 προσπάθειες λαμβάνοντας υπόψη τις οδηγίες του εξεταστή ώστε να πληρούν τα κριτήρια καταγραφής.

Γ. Αξιολόγηση εύρους κίνησης της άρθρωσης

Οι κινήσεις της άρθρωσης του γόνατος είναι η έκταση και κάμψη. Η αξιολόγηση-μέτρηση του εύρους κίνησης και για τις 2 κινήσεις έγινε με τον εξεταζόμενο σε ύπτια κατάκλιση. Το γωνιόμετρο του εξεταστή ήταν ευθυγραμμισμένο με το μείζων τροχαντήρα και το έξω σφυρό. Η μέτρηση του εύρους κίνησης έγινε παθητικά, μέχρι το σημείο που ήταν επιτρεπτή η κίνηση από το θυλακοσυνδεσμικό σύστημα της άρθρωσης ή μέχρι το σημείο που ο ασθενής παρουσίαζε συμπτώματα πόνου, τόσο για την κάμψη όσο και για την έκταση. Η λειτουργική κίνηση της συγκεκριμένης άρθρωσης, είναι η έκταση. Το εύρος κίνησης της έκτασης μετρήθηκε με την τοποθέτηση μιας σφήνας κάτω από την πτέρνα ώστε να υπάρχει πλήρες εύρος (σε περίπτωση υπερέκτασης) ή κάτω από την κνήμη σε περίπτωση που η έκταση ήταν περιορισμένη (αποφυγή πόνου).

Σχεδιασμός της έρευνας

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές της έρευνας ήταν οι 3 ομάδες («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») και ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν οι επιδόσεις των συμμετεχόντων: α. στους δείκτες ισορροπίας στο Biodex stability system (OSI, A/PSI, M/LSI), β. στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας στις σανίδες (A/PSEO, A/PMEO, M/LSEO, M/LMEO, RBSEO, RBSEC) και οι βιομηχανικές παράμετροι στον πελματογράφο (SAS, SAAV, PRESMAX, TIME, PERCENT, PRESMED, Fz2, Fz3, Fz4).

Ο σχεδιασμός της έρευνας περιελάμβανε τρεις φάσεις.

Α' φάση της έρευνας

Αρχική αξιολόγηση. Η αρχική αξιολόγηση περιελάμβανε όλη τη δέσμη των αξιολογήσεων που αναφέρθηκαν προηγούμενα, η οποία πραγματοποιήθηκε σε όλους τους συμμετέχοντες στην έρευνα, δηλαδή τόσο στις πειραματικές ομάδες (Α & Β) όσο και στην ομάδα ελέγχου (Γ). Οι αξιολογήσεις της ισορροπίας έγιναν με σκοπό την καταγραφή κάποιων αρχικών τιμών ώστε με βάση αυτές να γίνει μια επαναξιολόγηση στο τέλος και να διαπιστωθούν οι βελτιώσεις που θα επέλθουν από το πρόγραμμα παρέμβασης για την αποκατάσταση της ισορροπίας στο χειρουργημένο

άκρο. Η ανάλυση – αξιολόγηση των βιομηχανικών παραμέτρων κατά τη δυναμική λειτουργία της βάρδισης έγινε με σκοπό να εξακριβωθεί εάν και κατά πόσο θα υπάρξουν μεταβολές στις τιμές των παραμέτρων αυτών μετά από ένα τέτοιο πρόγραμμα άσκησης που έχει σαν κύριο στόχο τη βελτίωση της ισορροπίας – ιδιοδεκτικότητας.

Β' φάση της έρευνας

Πειραματική φάση. Οι συμμετέχοντες σε αυτή τη φάση της έρευνας ήταν συνολικά 24 χειρουργημένοι ασθενείς οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε 2 πειραματικές ομάδες (Α & Β). Οι δύο ομάδες ακολούθησαν το ίδιο πρόγραμμα - πρωτόκολλο εξάσκησης της ισορροπίας για τη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας αλλά με διαφορετική στρατηγική κατά την εκτέλεση. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες ήταν σχετικά με τον καθορισμό συγκεκριμένων στόχων. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα Α εκτελούσαν κάθε άσκηση αφού πριν καθόριζαν κάποιο συγκεκριμένο στόχο αναφορικά με τα δευτερόλεπτα διατήρησης της ισορροπίας πάνω στις σανίδες ή στο μαξιλάρι. Κάθε φορά που γινόταν η επίτευξη του στόχου, ο ασκούμενος καθόριζε κάποιον καινούριο πιο δύσκολο στόχο. Δεν υπήρχε κάποιο πρωτόκολλο για τον καθορισμό του αλλά ήταν “προσωπικός”, πάντα υπό την καθοδήγηση του εξεταστή. Σε περίπτωση που διαπιστωνόταν ότι ο στόχος που έθετε ο ασκούμενος ήταν υπερβολικά δύσκολος σε σχέση με την επίδοση του τότε η παρέμβαση του εξεταστή γινόταν για τον καθορισμό ενός πιο ρεαλιστικού στόχου. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα Β εκτελούσαν κανονικά το πρόγραμμα τους κάθε φορά, χωρίς όμως τον καθορισμό κάποιου στόχου.

Κάθε συνεδρία είχε χρονική διάρκεια περίπου 20 λεπτά, συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου αξιολόγησης και ξεκούρασης μεταξύ των ασκήσεων. Η συχνότητα εφαρμογής του προγράμματος για τις 2 πειραματικές ομάδες ήταν 3 φορές την εβδομάδα. Οι ημέρες εφαρμογής του δεν ήταν συνεχόμενες αλλά με μία ημέρα ξεκούρασης ανάμεσα σε δύο συνεδρίες.

Ενδιάμεσες αξιολογήσεις. Σε κάθε συνεδρία πριν την εφαρμογή του προγράμματος παρέμβασης γινόταν αξιολόγηση της ισορροπίας των συμμετοχόντων στις 2 πειραματικές ομάδες, με ένα πρωτόκολλο αξιολόγησης, υπολογίζοντας το

χρόνο διατήρησης της ισορροπίας επάνω στις σανίδες ισορροπίας όπως αυτές περιγράφηκαν προηγούμενα. Οι συμμετέχοντες εκτελούσαν 2 προσπάθειες για κάθε άσκηση του πρωτοκόλλου αξιολόγησης και γινόταν καταγραφή του χρόνου. Η διαφοροποίηση ανάμεσα στις 2 ομάδες αφορούσε τον καθορισμό στόχων. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα Α έθεταν κάθε φορά κάποιο συγκεκριμένο στόχο και προσπαθούσαν να τον επιτύχουν. Όταν συνέβαινε αυτό καθόριζαν κάποιο καινούριο πιο δύσκολο στόχο. Ο στόχος ήταν ‘προσωπικός’ αλλά πάντα υπό την καθοδήγηση του εξεταστή ώστε να είναι ρεαλιστικός. Η διαδικασία αυτή γινόταν με στόχο να εξακριβωθεί η επίδραση του προγράμματος παρέμβασης στη βελτίωση της ισορροπίας και κατά πόσο οι μεταβολές του προγράμματος με την προσθήκη καινούριων ασκήσεων, επηρέαζαν την ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας σε κάποιες από αυτές του πρωτοκόλλου αξιολόγησης.

Γ' φάση της έρευνας

Τελικές αξιολογήσεις. Αφού ολοκληρώθηκε το πρόγραμμα παρέμβασης το οποίο αποτελούνταν από 24 συνεδρίες, πραγματοποιήθηκε ξανά η δέσμη των αξιολογήσεων που έγιναν στην αρχή της διαδικασίας, τόσο για τις πειραματικές ομάδες (Α & Β) όσο και για την ομάδα ελέγχου (Γ). Πραγματοποιήθηκαν όλες οι αξιολογήσεις με σκοπό να εξακριβωθεί και να καταγραφεί το ποσοστό βελτίωσης στην ικανότητα ισορροπίας των συμμετοχόντων, καθώς επίσης και να καταγραφούν πιθανές διαφορές στην αποτελεσματικότητα του προγράμματος μεταξύ των 2 πειραματικών ομάδων. Πέρα από την αξιολόγηση της ισορροπίας έγινε εκ νέου ανάλυση της βάρδισης λαμβάνοντας υπόψη όλες της παραμέτρους που αξιολογήθηκαν στην αρχή της διαδικασίας για να διερευνηθούν πιθανές διαφορές στις τιμές τους. . Επίσης σημαντικός στόχος, ήταν να συγκριθούν οι πειραματικές ομάδες με την ομάδα ελέγχου και να διαπιστωθούν διαφορές αφενός στην ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας και αφετέρου στις τιμές των βιομηχανικών παραμέτρων που αναφέρθηκαν νωρίτερα.

Στατιστική ανάλυση

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 10.0 for Windows. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος της ομοιογένειας των διακυμάνσεων, της ανεξαρτησίας των μετρήσεων και της κανονικότητας των τιμών

για όλες τις ομάδες. Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης (Anova) για να εξεταστούν πιθανές διαφορές μεταξύ του χειρουργημένου και του υγιούς άκρου εκτέλεσης, η ανάλυση συνδιακύμανσης (Ancova) και η ανάλυση πολλαπλής διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Manova Repeated Measures) για να διαπιστωθούν πιθανές στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στις αρχικές και τελικές μετρήσεις. Η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων (τεστ παραλληλισμού)
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων (τεστ της οριζοντιότητας)
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη (τεστ των επιπέδων)

Επίπεδο σημαντικότητας της έρευνας ορίστηκε $p < .05$.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Α΄ πειραματική φάση: Αρχικές αξιολογήσεις της ικανότητας ισορροπίας

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης (διασποράς) με έναν παράγοντα (One-way Anova) για να εξεταστεί η υπόθεση ότι οι μέσοι όροι όλων των αξιολογούμενων μεταβλητών στην πρώτη μέτρηση (πριν την εξάσκηση) δεν διαφέρουν μεταξύ των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και ομάδα Ελέγχου). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης:

α) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά στη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο $F(2,33)=1,143$, $p=.331>.05$ (Πίνακας 4.1.1).

β) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά στη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο $F(2,33)=,377$, $p=.689>.05$.

γ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την απόκλιση από το προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο $F(2,33)=1,854$, $p=.173>.05$.

δ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την απόκλιση από το προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο $F(2,33)=,493, p=.615>.05$.

ε) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την απόκλιση από το μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο $F(2,33)=,894 p=.419>.05$.

στ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την απόκλιση από το μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο $F(2,33)=,593 p=.558>.05$.

ζ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης (στατικής) ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο $F(2,33)=1,022, p=.371>.05$.

η) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης (στατικής) ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο $F(2,33)=2,906, p=.069>.05$.

θ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης (δυναμικής) ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια καθώς κινούνταν σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο $F(2,33)=,466, p=.632>.05$.

ι) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης (δυναμικής) ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια καθώς κινούνταν σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο $F(2,33)=2,244, p=.122>.05$.

κ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια η οποία επιτρέπει κίνηση σε όλα τα επίπεδα, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο $F(2,33)=,000, p=1.000>.05$.

λ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια η οποία επιτρέπει κίνηση σε όλα τα επίπεδα, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο $F(2,33)=,939, p=.401>.05$.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ίδιας ανάλυσης (One-way Anova):

α) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης (στατικής) ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε μετωπιαίο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο $F(2,33)=3,529$, $p=.041<.05$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Scheffe για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο σκορ μεταξύ των ομάδων “Εξάσκηση χωρίς στόχους” ($M=3,166$, $SD=1,03$) και “Ελέγχου” ($M=2,250$, $SD=0,866$), καθώς και μεταξύ των ομάδων “Εξάσκηση με στόχους” ($M=3,083$, $SD=0,9$) και “Ελέγχου” ($M=2,250$, $SD=0,866$), όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε μετωπιαίο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο.

β) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης (στατικής) ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε μετωπιαίο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο $F(2,33)=3,919$, $p=.03<.05$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Scheffe για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο σκορ μεταξύ των ομάδων “Εξάσκηση χωρίς στόχους” ($M=3,750$, $SD=0,965$) και “Ελέγχου” ($M=2,833$, $SD=1,337$), όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε μετωπιαίο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο.

γ) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης (δυναμικής) ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια καθώς κινούνταν σε μετωπιαίο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο $F(2,33)=7,526$, $p=.002<.05$.

Το ίδιο τεστ, για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο σκορ μεταξύ των ομάδων “Εξάσκηση με στόχους” ($M=2,667$, $SD=0,651$) και “Εξάσκηση χωρίς στόχους” ($M=1,916$, $SD=0,668$) καθώς και μεταξύ των ομάδων “Εξάσκηση με στόχους” ($M=2,667$, $SD=0,651$) και “Ελέγχου” ($M=1,667$, $SD=0,651$), όσον αφορά το χρόνο διατήρησης (δυναμικής) ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας καθώς κινούνταν με ανοικτά μάτια σε μετωπιαίο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο.

δ) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης (δυναμικής) ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, καθώς κινούνταν σε μετωπιαίο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο $F(2,33)=3,683$, $p=.036<.05$.

Το τεστ Scheffe για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο σκορ μεταξύ των ομάδων “Εξάσκηση με στόχους” ($M=3,166$, $SD=1,466$) και “Ελέγχου” ($M=2,00$, $SD=0,738$), όσον αφορά το χρόνο διατήρησης (δυναμικής) ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας καθώς κινούνταν με ανοικτά μάτια σε μετωπιαίο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο.

ε) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια η οποία επιτρέπει κίνηση σε όλα τα επίπεδα, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο $F(2,33)=4,506$, $p=0.019<.05$.

Το τεστ Scheffe, για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο σκορ μεταξύ των ομάδων “Εξάσκηση χωρίς στόχους” ($M=2,583$, $SD=0,996$) και “Ελέγχου” ($M=1,667$, $SD=0,778$), όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο.

στ) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια η οποία επιτρέπει κίνηση σε όλα τα επίπεδα, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο $F(2,33)=6,497$, $p=0.004<.05$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Scheffe για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» έδειξε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο μέσο σκορ μεταξύ των ομάδων “Εξάσκηση χωρίς στόχους” ($M=4,166$, $SD=1,267$) και “Ελέγχου” ($M=2,250$, $SD=1,055$), όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο.

Πίνακας 4.1.1: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις στα τεστ ισορροπίας που εκτελέστηκαν πριν την έναρξη εφαρμογής του προγράμματος

Τεστ αξιολόγησης ισορροπίας (Ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας και σανίδες ισορροπίας)	Ομάδα “Στόχων” M±SD	Ομάδα “Χωρίς Στόχους” M±SD	Ομάδα “Ελέγχου” M±SD	Τιμή F
Χειρουργημένο συνολική απόκλιση	7.167±2.472	5.791±1.567	6.67±2.585	F(2.33)=1.143
Χειρουργημένο πρόσθια-οπίσθια απόκλιση	6.216±2.076	4.683±1.598	6.383±3.192	F(2.33)=1.85
Χειρουργημένο έσω-έξω πλάγια απόκλιση	3.725±1.742	3.358±0.641	3.050±1.070	F(2.33)=.894
Υγιές συνολική απόκλιση	5.316±1.896	4.658±1.363	5.175±2.449	F(2.33)=.337
Υγιές πρόσθια-οπίσθια απόκλιση	4.716±1.929	3.975±1.394	4.575±2.378	F(2.33)=.493
Υγιές έσω-έξω πλάγια απόκλιση	3.491±1.865	2.875±0.519	3.258±1.461	F(2.33)=.593
Σανίδες χειρουργημένο πρόσθια/οπίσθια απόκλιση ανοικτά μάτια (χρόνος)	2.250±0.621	1.916±0.793	1.833±0.834	F(2.33)=.371
Σανίδες χειρουργημένο πρόσθια/οπίσθια απόκλιση ανοικτά μάτια – δυναμικά (χρόνος)	2.333±0.887	2.083±0.668	2.000±1.044	F(2.33)=.632
Σανίδες χειρουργημένο έσω/έξω πλάγια απόκλιση (μετωπιαίο) ανοικτά μάτια (χρόνος)	3.083±0.900	3.166±1.029	2.250±0.866	F(2.33)=.041
Σανίδες χειρουργημένο έσω/έξω πλάγια απόκλιση (μετωπιαίο) ανοικτά μάτια- δυναμικά (χρόνος)	2,667±0,651	1,916±0,668	1,667±0,651	F(2.33)=.002
Σανίδες τραυματισμένο όλα τα επίπεδα ανοικτά μάτια (χρόνος)	2,500±0,674	2,583±0,996	1,667±0,778	F(2.33)=.019
Σανίδες χειρουργημένο όλα τα επίπεδα κλειστά μάτια (χρόνος)	1,333±0,651	1,333±0,651	1,333±0,492	F(2.33)=1.00
Σανίδες υγιές πρόσθια/οπίσθια απόκλιση ανοικτά μάτια (χρόνος)	3.333±0.984	3.000±1.206	2.333±0.887	F(2.33)=.069
Σανίδες υγιές πρόσθια/οπίσθια απόκλιση ανοικτά μάτια – δυναμικά (χρόνος)	3.000±1.414	3.083±0.668	2.250±0.965	F(2.33)=.122
Σανίδες υγιές έσω/έξω πλάγια απόκλιση (μετωπιαίο) ανοικτά μάτια (χρόνος)	3.750±0.965	4.250±1.422	2.833±1.337	F(2.33)=.030
Σανίδες υγιές έσω/έξω πλάγια απόκλιση (μετωπιαίο) ανοικτά μάτια - δυναμικά (χρόνος)	3,166±1,466	2,583±0,793	2,000±0,738	F(2.33)=.036
Σανίδες υγιές όλα τα επίπεδα ανοικτά μάτια (χρόνος)	3,583±1,621	4,166±1,267	2,250±1,055	F(2.33)=.004
Σανίδες υγιές όλα τα επίπεδα κλειστά μάτια (χρόνος)	1,166±0,389	1,250±0,452	1,416±0,514	F(2.33)=.401

Για τις εξαρτημένες μεταβλητές α. συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο, β. απόκλιση από το προσθιοπίσθιο επίπεδο, γ. απόκλιση από το μετωπιαίο επίπεδο, δ. χρόνος διατήρησης ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, ε. χρόνος διατήρησης δυναμικής ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, στ. χρόνος διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια, στις οποίες δεν διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα» στην πρώτη μέτρηση (πριν την εξάσκηση), χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες εκ των οποίων μόνο ο ένας είναι επαναλαμβανόμενος.

Για τις υπόλοιπες εξαρτημένες μεταβλητές α. χρόνος διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο, β. χρόνος διατήρησης δυναμικής ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο, γ. χρόνος διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, στις οποίες διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα» στην πρώτη μέτρηση (πριν την εξάσκηση) πραγματοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA).

Πριν την εφαρμογή των παραπάνω αναλύσεων έγινε έλεγχος της ομοιογένειας των διακυμάνσεων, της ανεξαρτησίας των μετρήσεων και της κανονικότητας των τιμών για όλες τις ομάδες. Η κανονικότητα κατανομής των δεδομένων και η ισότητα των διακυμάνσεων, ελέγχθηκε για να διαπιστωθούν τυχόν διαφορές που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της έρευνας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το δείγμα, όσον αφορά στις φυσιολογικές παραμέτρους, παρουσίασε κανονική κατανομή και οι διακυμάνσεις ήταν ίσες. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων ορίστηκε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=.05$. Συγκεκριμένα, όλες οι μεταβλητές ελέγχθηκαν χωριστά σε κάθε ομάδα βάσει του Kolmogorov-Smirnov τεστ και παρουσίασαν κανονικότητα κατανομής με τιμές μεγαλύτερες από το επίπεδο σημαντικότητας ($p>.05$). Αυτό διαπιστώθηκε για όλες τις μεταβλητές των τριών ομάδων («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου»).

Αρχικές αξιολογήσεις των βιομηχανικών παραμέτρων κατά τη βιάδιση

Επίσης, η ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (one way Anova) χρησιμοποιήθηκε για να εξεταστεί η υπόθεση ότι οι ομάδες δε διέφεραν μεταξύ τους ως προς τις βιομηχανικές παραμέτρους που αξιολογήθηκαν κατά τη στατική ανάλυση πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης:

α) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την επιφάνεια επαφής του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, κατά τη στατική ανάλυση στον πελματογράφο $F(2,33)=,752, p=.479>.05$.

β) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την επιφάνεια επαφής του πέλματος του υγιούς άκρου, κατά τη στατική ανάλυση στον πελματογράφο $F(2,33)=,218, p=.805>.05$.

γ) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, κατά τη στατική ανάλυση στον πελματογράφο $F(2,33)=6,249, p=.005<.05$.

δ) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και

Ελέγχου) όσον αφορά την μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος του υγιούς άκρου, κατά τη στατική ανάλυση στον πελματογράφο $F(2,33)=6,282$, $p=.005<.05$.

Επίσης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ίδιας ανάλυσης κατά τη δυναμική λειτουργία της βάδισης στο οριζόντιο επίπεδο:

ε) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την μέγιστη πίεση κατά την επαφή του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, κατά τη δυναμική ανάλυση στον πελματογράφο $F(2,33)=1,000$, $p=.379>.05$.

ζ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, κατά τη δυναμική ανάλυση στον πελματογράφο $F(2,33)=.870$, $p=.428>.05$.

η) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο επαφής του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, κατά τη δυναμική ανάλυση στον πελματογράφο $F(2,33)=.435$, $p=.651>.05$.

θ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το ποσοστό του χρόνου επαφής του

πέλματος με μέγιστη πίεση στο χειρουργημένο άκρο, κατά τη δυναμική ανάλυση στον πελματογράφο $F(2,33)=,182, p=.835>.05$.

ι) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, κατά τη δυναμική ανάλυση στον πελματογράφο $F(2,33)=,870, p=.428>.05$.

Αρχικές αξιολογήσεις βιομηχανικών παραμέτρων κατά την άνοδο-κάθοδο σκάλας

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ίδιας ανάλυσης κατά την άνοδο σκάλας:

ι) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο της τελευταίας επαφής του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο πρώτο σκαλοπάτι $F(2,33)=,482, p=.622>.05$.

κ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά τη μέγιστη τιμή δύναμης ($Fz2$) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας του χειρουργημένου άκρου, πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο πρώτο σκαλοπάτι $F(2,33)=,352, p=.706>.05$.

λ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς

στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων του χειρουργημένου άκρου, πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο πρώτο σκαλοπάτι $F(2,33)=,262, p=.771>.05$.

μ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 του χειρουργημένου άκρου, πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο πρώτο σκαλοπάτι $F(2,33)=,192, p=.826>.05$.

ν) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την μέση πίεση κατά την τελευταία επαφή του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο πρώτο σκαλοπάτι $F(2,33)=2,174, p=.13>.05$.

Τέλος, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ίδιας ανάλυσης κατά την κάθοδο σκάλας :

ξ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά το χρόνο επαφής του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, κατά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι $F(2,33)=,680, p=.934>.05$.

ο) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την

επαφή της πτέρνας του χειρουργημένου άκρου, κατά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι $F(2,33)=,947, p=.398>.05$.

π) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων του χειρουργημένου άκρου, μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι $F(2,33)=2,084, p=.140>.05$.

ρ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 του χειρουργημένου άκρου, μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι $F(2,33)=2,683, p=.083>.05$.

σ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των τριών ομάδων (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) όσον αφορά την μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι $F(2,33)=,476, p=.626>.05$.

Πίνακας 4.1.2: Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις στην αξιολόγηση των βιομηχανικών παραμέτρων, που εκτελέστηκαν πριν την έναρξη εφαρμογής του προγράμματος

Αξιολόγηση βιομηχανικών παραμέτρων (Πελματογράφος)	Ομάδα “Στόχων” M±SD	Ομάδα “Χωρίς Στόχους” M±SD	Ομάδα “Ελέγχου” M±SD	Τιμή F
Στατική ανάλυση επιφάνεια επαφής χειρουργημένο άκρο	117,75±17,30	119,25±15,10	111,33±17,86	F(2,33)=,752
Στατική ανάλυση μέση πίεση χειρουργημένο άκρο	85,60±17,28	105,33±16,89	107,85±16,44	F(2,33)=6,24
Στατική ανάλυση επιφάνεια επαφής υγιές άκρο	115,66±18,38	119,58±15,96	115,66±15,85	F(2,33)=,218
Στατική ανάλυση μέση πίεση υγιές άκρο	94,51±17,69	109,65±19,69	116,97±7,13	F(2,33)=6,28
Δυναμική ανάλυση μέγιστη πίεση χειρουργημένο άκρο	272,00±3,815	270,90±4,18	270,90±4,18	F(2,33)=1,00
Δυναμική ανάλυση χρόνος επαφής χειρουργημένο άκρο	635,5±149,29	604,41±177,26	670,83±193,72	F(2,33)=,435
Δυναμική ανάλυση % συνολικού χρόνου μέγιστης πίεσης χειρουργημένο άκρο	83,41±14,98	79,50±21,96	83,91±21,25	F(2,33)=,182
Δυναμική ανάλυση μέση πίεση χειρουργημένο άκρο	209,34±20,23	220,28±30,84	219,06±11,26	F(2,33)=,870
Δυναμική ανάλυση χρόνος τελευταίας επαφής χειρουργημένο άκρο – ανέβασμα σκαλοπάτι	760,0±85,81	746,66±93,35	780,83±77,98	F(2,33)=,482
Δυναμική ανάλυση (Fz2) χειρουργημένο άκρο – ανέβασμα σκαλοπάτι	120,58±19,21	125,95±26,16	128,59±25,48	F(2,33)=,352
Δυναμική ανάλυση (Fz4) χειρουργημένο άκρο – ανέβασμα σκαλοπάτι	120,49±15,52	118,76±13,90	123,19±15,78	F(2,33)=,262
Δυναμική ανάλυση (Fz3) χειρουργημένο άκρο – ανέβασμα σκαλοπάτι	105,56±17,79	103,75±15,97	108,21±19,27	F(2,33)=,192
Δυναμική ανάλυση μέση πίεση χειρουργημένο άκρο – ανέβασμα σκαλοπάτι	168,40±9,82	170,35±13,56	178,35±13,40	F(2,33)=2,174
Δυναμική ανάλυση χρόνος τελευταίας επαφής χειρουργημένο άκρο – κατέβασμα σκαλοπάτι	771,66±70,43	758,33±73,09	763,33±116,72	F(2,33)=,680
Δυναμική ανάλυση (Fz2) χειρουργημένο άκρο – κατέβασμα σκαλοπάτι	139,88±28,89	149,67±29,90	156,52±30,47	F(2,33)=,947
Δυναμική ανάλυση (Fz4) χειρουργημένο άκρο – κατέβασμα σκαλοπάτι	117,29±18,31	117,15±16,18	131,33±23,44	F(2,33)=2,084
Δυναμική ανάλυση (Fz3) χειρουργημένο άκρο – κατέβασμα σκαλοπάτι	109,19±19,28	106,17±13,40	124,18±26,40	F(2,33)=2,683
Δυναμική ανάλυση μέση πίεση χειρουργημένο άκρο – κατέβασμα σκαλοπάτι	154,93±13,30	156,86±17,28	160,40±10,37	F(2,33)=,626

Για τις εξαρτημένες μεταβλητές, α. επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση στον πελματογράφο, β. μέγιστη πίεση κατά την επαφή του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση στον πελματογράφο, γ. μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση στον πελματογράφο, δ. χρόνο επαφής του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση στον πελματογράφο, ε. ποσοστό του χρόνου επαφής του πέλματος με μέγιστη πίεση κατά τη δυναμική ανάλυση στον πελματογράφο, καθώς για τις μεταβλητές μέγιστης δύναμης (Fz2, Fz3, Fz4) κατά την άνοδο-κάθοδο σκάλας, στις οποίες δεν διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα» στην πρώτη μέτρηση (πριν την εξάσκηση), χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες εκ των οποίων μόνο ο ένας είναι επαναλαμβανόμενος.

Για την εξαρτημένη μεταβλητή της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος, κατά τη στατική ανάλυση στον πελματογράφο, για την οποία διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα» στην πρώτη μέτρηση (πριν την εξάσκηση) πραγματοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA).

Πριν την εφαρμογή των παραπάνω αναλύσεων έγινε έλεγχος της ομοιογένειας των διακυμάνσεων, της ανεξαρτησίας των μετρήσεων και της κανονικότητας των τιμών για όλες τις ομάδες. Η κανονικότητα κατανομής των δεδομένων και η ισότητα των διακυμάνσεων, ελέγχθηκε για να διαπιστωθούν τυχόν διαφορές που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της έρευνας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το δείγμα, όσον αφορά στις φυσιολογικές παραμέτρους, παρουσίασε κανονική κατανομή και οι διακυμάνσεις ήταν ίσες. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων ορίστηκε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=.05$. Συγκεκριμένα, όλες οι μεταβλητές ελέγχθηκαν χωριστά σε κάθε ομάδα βάσει του Kolmogorov-Smirnov τεστ και παρουσίασαν κανονικότητα κατανομής με τιμές μεγαλύτερες από το επίπεδο σημαντικότητας ($p>.05$). Αυτό διαπιστώθηκε για όλες τις μεταβλητές των τριών ομάδων («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου»).

Αξιολόγηση της σημαντικότητας της διαφοράς μεταξύ των άκρων στα τεστ ισορροπίας

Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης (διασποράς) με έναν παράγοντα (One-way Anova) προκειμένου να εξεταστούν πιθανές διαφορές μεταξύ του τραυματισμένου και του υγιούς άκρου εκτέλεσης, στα τεστ ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκαν κατά την αρχική αξιολόγηση του δείγματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των άκρων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης:

α) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «άκρο», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των δύο άκρων (χειρουργημένο άκρο, υγιές άκρο) όσον αφορά τη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου), $F(1,70)=9,095, p<.05$

β) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «άκρο», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των δύο άκρων (χειρουργημένο άκρο, υγιές άκρο) όσον αφορά την απόκλιση σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) $F(1,70)=6,703, p<.05$

γ) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «άκρο», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των δύο άκρων (χειρουργημένο άκρο, υγιές άκρο) όσον αφορά την απόκλιση σε μετωπιαίο επίπεδο για τις τρεις ομάδες (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) $F(1,70)=8,301 p<.05$

Αντίστοιχα ήταν τα αποτελέσματα και για τις μετρήσεις του χρόνου διατήρησης της ισορροπίας επάνω στις σανίδες ισορροπίας. Πιο συγκεκριμένα:

δ) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «άκρο», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των δύο

άκρων (χειρουργημένο άκρο, υγιές άκρο) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) $F(1,70)=16,173, p<.05$

ε) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «άκρο», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των δύο άκρων (χειρουργημένο άκρο, υγιές άκρο) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας, καθώς κινούνταν στο προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) $F(1,70)=7,505, p<.05$

στ) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «άκρο», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των δύο άκρων (χειρουργημένο άκρο, υγιές άκρο) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας στο μετωπιαίο επίπεδο για τις τρεις ομάδες (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) $F(1,70)=7,656, p<.05$

ζ) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «άκρο», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των δύο άκρων (χειρουργημένο άκρο, υγιές άκρο) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας, καθώς κινούνταν στο μετωπιαίο επίπεδο για τις τρεις ομάδες (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) $F(1,70)=4,809, p<.05$

η) Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «άκρο», δηλαδή υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων όρων των δύο άκρων (χειρουργημένο άκρο, υγιές άκρο) όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα που επιτρέπει την κίνηση σε όλα τα επίπεδα για τις τρεις ομάδες (Εξάσκηση με στόχους, Εξάσκηση χωρίς στόχους και Ελέγχου) $F(1,70)=13,352, p<.05$

Β' πειραματική φάση: Αξιολογήσεις μετά την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας

Αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας στο ηλεκτρονικό σύστημα

Μέτρηση της συνολικής απόκλισης από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, εκ των οποίων μόνο ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, με εξαρτημένη μεταβλητή τη «συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις δύο αξιολογήσεις που έγιναν στις δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές («Αρχική μέτρηση», πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης, και «Τελική μέτρηση», μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το τραυματισμένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς τη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33)=37,34$, $p<.001$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες παρουσίασαν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά στη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο

κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού) (Πίνακας 4.2.1, Σχήμα 4.2.1).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [F(1,33)=131,2 p<.05] και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [F(1,33)=44,7 p<.05], όχι όμως και στην ομάδα ελέγχου [F(1,33)=0,45 p>.05]. Δηλαδή βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στην τιμή της «συνολικής απόκλισης από το οριζόντιο επίπεδο» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση μόνο για τις δύο πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και όχι για την ομάδα ελέγχου. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε μείωση στην τιμές της «συνολικής απόκλισης από το οριζόντιο επίπεδο» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για τις πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και η οποία ήταν μεγαλύτερη για την ομάδα εξάσκησης με τον καθορισμό των στόχων.

Πίνακας 4.2.1. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της συνολικής απόκλισης του χειρουργημένου άκρου από το οριζόντιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

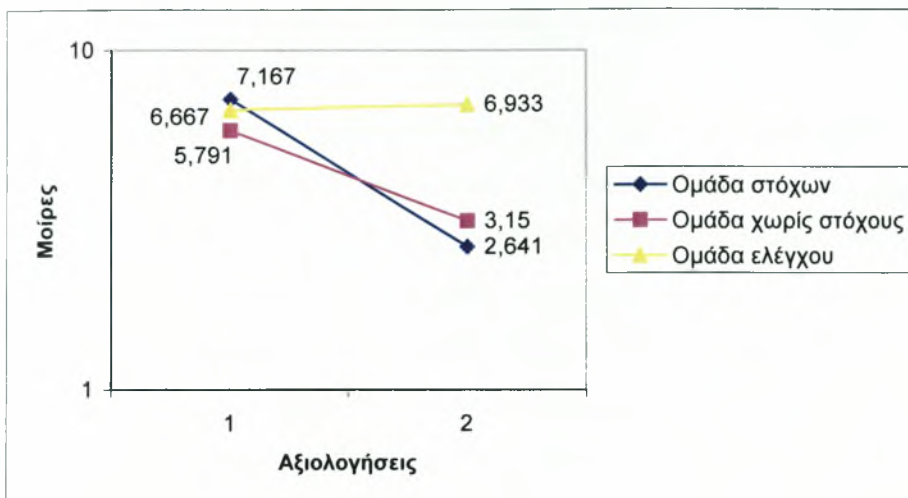
Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	7,167±2,472	2,641±0,900 ^{1,2}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	5,791±1,566	3,150±0,794 ^{1,2}
Ελέγχου	6,667±2,585	6,933±3,028 ³
F	37,34***	

*p<.05, **p<.01 ***p<.001

1 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Αρχικής και Τελικής μέτρησης (p<0.05)

2 στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα ελέγχου» (p<0.05)

3 στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα χωρίς στόχους» (p<0.05)



Σχήμα 4.2.1. Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου σε τιμές συνολικής απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική αξιολόγηση (2)

Μέτρηση της απόκλισης στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή την «απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις δύο αξιολογήσεις που έγιναν στις δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές.

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στην απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το τραυματισμένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στην απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

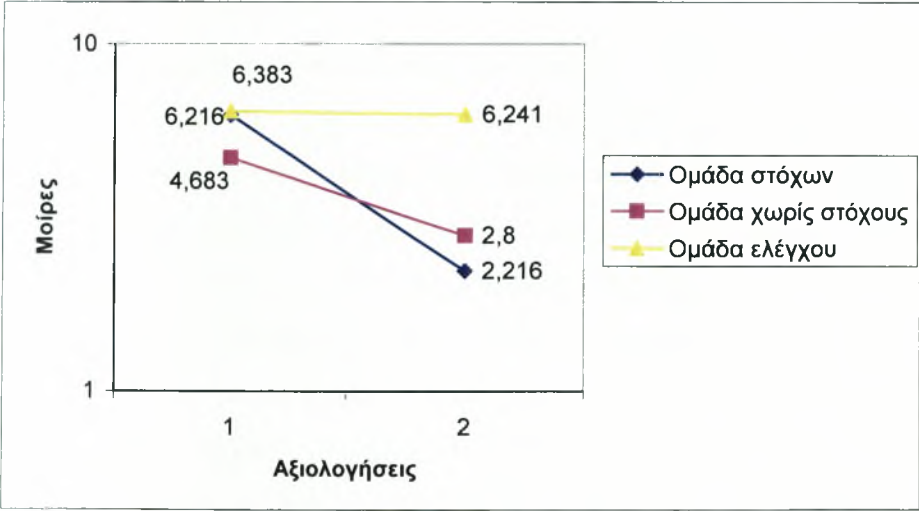
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 22,26$, $p < .001$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες παρουσίασαν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.2.2, Σχήμα 4.2.2).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [$F(1,33)=95,4$ $p < .05$] και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(1,33)=21,15$ $p < .05$], όχι όμως και στην ομάδα ελέγχου [$F(1,33)=0,12$ $p > .05$]. Δηλαδή βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στην τιμή της «απόκλισης στο προσθιοπίσθιο επίπεδο» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση μόνο για τις δύο πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και όχι για την ομάδα ελέγχου. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε μείωση στην τιμή της «απόκλισης στο προσθιοπίσθιο επίπεδο» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για τις πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και η οποία ήταν μεγαλύτερη για την «ομάδα στόχων».

Πίνακας 4.2.2 Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M\pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της απόκλισης του χειρουργημένου άκρου στο προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M\pm SD$	$M\pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	$6,216\pm 2,076$	$2,216\pm 0,760^{1,2}$
Εξάσκηση χωρίς στόχους	$4,683\pm 1,598$	$2,800\pm 0,716^{1,2}$
Ελέγχου	$6,383\pm 3,192$	$6,241\pm 7,273^3$
F	22,26***	

* $p<0,05$, ** $p<0,01$ *** $p<0,001$
1 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Αρχικής και Τελικής μέτρησης ($p<0,05$)
2 στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα ελέγχου» ($p<0,05$)
3 στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα χωρίς στόχους» ($p<0,05$)



Σχήμα 4.2.2. Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου σε τιμές προσθιοπίσθιας απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική αξιολόγηση (2)

Μέτρηση της απόκλισης στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή την «απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στην απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στην απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 15,71$, $p < .001$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες παρουσίασαν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.2.3, Σχήμα 4.2.3).

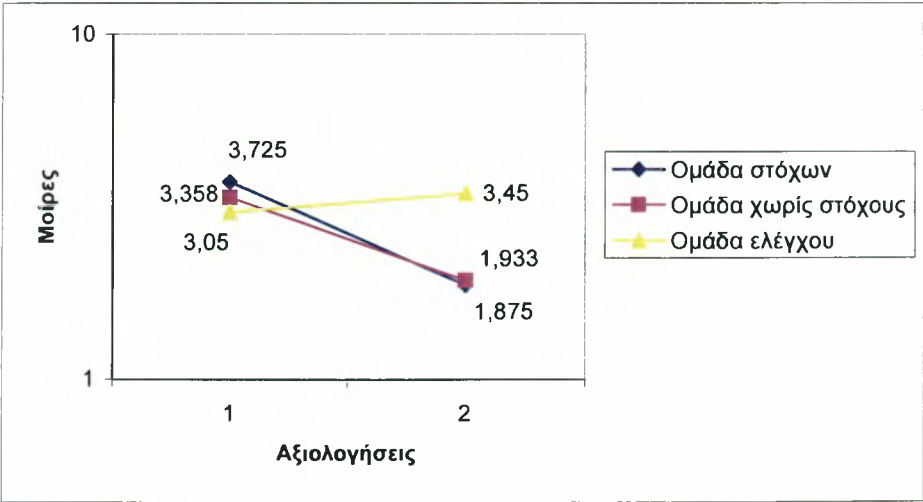
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [$F(1,33)=37,63$ $p<.05$] και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(1,33)=22,32$ $p<.05$], όχι όμως και στην ομάδα ελέγχου [$F(1,33)=0,19$ $p>.05$]. Δηλαδή βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στην τιμή της «απόκλισης στο μετωπιαίο επίπεδο» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση μόνο για τις δύο πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και όχι για την ομάδα ελέγχου. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε μείωση στην τιμή

της «απόκλισης στο μετωπιαίο επίπεδο» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για τις πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και η οποία ήταν μεγαλύτερη για την «ομάδα στόχων».

Πίνακας 4.2.3 Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της απόκλισης του χειρουργημένου άκρου στο μετωπιαίο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	3,725±1,742	1,875±0,384 ^{1,2}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	3,358±0,641	1,933±0,400 ^{1,2}
Ελέγχου	3,050±1,071	3,450±1,321
F	15,71***	

*p<.05, **p<.01 ***p<.001
1 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Αρχικής και Τελικής μέτρησης (p<0.05)
2 στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα ελέγχου» (p<0.05)
3 στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα χωρίς στόχους» (p<0.05)



Σχήμα 4.2.3. Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου σε τιμές έσω-έξω πλάγιας απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική αξιολόγηση (2)

Μέτρηση της συνολικής απόκλισης από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, εκ των οποίων μόνο ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, με εξαρτημένη μεταβλητή τη «συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις δύο αξιολογήσεις που έγιναν στις δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές («Αρχική μέτρηση», πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης, και «Τελική μέτρηση», μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς τη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

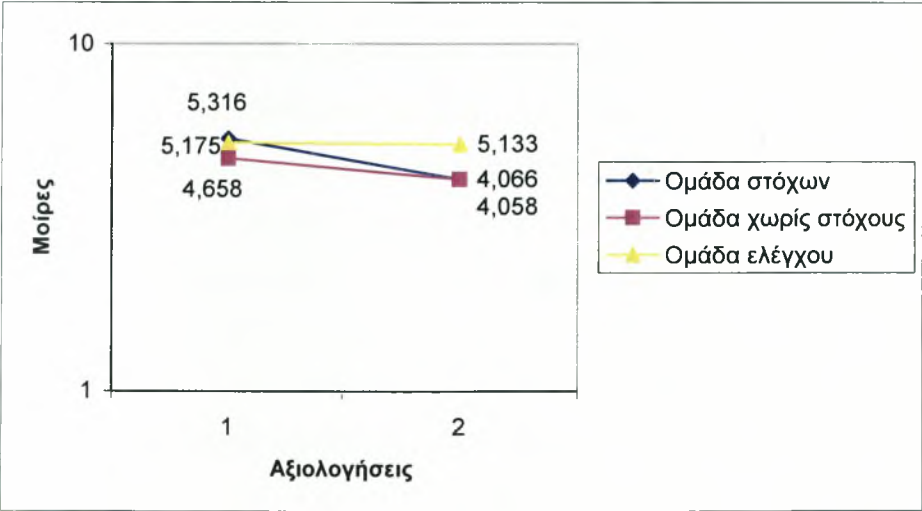
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 2,214$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (τεστ παραλληλισμού). Από την άλλη, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 7,22$, $p < .05$, κάτι που σημαίνει ότι η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε

διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33)=.680$, $p>.05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (Πίνακας 4.2.4, Σχήμα 4.2.4).

Πίνακας 4.2.4. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M\pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της συνολικής απόκλισης του υγιούς άκρου από το οριζόντιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M\pm SD$	$M\pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	$5,316\pm 1,895$	$4,066\pm 1,849$
Εξάσκηση χωρίς στόχους	$4,658\pm 1,363$	$4,058\pm 0,888$
Ελέγχου	$5,175\pm 2,449$	$5,133\pm 2,052$
F	2,214	

* $p<.05$, ** $p<.01$ *** $p<.001$



Σχήμα 4.2.4. Γράφημα της απόδοσης του υγιούς άκρου σε τιμές συνολικής απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική αξιολόγηση (2)

Μέτρηση της απόκλισης στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο

Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή την «απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις δύο αξιολογήσεις που έγιναν στις δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές.

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στην απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στην απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

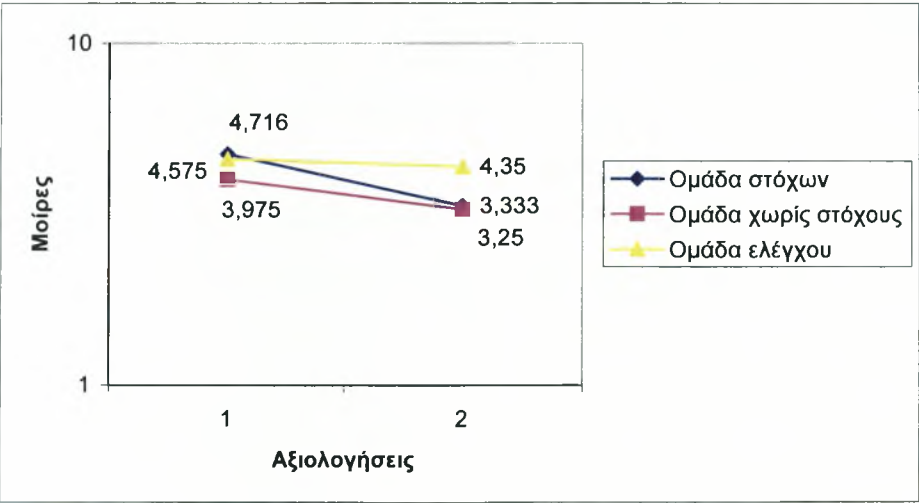
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 1,733$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (τεστ παραλληλισμού). Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 9,311$, $p < .05$, κάτι που σημαίνει ότι η απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33) = .890$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών

πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς την απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (Πίνακας 4.2.5, Σχήμα 4.2.5).

Πίνακας 4.2.5 Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της απόκλισης του υγιούς άκρου στο προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	$4,716 \pm 1,929$	$3,333 \pm 1,620$
Εξάσκηση χωρίς στόχους	$3,975 \pm 1,394$	$3,250 \pm 0,913$
Ελέγχου	$4,575 \pm 2,378$	$4,350 \pm 1,828$
F	22,26***	

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$



Σχήμα 4.2.5. Γράφημα της απόδοσης του υγιούς άκρου σε τιμές προσθιοπίσθιας απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική αξιολόγηση (2)

Μέτρηση της απόκλισης στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο

Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή την «απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

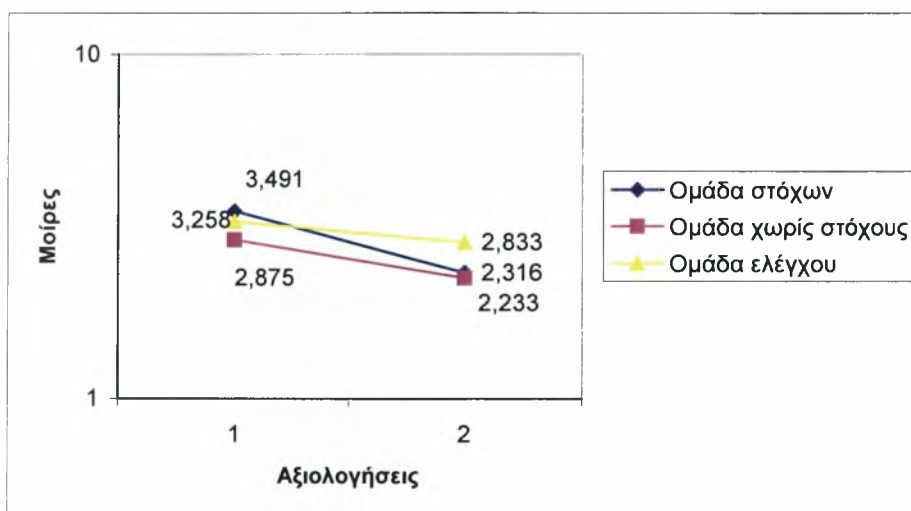
- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στην απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στην απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 1,759$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (τεστ παραλληλισμού). Διαπιστώθηκε όμως στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 19,78$, $p < .001$, κάτι που σημαίνει ότι η απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33) = .641$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς την απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (Πίνακας 4.2.6, Σχήμα 4.2.6).

Πίνακας 4.2.6. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της απόκλισης του υγιούς άκρου στο μετωπιαίο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	$3,491 \pm 1,865$	$2,316 \pm 1,207$
Εξάσκηση χωρίς στόχους	$2,875 \pm 0,519$	$2,233 \pm 0,463$
Ελέγχου	$3,258 \pm 1,461$	$2,833 \pm 1,079$
F	15,79***	

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$



Σχήμα 4.2.6. Γράφημα της απόδοσης του υγιούς άκρου σε τιμές έσω-έξω πλάγιας απόκλισης για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική αξιολόγηση (2)

Αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας στις σανίδες ισορροπίας

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο στις σανίδες ισορροπίας με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 26,38$, $p < .001$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες παρουσίασαν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.3.1, Σχήμα 4.3.1).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του

παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [$F(1,33)=107,38$ $p<.05$] και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(1,33)=21,56$ $p<.05$], όχι όμως και στην ομάδα ελέγχου [$F(1,33)=0,13$ $p>.05$]. Δηλαδή βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση μόνο για τις δύο πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και όχι για την ομάδα ελέγχου. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε αύξηση του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο στις σανίδες ισορροπίας» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για τις πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και η οποία ήταν μεγαλύτερη για την «ομάδα στόχων».

Πίνακας 4.3.1. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M\pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

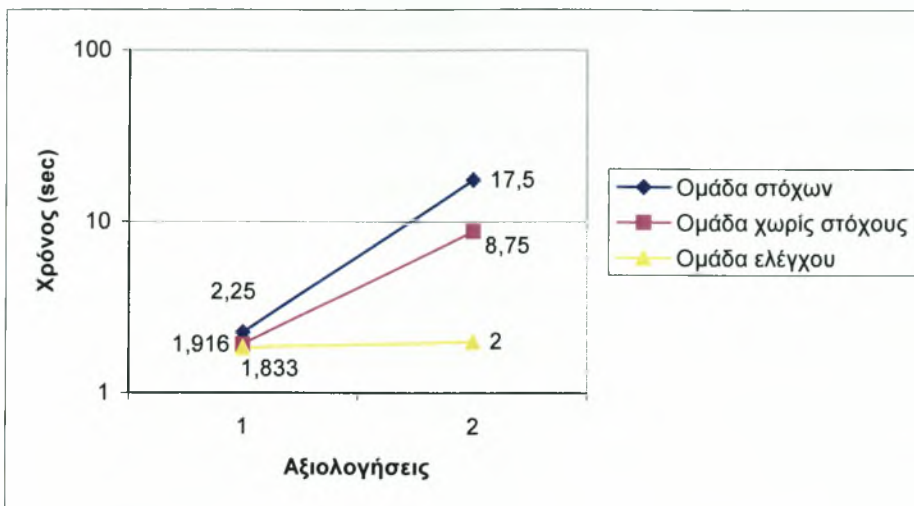
Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M\pm SD$	$M\pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	$2,250\pm 0,621$	$17,50\pm 8,048^{1,2,3}$
Εξάσκηση χωρίς στόχους	$1,916\pm 0,793$	$8,750\pm 3,278^{1,2}$
Ελέγχου	$1,833\pm 0,755$	$2,000\pm 0,852^3$
F	$26,38^{***}$	

* $p<.05$, ** $p<.01$ *** $p<.001$

1 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Αρχικής και Τελικής μέτρησης ($p<0.05$)

2 στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα ελέγχου» ($p<0.05$)

3 στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα χωρίς στόχους» ($p<0.05$)



Σχήμα 4.3.1. Γράφημα του χρόνου διατήρησης της ισορροπίας κατά την προσθιοπίσθια κατεύθυνση με το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο στις σανίδες ισορροπίας με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, καθώς κινούνταν σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και

γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 25,35$, $p < .001$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.3.2, Σχήμα 4.3.2).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [$F(1,33)=91,84$ $p<.05$] και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(1,33)=51,66$ $p<.05$], όχι όμως και στην ομάδα ελέγχου [$F(1,33)=0,007$ $p>.05$]. Δηλαδή, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στο «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση μόνο για τις δύο ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και όχι για την ομάδα ελέγχου. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε αύξηση του «χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο στις σανίδες ισορροπίας» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για τις πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και η οποία ήταν μεγαλύτερη για την «ομάδα στόχων».

Πίνακας 4.3.2. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, καθώς κινούνταν σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	2,333±0,887	11,66±3,676 ^{1,2}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	2,083±0,668	9,083±4,795 ^{1,2}
Ελέγχου	2,000±1,044	1,916±0,668 ^{3,4}
F	25,35***	

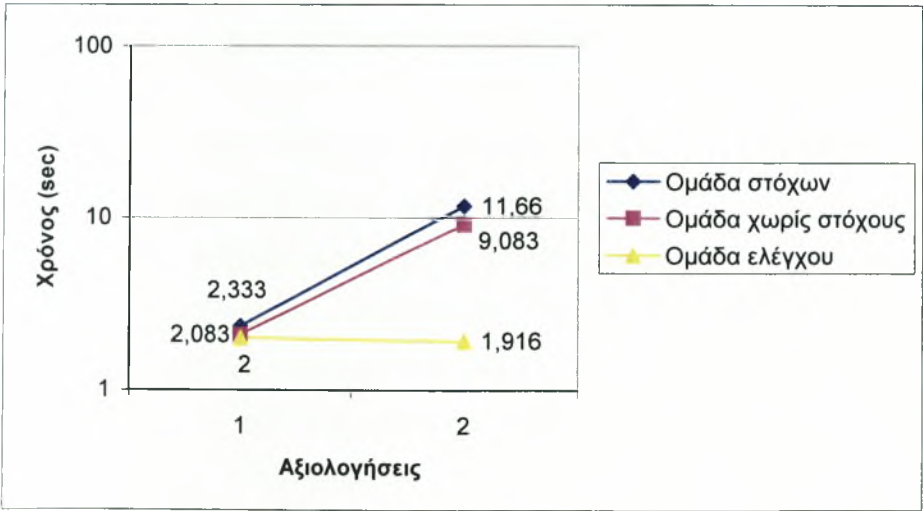
*p<.05, **p<.01 ***p<.001

¹στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Αρχικής και Τελικής μέτρησης (p<0.05)

²στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα ελέγχου» (p<0.05)

³στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα χωρίς στόχους» (p<0.05)

⁴στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα με στόχους» (p<0.05)



Σχήμα 4.3.2. Γράφημα του χρόνου διατήρησης της ισορροπίας, καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση με το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (One-way ANCOVA) χρησιμοποιώντας ως εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας για το χειρουργημένο άκρο σε μετωπιαίο επίπεδο στη 2^η μέτρηση» (μετά την εξάσκηση), ως ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») και ως συνδιακυμαντή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο στη 1^η μέτρηση» (πριν την εξάσκηση).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί η υπόθεση εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») στην 2^η μέτρηση (αμέσως μετά την εξάσκηση) εφ' όσον οι τιμές στην εξαρτημένη μεταβλητή «χρόνος διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο στη 2^η μέτρηση» έχουν προσαρμοσθεί για υπάρχουσες διαφορές που συνδέονται με την 1^η μέτρηση (πριν την εξάσκηση).

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της μεταβλητής «χρόνος διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο» στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση του συνδιακυμαντή παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.4.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι ο συνδιακυμαντής «χρόνος διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο στη 1^η μέτρηση» δεν συνέβαλε στατιστικά σημαντικά στη ρύθμιση του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο» στη 2^η μέτρηση $F(1,35)=1.639$, $p>.05$. Ωστόσο βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο» στη 2^η μέτρηση μεταξύ των τριών ομάδων $F(2,35)=14.708$, $p<.01$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») εμφανίζονται διαφορές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας «ελέγχου» και της ομάδας «εξάσκηση με στόχους» $p<.05$, καθώς και μεταξύ της ομάδας «εξάσκηση με στόχους» και της ομάδας «εξάσκηση χωρίς στόχους». Ωστόσο δεν

παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας «ελέγχου» και της ομάδας «εξάσκηση χωρίς στόχους», $p>.05$.

Οι ρυθμισμένοι μέσοι όροι δείχνουν ότι τη μεγαλύτερη αύξηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο» στη 2^η μέτρηση την έχει η ομάδα «Εξάσκηση με στόχους», ενώ τη μικρότερη η ομάδα «Ελέγχου». (Πίνακας 4.3.4).

Πίνακας 4.3.3. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συµµεταβλητής.

Ομάδες	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
Εξάσκηση με στόχους	3,083 $\pm$ 0,900	30,916 $\pm$ 20,66
Εξάσκηση χωρίς στόχους	3,166 $\pm$ 1,029	10,583 $\pm$ 3,82
Ελέγχου	2,250 $\pm$ 0,866	2,416 $\pm$ 0,79

Πίνακας 4.3.4. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.

Ομάδες	Μεταβολή στη 2 ^η μέτρηση	N
Εξάσκηση με στόχους	30,200	12
Εξάσκηση χωρίς στόχους	9,628	12
Ελέγχου	4,089	12
F	14.708	

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (One-way ANCOVA) χρησιμοποιώντας ως εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) για το χειρουργημένο άκρο σε μετωπιαίο επίπεδο στη 2^η μέτρηση» (μετά την εξάσκηση), ως ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») και ως συνδιακυμαντή το «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο στη 1^η μέτρηση» (πριν την εξάσκηση).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί η υπόθεση εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») στην 2^η μέτρηση (αμέσως μετά την εξάσκηση) εφ' όσον οι τιμές στην εξαρτημένη μεταβλητή «χρόνος διατήρησης δυναμικής ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο στη 2^η μέτρηση» έχουν προσαρμοσθεί για υπάρχουσες διαφορές που συνδέονται με την 1^η μέτρηση (πριν την εξάσκηση).

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της μεταβλητής «χρόνος διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το τραυματισμένο άκρο» στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση του συνδιακυμαντή παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.5.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι ο συνδιακυμαντής «χρόνος διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο στη 1^η μέτρηση» δεν συνέβαλε στατιστικά σημαντικά στη ρύθμιση του «χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο» στη 2^η μέτρηση $F(1,35)=.101$, $p>.05$. Ωστόσο βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στο «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο» στη 2^η μέτρηση μεταξύ των τριών ομάδων $F(2,35)=6.129$, $p<.01$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») εμφανίζονται διαφορές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας «ελέγχου»

και της ομάδας “εξάσκηση με στόχους” $p<.05$. Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας “εξάσκηση χωρίς στόχους”, καθώς και μεταξύ της ομάδας “εξάσκηση με στόχους” και της ομάδας “εξάσκηση χωρίς στόχους”.

Οι ρυθμισμένοι μέσοι όροι δείχνουν ότι τη μεγαλύτερη αύξηση στο «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο» στη 2^η μέτρηση την έχει η ομάδα «Εξάσκηση με στόχους», ενώ τη μικρότερη η ομάδα «Ελέγχου». (Πίνακας 4.3.6).

Πίνακας 4.3.5. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.

Ομάδες	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
Εξάσκηση με στόχους	2,667 $\pm$ 0,651	15,250 $\pm$ 12,62
Εξάσκηση χωρίς στόχους	1,916 $\pm$ 0,668	7,667 $\pm$ 2,14
Ελέγχου	1,666 $\pm$ 06,51	1,833 $\pm$ 0,57

Πίνακας 4.3.6. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.

Ομάδες	Μεταβολή στη 2 ^η μέτρηση	N
Εξάσκηση με στόχους	14,882	12
Εξάσκηση χωρίς στόχους	7,772	12
Ελέγχου	2,096	12
F	6.129	

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (One-way ANCOVA) χρησιμοποιώντας ως εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το χειρουργημένο άκρο στη 2^η μέτρηση» (μετά την εξάσκηση), ως ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») και ως συνδιακυμαντή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το χειρουργημένο άκρο στη 1^η μέτρηση» (πριν την εξάσκηση).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί η υπόθεση εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») στην 2^η μέτρηση (αμέσως μετά την εξάσκηση) εφ' όσον οι τιμές στην εξαρτημένη μεταβλητή «χρόνος διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το χειρουργημένο άκρο στη 2^η μέτρηση» έχουν προσαρμοσθεί για υπάρχουσες διαφορές που συνδέονται με την 1^η μέτρηση (πριν την εξάσκηση).

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της μεταβλητής «χρόνος διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το χειρουργημένο άκρο» στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση του συνδιακυμαντή παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.7.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι ο συνδιακυμαντής «χρόνος διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το χειρουργημένο άκρο στη 1^η μέτρηση» δεν συνέβαλε στατιστικά σημαντικά στη ρύθμιση του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια» στη 2^η μέτρηση $F(1,35)=.910, p>.05$. Ωστόσο βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το χειρουργημένο άκρο» στη 2^η μέτρηση μεταξύ των τριών ομάδων $F(2,35)=5.026, p<.05$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») εμφανίζονται διαφορές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας «ελέγχου»

και της ομάδας “εξάσκηση με στόχους” $p<.05$. Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας “εξάσκηση χωρίς στόχους”, καθώς και μεταξύ της ομάδας “εξάσκηση με στόχους” και της ομάδας “εξάσκηση χωρίς στόχους”.

Οι ρυθμισμένοι μέσοι όροι δείχνουν ότι τη μεγαλύτερη αύξηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το χειρουργημένο άκρο» στη 2^η μέτρηση την έχει η ομάδα «Εξάσκηση με στόχους», ενώ τη μικρότερη η ομάδα «Ελέγχου». (Πίνακας 4.3.8).

Πίνακας 4.3.7. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M\pm SD$) του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το χειρουργημένο άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.

Ομάδες	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
Εξάσκηση με στόχους	2,500 $\pm$ 0,674	37,833 $\pm$ 38,6
Εξάσκηση χωρίς στόχους	2,583 $\pm$ 0,996	16,333 $\pm$ 13,99
Ελέγχου	1,667 $\pm$ 0,778	2,250 $\pm$ 1,21

Πίνακας 4.3.8. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.

Ομάδες	Μεταβολή στη 2 ^η μέτρηση	N
Εξάσκηση με στόχους	36,641	12
Εξάσκηση χωρίς στόχους	14,744	12
Ελέγχου	5,031	12
F	5.026	

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας, που επιτρέπει κίνηση σε όλα τα επίπεδα, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 41,53$, $p < .001$. Δηλαδή οι τρεις ομάδες παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.3.9, Σχήμα 4.3.3).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στις ομάδες «ομάδα στόχων» [$F(1,33)=15,34$ $p<.05$] και «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(1,33)=12,43$ $p<.05$], όχι όμως και στην ομάδα ελέγχου [$F(1,33)=0,001$ $p>.05$]. Δηλαδή βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στο

«χρόνο διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια στην ημισφαιρική σανίδα» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση μόνο για τις δύο ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και όχι για την ομάδα ελέγχου. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε αύξηση του «χρόνο διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια στην ημισφαιρική σανίδα» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για τις πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και η οποία ήταν μεγαλύτερη για την «ομάδα στόχων».

Πίνακας 4.3.9. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια, για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

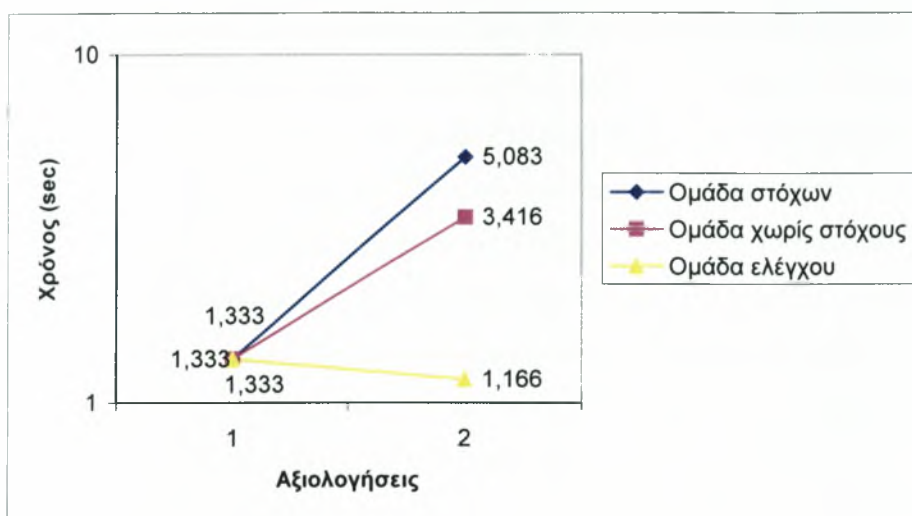
Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	1,333±0,651	5,083±1,781 ^{1,2}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	1,333±0,651	3,416±0,514 ^{1,2}
Ελέγχου	1,333±0,492	1,166±0,389 ³
F	41,53***	

*p<.05, **p<.01 ***p<.001

¹στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Αρχικής και Τελικής μέτρησης (p<0.05)

²στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα ελέγχου» (p<0.05)

³στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα χωρίς στόχους» (p<0.05)



Σχήμα 4.3.3. Γράφημα του χρόνου διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο στις σανίδες ισορροπίας με το υγιές άκρο

Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και

γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 0,680$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (τεστ παραλληλισμού). Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 18,98$, $p < .001$, κάτι που σημαίνει ότι ο χρόνος διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας στο ίδιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο των τριών ομάδων, διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33) = 5,989$, $p < .05$, συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (Πίνακας 4.3.10, Σχήμα 4.3.4).

Πίνακας 4.3.10. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

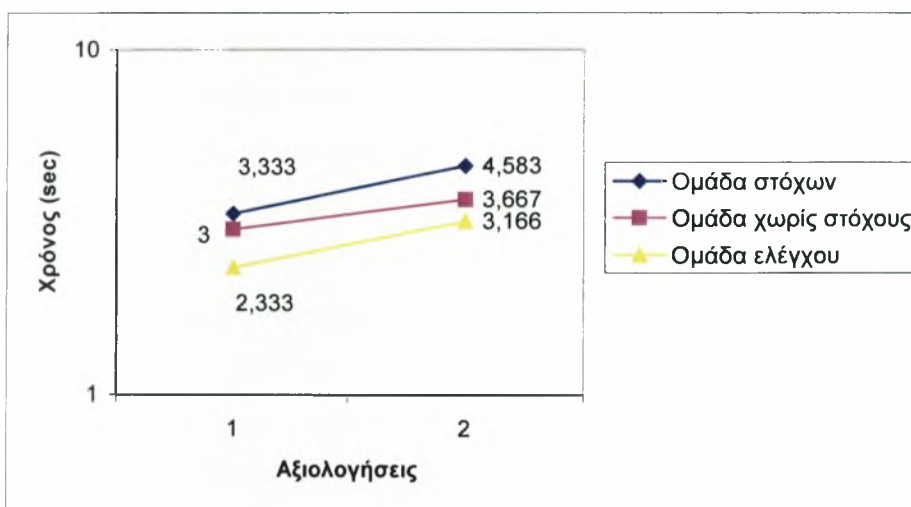
Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	$3,333 \pm 0,984$	$4,583 \pm 1,164^{1,2,3}$
Εξάσκηση χωρίς στόχους	$3,000 \pm 1,206$	$3,667 \pm 1,073^{1,2}$
Ελέγχου	$2,333 \pm 0,887$	$3,166 \pm 1,029^3$
F	0,680***	

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$

1 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Αρχικής και Τελικής μέτρησης ($p < 0.05$)

2 στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα ελέγχου» ($p < 0.05$)

3 στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα χωρίς στόχους» ($p < 0.05$)



Σχήμα 4.3.4. Γράφημα του χρόνου διατήρησης της ισορροπίας κατά την προσθιοπίσθια κατεύθυνση με το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο στις σανίδες ισορροπίας με το υγιές άκρο

Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, καθώς κινούνταν σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 4,083$, $p < .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (Πίνακας 4.3.11, Σχήμα 4.3.5).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(1,33)=5,85$ $p<.05$], όχι όμως και στην «ομάδα στόχων» [$F(1,33)=2,64$ $p>.05$] και στην ομάδα ελέγχου

[F(1,33)=0,04 p>.05]. Δηλαδή, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στο «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση μόνο για τη μία ομάδα («ομάδα χωρίς στόχους») και όχι για την ομάδα στόχων και ελέγχου. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε αύξηση του «χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο στις σανίδες ισορροπίας» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για τη μία πειραματική ομάδα («ομάδα χωρίς στόχους»).

Πίνακας 4.3.11. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια, καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

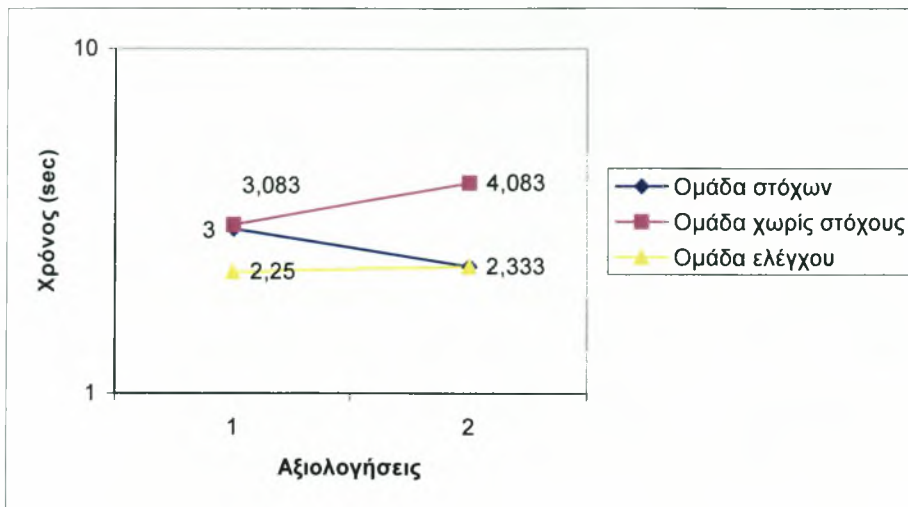
Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	3,000±1,414	2,333±1,370 ^{1,2,3}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	3,083±0,668	4,083±1,240 ^{1,2}
Ελέγχου	2,250±0,965	2,333±1,370
F	4,083***	

*p<.05, **p<.01 ***p<.001

¹στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Αρχικής και Τελικής μέτρησης (p<0.05)

²στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα ελέγχου» (p<0.05)

³στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα χωρίς στόχους» (p<0.05)



Σχήμα 4.3.5. Γράφημα του χρόνου διατήρησης της ισορροπίας, καθώς κινούνταν, σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση με το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (One-way ANCOVA) χρησιμοποιώντας ως εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας για το υγιές άκρο σε μετωπιαίο επίπεδο στη 2^η μέτρηση» (μετά την εξάσκηση), ως ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») και ως συνδιακυμαντή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο στη 1^η μέτρηση» (πριν την εξάσκηση).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί η υπόθεση εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») στην 2^η μέτρηση (αμέσως μετά την εξάσκηση) εφ' όσον οι τιμές στην εξαρτημένη μεταβλητή «χρόνος διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο στη 2^η μέτρηση» έχουν προσαρμοσθεί για υπάρχουσες διαφορές που συνδέονται με την 1^η μέτρηση (πριν την εξάσκηση).

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της μεταβλητής «χρόνος διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο» στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση του συνδιακυμαντή παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.12.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι ο συνδιακυμαντής «χρόνος διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο στη 1^η μέτρηση» δεν συνέβαλε στατιστικά σημαντικά στη ρύθμιση του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο» στη 2^η μέτρηση $F(1,35)=2.780$, $p>.05$. Ωστόσο βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το τραυματισμένο άκρο» στη 2^η μέτρηση μεταξύ των τριών ομάδων $F(2,35)=20.863$, $p<.01$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») εμφανίζονται διαφορές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας «ελέγχου» και της ομάδας «εξάσκηση με στόχους» $p<.05$. Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας «ελέγχου» και της ομάδας «εξάσκηση χωρίς στόχους», καθώς και μεταξύ της ομάδας «εξάσκηση με στόχους» και της ομάδας «εξάσκηση χωρίς στόχους» $p>.05$.

Οι ρυθμισμένοι μέσοι όροι δείχνουν ότι τη μεγαλύτερη αύξηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο» στη 2^η μέτρηση την έχει η ομάδα «Εξάσκηση με στόχους», ενώ τη μικρότερη η ομάδα «Ελέγχου». (Πίνακας 4.3.13).

Πίνακας 4.3.12. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.

Ομάδες	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
Εξάσκηση με στόχους	3,750 $\pm$ 0,965	5,833 $\pm$ 2,09
Εξάσκηση χωρίς στόχους	4,250 $\pm$ 1,422	4,667 $\pm$ 1,30
Ελέγχου	2,833 $\pm$ 1,337	2,750 $\pm$ 1,35

Πίνακας 4.3.13. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.

Ομάδες	Μεταβολή στη 2 ^η μέτρηση	N
Εξάσκηση με στόχους	5,783	12
Εξάσκηση χωρίς στόχους	4,434	12
Ελέγχου	3,033	12
F	20.863	

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (One-way ANCOVA) χρησιμοποιώντας ως εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) για το υγιές άκρο σε μετωπιαίο επίπεδο στη 2^η μέτρηση» (μετά την εξάσκηση), ως ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») και ως συνδιακυμαντή το «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο στη 1^η μέτρηση» (πριν την εξάσκηση).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί η υπόθεση εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων

(«Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») στην 2^η μέτρηση (αμέσως μετά την εξάσκηση) εφ' όσον οι τιμές στην εξαρτημένη μεταβλητή «χρόνος διατήρησης δυναμικής ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο στη 2^η μέτρηση» έχουν προσαρμοσθεί για υπάρχουσες διαφορές που συνδέονται με την 1^η μέτρηση (πριν την εξάσκηση).

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της μεταβλητής «χρόνος διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο» στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση του συνδιακυμαντή παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2.7.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι ο συνδιακυμαντής «χρόνος διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο στη 1^η μέτρηση» δεν συνέβαλε στατιστικά σημαντικά στη ρύθμιση του «χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο» στη 2^η μέτρηση $F(1,35)=1.747$, $p>.05$. Ωστόσο βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στο «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το τραυματισμένο άκρο» στη 2^η μέτρηση μεταξύ των τριών ομάδων $F(2,35)=8.722$, $p<.01$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») εμφανίζονται διαφορές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας «ελέγχου» και της ομάδας «εξάσκηση με στόχους» $p<.05$. Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας «ελέγχου» και της ομάδας «εξάσκηση χωρίς στόχους», καθώς και μεταξύ της ομάδας «εξάσκηση με στόχους» και της ομάδας «εξάσκηση χωρίς στόχους».

Οι ρυθμισμένοι μέσοι όροι δείχνουν ότι τη μεγαλύτερη αύξηση στο «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο» στη 2^η μέτρηση την έχει η ομάδα «Εξάσκηση με στόχους», ενώ τη μικρότερη η ομάδα «Ελέγχου». (Πίνακας 4.3.14).

Πίνακας 4.3.14. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M\pm SD$) του «χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.

Ομάδες	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
Εξάσκηση με στόχους	3,166 $\pm$ 1,466	4,50 $\pm$ 1,31
Εξάσκηση χωρίς στόχους	2,583 $\pm$ 0,793	3,416 $\pm$ 0,9
Ελέγχου	2,000 $\pm$ 0,738	2,25 $\pm$ 0,75

Πίνακας 4.3.15. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας (κίνηση) σε μετωπιαίο επίπεδο για το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.

Ομάδες	Μεταβολή στη 2 ^η μέτρηση	N
Εξάσκηση με στόχους	4,228	12
Εξάσκηση χωρίς στόχους	3,417	12
Ελέγχου	2,522	12
F	8.722	

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (One-way ANCOVA) χρησιμοποιώντας ως εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το υγιές άκρο στη 2^η μέτρηση» (μετά την εξάσκηση), ως ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») και ως συνδιακυμαντή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το υγιές άκρο στη 1^η μέτρηση» (πριν την εξάσκηση).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί η υπόθεση εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων

(«Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») στην 2^η μέτρηση (αμέσως μετά την εξάσκηση) εφ' όσον οι τιμές στην εξαρτημένη μεταβλητή «χρόνος διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το υγιές άκρο στη 2^η μέτρηση» έχουν προσαρμοσθεί για υπάρχουσες διαφορές που συνδέονται με την 1^η μέτρηση (πριν την εξάσκηση).

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της μεταβλητής «χρόνος διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το υγιές άκρο» στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση του συνδιακυμαντή παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.16.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι ο συνδιακυμαντής «χρόνος διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το υγιές άκρο στη 1^η μέτρηση» συνέβαλε στατιστικά σημαντικά στη ρύθμιση του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια» στη 2^η μέτρηση $F(1,35)=17.258$, $p<.05$. Ωστόσο βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το τραυματισμένο άκρο» στη 2^η μέτρηση μεταξύ των τριών ομάδων $F(2,35)=4.887$, $p<.05$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») εμφανίζονται διαφορές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας «ελέγχου» και της ομάδας «εξάσκηση με στόχους» $p<.05$. Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας «ελέγχου» και της ομάδας «εξάσκηση χωρίς στόχους», καθώς και μεταξύ της ομάδας «εξάσκηση με στόχους» και της ομάδας «εξάσκηση χωρίς στόχους».

Οι ρυθμισμένοι μέσοι όροι δείχνουν ότι τη μεγαλύτερη αύξηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το υγιές άκρο» στη 2^η μέτρηση την έχει η ομάδα «Εξάσκηση με στόχους», ενώ τη μικρότερη η ομάδα «Ελέγχου». (Πίνακας 4.3.17).

Πίνακας 4.3.16. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M\pm SD$) του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το υγιές άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.

Ομάδες	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
Εξάσκηση με στόχους	3,583 $\pm$ 1,621	6,333 $\pm$ 2,64
Εξάσκηση χωρίς στόχους	4,166 $\pm$ 1,267	5,583 $\pm$ 1,5
Ελέγχου	2,250 $\pm$ 1,055	3,083 $\pm$ 1,37

Πίνακας 4.3.17. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια για το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.

Ομάδες	Μεταβολή στη 2 ^η μέτρηση	N
Εξάσκηση με στόχους	6,120	12
Εξάσκηση χωρίς στόχους	4,872	12
Ελέγχου	4,009	12
F	4.887	

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με το υγιές άκρο

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας, που επιτρέπει κίνηση σε όλα τα επίπεδα, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),

β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στο χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και

γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

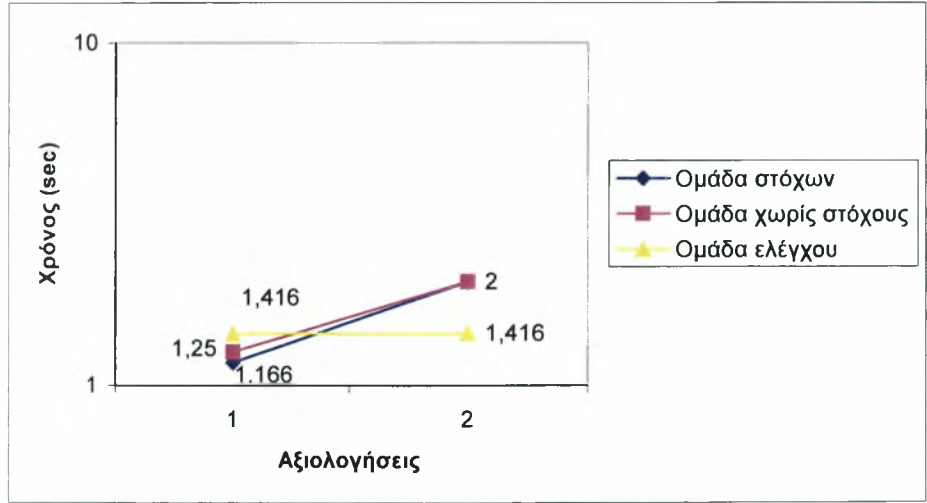
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 4,656$, $p < .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, κατά την εκτέλεση με το υγιές άκρο (Πίνακας 4.3.18, Σχήμα 4.5.6).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους», «ομάδα ελέγχου»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [$F(1,33)=15,34$ $p > .05$] και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(1,33)=12,43$ $p < .05$], όχι όμως και στην ομάδα ελέγχου [$F(1,33)=0,001$ $p > .05$]. Δηλαδή, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας, που επιτρέπει κίνηση σε όλα τα επίπεδα» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση μόνο για τις δύο ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και όχι για την ομάδα ελέγχου. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε αύξηση του «χρόνου διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας, που επιτρέπει κίνηση σε όλα τα επίπεδα» από την πρώτη στη δεύτερη μέτρηση, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για τις πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και η οποία ήταν μεγαλύτερη για την «ομάδα στόχων».

Πίνακας 4.3.18. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια, για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	1,166±0,38	2,0±0,85 ^{1,2}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	1,25±0,45	2,0±0,6 ^{1,2}
Ελέγχου	1,416±0,51	1,416±0,51
F	4,656	

*p<.05, **p<.01 ***p<.001
1στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Αρχικής και Τελικής μέτρησης (p<0.05)
2στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα ελέγχου» (p<0.05)
3στατιστικά σημαντική διαφορά με την «ομάδα χωρίς στόχους» (p<0.05)



Σχήμα 4.3.6. Γράφημα του χρόνου διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Αξιολόγηση των βιομηχανικών παραμέτρων κατά τη βάδιση

Μέτρηση της επιφάνειας επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή την «επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το τραυματισμένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στην επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στην επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

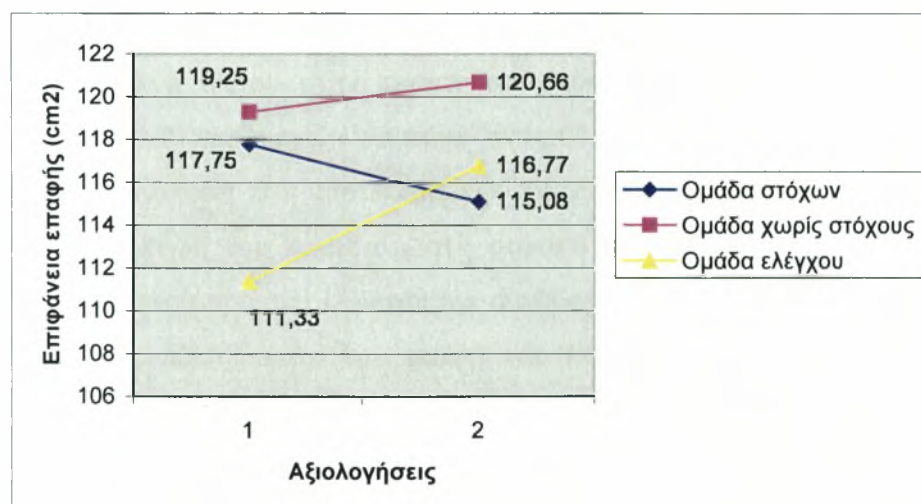
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 0,937$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά στην επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 0,136$, $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι η επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33)=0,410$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές

διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς την επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.4.1, Σχήμα 4.4.1).

Πίνακας 4.4.1. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	$117,75 \pm 17,32$	$115,08 \pm 17,92$
Εξάσκηση χωρίς στόχους	$119,25 \pm 15,10$	$120,66 \pm 19,48$
Ελέγχου	$111,33 \pm 17,86$	$116,77 \pm 21,74$
F	0,937***	

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$



Σχήμα 4.4.1. Γράφημα της επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (One-way ANCOVA) χρησιμοποιώντας ως εξαρτημένη μεταβλητή τη «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το χειρουργημένο άκρο στη 2^η μέτρηση» (μετά την εξάσκηση), ως ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») και ως συνδιακυμαντή τη «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο για το χειρουργημένο άκρο στη 1^η μέτρηση» (πριν την εξάσκηση).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί η υπόθεση εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») στην 2^η μέτρηση (αμέσως μετά την εξάσκηση) εφ' όσον οι τιμές στην εξαρτημένη μεταβλητή «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το χειρουργημένο άκρο στη 2^η μέτρηση» έχουν προσαρμοσθεί για υπάρχουσες διαφορές που συνδέονται με την 1^η μέτρηση (πριν την εξάσκηση).

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της μεταβλητής «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το χειρουργημένο άκρο» στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση του συνδιακυμαντή παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.2.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι ο συνδιακυμαντής «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το χειρουργημένο άκρο στη 1^η μέτρηση» συνέβαλε στατιστικά σημαντικά στη ρύθμιση της «μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το χειρουργημένο άκρο» στη 2^η μέτρηση $F(1,35)=14.698, p<.05$. Επίσης, δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το χειρουργημένο άκρο» στη 2^η μέτρηση μεταξύ των τριών ομάδων $F(2,35)=0.979, p>.05$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους»,

«Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») εμφανίζονται διαφορές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δε σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας “εξάσκηση με στόχους” $p>.05$. Επίσης, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας “εξάσκηση χωρίς στόχους”, καθώς και μεταξύ της ομάδας “εξάσκηση με στόχους” και της ομάδας “εξάσκηση χωρίς στόχους”, $p>.05$

Οι ρυθμισμένοι μέσοι όροι δείχνουν ότι τη μεγαλύτερη αύξηση στη «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το χειρουργημένο άκρο» στη 2^η μέτρηση την έχει η ομάδα «Ελέγχου» ενώ τη μικρότερη η ομάδα «Εξάσκηση χωρίς στόχους». (Πίνακας 4.4.3).

Πίνακας 4.4.2. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το χειρουργημένο άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.

Ομάδες	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
Εξάσκηση με στόχους	85,608 $\pm$ 17,285	85,191 $\pm$ 15,79
Εξάσκηση χωρίς στόχους	105,333 $\pm$ 16,893	90,491 $\pm$ 20,87
Ελέγχου	107,850 $\pm$ 16,447	100,516 $\pm$ 18,83

Πίνακας 4.4.3. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.

Ομάδες	Μεταβολή στη 2 ^η μέτρηση	N
Εξάσκηση με στόχους	93,848	12
Εξάσκηση χωρίς στόχους	86,942	12
Ελέγχου	95,410	12
F	0.979	

Μέτρηση της επιφάνειας επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο

Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή την «επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

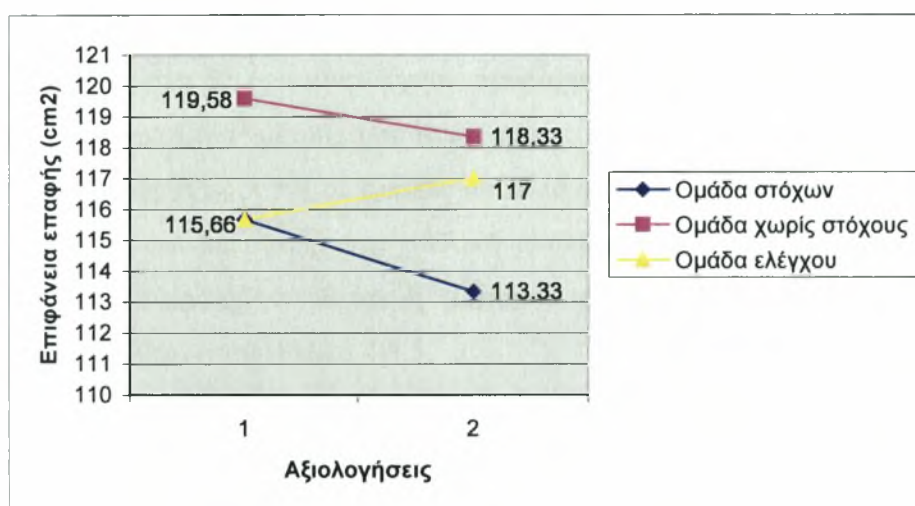
- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στην επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στην επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 1,292$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά στην επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 0,614$, $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι η επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33) = 0,214$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς την επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο (Πίνακας 4.4.4, Σχήμα 4.4.2).

Πίνακας 4.4.4. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	$115,66 \pm 18,38$	$113,33 \pm 18,21$
Εξάσκηση χωρίς στόχους	$119,58 \pm 15,96$	$118,33 \pm 16,24$
Ελέγχου	$115,66 \pm 15,85$	$117,00 \pm 17,33$
F	0,614***	

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$



Σχήμα 4.4.2. Γράφημα της επιφάνεια επαφής του πέλματος κατά τη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση για το υγιές άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση συνδιακύμανσης (One-way ANCOVA) χρησιμοποιώντας ως εξαρτημένη μεταβλητή τη «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το υγιές άκρο στη 2^η μέτρηση» (μετά την εξάσκηση), ως ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») και ως συνδιακυμαντή τη «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο για το υγιές άκρο στη 1^η μέτρηση» (πριν την εξάσκηση).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί η υπόθεση εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») στην 2^η μέτρηση (αμέσως μετά την εξάσκηση) εφ' όσον οι τιμές στην εξαρτημένη μεταβλητή «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το υγιές άκρο στη 2^η μέτρηση» έχουν προσαρμοσθεί για υπάρχουσες διαφορές που συνδέονται με την 1^η μέτρηση (πριν την εξάσκηση).

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της μεταβλητής «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το υγιές άκρο» στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση του συνδιακυμαντή παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.4.5.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι ο συνδιακυμαντής «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το υγιές άκρο στη 1^η μέτρηση» συνέβαλε στατιστικά σημαντικά στη ρύθμιση της «μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το υγιές άκρο» στη 2^η μέτρηση $F(1,35)=18.547$, $p>.05$. Επίσης, δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στ «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το υγιές άκρο» στη 2^η μέτρηση μεταξύ των τριών ομάδων $F(2,35)=2.089$, $p>.05$.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για να διαπιστωθεί μεταξύ ποιών βαθμίδων του παράγοντα «ομάδα» («Εξάσκηση με στόχους», «Εξάσκηση χωρίς στόχους», «Ελέγχου») εμφανίζονται διαφορές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δε σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας

“ελέγχου” και της ομάδας “εξάσκηση με στόχους” $p>.05$. Επίσης, δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας “εξάσκηση χωρίς στόχους”, καθώς και μεταξύ της ομάδας “εξάσκηση με στόχους” και της ομάδας “εξάσκηση χωρίς στόχους”, $p>.05$

Οι ρυθμισμένοι μέσοι όροι δείχνουν ότι τη μεγαλύτερη αύξηση στη «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το υγιές άκρο» στη 2^η μέτρηση την έχει η ομάδα «Ελέγχου» ενώ τη μικρότερη η ομάδα «Εξάσκηση χωρίς στόχους». (Πίνακας 4.4.6).

Πίνακας 4.4.5. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$) του «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το υγιές άκρο» για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση πριν τη ρύθμιση της συμμεταβλητής.

Ομάδες	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
Εξάσκηση με στόχους	94,516 $\pm$ 17,692	80,650 $\pm$ 17,98
Εξάσκηση χωρίς στόχους	109,650 $\pm$ 19,691	87,791 $\pm$ 22,24
Ελέγχου	116,975 $\pm$ 7,136	106,225 $\pm$ 16,7

Πίνακας 4.4.6. Ρυθμισμένοι μέσοι όροι (M) της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος, στη στατική ανάλυση στον πελματογράφο με το υγιές άκρο για τις τρεις ομάδες στη δεύτερη μέτρηση σε σχέση με την πρώτη μέτρηση.

Ομάδες	Μεταβολή στη 2 ^η μέτρηση	N
Εξάσκηση με στόχους	89,821	12
Εξάσκηση χωρίς στόχους	85,887	12
Ελέγχου	98,959	12
F	2.089	

Μέτρηση της μέγιστης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή την «μέγιστη πίεση κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στη μέγιστη πίεση κατά την επαφή του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στη μέγιστη πίεση κατά την επαφή του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς τη μέγιστη πίεση κατά την επαφή του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 1,00$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά στη μέγιστη πίεση κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 1,00$, $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι η μέγιστη πίεση κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33)=0,410$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των

επιπέδων) ως προς τη μέγιστη πίεση κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.4.7).

Πίνακας 4.4.7. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέγιστης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	$272,00 \pm 3,81$	$270,90 \pm 0$
Εξάσκηση χωρίς στόχους	$270,90 \pm 0$	$270,90 \pm 0$
Ελέγχου	$270,90 \pm 0$	$270,90 \pm 0$
F	1,000***	

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$

Μέτρηση της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, με εξαρτημένη μεταβλητή την «μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και

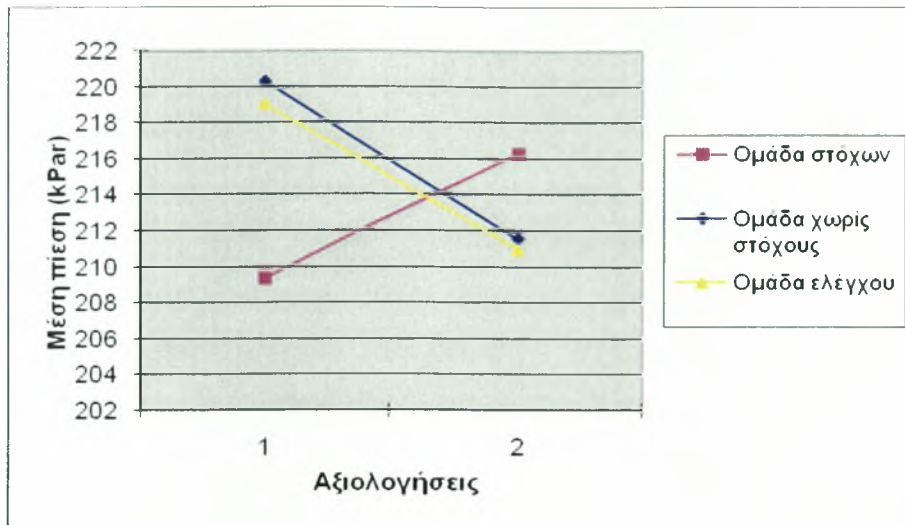
γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς τη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 1,92$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά στη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 0,798$, $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι η μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33)=0,117$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.4.8, Σχήμα 4.4.3).

Πίνακας 4.4.8. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	209,34 $\pm$ 20,23	216,27 $\pm$ 211,18
Εξάσκηση χωρίς στόχους	220,28 $\pm$ 30,84	211,53 $\pm$ 17,0
Ελέγχου	219,06 $\pm$ 11,26	210,98 $\pm$ 9,18
F	1,922***	

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$



Σχήμα 4.4.3. Γράφημα της μέσης πίεσης του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση του χρόνου επαφής του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο επαφής του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στο χρόνο επαφής του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στο χρόνο επαφής του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και

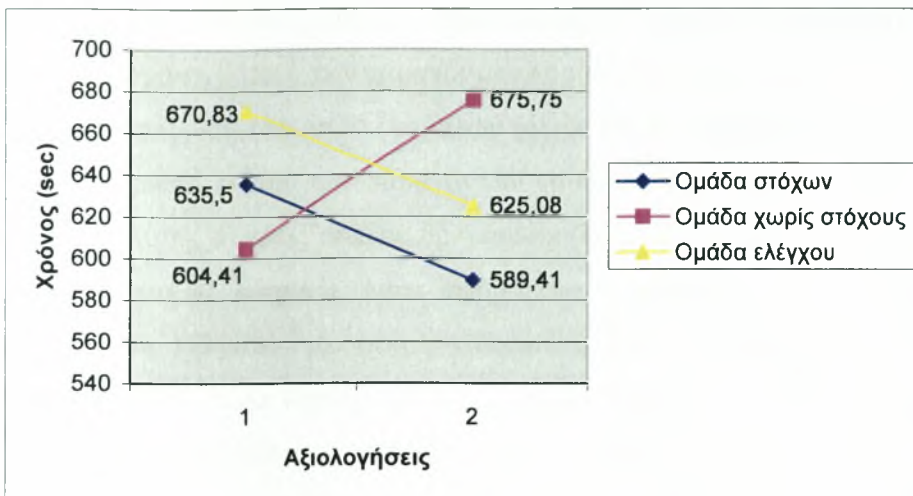
γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς το χρόνο επαφής του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 2,001$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά στο χρόνο επαφή του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 0,61$ $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι ο χρόνος επαφής του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33)=0,255$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς το χρόνο επαφή του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.4.9. Σχήμα 4.4.4).

Πίνακας 4.4.9. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου επαφής του πέλματος στη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD
Εξάσκηση με στόχους	635,50 $\pm$ 149,29	589,41 $\pm$ 111,78
Εξάσκηση χωρίς στόχους	604,41 $\pm$ 177,68	675,75 $\pm$ 63,43
Ελέγχου	670,83 $\pm$ 193,72	625,08 $\pm$ 177,11
F	2,001***	

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$



Σχήμα 4.4.4. Γράφημα του χρόνου επαφής του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Αξιολόγηση του ποσοστού (%) του συνολικού χρόνου επαφής του πέλματος με τη μέγιστη πίεση κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή το «ποσοστό (%) του συνολικού χρόνου επαφής του πέλματος με τη μέγιστη πίεση κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση». Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στο ποσοστό (%) του συνολικού χρόνου επαφής του πέλματος με τη μέγιστη πίεση κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),

β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στο ποσοστό (%) του συνολικού χρόνου επαφής του πέλματος με τη μέγιστη πίεση κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και

γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς το ποσοστό (%) του συνολικού χρόνου επαφής του πέλματος με τη μέγιστη πίεση κατά

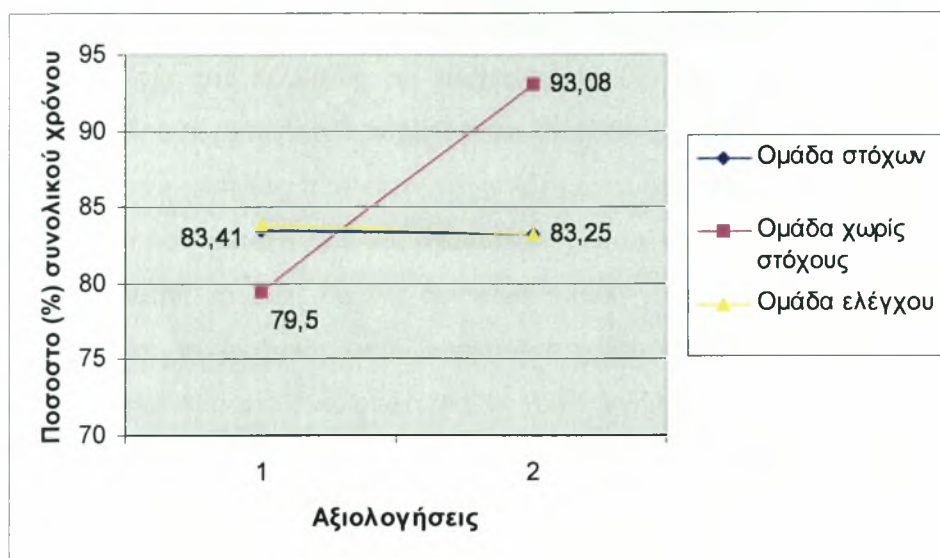
τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 1,951$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά στο ποσοστό (%) του συνολικού χρόνου επαφής του πέλματος με τη μέγιστη πίεση κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 1,617$ $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι ποσοστό αυτό για το χειρουργημένο άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33)=0,147$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς το ποσοστό (%) του συνολικού χρόνου επαφής του πέλματος με τη μέγιστη πίεση κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.4.10. Σχήμα 4.4.5).

Πίνακας 4.4.10. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του ποσοστού (%) του συνολικού χρόνου επαφής του πέλματος με τη μέγιστη πίεση κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD
Εξάσκηση με στόχους	83,41 $\pm$ 14,98	83,25 $\pm$ 14,99
Εξάσκηση χωρίς στόχους	79,50 $\pm$ 21,96	93,08 $\pm$ 8,65
Ελέγχου	83,91 $\pm$ 21,25	83,25 $\pm$ 21,61
F	1,951***	

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$



Σχήμα 4.4.5. Γράφημα ποσοστού του συνολικού χρόνου επαφής του πέλματος κατά τη δυναμική ανάλυση για το χειρουργημένο άκρο για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Αξιολόγηση βιομηχανικών παραμέτρων κατά την άνοδο-κάθοδο σκάλας

Μέτρηση του χρόνου της τελευταίας επαφής του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο πρώτο σκαλοπάτι

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή «το χρόνο της τελευταίας επαφής του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο σκαλοπάτι», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στο χρόνο επαφής του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στο χρόνο επαφής του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και

γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς το χρόνο επαφής του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

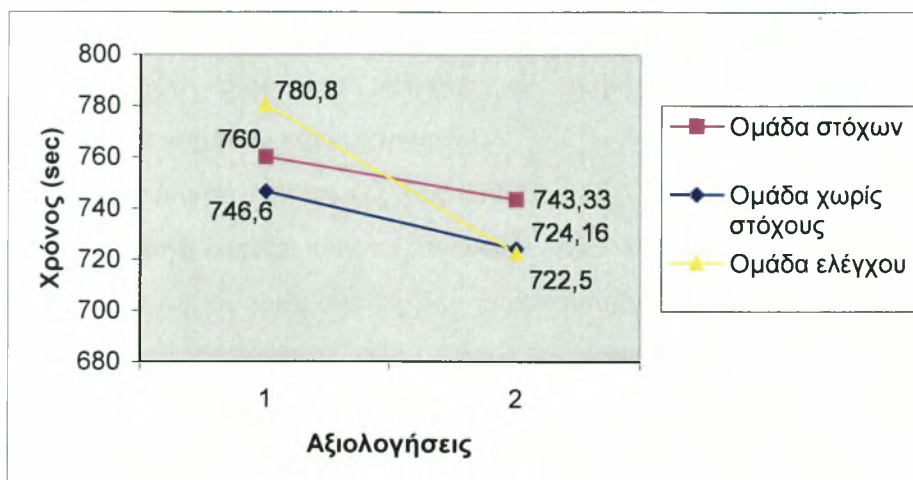
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 1,183$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά στο χρόνο τελευταίας επαφής του πέλματος πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 7,361$, $p < .05$, κάτι που σημαίνει ότι ο χρόνος επαφής του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο, διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33)=0,170$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς το χρόνο τελευταίας επαφής του πέλματος του χειρουργημένου άκρου πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι (Πίνακας 4.5.1. Σχήμα 4.5.1).

Πίνακας 4.5.1. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου της τελευταίας επαφής του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	760 $\pm$ 85,81	743,3 $\pm$ 102,89 ¹
Εξάσκηση χωρίς στόχους	746,6 $\pm$ 93,3	724,1 $\pm$ 71,6 ¹
Ελέγχου	780,8 $\pm$ 77,9	722,5 $\pm$ 84,5
F		1,183***

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$

¹ στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Αρχικής και Τελικής μέτρησης ($p < 0.05$)



Σχήμα 4.5.1. Γράφημα του χρόνου της τελευταίας επαφής του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz2) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο πρώτο σκαλοπάτι

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή «τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας του χειρουργημένου άκρου, πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο σκαλοπάτι», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και

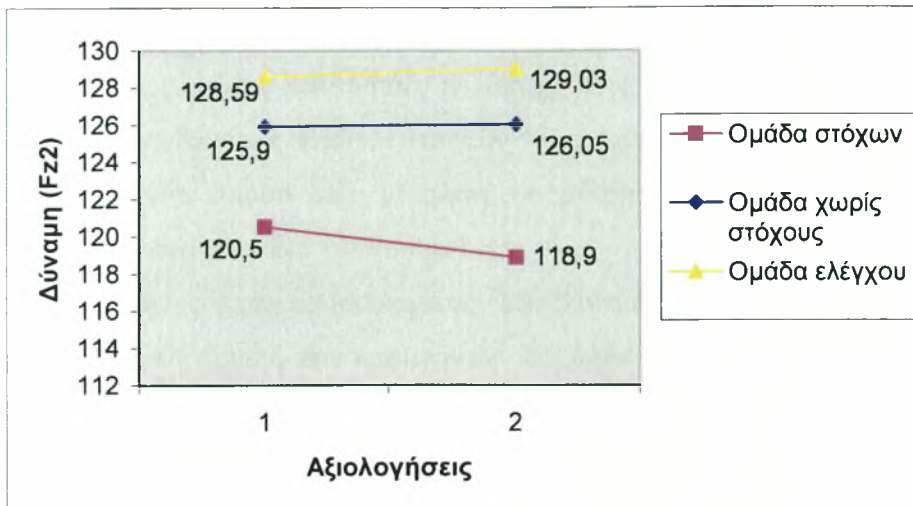
γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας για το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 0,31$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 0,10$, $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι η μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας για το χειρουργημένο άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33)=0,567$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας του χειρουργημένου άκρου πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι (Πίνακας 4.5.2. Σχήμα 4.5.2).

Πίνακας 4.5.2. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz2) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	120,58 $\pm$ 19,21	118,9 $\pm$ 22,3
Εξάσκηση χωρίς στόχους	125,9 $\pm$ 26,1	126,05 $\pm$ 20,82
Ελέγχου	128,5 $\pm$ 25,48	129,03 $\pm$ 28,47
F		0,31***

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$



Σχήμα 4.5.2. Γράφημα της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz2) κατά την τελευταία επαφή της πτέρνας (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz4) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο πρώτο σκαλοπάτι

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή «τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων του χειρουργημένου άκρου, πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο σκαλοπάτι», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την τελευταία απογείωση

των δακτύλων για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και

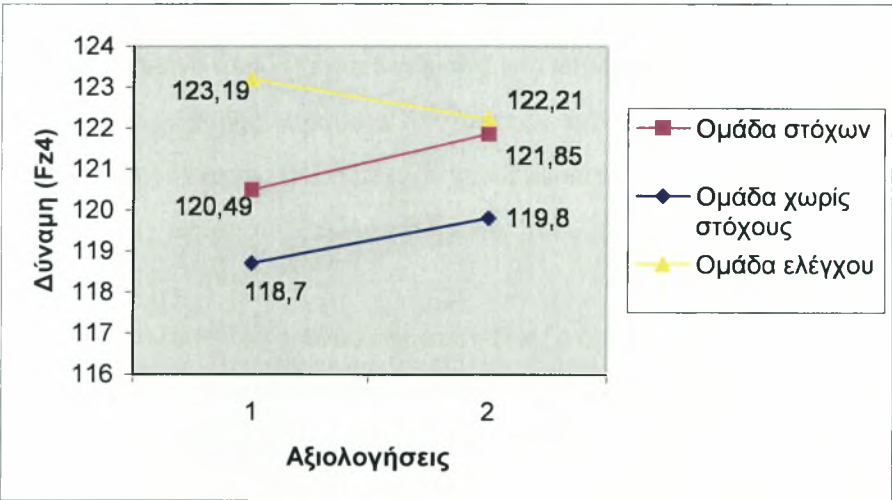
γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων του χειρουργημένου άκρου από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 0,125$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 0,54$, $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι η μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων για το χειρουργημένο άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33) = 0,167$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων του χειρουργημένου άκρου πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι (Πίνακας 4.5.3. Σχήμα 4.5.3).

Πίνακας 4.5.3. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz4) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	120,49±15,52	121,85±17,59
Εξάσκηση χωρίς στόχους	118,76±13,72	119,18±10,19
Ελέγχου	123,19±15,78	122,21±19,65
F	0,125***	

*p<.05, **p<.01 ***p<.001



Σχήμα 4.5.3. Γράφημα της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz4) κατά την τελευταία απογείωση των δακτύλων (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση της ελάχιστης τιμής δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο πρώτο σκαλοπάτι

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή «την ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 του χειρουργημένου άκρου, πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο σκαλοπάτι», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στην ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στην ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 του χειρουργημένου άκρου από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

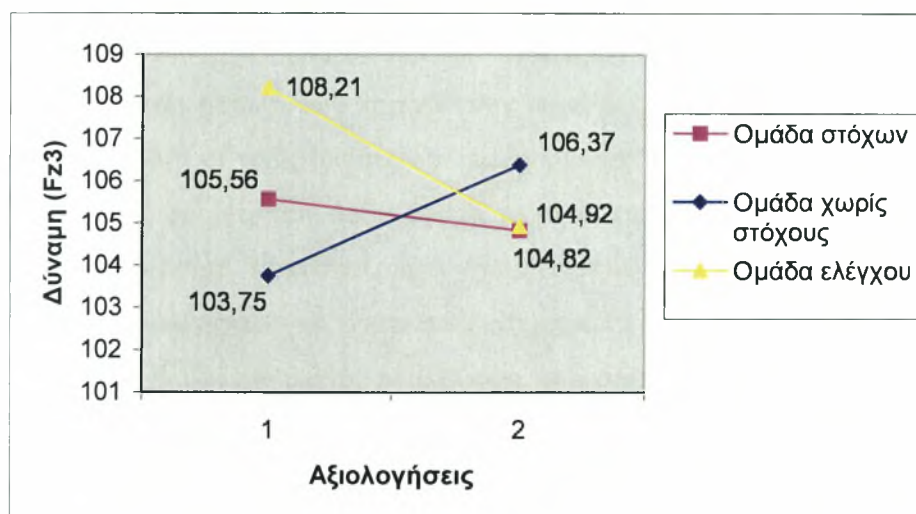
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 0,417$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά την ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 0,32$, $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι η ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 για το χειρουργημένο άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33) = 0,35$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς την ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 του

χειρουργημένου άκρου πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι (Πίνακας 4.5.4. Σχήμα 4.5.4).

Πίνακας 4.5.4. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της ελάχιστης τιμής δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	105,56 $\pm$ 17,79	104,92 $\pm$ 17,16
Εξάσκηση χωρίς στόχους	103,75 $\pm$ 15,97	106,37 $\pm$ 16,61
Ελέγχου	108,21 $\pm$ 19,27	104,92 $\pm$ 16,86
F	0,417***	

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$



Σχήμα 4.5.4. Γράφημα της ελάχιστης τιμής δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση της μέσης πίεσης της τελευταίας επαφής του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο πρώτο σκαλοπάτι

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή «τη μέση πίεση της τελευταίας επαφής του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, πριν το ανέβασμα του υγιούς άκρου στο σκαλοπάτι», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

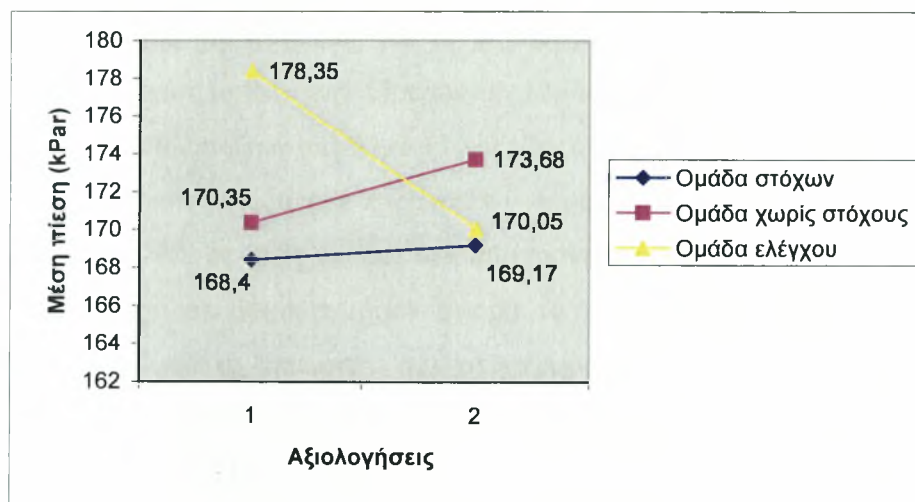
- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στη μέση πίεση του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς τη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 2,502$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά τη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι (χειρουργημένο άκρο) (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 0,396$, $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι η μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33) = 0,792$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος του χειρουργημένου άκρου πριν το ανέβασμα στο σκαλοπάτι (Πίνακας 4.5.5. Σχήμα 4.5.5).

Πίνακας 4.5.5. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	$168,4 \pm 9,82$	$169,17 \pm 10,82$
Εξάσκηση χωρίς στόχους	$170,35 \pm 13,56$	$173,6 \pm 8,59$
Ελέγχου	$178,35 \pm 13,40$	$170,05 \pm 17,1$
F	2,502***	

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$



Σχήμα 4.5.5. Γράφημα της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) πριν το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση του χρόνου επαφής του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή «το χρόνο επαφής του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, κατά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στο χρόνο επαφής του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στο χρόνο επαφής του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς το χρόνο επαφής του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

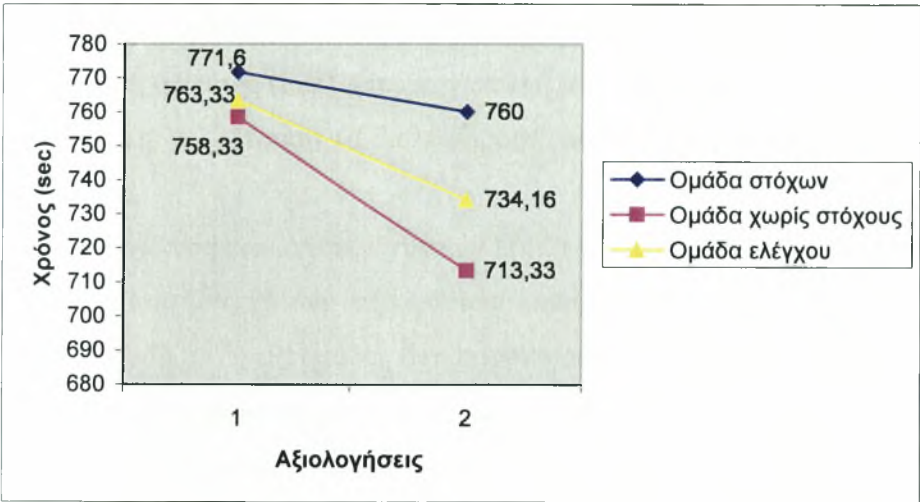
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 0,619$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά το χρόνο επαφής του πέλματος κατά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 5471$, $p < .05$, κάτι που σημαίνει ότι ο χρόνος επαφής του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο, διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33) = 0,483$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς το χρόνο επαφής του πέλματος του χειρουργημένου άκρου κατά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι (Πίνακας 4.5.6. Σχήμα 4.5.6).

Πίνακας 4.5.6. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου επαφής του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από τελευταίο το σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	771,6±70,43	760±92,93 ¹
Εξάσκηση χωρίς στόχους	758,3±73,09	713,3±55,48 ¹
Ελέγχου	763,3±116,7	734,16±78,67
F		0,619***

*p<.05, **p<.01 ***p<.001

¹στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της Αρχικής και Τελικής μέτρησης (p<0.05)



Σχήμα 4.5.6. Γράφημα του χρόνου επαφής του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz2) κατά την επαφή της πτέρνας (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή «τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) επαφής της πτέρνας του χειρουργημένου άκρου, κατά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

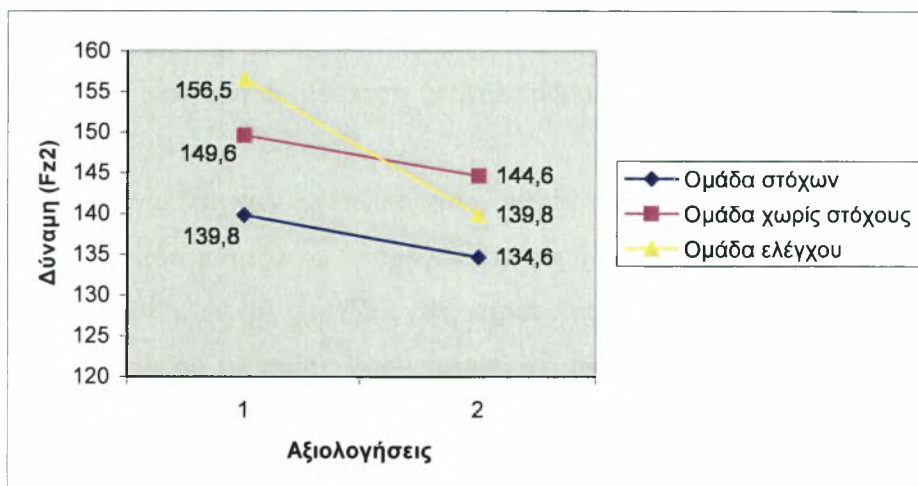
- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την επαφή της πτέρνας για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την επαφή της πτέρνας για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την επαφή της πτέρνας για το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 0,627$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) επαφής της πτέρνας κατά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 2,567$, $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι η μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την επαφή της πτέρνας για το χειρουργημένο άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33) = 0,874$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz2) κατά την επαφή της πτέρνας του χειρουργημένου άκρου (Πίνακας 4.5.7. Σχήμα 4.5.7).

Πίνακας 4.5.7. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz2) κατά την επαφή της πτέρνας (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	$139,88 \pm 28,89$	$134,68 \pm 29,64$
Εξάσκηση χωρίς στόχους	$149,67 \pm 29,9$	$144,6 \pm 26,7$
Ελέγχου	$156,5 \pm 30,47$	$139,88 \pm 20,55$
F		0,627***

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$



Σχήμα 4.5.7. Γράφημα της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz2) κατά την επαφή της πτέρνας (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή «τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων του χειρουργημένου άκρου, μετά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων του χειρουργημένου άκρου από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

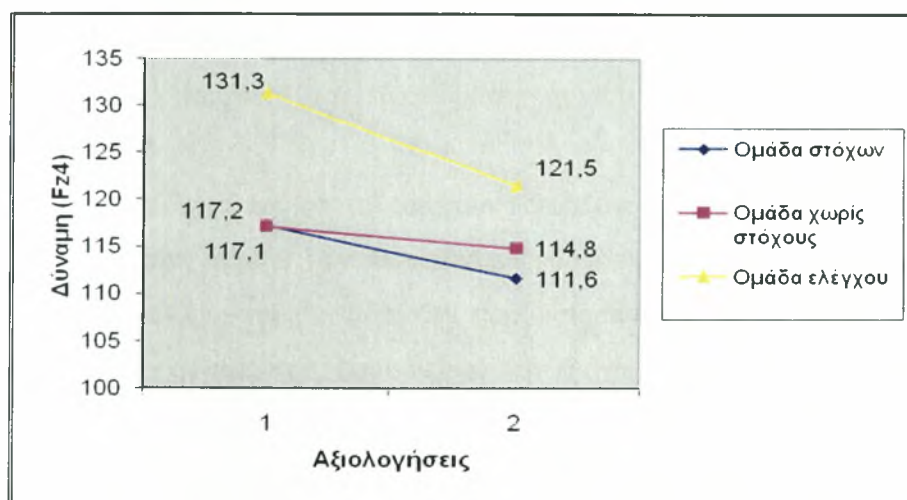
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 0,547$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων μετά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Ωστόσο, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33)=4,127$, $p < .05$, κάτι που σημαίνει ότι η μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων για το χειρουργημένο άκρο, διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33)=1,988$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη μέγιστη τιμή δύναμης (Fz4) κατά την

απογείωση των δακτύλων του χειρουργημένου άκρου μετά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι (Πίνακας 4.5.8. Σχήμα 4.5.8).

Πίνακας 4.5.8. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M \pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	$M \pm SD$	$M \pm SD$
Εξάσκηση με στόχους	117,29 $\pm$ 18,31	111,6 $\pm$ 17,3
Εξάσκηση χωρίς στόχους	117,15 $\pm$ 16,18	114,8 $\pm$ 15,8
Ελέγχου	131,3 $\pm$ 23,4	121,5 $\pm$ 17,4
F	0,547***	

* $p < .05$, ** $p < .01$ *** $p < .001$



Σχήμα 4.5.8. Γράφημα της μέγιστης τιμής δύναμης (Fz4) κατά την απογείωση των δακτύλων (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση της ελάχιστης τιμής δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή «την ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 του χειρουργημένου άκρου, μετά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στην ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στην ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 του χειρουργημένου άκρου από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

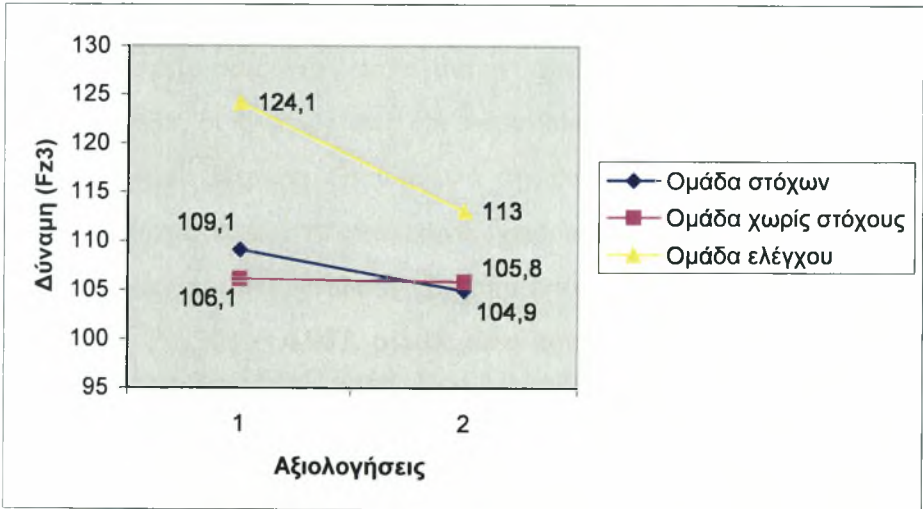
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 0,997$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά την ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4, μετά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι για το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33)=2,754$, $p > .05$, κάτι που σημαίνει ότι η ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 για το χειρουργημένο άκρο, δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33)=2,011$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των

επιπέδων) ως προς την ελάχιστη τιμή δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 του χειρουργημένο άκρου μετά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι (Πίνακας 4.5.9. Σχήμα 4.5.9).

Πίνακας 4.5.9. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της ελάχιστης τιμής δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	109,19±19,28	104,93±17,98
Εξάσκηση χωρίς στόχους	106,17±13,40	105,82±17,71
Ελέγχου	124,18±26,4	113±20,06
F	0,997***	

*p<.05, **p<.01 ***p<.001



Σχήμα 4.5.9. Γράφημα της ελάχιστης τιμής δύναμης (Fz3) μεταξύ των Fz2 και Fz4 (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Μέτρηση της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι

Η ίδια ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA) ως προς δύο παράγοντες, χρησιμοποιήθηκε με εξαρτημένη μεταβλητή «τη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος του χειρουργημένου άκρου, μετά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση».

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

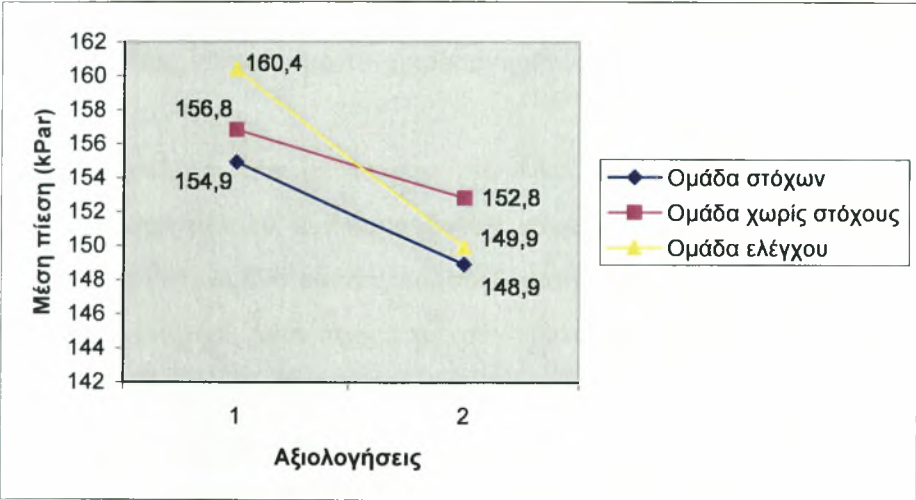
- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στη μέση πίεση του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσον αφορά στη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς τη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(2,33) = 0,374$, $p > .05$. Δηλαδή, οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά τη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος μετά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι (χειρουργημένο άκρο) (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», $F(1,33) = 4,907$, $p < .05$, κάτι που σημαίνει ότι η μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος για το χειρουργημένο άκρο, διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», $F(2,33) = 0,365$, $p > .05$, συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος του χειρουργημένου άκρου μετά το κατέβασμα από το σκαλοπάτι (Πίνακας 4.5.10. Σχήμα 4.5.10).

Πίνακας 4.5.10. Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ($M\pm SD$), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι στην πρώτη και δεύτερη μέτρηση για τις τρεις ομάδες.

Ομάδα	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση
	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD
Εξάσκηση με στόχους	154,93 $\pm$ 13,3	148,94 $\pm$ 13,4
Εξάσκηση χωρίς στόχους	156,86 $\pm$ 17,28	152,8 $\pm$ 15,18
Ελέγχου	160,4 $\pm$ 10,37	149,9 $\pm$ 12,16
F	0,374***	

*p< .05, **p< .01 ***p<.001



Σχήμα 4.5.10. Γράφημα της μέσης πίεσης κατά την επαφή του πέλματος (χειρουργημένο άκρο) μετά το κατέβασμα από το τελευταίο σκαλοπάτι για τις τρεις ομάδες κατά την αρχική (1) και τελική (2) αξιολόγηση

Αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας στις τέσσερις διαφορετικές χρονικές στιγμές

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA), με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση» που αντιστοιχεί στις μετρήσεις που έγιναν στις τέσσερις χρονικές στιγμές, α. πριν την έναρξη του προγράμματος, β. μετά από 8 συνεδρίες, γ. μετά από 16 συνεδρίες και δ. μετά από 24 συνεδρίες

Η ανάλυση αυτή έγινε προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές στο χρόνο διατήρησης της ισορροπίας επάνω στις σανίδες κατά την εκτέλεση της προσθιοπίσθιας κίνησης με το χειρουργημένο άκρο, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(3,66) = 8,141$, $p < .001$. Δηλαδή οι δύο ομάδες παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.6.1, Σχήμα 4.6.1).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [$F(3,20)=37,11$ $p<.05$] και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(3,20)=8,33$ $p<.05$]. Δηλαδή βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο» μεταξύ των τεσσάρων μετρήσεων μόνο για την «ομάδα στόχων», ενώ για την «ομάδα χωρίς στόχους» η διαφοροποίηση ήταν σημαντική μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης μέτρησης, καθώς και μεταξύ πρώτης και

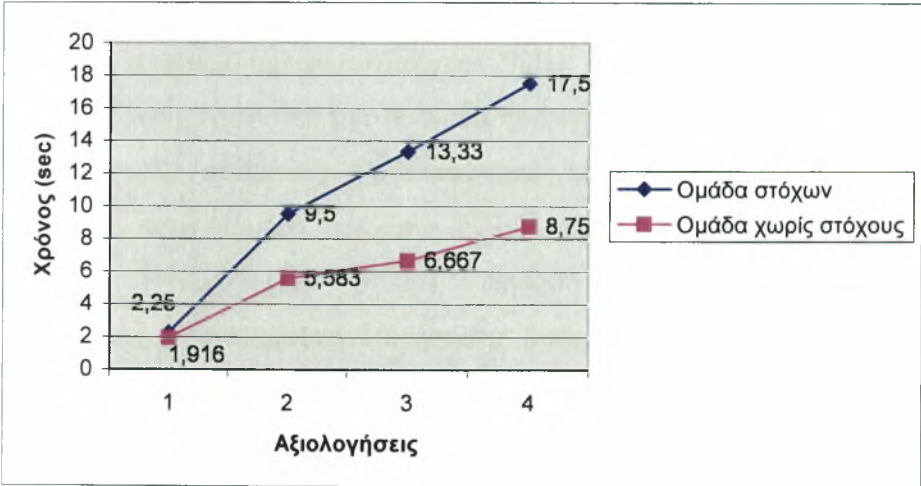
τέταρτης μέτρησης. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε αύξηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο» από την πρώτη στην τέταρτη μέτρηση, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική και για τις δύο πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και η οποία ήταν μεγαλύτερη για την ομάδα εξάσκησης με τον καθορισμό στόχων.

Πίνακας 4.6.1. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

Χρόνος (sec)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση	4 ^η μέτρηση
Ομάδες	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	2,250±0,621	9,500±2,907	13,33±5,14	17,50±8,048 ^{1,2,3}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	1,916±0,793	5,583±2,314	6,605±0,752	8,750±3,278 ^{1,4}
F	8.141			

*p<.05

- 1 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρώτης και δεύτερης μέτρησης (p<0.05)
- 2 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της δεύτερης και τρίτης μέτρησης (p<0.05)
- 3 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της τρίτης και τέταρτης μέτρησης (p<0.05)
- 4 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρώτης και τέταρτης μέτρησης (p<0.05)



Σχήμα 4.6.1. Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης της ισορροπίας, σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA), με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση» που αντιστοιχεί στις μετρήσεις που έγιναν στις τέσσερις χρονικές στιγμές, α. πριν την έναρξη του προγράμματος, β. μετά από 8 συνεδρίες, γ. μετά από 16 συνεδρίες και δ. μετά από 24 συνεδρίες

Η ανάλυση αυτή έγινε προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές στο χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στις σανίδες κατά την εκτέλεση της προσθιοπίσθιας κίνησης με το χειρουργημένο άκρο, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(3,66) = 8,611$, $p < .001$. Δηλαδή, οι δύο ομάδες παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά το χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.6.2, Σχήμα 4.6.2).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [$F(3,20)=23,58$ $p<.05$] και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(3,20)=11,7$ $p<.05$]. Δηλαδή βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στο «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο» μεταξύ των τεσσάρων μετρήσεων για την «ομάδα στόχων», ενώ για την «ομάδα χωρίς στόχους» η διαφοροποίηση δεν ήταν στατιστικά σημαντική μόνο μεταξύ της δεύτερης και τρίτης μέτρησης. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε αύξηση στο «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο» από την πρώτη στην τέταρτη μέτρηση, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική και για τις δύο πειραματικές ομάδες («ομάδα

στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και η οποία ήταν μεγαλύτερη μεταξύ των δύο ομάδων για την ομάδα εξάσκησης με τον καθορισμό στόχων.

Πίνακας 4.6.2. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε προσθιοπίσθιο επίπεδο για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

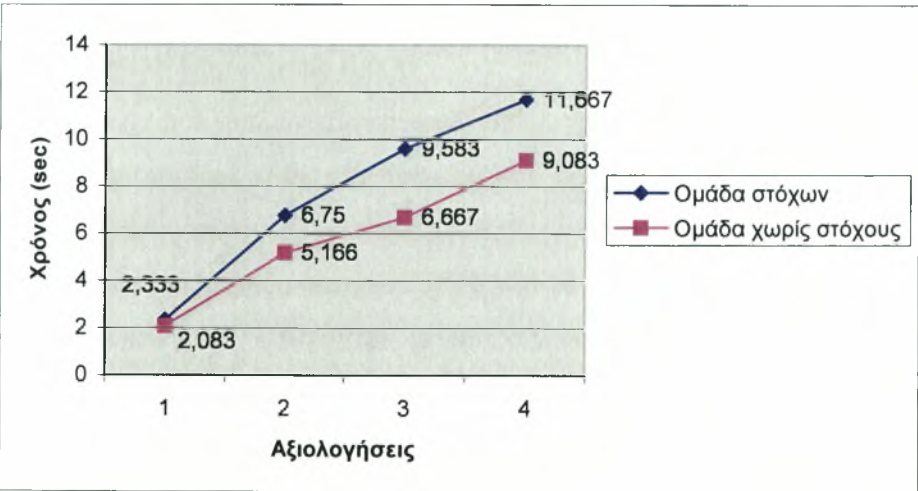
Χρόνος (sec)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση	4 ^η μέτρηση
Ομάδες	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	2,33±0,887	6.750±1.764	9.583±2.745	11,66±3,676 ^{1,2,3}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	2,083±0,668	5.166±2.657	6.67±3.22	9,083±4,795 ²
F	8.611			

*p<.05

1στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρώτης και δεύτερης μέτρησης (p<0.05)

2στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της δεύτερης και τρίτης μέτρησης (p<0.05)

3στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της τρίτης και τέταρτης μέτρησης (p<0.05)



Σχήμα 4.6.2. Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας, σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA), με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση» που αντιστοιχεί στις μετρήσεις που έγιναν στις τέσσερις χρονικές στιγμές, α. πριν την έναρξη του προγράμματος, β. μετά από 8 συνεδρίες, γ. μετά από 16 συνεδρίες και δ. μετά από 24 συνεδρίες

Η ανάλυση αυτή έγινε προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές στο χρόνο διατήρησης της ισορροπίας επάνω στις σανίδες κατά την εκτέλεση της έσω-έξω πλάγιας κίνησης με το χειρουργημένο άκρο, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων.

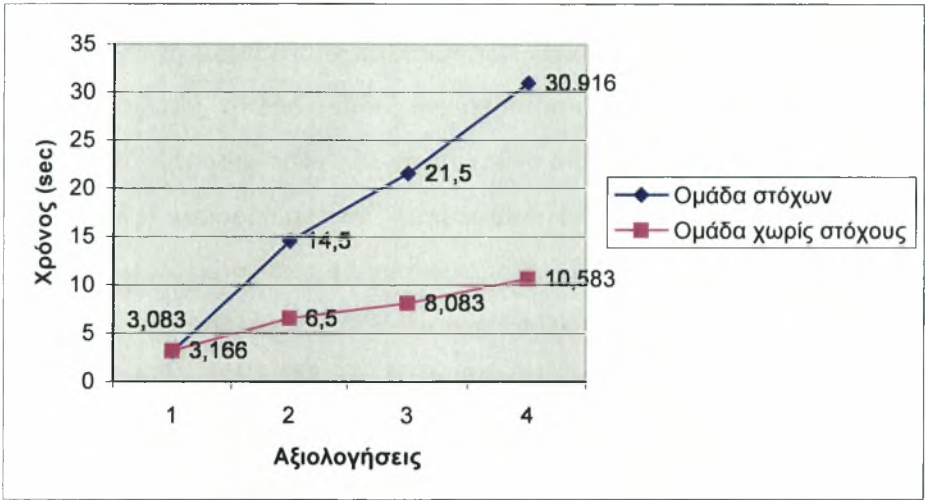
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(3,66) = 9,475$, $p < .001$. Δηλαδή, οι δύο ομάδες παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (Πίνακας 4.6.3, Σχήμα 4.6.3).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [$F(3,20)=18,27$ $p < .05$] όχι όμως και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(3,20)=1,64$ $p > .05$]. Δηλαδή βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο» μεταξύ των τεσσάρων μετρήσεων για την «ομάδα στόχων», ενώ για την «ομάδα χωρίς στόχους» η διαφοροποίηση δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 4.6.3. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

Χρόνος (sec)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση	4 ^η μέτρηση
Ομάδες	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	3.083±0.900	14.50±7.52	21.50±15.76	30.916±20.66 ^{1,2,3}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	3.166±1.029	6.50±1.678	8.083±1.928	10.58±3.82
F	9.475			

*p<.05
1στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρώτης και δεύτερης μέτρησης (p<0.05)
2στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της δεύτερης και τρίτης μέτρησης (p<0.05)
3στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της τρίτης και τέταρτης μέτρησης (p<0.05)



Σχήμα 4.6.3. Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης της ισορροπίας, στην έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA), με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια σε μετωπιαίο επίπεδο κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση» που αντιστοιχεί στις μετρήσεις που έγιναν στις τέσσερις χρονικές στιγμές, α. πριν την έναρξη του προγράμματος, β. μετά από 8 συνεδρίες, γ. μετά από 16 συνεδρίες και δ. μετά από 24 συνεδρίες

Η ανάλυση αυτή έγινε προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές στο χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στις σανίδες κατά την εκτέλεση της έσω-έξω πλάγιας κίνησης με το χειρουργημένο άκρο, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(3,66) = 3,083$, $p < .001$. Δηλαδή, οι δύο ομάδες παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά το χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού) (Πίνακας 4.6.4, Σχήμα 4.6.4).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [$F(3,20)=8,44$ $p<.05$] και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(3,20)=3,28$ $p<.05$]. Δηλαδή βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στο «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο» μεταξύ των τεσσάρων μετρήσεων για την «ομάδα στόχων», ενώ για την «ομάδα χωρίς στόχους» η διαφοροποίηση ήταν στατιστικά σημαντική μόνο μεταξύ της δεύτερης και τρίτης μέτρησης. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε αύξηση στο «χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο» από την πρώτη στην τέταρτη μέτρηση, η

οποία ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για την «ομάδα στόχων».

Πίνακας 4.6.4. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης δυναμικής ισορροπίας επάνω στη σανίδα ισορροπίας σε μετωπιαίο επίπεδο για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

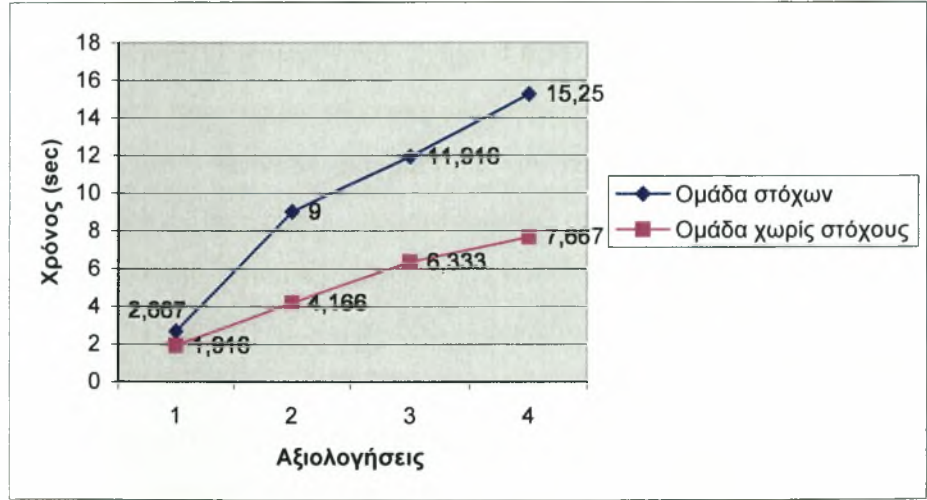
Χρόνος (sec)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση	4 ^η μέτρηση
Ομάδες	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	2.667±0.651	9.00±6.452	11.916±8.20	15.25±12.62 ^{1,2,3}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	1.916±0.668	4.166±1.267	6.33±2.64	7.66±2.146 ²
F	3.083			

*p<.05

1στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρώτης και δεύτερης μέτρησης (p<0.05)

2στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της δεύτερης και τρίτης μέτρησης (p<0.05)

3στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της τρίτης και τέταρτης μέτρησης (p<0.05)



Σχήμα 4.6.4. Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης δυναμικής ισορροπίας, στην έσω-έξω πλάγια κατεύθυνση για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα με ανοικτά μάτια κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA), με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με ανοικτά μάτια κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση» που αντιστοιχεί στις μετρήσεις που έγιναν στις τέσσερις χρονικές στιγμές, α. πριν την έναρξη του προγράμματος, β. μετά από 8 συνεδρίες, γ. μετά από 16 συνεδρίες και δ. μετά από 24 συνεδρίες

Η ανάλυση αυτή έγινε προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές στο χρόνο διατήρησης της ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα με ανοικτά μάτια κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(3,66) = 3,841$, $p < .05$. Δηλαδή, οι δύο ομάδες παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού) (Πίνακας 4.6.5, Σχήμα 4.6.5).

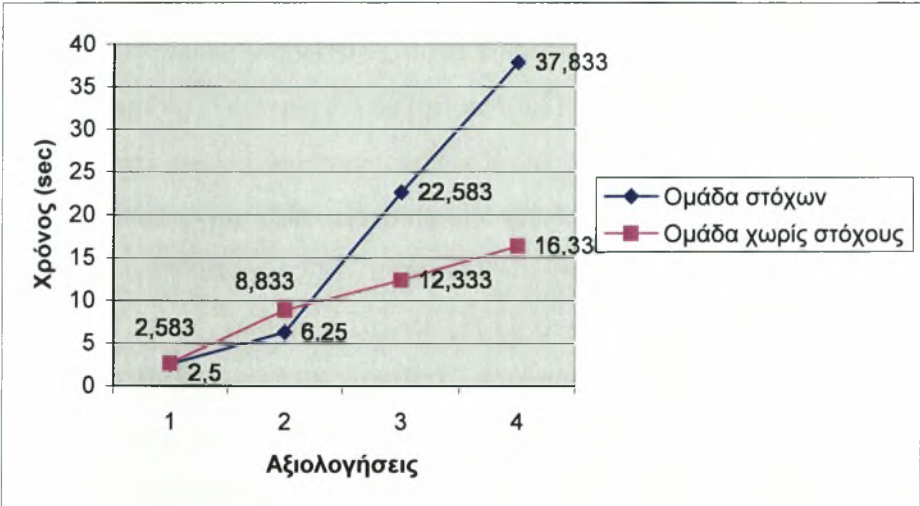
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [$F(3,20)=5,48$ $p < .05$] και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(3,20)=3,25$ $p < .05$]. Δηλαδή βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα με ανοικτά μάτια» μεταξύ της δεύτερης, τρίτης και τέταρτης μέτρησης, όχι όμως μεταξύ πρώτης και δεύτερης για την «ομάδα στόχων», ενώ για την «ομάδα χωρίς στόχους» η διαφοροποίηση ήταν στατιστικά σημαντική μόνο μεταξύ της πρώτης και δεύτερης μέτρησης. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε αύξηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα με ανοικτά μάτια» από την πρώτη στην τέταρτη μέτρηση, η

οποία ήταν στατιστικά σημαντική μόνο για την «ομάδα στόχων».

Πίνακας 4.6.5. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας με ανοικτά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας, για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

Χρόνος (sec)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση	4 ^η μέτρηση
Ομάδες	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	2.50±0.674	6.250±2.00	22.58±21.20	37.83±38.60 ^{2,3}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	2.583±0.996	8.833±9.14	12.33±12.11	16.33±13.99 ¹
F	3.841			

*p<.05
1 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρώτης και δεύτερης μέτρησης (p<0.05)
2 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της δεύτερης και τρίτης μέτρησης (p<0.05)
3 στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της τρίτης και τέταρτης μέτρησης (p<0.05)



Σχήμα 4.6.5. Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης της ισορροπίας με ανοικτά μάτια, στην ημισφαιρική σανίδα για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

Μέτρηση του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα με κλειστά μάτια κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA), με εξαρτημένη μεταβλητή το «χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας με κλειστά μάτια κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση» που αντιστοιχεί στις μετρήσεις που έγιναν στις τέσσερις χρονικές στιγμές, α. πριν την έναρξη του προγράμματος, β. μετά από 8 συνεδρίες, γ. μετά από 16 συνεδρίες και δ. μετά από 24 συνεδρίες

Η ανάλυση αυτή έγινε προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχουν διαφορές στο χρόνο διατήρησης της ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα με κλειστά μάτια κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο, μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», $F(3,66) = 4,901$, $p < .05$. Δηλαδή, οι δύο ομάδες παρουσίασαν διαφορετική μεταξύ τους εξέλιξη από μέτρηση σε μέτρηση, όσον αφορά το χρόνο διατήρησης ισορροπίας επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας, κατά την εκτέλεση με το χειρουργημένο άκρο (τεστ παραλληλισμού) (Πίνακας 4.6.6, Σχήμα 4.6.6).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Sidak χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της αλληλεπίδρασης για κάθε μία βαθμίδα του παράγοντα «ομάδα» («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους»). Διαπιστώθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα «μέτρηση» στην «ομάδα στόχων» [$F(3,20)=40,29$ $p<.05$] και στην «ομάδα χωρίς στόχους» [$F(3,20)=12,08$ $p<.05$]. Δηλαδή βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα με κλειστά μάτια» μεταξύ των τριών πρώτων μετρήσεων, όχι όμως μεταξύ τρίτης και τέταρτης για την «ομάδα στόχων», ενώ για την «ομάδα χωρίς στόχους» η διαφοροποίηση ήταν στατιστικά σημαντική μεταξύ της πρώτης και δεύτερης μέτρησης καθώς και μεταξύ πρώτης και τέταρτης μέτρησης. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε αύξηση στο «χρόνο διατήρησης ισορροπίας στην ημισφαιρική σανίδα με κλειστά μάτια» από την πρώτη στην τέταρτη μέτρηση, η οποία ήταν στατιστικά

σημαντική και για τις δύο πειραματικές ομάδες («ομάδα στόχων», «ομάδα χωρίς στόχους») και η οποία ήταν μεγαλύτερη για την «ομάδα στόχων».

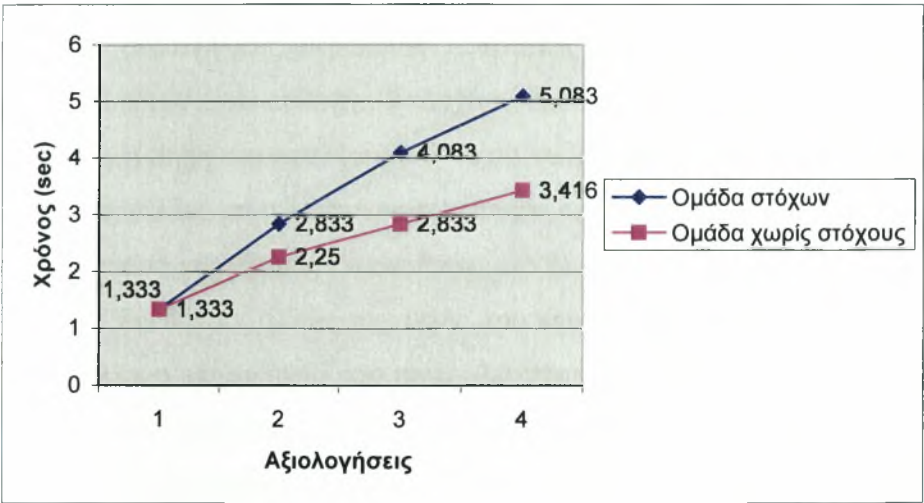
Πίνακας 4.6.6. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), τιμή F και το επίπεδο σημαντικότητας του χρόνου διατήρησης ισορροπίας με κλειστά μάτια επάνω στην ημισφαιρική σανίδα ισορροπίας, για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

Χρόνος (sec)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	3 ^η μέτρηση	4 ^η μέτρηση
Ομάδες	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
Εξάσκηση με στόχους	1.33±0.651	2.833±0.834	4.083±1.443	5.083±1.781 ^{1,2}
Εξάσκηση χωρίς στόχους	1.33±0.651	2.250±0.753	2.833±1.029	3.416±0.514 ¹
F	4.901			

*p<.05

1στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρώτης και δεύτερης μέτρησης (p<0.05)

2στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της δεύτερης και τρίτης μέτρησης (p<0.05)



Σχήμα 4.6.6. Γράφημα της απόδοσης του χειρουργημένου άκρου, σε χρόνο διατήρησης της ισορροπίας με κλειστά μάτια, στην ημισφαιρική σανίδα για τις δύο πειραματικές ομάδες στις τέσσερις αξιολογήσεις

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ρήξη του ΠΧΣ αποτελεί ίσως την πιο σοβαρή κάκωση της άρθρωσης του γόνατος και από τις πλέον συχνές σε εμφάνιση, τόσο στις αθλητικές όσο και στις καθημερινές δραστηριότητες. Υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν ότι κάθε χρόνο στις ΗΠΑ οι τραυματισμοί του ΠΧΣ ξεπερνούν κατά πολύ τις εκατό χιλιάδες (Boden, 2000; Kostogiannis, 2007)). Αυτός ο αριθμός αναλογεί σε ένα τραυματισμό για κάθε τρεις χιλιάδες άτομα γενικού πληθυσμού. Κάποιοι άλλοι θεωρούν ότι η αναλογία ανέρχεται σε εξήντα τραυματισμούς ανά εκατό χιλιάδες κατοίκους (Arnold, 2000). Η κάκωση εμφανίζει αυξητικές τάσεις γι' αυτό και πραγματοποιούνται συνεχώς μελέτες τόσο σε επίπεδο χειρουργικής θεραπείας όσο και φυσιοθεραπευτικής αποκατάστασης.

Οι μελέτες που αφορούν τον ΠΧΣ σχετίζονται με πολλές πτυχές του προβλήματος και πραγματοποιούνται με σκοπό να διερευνηθεί το μέγεθος και η έκταση των προσαρμοστικών αλλαγών, δομικών και λειτουργικών που επακολουθούν της ρήξης του, καθώς και η αποτελεσματικότητα των χειρουργικών τεχνικών. Οι δομικές αλλαγές αφορούν τις προσαρμογές σε μύες, οστά, χόνδρους και συνδέσμους.

Η επιλογή της θεραπείας εξαρτάται από το είδος και το επίπεδο των δραστηριοτήτων του ασθενή. Υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα που ενισχύουν την άποψη ότι η ρήξη του συνδέσμου δύναται να αντιμετωπισθεί συντηρητικά (Rudolph, 2000) και άλλες που αναφέρουν φτωχά αποτελέσματα μετά από συντηρητική αποκατάσταση της βλάβης (Wittenberg, 1998).

Ο σύνδεσμός λόγω της υφής του δύναται να αντέξει υψηλά εφελκυστικά φορτία αλλά η επιμήκυνσή του είναι ελάχιστη με αποτέλεσμα να προκαλείται ρήξη. Εξαιτίας του γεγονότος αυτού, η σταθερότητα της άρθρωσης του γόνατος είναι δυνατόν να διαταραχθεί σε μεγάλο βαθμό μετά από κάκωση του ΠΧΣ (Woo, 1999). Η ρήξη του συνοδεύεται από διαταραχές τόσο στην κιναισθησία (Corrigan, 1992; MacDonald, 1996; Roberts, 1999), όσο και στην ικανότητα αίσθησης της θέσης του μέλους (Barrett, 1991; Carter, 1997; Fischer-Rasmussen, 2000). Οι μεταβολές αυτές δεν περιορίζονται στην άρθρωση, αλλά προκαλούν διαταραχές των φυσιολογικών

προτύπων κίνησης με αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση στη δραστηριότητα των κινητικών νευρώνων (Ingersoll, 2008).

Η διαταραχή στο σωματοαισθητικό σύστημα μετά τη βλάβη του ΠΧΣ, υποστηρίζεται ότι μειώνει και την ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας στο πάσχον πόδι (Barrett, 1991). Η καταστροφή των υποδοχέων του ΠΧΣ και πιθανές μεταβολές στη μηχανική της άρθρωσης, έχουν αρνητική επίπτωση στον έλεγχο της στάσης (Lysholm, 1998). Αρκετοί ερευνητές σε μελέτες που πραγματοποίησαν σε ασθενείς με κάκωση του συνδέσμου, βρήκαν αυξημένους τους δείκτες ταλάντωσης του κέντρου πίεσης στο πέλμα του ποδιού κατά τη μονοποδική στήριξη (Friden, 1989; Zatterstrom, 1994).

Κατά την αποκατάσταση, πριν αλλά και μετά την επέμβαση ανακατασκευής του συνδέσμου, δίνεται πλέον μεγάλη έμφαση στη βελτίωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας, δεδομένου ότι η ρήξη του καταλήγει σε απώλεια της αισθητήριας λειτουργίας που παρέχουν οι υποδοχείς που βρίσκονται στην άρθρωση. Η βελτίωσή της, πραγματοποιείται μέσω της επανεκπαίδευσης των υποδοχέων της (Friden, 2001).

Όπως αναφέρθηκε, η ρήξη του συνδέσμου επιφέρει αλλαγές νευρικής φύσεως στο τραυματισμένο σκέλος, που οδηγούν σε μείωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας, και πιθανώς της ικανότητας ισορροπίας. Προκαλούνται επίσης αλλαγές στην ενεργοποίηση των μυών των κάτω άκρων και στον τρόπο χρήσης τους. Όλα αυτά συνηγορούν στην ύπαρξη ισχυρής πιθανότητας να εμφανίζονται, ποσοτικές και ίσως ποιοτικές, μυοδυναμικές προσαρμογές (Fischer-Rasmussen, 2000; Zatterstrom, 2000).

Συνεπώς, οι προσαρμογές που εμφανίζονται μετά από κάκωση του συνδέσμου είναι δυνατόν να επηρεάζουν την λειτουργία του μέλους και κατά τον κύκλο βάδισης. Σε έρευνα των Biel και συν. (2005) που έγινε σε άτομα ένα χρόνο μετά από την επέμβαση ανακατασκευής του συνδέσμου, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι άνθρωποι αυτοί παρουσίαζαν μειωμένη κινητικότητα στο οβελιαίο επίπεδο στο χειρουργημένο μέλος. Υποστήριξαν ότι πλέον, βασικός σκοπός στην αποκατάσταση αποτελεί πέρα από την αποκατάσταση του εύρους κίνησης και η νευρομυϊκή επανεκπαίδευση.

Α πειραματική φάση

Εκτίμηση της ισορροπίας στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας. Η καταγραφή των αποκλίσεων από το οριζόντιο επίπεδο που πραγματοποιήθηκε με το ηλεκτρονικό σύστημα Biodex Stability System, φανέρωσε σημαντικές διαφορές μεταξύ του χειρουργημένου και του υγιούς άκρου εκτέλεσης σε όλους τους δείκτες που αξιολογήθηκαν. Παρά το γεγονός ότι η μηχανική σταθερότητα της άρθρωσης αποκαθίσταται και επανέρχεται σε φυσιολογικά επίπεδα, δεν φαίνεται επαρκής για την αποκατάσταση και της λειτουργικής σταθερότητας. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα δεν παρουσίαζαν τα ίδια επίπεδα φυσικής δραστηριότητας. Πολλοί από αυτούς συμμετείχαν ερασιτεχνικά σε αθλητικές δραστηριότητες, ωστόσο, τα επίπεδα της ιδιοδεκτικότητας παρουσίαζαν σημαντικές διαφοροποιήσεις. Από αυτό γίνεται σαφές ότι η μορφή της δραστηριότητας που απαιτείται για τη βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας είναι συγκεκριμένη, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν μπορεί να προσαρμοστεί και στις δραστηριότητες του ατόμου κυρίως όταν πρόκειται για αθλητές.

Η καταστροφή των μηχανοϋποδοχέων της άρθρωσης αποτελεί τον κυρίαρχο παράγοντα εμφάνισης του φαινομένου, αφού δεν λειτουργεί σε ικανοποιητικό βαθμό ο προστατευτικός αντανakλαστικός μηχανισμός της άρθρωσης, με αποτέλεσμα την παρουσία σημαντικών ελλειμμάτων ιδιοδεκτικότητας στο χειρουργημένο μέλος.

Υπάρχουν ερευνητές, οι οποίοι για την αξιολόγηση ασθενών μετά από την πλαστική του συνδέσμου έχουν χρησιμοποιήσει αρκετές διαφορετικές δέσμες αξιολογήσεων (Hansen, 2000; Rogind, 2003). Τα αποτελέσματα των ερευνών τους παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ του υγιούς και του τραυματισμένου σκέλους αναφορικά με τα επίπεδα της ιδιοδεκτικής τους ικανότητας.

Το Biodex Stability System έχει αξιολογηθεί για την αξιοπιστία του και έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές έρευνες αξιολόγησης της ικανότητας ισορροπίας. Στις έρευνες αυτές, η αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας αφορούσε πιθανή διαφοροποίηση μεταξύ υγιούς και τραυματισμένου γόνατος με ολική ρήξη του ΠΧΣ, πριν ή/και μετά την επέμβαση. Επίσης, με τη χρήση του συστήματος, έχουν γίνει έρευνες που αξιολογούν την ικανότητα διατήρησης ισορροπίας πριν και μετά την εφαρμογή προγραμμάτων παρέμβασης με στόχο την βελτίωση της, τόσο πριν όσο και μετά από χειρουργική θεραπεία (Mattacola, 2002; Moezy, 2008).

Σε έρευνα των O' Connell και συν. (1998) που έγινε με σκοπό την αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας (έμμεσα ιδιοδεκτικότητα) υγιών και ανθρώπων με κάκωση (ρήξη) του συνδέσμου, πραγματοποιήθηκε δέσμη αξιολογήσεων με τη χρήση ηλεκτρονικού συστήματος ισορροπίας για την καταγραφή των αποκλίσεων από το οριζόντιο επίπεδο καθώς και του χρόνου διατήρησης της ισορροπίας. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν σημαντικές διαφορές της ικανότητας ισορροπίας μεταξύ του υγιούς και του τραυματισμένου άκρου.

Στα προγράμματα παρέμβασης μετά από πλαστική του συνδέσμου παράλληλα με την αποκατάσταση της φυσιολογικής κινητικότητας και δύναμης, δίνεται πλέον έμφαση και στην ιδιοδεκτική ικανότητα αφού θεωρείται ένας εκ των τριών στοιχείων απαραίτητων για τη λειτουργικότητα του τραυματισμένου μέλους. Ερευνητές υποστηρίζουν ότι η ικανότητα αυτή αποκαθίσταται αλλά δεν ομαλοποιείται ποτέ και προτείνουν την εφαρμογή προγραμμάτων με περισσότερη έμφαση στην αποκατάσταση της (Fremerey, 2000).

Εκτίμηση της ικανότητας ισορροπίας στις σανίδες. Στην παρούσα έρευνα, για την αξιολόγηση της ισορροπίας, εκτός από το Biodex χρησιμοποιήθηκαν και δύο διαφορετικές σανίδες ισορροπίας για τις οποίες γινόταν καταγραφή του χρόνου διατήρησης της στατικής και δυναμικής ισορροπίας. Τα αποτελέσματα στις σανίδες έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο άκρων κατά την αρχική αξιολόγηση, τόσο για τις πειραματικές ομάδες, όσο και για την ομάδα ελέγχου σε όλες τις παραμέτρους που αξιολογήθηκαν. Οι σανίδες αυτές χρησιμοποιήθηκαν και για την εξάσκηση των ατόμων που συμμετείχαν στις πειραματικές ομάδες. Η αξιολόγησή τους έγινε στη μονοποδική στήριξη και για τα δύο άκρα και η εξάσκησή τους γινόταν πάντα στη μονοποδική στήριξη αλλά μόνο με το χειρουργημένο άκρο.

Οι διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται σε σχέση με έρευνες που αναφέρονται παρακάτω, αφορούσαν αφενός την καταγραφή του καλύτερου χρόνου διατήρησης ισορροπίας, εκτελώντας μόνο δύο προσπάθειες και αφετέρου την διατήρησή της, για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα χωρίς περιορισμό. Επιπλέον, στις έρευνες αυτές δεν υπήρξε διαφοροποίηση μεταξύ στατικής και δυναμικής ισορροπίας.

Οι O'Connell και συν. (1998) χρησιμοποίησαν σανίδες για να καταγράψουν την απόκλιση θέσης και ουσιαστικά να αξιολογήσουν την ικανότητα διατήρησης ισορροπίας ασθενών, κάτω από έξι διαφορετικές καταστάσεις. Βέβαια, στην έρευνα αυτή, οι συμμετέχοντες έθεταν στόχο τη διατήρηση της ισορροπίας σε κάθε προσπάθεια για 30 δευτερόλεπτα. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ του υγιούς και του τραυματισμένου άκρου παρά το γεγονός ότι δεν καταγράφεται η ταλάντευση κατά την εκτέλεση, παρά μόνο ο χρόνος διατήρησης ισορροπίας.

Η χρησιμοποίησή τους δεν περιορίζεται μόνο σε έρευνες που εξετάζουν τη λειτουργία της άρθρωσης του γόνατος μετά από τραυματισμούς. Χρησιμοποιούνται και σε μελέτες που αξιολογούν την ικανότητα διατήρησης ισορροπίας, προκειμένου να διαπιστωθούν πιθανές διαφορές πριν και μετά την εφαρμογή ενός προγράμματος για τη βελτίωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας σε άλλες αρθρώσεις, όπως στην ποδοκνημική (Gioftsidou, 2006).

Οι Mattacola και συν. (1997) έκαναν μια έρευνα χρησιμοποιώντας σανίδα ισορροπίας (κίνηση σε ένα επίπεδο) προκειμένου να αξιολογήσουν την επίδραση ενός προγράμματος έξι εβδομάδων για τη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας σε άτομα που είχαν υποστεί α' βαθμού διάστρεμμα της ποδοκνημικής άρθρωσης. Οι αξιολογήσεις τους σε σχέση με την παρούσα έρευνα, αφορούσαν το χρόνο διατήρησης της ισορροπίας στη διποδική στήριξη τόσο στο οβελιαίο όσο και στο μετωπιαίο επίπεδο, αλλά και στη μονοποδική στήριξη στο οβελιαίο επίπεδο.

Ανάλυση βιομηχανικών παραμέτρων. Για την ανάλυση των βιομηχανικών παραμέτρων τόσο κατά τη βάδιση στο οριζόντιο επίπεδο όσο και κατά την άνοδο - κάθοδο σκάλας, πριν την έναρξη και μετά το τέλος της πειραματικής διαδικασίας χρησιμοποιήθηκε ο πελματογράφος Footchecker 4.0.

Οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν στο οριζόντιο επίπεδο ήταν η μέση πίεση και η μέγιστη πίεση κατά την επαφή του πέλματος (Παππάς, 2007), ο χρόνος επαφής του πέλματος και το ποσοστό (%) του συνολικού χρόνου μέγιστης πίεσης. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η ρήξη του συνδέσμου προκαλεί κινητικές και κινηματικές προσαρμογές (Biel, 2005; Wexler, 1998), οι παράμετροι αυτές

ενδεχομένως να επηρεάζονται από τις βιομηχανικές μεταβολές που παρουσιάζονται μετά τη βλάβη.

Κατά την άνοδο-κάθοδο σκάλας οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν ήταν ο χρόνος επαφής, η μέση πίεση κατά την επαφή του πέλματος, η μέγιστη τιμή δύναμης κατά την επαφή της πτέρνας (Fz2), η μέγιστη τιμή δύναμης κατά την απογείωση των δακτύλων (Fz4) και η ελάχιστη τιμή δύναμης μεταξύ των δύο προηγούμενων (Fz3). Κατά την άνοδο-κάθοδο σκάλας, τα δύο τελευταία βήματα θεωρούνται σημείο αναφοράς για τις προσαρμογές που συμβαίνουν στον έλεγχο της κίνησης και που είναι απαραίτητες πριν την μετάβαση από ένα οριζόντιο σε επικλινές επίπεδο (Christina, 2002; Kowalk, 1997; Kaufman, 2001; Riener, 2002). Για το λόγο αυτό, οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν ακριβώς πριν την άνοδο στο πρώτο σκαλοπάτι και αμέσως μετά την κάθοδο από το τελευταίο σκαλοπάτι.

Η βάδιση είναι μια φυσιολογική και αναγκαία κινητική δεξιότητα η οποία χαρακτηρίζει ποσοτικά τη συντριπτική πλειοψηφία του τρόπου μετακίνησης.

Ο τρόπος με τον οποίο το ανθρώπινο σώμα απαντάει άμεσα στα προβλήματα κινητικής φύσης υπακούει σε συγκεκριμένα πρότυπα. Τα κινητικά πρότυπα ενδέχεται να τροποποιηθούν ύστερα από τραυματισμούς όπως είναι η ρήξη του ΠΧΣ ή λόγω των κινησιολογικών απαιτήσεων συγκεκριμένων δραστηριοτήτων. Αν η τροποποίηση των κινητικών προτύπων είναι παρατεταμένη και ο ασθενής δεν υποβληθεί σε χειρουργική θεραπεία για την άμεση αποκατάσταση της βλάβης, η δραστηριότητα των νευρώνων διαφοροποιείται για μεγάλο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα να προκαλούνται πλαστικές αλλαγές στο νευρικό σύστημα οι οποίες υφίστανται σε επίπεδο ωτιαίου μυελού καθώς και σε επίπεδο ανώτερων κέντρων (Wolpaw 1994). Η ρήξη του ΠΧΣ καταλήγει όχι μόνο σε μηχανική διατάραξη της λειτουργίας του γονάτου αλλά και σε απώλεια της αισθητήριας λειτουργίας, που παρείχαν οι υποδοχείς του συνδέσμου (Johansson, 1991). Η ικανότητα αυτής της επανοργάνωσης του νευρικού συστήματος εκφράζεται μέσα από την συναπτογένεση (Keller, 1992) ή την ενεργοποίηση λανθανόντων νευρικών μονοπατιών (O'Hara, 1991).

Σύμφωνα με έρευνα των Riskowski και συν. (2005) που έγινε σε τριάντα οκτώ γυναίκες ηλικίας 18-39 ετών εμφανίζεται να υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ του επιπέδου της ιδιοδεκτικής ικανότητας και της κατανομής των πιέσεων κατά τον κύκλο της βάδισης. Πιο συγκεκριμένα, άτομα με υψηλές φορτίσεις του άκρου κατά

την επαφή του πέλματος κατά τη δυναμική λειτουργία της βάδισης παρουσίασαν χαμηλότερα σκορ κατά την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικής τους ικανότητας που πραγματοποιήθηκε με δύο διαφορετικά τεστ αξιολόγησης. Ωστόσο, σύμφωνα με τους ερευνητές δεν είναι ακόμα ξεκάθαρο αν το πρώτο είναι αιτία ή αποτέλεσμα του δεύτερου ή το αντίθετο.

B' πειραματική φάση

Η επίδραση του προγράμματος παρέμβασης. Η επίδραση του προγράμματος παρέμβασης αξιολογήθηκε και κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας με ενδιάμεσες αξιολογήσεις που πραγματοποιήθηκαν μετά από 8 και μετά από 16 συνεδρίες.

α. ενδιάμεση αξιολόγηση μετά από 8 συνεδρίες.

Η αξιολόγησή τους πραγματοποιήθηκε στις σανίδες ισορροπίας για τις οποίες γινόταν καταγραφή του χρόνου διατήρησης ισορροπίας στη μονοποδική στήριξη με το τραυματισμένο άκρο όπως ακριβώς πραγματοποιήθηκαν κατά τις αρχικές και τελικές μετρήσεις. Πιο συγκεκριμένα, οι αξιολογήσεις αυτές αφορούσαν τη διατήρηση της ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο, το μετωπιαίο επίπεδο (ημικυλινδρική σανίδα) και σε όλα τα επίπεδα (ημισφαιρική σανίδα). Αξιολογήθηκε τόσο σε στατική όσο και σε δυναμική ισορροπία. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα υπήρξαν βελτιώσεις της ικανότητας ισορροπίας και στις δύο πειραματικές ομάδες μετά τις 8 πρώτες συνεδρίες. Οι επιδόσεις ήταν μεγαλύτερες για την ομάδα Α (εξάσκηση με στόχους) εκτός από την αξιολόγησή τους στην ημισφαιρική σανίδα, όπου η ομάδα Β (εξάσκηση χωρίς στόχους) παρουσίασε καλύτερα σκορ (sec).

Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν έρευνες που να έχουν ασχοληθεί με την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας μετά από αυτό το χρονικό διάστημα εφαρμογής προγράμματος παρέμβασης και αφού έχει ολοκληρωθεί η όλη διαδικασία της φυσιοθεραπευτικής αποκατάστασης. Τα ερευνητικά δεδομένα που υπάρχουν αναφέρονται αφενός στα πρώτα στάδια της αποκατάστασης που δεν ξεπερνούν τους έξι μήνες μετά την επέμβαση και αφετέρου τουλάχιστον τέσσερις εβδομάδες από την έναρξή της (Fremerey, 1998; Reider, 2003; Wilk, 1999).

β. ενδιάμεση αξιολόγηση μετά από 16 συνεδρίες.

Αντίστοιχες αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν μετά την ολοκλήρωση των 16 πρώτων συνεδριών. Σε όλα τα τεστ που εφαρμόστηκαν και προηγούμενα, οι συμμετέχοντες παρουσίασαν σημαντικές βελτιώσεις της ικανότητας ισορροπίας, σε σχέση με την προηγούμενη και με την αρχική αξιολόγηση. Η ομάδα Α (στόχων) συνέχισε να παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές (σκορ) σε σύγκριση με την ομάδα Β

(εξάσκηση χωρίς στόχους) αυξάνοντας ακόμη περισσότερο τη διαφορά μεταξύ τους. Επιπλέον, υπήρξε και μια αντιστροφή της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης στην αξιολόγηση της διατήρησης ισορροπίας σε όλα τα επίπεδα (ημισφαιρική σανίδα) όπου η ομάδα Α ενώ στην προηγούμενη μέτρηση υπολειπόταν της ομάδας Β, παρουσίασε κατακόρυφη αύξηση των τιμών της, στη φάση αυτή. Συνεπώς, οι επιπλέον συνεδρίες επέφεραν περαιτέρω βελτιώσεις στην ικανότητα ισορροπίας.

Όπως και για την πρώτη ενδιάμεση αξιολόγηση δεν υπάρχουν στη βιβλιογραφία ερευνητικά δεδομένα ώστε να συγκριθούν με αυτά της παρούσας έρευνας. Υπάρχουν έρευνες αξιολόγησης της ικανότητας ισορροπίας όπως αναφέρθηκαν προηγουμένως χωρίς όμως την εφαρμογή κάποιου προγράμματος παρέμβασης.

Ωστόσο, τα αποτελέσματα συμφωνούν με αυτά των Gioftsidou και συν. (2006), οι οποίοι, σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε υγιείς αθλητές ποδοσφαίρου για το ίδιο χρονικό διάστημα ($1^{1/2}$ μήνα) υποστήριξαν ότι αυτοί που συμμετείχαν στις πειραματικές ομάδες, όταν αξιολογήθηκαν με το ένα άκρο στήριξης, βρέθηκε ότι βελτίωσαν σημαντικά την ικανότητα ισορροπίας.

γ. αξιολόγηση μετά την εφαρμογή των 24 συνεδριών και την ολοκλήρωση του προγράμματος (συνολικό χρονικό διάστημα 8 εβδομάδων).

Το ίδιο πρωτόκολλο αξιολογήσεων πραγματοποιήθηκε και μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος παρέμβασης (24 συνεδρίες). Σε όλα τα τεστ καταγράφηκαν σημαντικές βελτιώσεις της ικανότητας ισορροπίας σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές των ατόμων που συμμετείχαν. Οι βελτιώσεις αφορούσαν τις τιμές στα τεστ που εκτελέστηκαν στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας και στις σανίδες ισορροπίας, στη μονοποδική στήριξη.

Όσον αφορά τις σανίδες ισορροπίας και τη διατήρηση της στατικής ισορροπίας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο, τα αποτελέσματα έδειξαν αφενός σημαντικές βελτιώσεις στην ικανότητα ισορροπίας και στις δύο πειραματικές ομάδες και αφετέρου, μία στατιστικά σημαντική διαφορά της αποτελεσματικότητας του προγράμματος μεταξύ των ομάδων αφού η ομάδα Α είχε υψηλότερα επίπεδα βελτίωσης. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα κατά την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας στο ίδιο επίπεδο, στην οποία όμως παρά το γεγονός ότι η ομάδα Α είχε

καλύτερα αποτελέσματα, δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο πειραματικών ομάδων.

Κατά την αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας στο μετωπιαίο επίπεδο τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις στην ικανότητα ισορροπίας και στις δύο πειραματικές ομάδες καθώς επίσης και μία στατιστικά σημαντική διαφορά της αποτελεσματικότητας του προγράμματος μεταξύ των ομάδων, με την ομάδα Α να έχει υψηλότερα επίπεδα βελτίωσης. Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα και κατά την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας στην οποία, η ομάδα Α παρουσίασε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας σε σχέση με την ομάδα Β.

Τέλος, κατά την αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας σε όλα τα επίπεδα (ημισφαιρική σανίδα), παρουσιάστηκε σημαντική βελτίωση και στις δύο πειραματικές ομάδες, χωρίς ωστόσο να εμφανιστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίασε καμία ουσιαστική βελτίωση μεταξύ της πρώτης και της τελευταίας μέτρησης στις παραμέτρους που προαναφέρθηκαν.

Αυτό που γίνεται φανερό από τα αποτελέσματα, είναι ότι η εφαρμογή του προγράμματος στις σανίδες ισορροπίας κρίνεται επιτυχής, αφού οι μεταβολές που σημειώθηκαν ήταν αρκετά σημαντικές σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, ανεξάρτητα από την επίδραση του καθορισμού των στόχων.

Στο ηλεκτρονικό σύστημα ισορροπίας οι αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν αρχικά πριν την εφαρμογή του προγράμματος και μετά την ολοκλήρωσή του. Οι πειραματικές ομάδες παρουσίασαν σημαντικές βελτιώσεις της ικανότητας ισορροπίας που εκφράστηκε σε τιμές συνολικής απόκλισης από το οριζόντιο επίπεδο, όπως επίσης και σε τιμές απόκλισης από το προσθιοπίσθιο και το μετωπιαίο επίπεδο.

Ο δείκτης συνολικής απόκλισης διαφοροποιήθηκε μεταξύ των μετρήσεων και παρουσιάστηκε αισθητά μειωμένος και στις δύο πειραματικές ομάδες. Η μείωση αυτή εμφανίστηκε περισσότερο στην ομάδα Α από την Β (στατιστικά σημαντική διαφορά).

Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα για την απόκλιση στο προσθιοπίσθιο επίπεδο με τις δύο ομάδες να παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση της ισορροπίας αλλά την ομάδα Α (εξάσκηση με στόχους) να εμφανίζει στατιστικά, σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα από την ομάδα Β (εξάσκηση χωρίς στόχους). Τέλος, για την απόκλιση στο μετωπιαίο επίπεδο οι βελτιώσεις ήταν σημαντικές και για τις δύο

πειραματικές ομάδες οι οποίες όμως δεν παρουσίαζαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Οι παραπάνω αξιολογήσεις αφορούσαν την καταγραφή βελτιώσεων σε δοκιμασίες που εκτελέστηκαν σε ηλεκτρονικά συστήματα και σανίδες ισορροπίας. Ωστόσο, ένας τρόπος με τον οποίο δύναται να αξιολογηθεί η επίδραση τέτοιων προγραμμάτων πέρα από τις αναφορές στην βελτίωση της συγκεκριμένης ικανότητας, είναι να διαπιστωθεί μέσω ερευνητικών δεδομένων η σημαντικότητα της εφαρμογής σε αθλητικές αλλά και καθημερινές δραστηριότητες. Επίσης, είναι σημαντικό να ερευνηθεί, κατά πόσο η εφαρμογή τους συμβάλλει στην πρόληψη συνδεσμικών ή άλλων τραυματισμών των εμπλεκόμενων στη διαδικασία αρθρώσεων. Με άλλα λόγια, η πρόληψη, αξιολογώντας το βαθμό ετοιμότητας του οργανισμού σε μια ανεπιθύμητη κατάσταση, αποτελεί ένα τρόπο αξιολόγησης τέτοιων προγραμμάτων τόσο σε υγιείς ανθρώπους όσο και σε αυτούς που έχουν ιστορικό προηγούμενου τραυματισμού.

Τέτοιες έρευνες έχουν γίνει κυρίως σε αθλητές, όπως αυτή των Myklebust et.al. (2003) οι οποίοι θέλησαν να εξετάσουν την επίδραση ενός προγράμματος για την πρόληψη κακώσεων του ΠΧΣ σε αθλήτριες χειροσφαίρισης των εθνικών κατηγοριών του πρωταθλήματος Νορβηγίας. Στην έρευνα συμμετείχαν 60 ομάδες, συνολικά 942 αθλήτριες. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν τρεις συνεχόμενες σαιζόν κατά τη διάρκεια των οποίων οι αθλήτριες ακολουθούσαν ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο εξάσκησης για τη βελτίωση του νευρομυϊκού ελέγχου. Εκτελούσαν το πρόγραμμα 3 φορές ανά εβδομάδα για 5-7 εβδομάδες πριν την έναρξη των υποχρεώσεών τους και στη συνέχεια μία φορά ανά εβδομάδα κατά τη διάρκεια της σαιζόν. Το πρόγραμμα ήταν διάρκειας περίπου 15 λεπτών και περιελάμβανε ασκήσεις εδάφους και ασκήσεις ισορροπίας. Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν αρκετά θετικά αφού την πρώτη περίοδο εφαρμογής του προγράμματος οι κακώσεις μειώθηκαν από 29 σε 23 ενώ τη δεύτερη περίοδο ακόμη περισσότερο σε 17. Στην πρώτη κατηγορία που θεωρητικά το επίπεδο είναι πιο υψηλό και οι απαιτήσεις από τις αθλήτριες υψηλότερες, οι κακώσεις που εμφανίστηκαν ήταν αρχικά 13 και μειώθηκαν την πρώτη σαιζόν στις 6 και τη δεύτερη στις 5.

Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα στην έρευνα των Hewett και συν. (1999) οι οποίοι θέλησαν να εξετάσουν την επίδραση ενός προγράμματος βελτίωσης του

νευρομυϊκού ελέγχου αθλητών και αθλητριών, τριών διαφορετικών αθλημάτων που περιελάμβανε ασκήσεις εκμάθησης τεχνικών αλμάτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πειραματική ομάδα παρουσίασε μείωση της συχνότητας εμφάνισης κακώσεων των συνδεσμικών στοιχείων της άρθρωσης του γόνατος σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες.

Σε άλλη έρευνα (Wedderkopp, 1999), η οποία έγινε σε αθλήτριες χειροσφαίρισης, εξετάστηκε η επίδραση ενός προγράμματος εξάσκησης σε σανίδες ισορροπίας. Το πρόγραμμα ήταν συνολικής διάρκειας 10 μηνών με αυξανόμενο βαθμό δυσκολίας τόσο κατά την εκτέλεση στις σανίδες όσο και στις δεξιότητες που σχετιζόταν με το άθλημα. Δεν υπήρξε κάποιο πρωτόκολλο αξιολόγησης της ικανότητας ισορροπίας, ωστόσο η επίδρασή του καταγράφηκε από τη συχνότητα εμφάνισης τραυματισμών στα κάτω άκρα. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική διαφορά στο ποσοστό εμφάνισής τους μεταξύ της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου κατά τη διάρκεια των προπονήσεων (71%) αλλά και των αγώνων (80%). Επιπλέον, αναφορικά με το μηχανισμό κάκωσης, η ομάδα ελέγχου παρουσίασε τριπλάσια συχνότητα εμφάνισης κακώσεων σε σχέση με την πειραματική ομάδα που δεν οφειλόταν σε επαφή με αντίπαλο. Επομένως, η διαφορά αυτή δεν οφειλόταν σε κάποιο εξωτερικό παράγοντα αλλά πιθανώς σε εσωτερικούς παράγοντες. Συμπερασματικά, το πρόγραμμα των Wedderkopp και συν.(1999), μπόρεσε να περιορίσει τους εσωτερικούς παράγοντες που ευθύνονται για την πρόκληση κακώσεων των κάτω άκρων στην πειραματική ομάδα οι οποίοι δεν μεταβλήθηκαν για την ομάδα ελέγχου. Συνεπώς, η εξάσκηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας φαίνεται να έχει ευεργετικά αποτελέσματα στην πρόληψη μελλοντικών τραυματισμών.

Ωστόσο, υπάρχουν έρευνες που τα αποτελέσματά τους δεν ήταν ικανοποιητικά όσον αφορά τη μείωση της συχνότητας εμφάνισης κακώσεων των κάτω άκρων κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή του προγράμματος παρέμβασης. Τέτοια ήταν η έρευνα των Soderman και συν. (2000) στην οποία έλαβαν μέρος 221 αθλήτριες ποδοσφαίρου από 13 διαφορετικές ομάδες της δεύτερης και τρίτης κατηγορίας της Σουηδίας. Η παρέμβαση περιελάμβανε δύο φάσεις όπου η πρώτη πραγματοποιήθηκε στο σπίτι, σε καθημερινή βάση για 30 ημέρες και στη συνέχεια η δεύτερη τρεις φορές την εβδομάδα σε περίοδο ξεκούρασης. Το

πρόγραμμα περιελάμβανε ασκήσεις ισορροπίας σε σανίδες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους δείκτες σταθερότητας ούτε μεταξύ των ομάδων αλλά ούτε και μεταξύ των μετρήσεων (αρχικής – τελικής). Πρέπει να σημειωθεί ότι, όχι μόνο δεν υπήρξαν διαφορές στη συχνότητα εμφάνισης των κακώσεων υπέρ της πειραματικής ομάδας, αλλά επιπλέον η ομάδα αυτή παρουσίασε τους τέσσερις από τους πέντε τραυματισμούς του ΠΧΣ.

Παρόλα αυτά, οι περισσότεροι ερευνητές που έχουν πραγματοποιήσει παρεμβάσεις με τη χρήση σανίδων ισορροπίας, υποστηρίζουν ότι η εφαρμογή τους συμβάλλει αποφασιστικά τόσο στην πρόληψη τραυματισμών η οποία αποδεικνύεται από τη μείωση του ποσοστού εμφάνισής τους, όσο και στην βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας η οποία αξιολογείται από συγκεκριμένους δείκτες. Είναι πολύ σημαντικό να επισημανθεί ότι κυρίαρχο ρόλο για την επιτυχία ενός προγράμματος είναι ο αυστηρός έλεγχος όλης της πειραματικής διαδικασίας. Όταν ο ερευνητής δεν ελέγχει και δεν κατευθύνει τον συμμετέχοντα στη διαδικασία αυτή, είναι πολύ πιθανό να εμφανιστούν μεθοδολογικά σφάλματα τα οποία αλλοιώνουν και την αποτελεσματικότητα της παρέμβασης. Ειδικά όταν πρόκειται για τέτοιου είδους παρεμβάσεις όπου ο παράγοντας συγκέντρωση-προσοχή είναι μείζονος σημασίας, η διαδικασία απαιτεί συνεχή επίβλεψη.

Αξιολογήσεις των βιομηχανικών παραμέτρων

Η ανάλυση των παραμέτρων κατά τη δυναμική λειτουργία της βάδισης στο οριζόντιο επίπεδο, δεν φανέρωσε σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με αυτές που έγιναν πριν την έναρξη εφαρμογής του προγράμματος.

Λόγω του ότι η εφαρμογή του προγράμματος επηρέασε την ικανότητα ισορροπίας στο χειρουργημένο βελτιώνοντάς την σε όλα τα επίπεδα θα ήταν αναμενόμενη μια διαφοροποίηση κυρίως των παραμέτρων της πίεσης. Δεδομένου ότι ο εξεταζόμενος έχει καλύτερη ιδιοδεκτική αισθητικότητα τόσο κατά τη στατική όσο και κατά τη δυναμική ανάλυση, είναι λογικό η βελτίωση της ισορροπίας να επιδρά θετικά στη αύξηση των τιμών της. Ωστόσο, τα αποτελέσματα δε φανέρωσαν σημαντικές διαφοροποιήσεις.

Παρόλα αυτά σύμφωνα και με άλλες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί τόσο σε υγιείς όσο και σε ασθενείς, κατά τη βάδιση στο οριζόντιο επίπεδο, οι παράμετροι αυτές δεν παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές αναπαράγοντας διαρκώς το ίδιο κινητικό πατέντο (Kaufman, 2001; White, 1999). Πιο συγκεκριμένα, παρόλο που οι τιμές τόσο στο χρόνο επαφής του πέλματος, όσο και στις πιέσεις (μέση και μέγιστη) παρουσίασαν διαφοροποιήσεις, ωστόσο δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και δεν φαίνεται να επηρεάστηκαν από την εφαρμογή του προγράμματος.

Τα αποτελέσματα δε διέφεραν από μία έρευνα των Co και συν. (1993), οι οποίοι αξιολόγησαν άτομα που είχαν χειρουργηθεί μετά από ρήξη του συνδέσμου χωρίς ωστόσο να εφαρμόσουν κάποιο πρόγραμμα παρέμβασης. Στην έρευνα η μία ομάδα αποτελούνταν από 10 χειρουργημένους (μ.ο. 31 μήνες μετά την επέμβαση) και η δεύτερη από 10 υγιείς. Αξιολόγησαν την ιδιοδεκτική ικανότητα με τρία διαφορετικά τεστ καθώς και βιομηχανικές παραμέτρους (δύναμη αντίδρασης του εδάφους) κατά τη βάδιση σε οριζόντιο επίπεδο χωρίς ωστόσο να βρουν σημαντικές διαφορές μεταξύ του υγιούς και του χειρουργημένου σκέλους.

Ωστόσο, τα αποτελέσματα κατά την άνοδο-κάθοδο σκάλας ήταν διαφορετικά. Συγκεκριμένα, ο χρόνος επαφής του πέλματος μεταξύ αρχικής και τελικής αξιολόγησης κατά το ανέβασμα στο πρώτο σκαλοπάτι, διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά, για τις δύο πειραματικές ομάδες, χωρίς όμως η διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ των ομάδων. Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα

κατά την κάθοδο από το τελευταίο σκαλοπάτι όπου οι πειραματικές ομάδες παρουσίασαν σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με την αρχική αξιολόγηση.

Επιπλέον, κατά την κάθοδο από τη σκάλα παρουσιάστηκε σημαντική μεταβολή της μέγιστης τιμής κατακόρυφης δύναμης ($Fz4$) κατά την απογείωση των δακτύλων μεταξύ των δύο μετρήσεων στις πειραματικές ομάδες, η οποία ωστόσο διαφορά, δεν ήταν στατιστικά σημαντική μεταξύ των ομάδων. Τέλος, σημαντική μεταβολή παρουσιάστηκε στη μέση πίεση του πέλματος, κατά τη κάθοδο από τη σκάλα για τις δυο ομάδες σε σύγκριση με τις αρχικές μετρήσεις, η οποία επίσης, δεν ήταν στατιστικά σημαντική μεταξύ των ομάδων.

Τέτοιες διαφορές με τη χρήση δυναμογράφησης, έχουν καταγραφεί και σε έρευνες στις οποίες ωστόσο, δεν υπήρχε κάποιο πρόγραμμα εξάσκησης με αρχικές και τελικές μετρήσεις αλλά γινόταν συσχετίσεις των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους κατά τη βάρδιση στο οριζόντιο επίπεδο και στην άνοδο-κάθοδο σκάλας ατόμων με διαφορετικές ηλικίες (Riener 2002; Stacoff, 2005). Κύριος στόχος ήταν η αξιολόγηση του κινητικού προτύπου της βάρδισης μέσω της αναπαραγόμενης καμπύλης των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους κάτω από διαφορετικές συνθήκες, με σκοπό τη δημιουργία ενός πρωτοκόλλου για την καλύτερη ανάλυσή τους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους, οι διαφορές που παρουσιάζονταν ήταν πιο σημαντικές κατά την άνοδο-κάθοδο σκάλας.

Η επίδραση της θεωρίας των στόχων

Στη παρούσα μελέτη, κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, οι πειραματικές ομάδες εφάρμοσαν το ίδιο πρωτόκολλο εξάσκησης με τη διαφορά ότι οι ασκούμενοι της ομάδας Α (στόχων) πριν την εκτέλεση κάθε προσπάθειας έθεταν ένα βραχυπρόθεσμο στόχο. Όταν αυτός πραγματοποιούνταν, συνέχιζαν θέτοντας κάποιον μεγαλύτερου βαθμού δυσκολίας, λειτουργώντας πάντα με κίνητρο την επίτευξή του.

Λαμβάνοντας υπόψη την αυτοαποτελεσματικότητά τους στην αποκατάσταση διαφορών κακώσεων αλλά σε άλλους τομείς, όπως η δύναμη, έγινε προσπάθεια εφαρμογής τους για τη βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας. Τα αποτελέσματα ήταν παρά πολύ ενθαρρυντικά δεδομένου ότι η ομάδα Α είχε σημαντικά καλύτερα σκορ από την ομάδα Β που η εξάσκηση γινόταν χωρίς τον καθορισμό στόχων και βεβαίως από την ομάδα ελέγχου (Γ) η οποία δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των μετρήσεων.

Επομένως η αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος παρέμβασης παρουσιάζει πάντα περιθώρια βελτίωσης με την εφαρμογή ψυχολογικών τεχνικών και κυρίως με τον καθορισμό στόχων όταν κριτήρια αποτελούν η βελτίωση τόσο στη διαδικασία, όσο και στην εκτέλεση αλλά κυρίως στο αποτέλεσμα.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν έρευνήτες που υποστηρίζουν την σημαντική επίδραση της θεωρίας των στόχων για τη βελτίωση της επίδοσης τόσο στον αθλητισμό όσο και στις καθημερινές δραστηριότητες. Οι κυρίαρχες θεωρίες καθορισμού στόχων περιλαμβάνουν την αυθεντική θεωρία καθορισμού στόχων του Locke (1968) και προσπάθειες από άλλους, που συχνά κινούνταν σε παρακείμενες περιοχές. Οι θεωρίες καθορισμού στόχων βασίζονται σε μια υπόθεση ότι εσωτερικές και γνωστικές διαδικασίες εμπλέκονται.

Η θεωρία του Locke (1968) ισχυρίζεται ότι οι επιδράσεις του καθορισμού στόχων στη δυσκολία και τη συγκεκριμενοποίηση της εκτέλεσης λειτουργούν κυρίως μέσω μηχανισμού κινήτρων. Οι τέσσερις μηχανισμοί που αναγνωρίστηκαν από τους Locke & Latham (1984) είναι: α) κινητοποίηση και προσπάθεια, β) κατεύθυνση της προσοχής και της δράσης, γ) αύξηση της επιμονής, δέσμευση και δ) ανάπτυξη εναλλακτικών στρατηγικών για την επίτευξη των στόχων. Οι παρεμβατικές μελέτες καθορισμού των στόχων έχουν βασίσει τα προγράμματα εκπαίδευσης κυρίως στην ενθάρρυνση αθλητών για τον καθορισμό στόχων εκτέλεσης (Weinberg, 1995).

Ο καθορισμός στόχων αποτελεί πολύ σημαντικό παράγοντα για την βελτίωση φυσικών, αντιληπτικών και ψυχολογικών δεξιοτήτων στην καθημερινή δραστηριότητα, στον αθλητισμό και σε καταστάσεις που προέρχονται μέσα από αυτές, όπως είναι οι τραυματισμοί. Ερευνητές έχουν αποδείξει τη θετική επίδραση που έχει η τεχνική αυτή στην αντιμετώπιση καταστάσεων που προκύπτουν από τον τραυματισμό, ανεξάρτητα από το επίπεδο του ασθενούς, και σχετίζονται κυρίως με την απόδοσή του κατά τη διαδικασία της αποκατάστασης.

Αναφορικά με την ψυχολογία των τραυματισμών στα σπορ και το πώς είναι δυνατό να γίνει σωστός καθορισμός στόχων, έρευνες έχουν δείξει ότι μετά από ένα τραυματισμό, εμφανίζονται ποικίλα συναισθήματα (Kvist, 2005). Κυρίαρχο είναι η έλλειψη αυτοπεποίθησης, ο φόβος και η αγωνία για το χρονοδιάγραμμα της αποκατάστασης και για το αν κάτι τέτοιο θα έχει περαιτέρω συνέπειες. Μέσα από τις προαναφερθείσες θεωρίες στόχων και πάντα λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν, είναι δυνατό οι στόχοι να καθοριστούν σωστά και εξατομικευμένα, για κάθε στάδιο αποκατάστασης, αλλά και να δεσμευτεί ο αθλητής απέναντι στους στόχους αυτούς. Κρίνεται αναγκαία, όμως, η περαιτέρω εργαστηριακή έρευνα στον τομέα του καθορισμού των στόχων σε τραυματισμένους αθλητές, δηλαδή περισσότερες έρευνες με μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων ώστε να υπάρξουν πιο έγκυρα αποτελέσματα.

Τελικές αξιολογήσεις

Στόχος της έρευνας ήταν αφενός να αξιολογήσει την ικανότητα ισορροπίας (έμμεσα ιδιοδεκτικότητας) ατόμων που είχαν υποβληθεί σε χειρουργική θεραπεία μετά από ρήξη ΠΧΣ (8-30 μήνες νωρίτερα) και αφετέρου την επίδραση ενός προγράμματος εξάσκησης της ισορροπίας για τη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας διερευνώντας παράλληλα μεταβολές που είναι δυνατόν να προκαλέσει σε βιομηχανικές παραμέτρους κατά τη δυναμική λειτουργία της βάδισης.

Αναφορικά με την αρχική αξιολόγηση, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι περισσότεροι από αυτούς που δέχθηκαν να συμμετάσχουν στην πρώτη φάση της έρευνας, παρουσίαζαν σημαντικά ελλείμματα ιδιοδεκτικής ικανότητας και σε αυτούς εφαρμόστηκε στη συνέχεια, η πειραματική διαδικασία. Η εφαρμογή του προγράμματος παρέμβασης πραγματοποιήθηκε σε δύο πειραματικές ομάδες, εκ των οποίων στην πρώτη (Α) γινόταν με τον καθορισμό συγκεκριμένου βραχυπρόθεσμου στόχου.

Ο καθορισμός στόχων κυρίως στον τομέα του αθλητισμού έχει επιφέρει συνεχείς και δυναμικές επιδράσεις στην απόδοση. Ωστόσο, από τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται, ότι έχει θετικά αποτελέσματα και στην αποκατάσταση μετά από σημαντικούς τραυματισμούς, όπως είναι η ρήξη του ΠΧΣ.

Οι αξιολογήσεις των συμμετεχόντων πραγματοποιήθηκαν: α. με το Biodex stability system, στην αρχή και στο τέλος του προγράμματος και β. με σανίδες ισορροπίας, μετά από 8 συνεδρίες, 16 συνεδρίες και 24 συνεδρίες (στο τέλος του προγράμματος).

Μετά την εφαρμογή της παρέμβασης τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας και για τις δύο πειραματικές ομάδες (Α,Β) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (Γ). Ωστόσο, σύμφωνα με τα αποτελέσματα τόσο στο ηλεκτρονικό σύστημα όσο και στις σανίδες οι επιδόσεις των χειρουργημένων που συμμετείχαν στην ομάδα εξάσκησης με στόχους (Α) παρουσίασαν διαφοροποιήσεις σε σχέση με την πειραματική ομάδα Β. Πιο συγκεκριμένα οι συμμετέχοντες στην ομάδα Α είχαν σημαντικά καλύτερες επιδόσεις (σκορ) στις παραμέτρους που αξιολογήθηκαν, από αυτούς που αποτελούσαν την Β ομάδα.

Οι παράμετροι αυτές στο ηλεκτρονικό σύστημα ήταν: α. ο συνολικός δείκτης ισορροπίας, β. ο δείκτης σε οβελιαίο επίπεδο και γ. σε μετωπιαίο επίπεδο. Ενώ στις

σανίδες ισορροπίας αξιολογήθηκαν ο χρόνος διατήρησης ισορροπίας στη μονοποδική στήριξη σε κάθε επίπεδο χωριστά και σε όλα μαζί στατικά και δυναμικά.

Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν έρευνες που να έχουν ασχοληθεί με την εφαρμογή και αξιολόγηση προγραμμάτων παρέμβασης μετά την ολοκλήρωση της αποκατάστασης ΠΧΣ, με λειτουργικά τεστ (σανίδες ισορροπίας) και μάλιστα σε αυτά τα χρονικά διαστήματα που παρουσιάζονται στην έρευνα. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί, ότι οι μεταβολές που παρουσιάστηκαν μεταξύ των ενδιάμεσων αξιολογήσεων ήταν σημαντικές, παρά το γεγονός ότι το διάστημα που μεσολάβησε ήταν μικρότερο από ανάλογες αξιολογήσεις που εμφανίζονται σε μελέτες κυρίως της ποδοκνημικής άρθρωσης και όχι τόσο της άρθρωσης του γόνατος.

Όσον αφορά τις βιομηχανικές παραμέτρους που αξιολογήθηκαν δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές μεταβολές στις πειραματικές ομάδες κατά τη βάδιση στο οριζόντιο επίπεδο, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στο χρονικό διάστημα που έχει παρέλθει από την επέμβαση και οι μεταβολές προφανώς έχουν ολοκληρωθεί. Ωστόσο, κατά την άνοδο-κάθοδο σκάλας παρουσιάστηκαν κάποιες μεταβολές των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους οι οποίες δεν ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ των ομάδων αλλά διέφεραν μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων στις δύο πειραματικές ομάδες.

Δεν έχουν γίνει πολλές έρευνες που να αξιολογούν το βαθμό συσχέτισης που ενδεχομένως να υπάρχει μεταξύ της συγκεκριμένης ικανότητας και της ανάλυσης βάδισης, ωστόσο, αυτό που πρέπει να τονιστεί είναι η θετική επίδραση που είχε η εκτέλεση του προγράμματος για τον κύριο στόχο για τον οποίο εφαρμόστηκε, δηλαδή τη βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας μετά την αποκατάσταση της βλάβης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η ιδιοδεκτική ικανότητα ατόμων μετά από ρήξη του ΠΧΣ παρουσιάζει, όπως υποστηρίζουν και άλλοι έρευνητές (Ageberg, 2001; Bonfim, 2003; Roberts, 2000) ελλείμματα, ακόμη και μετά την ολοκλήρωση της αποκατάστασης (εγχειρητικής και μετεγχειρητικής), αξιολογώντας διαφορές στην ικανότητα ισορροπίας μεταξύ του χειρουργημένου και του υγιούς άκρου,
2. Η ιδιοδεκτική ικανότητα μπορεί να βελτιωθεί με την εφαρμογή προγράμματος εξάσκησης της ικανότητας ισορροπίας ακόμη και μετά την ολοκλήρωση της φυσιοθεραπευτικής αποκατάστασης (Liu-Ambrose, 2003).
3. Η τεχνική του καθορισμού στόχων επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα εφαρμογής τέτοιων προγραμμάτων δίνοντας κίνητρο στους συμμετέχοντες με συνέπεια την επίτευξη υψηλότερων σκορ κατά την εξάσκηση και την αξιολόγηση.
4. Τα άτομα αυτά δεν παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές κατά τη δυναμική λειτουργία της βάδισης στο οριζόντιο επίπεδο, πριν και μετά την ολοκλήρωση ενός τέτοιου προγράμματος εφόσον έχει παρέλθει το χρονικό διάστημα της αποκατάστασης μετά το χειρουργείο (Kaufman, 2001; White, 1999)
5. Παρουσιάζουν, ωστόσο, κάποιες μεταβολές κατά την άνοδο-κάθοδο σε επικλινές επίπεδο (σκάλα) που οφείλονται στην αυξημένη τάση που εμφανίζουν οι εμπλεκόμενες δομές κυρίως της άρθρωσης του γόνατος.
6. Οι βελτιώσεις της ικανότητας ισορροπίας(έμμεσα ιδιοδεκτικότητας) σε χειρουργημένους μετά από ρήξη ΠΧΣ εμφανίζονται μετά από εκτέλεση ασκήσεων ισορροπίας για χρονικό διάστημα $2^{1/2}$ εβδομάδων.
7. Η βελτίωση της ικανότητας ισορροπίας είναι συνεχής και ενώ στην αρχή ακολουθεί μια ιδιαίτερα αύξουσα πορεία στη συνέχεια σταθεροποιείται σε κάποια επίπεδα ή παρουσιάζει βελτίωση αλλά με πιο αργούς ρυθμούς.
8. Άτομα με φυσιολογική λειτουργική δραστηριότητα, που δε συμμετέχουν σε προγράμματα αποκατάστασης της ιδιοδεκτικής ικανότητας δεν εμφανίζουν βελτιώσεις στην ικανότητα αυτή.

Προτάσεις

Η εξάσκηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας μέσω της ισορροπίας αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την πρόληψη μελλοντικών τραυματισμών δεδομένου ότι ενεργοποιεί μηχανισμούς για την προστασία της άρθρωσης.

1. Είναι σημαντικό να πραγματοποιείται αξιολόγηση της ιδιοδεκτικής ικανότητας σε άτομα που έχουν υποβληθεί σε επέμβαση ανακατασκευής του συνδέσμου ακόμη και αρκετούς μήνες μετά την επέμβαση, ιδίως όταν πρόκειται για αθλητές.
2. Όταν υπάρχουν ελλείμματα ιδιοδεκτικότητας προτείνεται η εφαρμογή προγραμμάτων εξάσκησης της ικανότητας ισορροπίας για την επανεκπαίδευση των ιδιοϋποδοχέων της άρθρωσης ακόμη και μετά την φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση.
3. Το πρόγραμμα είναι σημαντικό να περιλαμβάνει ασκήσεις προοδευτικής δυσκολίας ώστε να είναι δυνατή η εκτέλεσή του και συγχρόνως να προκαλεί το ενδιαφέρον με τη εναλλαγή των ασκήσεών του.
4. Επιπλέον, το πρόγραμμα εξάσκησης είναι χρήσιμο να περιλαμβάνει ασκήσεις που σχετίζονται με τις λειτουργικές δραστηριότητες του ασκούμενου-ασθενή ώστε να επιτυγχάνει την εγρήγορση και τη καλύτερη συγκέντρωσή του κατά την εκτέλεση.
5. Η εφαρμογή της θεωρίας καθορισμού στόχων αποτελεί ένα στοιχείο που προτείνεται κατά την εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων αφού παρουσιάζει σημαντικά αποτελέσματα βελτίωσης της συγκεκριμένης ικανότητας. Δίνοντας κίνητρο κατά την εκτέλεση αποφεύγεται ο κίνδυνος εμφάνισης ψυχολογικής κούρασης από τον ασκούμενο.
6. Συγχρόνως, κρίνεται απαραίτητη η ενημέρωση των εμπλεκομένων για τα οφέλη και τις δυνατότητες που εμφανίζονται από τη σωστή εκτέλεση ενός τέτοιου προγράμματος.

Προτείνεται έρευνα αναφορικά με την επίδραση που έχει η εφαρμογή ενός τέτοιου προγράμματος σε άτομα με ρήξη ΠΧΣ, αξιολογώντας την ιδιοδεκτική ικανότητα πριν την επέμβαση ανακατασκευής του, τον τρίτο μήνα μετά την επέμβαση και τέλος μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος.

Επίσης, προτείνεται έρευνα αναφορικά με την επίδραση δύο διαφορετικών προγραμμάτων για τη βελτίωση της ιδιοδεκτικής ικανότητας μετά τους έξι μήνες από την επέμβαση δίνοντας έμφαση: α. σε ασκήσεις ανοικτής κινητικής αλυσίδας και β. σε ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ageberg E., Zatterstrom R., Moritz U., and Friden T. (2001). Influence of supervised and nonsupervised training on postural control after an acute anterior cruciate ligament rupture: A three-year longitudinal prospective study. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 31(11), 632–644.
- Aggelousis N., Mavromatis G., Gourgoulis V., Pollatou E., Malliou V., Kioumourtoglou E. (2001). Modifications of neuromuscular activity and improvement in performance of a novel motor skill. *Perceptions Motor Skills*, 93(1), 239-248
- Αγγελούσης Ι. (2007). Παθήσεις Μυοσκελετικού Συστήματος. Σημειώσεις Δ.Μ.Π.Σ. *Πρόληψη-Παρέμβαση-Αποκατάσταση*
- Alfredson H., Forsgren S., Thorsen K., Lorentzon R. (2001). In vivo microdialysis and immunohistochemical analyses of tendon tissue demonstrated high amounts of free glutamate and glutamate NMDAR1 receptors, but no signs of inflammation, in Jumper's knee. *Journal of Orthopaedic Research*, 19, 881-886
- Allegrucci M., Whitney S., Lephart S., Irrgang J., Freddie H. (1995). Shoulder kinesthesia in healthy unilateral athletes participating in upper extremity sports. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy* 21 (4), 220-226
- Αμπατζίδης Γ. (1998). Τραυματικές κακώσεις γόνατος. Ρήξη πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. *Αθλητικές Κακώσεις*, σελ 533-540. *University Studio Press*
- Andriacchi T., Birac D. (1993). Functional testing in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 288, 40-47

- Arendt E., Dick R. (1995). Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature. *American Journal of Sports Medicine*, 23, 694-701
- Arnold T., Shelbourne D. (2000), A perioperative rehabilitation program for anterior cruciate ligament surgery, *The Physician and Sports Medicine*, 28, 31-44.
- Attfield S.F., Wilton T.J., Pratt D.J. Sampatakakis A. (1996). Soft tissue balance and recovery of proprioception after total knee replacement. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 78 (4), 540-545
- Baldwin S.L., VanArman T.W., Ploutz-Snyder L.L. (2004). Reliability of dynamic bilateral postural stability on the Biodex Stability System in older adults. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 36(5), 530.
- Bandura A. (1990). Perceived self-efficacy in the exercise of personal agency. *Journal of Applied Sport Psychology*, 2, 128-163
- Barrack RL, Skinner HB, Burkley SL, (1989). Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *American Journal of Sports Medicine*, 17, 1-6
- Bastian H.C. (1909). The functions of the kinesthetic area of the brain. *Brain*, 32, 327-341
- Bellier G., Christel P., Colombet P., Djian P., Franceschi P., Sbihi A. (2004). Double-stranded hamstring graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 20, 8
- Beneka AG, Malliou PC, Benekas G. (2003). Water and land based rehabilitation for Achilles tendinopathy in an elite female runner. *British Journal of Sports Medicine*, 37 (6), 535-537
- Beneka A, Malliou P, Fatouros I, Jamurtas A, Gioftsidou A, Godolias G, Taxildaris K. (2005). Resistance training effects on muscular strength of elderly are

- related to intensity and gender. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 8(3), 274-283
- Berchuck M., Andriacchi T., Bach B., Reider B. (1990). Gait adaptations by patients who have a deficient anterior cruciate ligament. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 72, 871-877
- Berne R., Levy M. (1996). *Somatosensory System. Principles of Physiology*, 2nd edition 111-133
- Biau D.J., Katsahian S., Nizard R. (2007). Hamstring tendon autograft better than bone-patellar tendon-bone autograft in ACL reconstruction - a cumulative meta-analysis and clinically relevant sensitivity analysis applied to a previously published analysis. *Acta Orthopaedica*, 78(5), 705-7
- Biel A., Dudziński K. (2005). Rehabilitation outcome in patients recovering from reconstruction of the anterior cruciate ligament: a preliminary report. *Ortopaedica Traumatologica Rehabilitation*, 7(4), 401-405.
- Boden B.P., Dean G.S., Feagin J.A., Garrett W.E. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopaedics*, 23(6), 573-578.
- Boden B. P., Griffin, L. Y. & Garrett jr, W. E. (2000). Etiology and prevention of noncontact ACL injury. *The Physician and Sports Medicine*, 28 (4), 53-60.
- Bonfim TR, Jansen Paccola CA, Barela JA. (2003). Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, 1217-1223
- Borsa P.A., Lephart S.M., Irrgang J.J. (1998). Comparison of performance based and patient reported measures of function in anterior cruciate ligament deficient individuals. *Journal of Sports Physical Therapy* 28(6), 392-399

- Brännvall K., Corell M., Forsberg-Nilsson K., Svenningsen A.F. (2008). Environmental cues from CNS, PNS, and ENS cells regulate CNS progenitor differentiation. *Neuroreport*, 19, 1283-1289.
- Brodal P. (1992). The central nervous system. Structure and function. Oxford University Press
- Burton, D., & Pierce, B. (1998). Investigating the Impact of Goal-Setting Styles on a Goal-Setting Program for Female Gymnasts. *The Sport Psychologist*, 12, 156-168.
- Buss, D. D., Min, R., Skylar, M., Galinat, B., Warren, R. F., & Wickiewicz, T. L. (1995). Nonoperative treatment of acute anterior cruciate ligament injuries in a selected group of patients. *The American Journal of Sports Medicine*, 23 (2), 160-165.
- Carrington C., Ubolsakka C., White M. (2003). Interaction between muscle metaboreflex and mechanoreflex modulation of arterial baroreflex sensitivity in exercise. *Journal of Applied Physiology*, 95, 43-48
- Carter N.D., Jenkinson T.R., Wilson D., Jones D.W., Torode S.A. (1997). Joint position sense and rehabilitation in the anterior cruciate ligament deficient knee. *British Journal Of Sports Medicine*. 31, 209-212
- Chappell J.D., Yu B., Kirkendall D.T., Garrett W.E. (2002). A comparison of knee kinetics between male and female recreational athletes in stop-jump tasks. *American Journal of Sports Medicine*, 30 (2), 261-267.
- Charlton W.P.H., St. John T.A., Ciccotti M.G., Harrison N., Schweitzer M. (2002). Differences in the femoral notch anatomy between men and women-a magnetic resonance imaging study. *American Journal of Sports Medicine*; 30: 329-333.
- Cheung Y., Magge T.F. (1992). MRI of anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Compined Assesment Tomography*, 7(4), 344-349

- Chmielewski T.L., Hurd W.J., Rudolph K.S., Axe M.J., Snyder-Mackler L. (2005). Perturbation Training Improves Knee Kinematics and Reduces Muscle Co-contraction After Complete Unilateral Anterior Cruciate Ligament Rupture. *Physical Therapy*, 85, 8, 740-754
- Christina K.A., Cavanagh P.R. (2002). Ground reaction forces and frictional demands during stair descent: effects of age and illumination. *Gait Posture*, 15, 153–158
- Clancy W.C. (1982). Anterior cruciate ligament reconstruction using one third of the patellar ligament, augmented by extraarticular tendon transfers. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 64, 352-359
- Co F.H., Skinner H.B., Cannon W.D. (1993). Effect of reconstruction of the anterior cruciate ligament on proprioception of the knee and the heel strike transient. *Journal of Orthopaedic Research*, 11, 696-704
- Cooper RL, Taylor NF, Feller JA. (2005). A randomised controlled trial of proprioceptive and balance training after surgical reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Research in Sports Medicine*. 13(3), 217-30.
- Cooper RL, Taylor NF, Feller JA. (2005). A systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. *Research in Sports Medicine*. 13(2), 163-78.
- Corrigan, J. P., Cashman, W. F., & Brandy, M. P. (1992). Proprioception in the cruciate deficient knee. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 74-B, 247-250.
- Corry I.S., Webb J.M., Clingeffer A.J., Pinkczewski L.A. (1999). Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patellar tendon autograft and four strand hamstring tendon autograft. *American Journal of Sports Medicine*, 19, 2478-2484

- Γιγής Π. (2006). *Λειτουργική ανατομική του γόνατος*. Σεμινάριο Γενικό Νοσοκομείο Γεννηματάς Θεσσαλονίκης
- Γιγής Π., Παρασκευάς Γ. (1999). *Νευροανατομία-Κεντρικό Νευρικό Σύστημα*. University Studio Press
- Γιοφτσίδου Α. (2002). *Αξιολόγηση και εξάσκηση της ιδιοδεκτικότητας των κάτω άκρων σε υψηλού επιπέδου νεαρούς καλαθοσφαιριστές*. Διδακτορική Διατριβή, Τ.Ε.Φ.Α.Α., Δ.Π.Θ.
- Deie M, Sakamaki Y, Sumen Y, Urabe Y, Ikuta Y. (2002). Anterior knee laxity in young women varies with their menstrual cycle. *International Orthopaedics*, 26, 154-166
- Devita P., Torry M., Glover K., Speroni D. (1996). A functional knee brace alters joint torque and power patterns during walking and running. *Journal of Biomechanics*, 29, 583-588
- Devita P., Hortobagyi T., Barrier J. (1997). Gait adaptations before and after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 29, 853-859
- Eils E., Behrens S., Mers O., Thorwesten L., Voker K., Rosenbaum D. (2004). Reduced plantar sensation causes a cautious walking pattern. *Gait and Posture*, 20, 54-60
- Elison A.E. (1979). Distal iliotibial band transfer for anterolateral rotary instability of the knee. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 61, 330-337
- Enoka R. (2002). *Neuromechanics of Human Movement*. Human Kinetics
- Eriksson K., Anderberg P., Hamberg P., Lofgren A.C., Bredenberg M., Westman I., Wredmark T. (2001). A comparison of quadruple semitendinosus and patellar

- tendon grafts in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 83, 348-354
- Evans L, Hardy L. (2002). Injury rehabilitation: a qualitative follow-up study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73, 320-329
- Evans, L., Hardy, L., Fleming, S., (2000). Intervention Strategies With Injured Athletes: An Action Research Study. *The Sport Psychologist*, 14: 188-206
- Fatouros I.G., Taxildaris K., Tokmakidis S.P., Kalapotharakos V., Aggelousis N., Athanasopoulos S., Zeeris I., Katrabasas I. (2002). The effects of strength training, cardiovascular training and their combination on flexibility of inactive older adults. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 112-119
- Faunø P, Wulff Jakobsen B. (2006). Mechanism of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *International Journal of Sports Medicine*. 27(1), 75–79.
- Ferber R., McClay Davis I., Williams, D.S. (2003). Gender differences in lower extremity mechanics during running. *Clinical Biomechanics*; 18, 350-357.
- Ferretti A, Papandrea P, Conteduca F, Mariani P.P. (1992). Knee ligament injuries in volleyball players. *American Journal of Sports Medicine*. 20(2), 203–207.
- Finsterbush, A., Frankl, U., Matan, Y., & Mann, G. (1990). Secondary damage to the knee after isolated injury of the anterior cruciate ligament. *The American Journal of Sports Medicine*, 18 (5), 475-479.
- Fisher A.C. (1990). Adherence to sports injury rehabilitation programmes. *Sports Medicine*, 9, 151-158

- Fischer-Rasmussen T, Jensen PE. (2000). Proprioceptive sensitivity and performance in anterior cruciate ligament-deficient knee joints. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 10, 85-89
- Freedman K.B., D'Amato M.J., Nedeff D.D., Kaz A., Bach J. (2003). Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A meta-analysis comparing patellar tendon and hamstring autografts. *American Journal Of Sports Medicine*, 31(1), 2-11
- Friden, T., Zatterstrom, R., Lindstrand, A., Moritz, U. (1989). A stabilometric technique for evaluation of lower limb instabilities. *American journal of Sports Medicine*, 17: 118-122
- Fridén T., Roberts D., Ageberg E., Walden M., Zätterström R. (2001). Review of knee proprioception and the relation to extremity function after an anterior cruciate ligament rupture. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 31, 567-576.
- Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M, Debski RE. (2004). Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *Journal of Orthopaedic Research*. 22(1), 85-89.
- Garn S.N., Newton R.A. (1988). Kinesthetic awareness in subjects with multiple ankle sprains. *Physical Therapy* 68, 1667-1671
- Gerber, C., Hoppeler, H., Claassen, H., Robotti, G., Zehnder, R., & Jacob, R.P. (1985). The lower extremity musculature in chronic symptomatic instability of the anterior cruciate ligament. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 1034-1043
- Giakas G., Baltzopoulos V. (1997). Time and frequency domain analysis of ground reaction forces during walking: an investigation of variability and symmetry. *Gait Posture*, 5, 189-197.

- Gioftsidou A., Malliou P., Pafis G., Beneka A., Godolias G., Maganaris C.N. (2006). The effects of soccer training and timing of balance training on balance ability. *European Journal of Applied Physiology*, 96 (6), 659-64
- Gioftsidou A., Malliou P. (2006). Preventing Lower Limb Injuries in Soccer Players. *Strength and Conditioning Journal*, 28 (1), 2–5
- Gioftsidou A., Beneka A., Malliou P., Pafis G., Godolias G. (2006). Soccer players' muscular imbalances: restoration with an isokinetic strength training program. *Perception Motor Skills*, 103, 151-159
- Granata K.P., Padua D.A., Wilson S.E. (2002). Gender differences in active musculoskeletal stiffness. Quantification of leg stiffness during functional hopping tasks. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 12, 127-135
- Goodwin P., Morrissey M., Omar R., Brown M., Southall K., McAuliffe T. (2003). Effectiveness of Supervised Physical Therapy in the Early Period After Arthroscopic Partial Meniscectomy. *Physical Therapy*, 83 (5), 520-535
- Grodski M., Marks R. (2008). Exercises following anterior cruciate ligament reconstructive surgery: biomechanical considerations and efficacy of current approaches. *Research in Sports Medicine*. 16(2), 75-96
- Guyton A.C., Hall J.E. (1998). *Textbook of Medical Physiology*. 9th edition ISBN: 0-7216-5944-6
- Hansen M., Dieckmann B., Jensen K., Jakobsen B.W. (2000). The reliability of balance tests performed on the kinesthetic ability trainer (KAT 2000). *Knee Surgery Sports Traumatology, Arthroscopy*, 8, 180–185
- Hardy C.J., & Crace R.K. (1990). 'Dealing with injury.' *Sport Psychology Training Bulletin*, 1, 1-8.

- Hertel J., Gay R.M., Denegar C.R. (2002). Differences in postural control during single leg stance among healthy individuals with different foot types. *Journal of Athletic Training*, 37, 129-132
- Hirokawa S., Solomonow M., Luo Z., Lu Y., D'ambrosia R. (1991). Muscular co-contraction and control of knee stability. *Journal of Electromyography Kinesiology*, 1, 199-208
- Hoher J., Munster A., Klein J. (1995). Validation and application of a subjective knee questionnaire. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 3, 26–33
- Hooper D.M., Morrissey M.C., Drechsler W.L. (2001). Validation of the Hughston Clinic subjective knee questionnaire using gait analysis. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 33, 1456–1462
- Hopper D.M., Creagh M.J., Formby P.A., Goh S.C., Boyle J.J., Strauss G.R. (2003). Functional measurement of knee joint position sense after anterior cruciate ligament reconstruction. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, 868-872
- Hooper D., Morrissey M., Drechsler S., Wendy I., Nicholas C., Coutts F., McAuliffe T. (2002). Gait Analysis 6 and 12 Months after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *Clinical Orthopaedics*, 403, 168-178
- Horton MG, Hall TL. (1989). Quadriceps femoris muscle angle: normal values and relationships with gender and selected skeletal measures. *Physical Therapy*, 69, 897-901
- Howell S., Taylor M. (1996). Brace-free rehabilitation, with early return to activity, for knees reconstructed with a double-looped semitendinosus and gracilis graft. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 78, 814-823
- Hrysomallis C. (2007). Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Medicine*. 37(6), 547-556

- Hurwitz T., Andriacchi T., Kopinski P., Bush-Joseph C., Bach B. (1996). Knee function following anterior cruciate ligament reconstruction, *20th Meeting of American Society of Biomechanics*, 20, 39-40
- Huston L., Greenfield M., Wojtys E. (2000). Anterior Cruciate Ligament injuries in the female athlete. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 372, 50-63.
- Ingersoll C.D., Grindstaff T.L., Pietrosimone B.G., Hart J.M. (2008). Neuromuscular consequences of anterior cruciate ligament injury. *Clinical Sports Medicine*, 27(3), 383-404
- James S. (1983). Biomechanics of knee ligament reconstruction. *Clinical Orthopaedics and Relative Research*, 146, 90-101
- Johansson, H., Sjolander, P., Sojka, P. (1991). A sensory role for the cruciate ligaments. *Clinical Orthopaedics*, 268, 161-78.
- Johnson R. (1988). *Prevention of cruciate ligament injuries*. In The Crucial Ligaments: Diagnosis and Treatment of Ligamentous Injuries About the Knee. J. Feagin, Jr. (Ed.). New York: *Churchil Livingstone*. 349-356
- Johnston H.L., Carroll D. (2000). The psychological impact of injury: effects of prior sport and exercise involvement. *British Journal of Sports Medicine*, 34, 436-439
- Jones AP, Sidhom S, Sefton G. (2007). Long-term clinical review (10-20 years) after reconstruction of the anterior cruciate ligament using the Leeds-Keio synthetic ligament. *Journal of Long Term Effects Medical Implants*. 17(1), 59-69.
- Kanamori A., Zeminski J., Rudy T.W., Li G., Fu F.H., Woo S.L. (2002). The effect of axial tibial torque on the function of the anterior cruciate ligament: a biomechanical study of a simulated pivot shift test. *Arthroscopy*. 18(4), 394-398

- Kaufman K.R., Hughes C., Morrey B.F., Morrey M. (2000). Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis. *Journal of Biomechanics*. 34 , 907–915
- Keller, A., Arissian, K. & Asanuma, H. (1992). Synaptic proliferation in the motor cortex of adult cats after long-term thalamic stimulation. *Journal of Neurophysiology*, 68, 295-308
- Kim SJ, Jeong JH, Ko YG. (2003). Synovitic cyclops syndrome caused by a Kennedy ligament augmentation device. *Arthroscopy*. 19(4), E38
- Knoll Z., Kiss R.M., Kocsis L. (2004). Gait adaptation in ACL deficient patients before and after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(3): 287-294
- Kolt G.S. (2000). 'Doing sport psychology with injured athletes.' In Andersen, M. (Ed.), *Doing sport psychology*. Champaign, Ill. Human Kinetics. 223-236
- Κούβελας Η. (2002). Αρχές φυσιολογίας. *Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης*
- Kostogiannis I., Ageberg E., Neuman P., Dahlberg L., Friden T., Roos H. (2007). Activity level nad subjective knee function 15 years after anterior cruciate ligament injury: a prospective longitudinal study of nonreconstructed patients. *American Journal of Sports Medicine*, 35, 1135-1143
- Kowalk D.L., Duncan J.A., McCue F.C., Vaughan C.L. (1997). Anterior cruciate ligament reconstruction and joint dynamics during stair climbing. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 29, 1406–1413
- Kurosawa H., Yasuda K. (1991). An experimental evaluation of isometric placement for extraarticular reconstructions of the anterior cruciate ligament. *American Journal of Sports Medicine*, 19(4), 384-388

- Kvist J., Ek A., Sporrstedt K., Good L. (2005). Fear of re-injury: a hindrance for returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 13, 393–397.
- Lazzarone C., Crova M. (1990). Extraarticular reconstruction in the treatment of chronic lesions of the anterior cruciate ligament. *Italian Journal of Orthopaedic Traumatology*, 16(4), 459-465
- Lephart S., Fu F. (2000). Proprioception and neuromuscular control in joint stability. *Human Kinetics*
- Lephart S., Fu F. (1995). The role of proprioception in the treatment of sport injuries. *Sport Injuries*, 1, 96-102
- Lidén M, Sernert N, Rostgård-Christensen L, Kartus C, Ejerhed L. (2008). Osteoarthritic changes after anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone or hamstring tendon autografts: a retrospective, 7-year radiographic and clinical follow-up study. *Arthroscopy*. 24(8), 899-908.
- Lipscomb B., Woods W., Jones A. (1992). A biomechanical evaluation of the iliotibial tract screw tenodesis. *American Journal of Sports Medicine*, 20(6), 742-745
- Livingston L.A., Gahagan J.C. (2001). The wider gynaecoid pelvis-larger Q angle-greater predisposition to ACL injury relationship: myth or reality? *Clinical Biomechanics*, 16, 951-952
- Lo J., Müller O., Wünschel M., Bauer S., Wülker N. (2008). Forces in anterior cruciate ligament during simulated weight-bearing flexion with anterior and internal rotational tibial load. *Journal of Biomechanics*. 41(9), 1855-1861.
- Losee R.E., Johnson T.R., Southwick W.D. (1978). Anterior subluxation of the lateral tibial plateau”: A diagnostic test and operative repair. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 60, 1015-1030

- Macintosh D.L., Darby T.A. (1976). Lateral substitution reconstruction. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 58, 112
- Magyar T.M., & Duda J.L. (2000). Confidence restoration following athletic injury. *Sport Psychologist*, 14, 372-390.
- Malinzak R.A., Colby S.M., Kirkendall D.T., Yu B., Garrett W.E. (2001). A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clinical Biomechanics*, 16, 438-445.
- Malliou P., Gioftsidou A., Pafis G., Beneka A., Ispirlidis I., Godolias G.(2004). Proprioception training programs of different durations on soccer players. *Sports and Science*, 1, 160-167
- Malliou P., Amoutzas K., Theodosiou A., Gioftsidou A., Mantis K., Pylianidis T., Kioumourtzoglou E. (2005). Proprioceptive training for learning downhill skiing. *Perception Motor Skills*, 99, 149-154
- Malouin F., Richards C.L. (2000). Preparatory adjustments during gait initiation in 4-6-year-old children. *Gait Posture*, 11, 239-253.
- Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, Kirkendall DT, Garrett W Jr. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1003-1010
- Marcacci M., Molgora A.P., Zaffagnini S., Vascellari A., Iacono F., Presti M.L. (2003). Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 19 (5), 540-546
- Marks R. (1994). Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee. *Australian Physiotherapy*, 40, 175-181.

- Mascarenhas R, Macdonald PB. (2008). Anterior cruciate ligament reconstruction: a look at prosthetics - past, present and possible future. *Mcgill Journal of Medicine*. 11(1), 29-37.
- McCrory J.L., White S.C., Lifeso R.M. (2001). Vertical ground reaction forces: objective measures of gait following hip arthroplasty. *Gait Posture*, 14, 104–109.
- McGuine T.A., Greene J.J., Best T., Levenson G.(2000). Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clinical Journal of Sports Medicine* 10(4), 239-244
- McLean S.G., van den Bogert A.J., Su A. (2003) Effects of neuromuscular control on knee joint loading during sidestepping: Implications for noncontact ACL injury. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*, 33(8), 24
- Meyers J.F., Caspari R.B. (1992). Arthroscopic evaluation of allograft anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 8(2), 157-161
- Meredick RB, Vance KJ, Appleby D, Lubowitz JH. (2008). Outcome of single-bundle versus double-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament: a meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine*. 36(7), 1414-1421
- Mir S.M., Hadian M.R., Talebian S., Nasser N. (2008). Functional assessment of knee joint position sense following anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 42(4), 300-303
- Μπάουμαν Σ., Τσορμπατζούδης Χ.(1995). *Ψυχολογία στον αθλητισμό*. Εκδόσεις Μαϊάνδρος
- Moezy A., Olyaei G., Hadian M., Razi M., Faghihzadeh S. (2008). A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 42(5), 373-378.

- Myklebust G., Engebretsen, L., Braekken, I. H., Skjølberg A., Olsen O., Bahr R. (2003). Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study over Three Seasons. *American Journal of Sports Medicine* 13, 71-78
- Norholm A., Bruun C. (1992). Reconstruction of insufficient anterior cruciate ligament in the knee using a synthetic Dacron prosthesis. *American Journal of Sports Medicine*, (20)1, 20-23
- Noyes F.R., Barber S. (1992). The effect of a ligament augmentation device on allograft reconstructions for chronic ruptures of acl. *American Journal of Sports Medicine*, (15)1, 112-123
- Nobuo A., Mitsuo O., Uchio Y., Junji I., Koji R., Masakazu K. (2002). Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthopaedica Scandinavia*, 73, 330-334
- Nyland J., Brosky T., Currier D., Nitz A., Cabon D. (1994). Review of the afferent nervous system of the knee and its contribution to motor learning. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 13, 26-43
- Oatis C.A., Wolff E.F., Lennon S.K. (2006). Knee joint stiffness in individuals with and without knee osteoarthritis: a preliminary study. *The journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 36, 935-941
- O'Brien S., Warren R. (1991). Reconstruction of the chronically insufficient anterior cruciate ligament with the central third of the patellar ligament. . *Journal of Bone and Joint Surgery*, 73(2), 278-286
- O'Connell M., George K., Stock D. (1998). Postural sway and balance testing: a comparison of normal and anterior cruciate ligament deficient knees. *Gait and Posture*, 8, 136-142

- O'Hara, T. E., Coshgarian, H. G. (1991). Quantitative assessment of phrenic nerve functional recovery mediated by the crossed phrenic reflex at various time intervals after spinal cord injury. *Experimental Neurology*, 111, 244-50.
- Olsen O.E., Myklebust G., Engebretsen L., Holme I., Bahr R. (2003). Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 13(5), 299–304.
- Olsen O.E, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *American Journal of Sports Medicine*. 32(4), 1002–1012
- Overend T.J., Wuori-Fearn J.L., Kramer J.F., MacDermid J.C. (1999). Reliability of a patient-rated forearm evaluation questionnaire for patients with lateral epicondylitis. *Journal of Hand Therapy*, 12(1), 31-37
- Ozenci AM, Inanmaz E, Ozcanli H, Soyuncu Y, Samanci N, Dagseven T, Balci N, Gur S. (2007). Proprioceptive comparison of allograft and autograft anterior cruciate ligament reconstructions. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*. 15(12), 1432-1437
- Pánics G, Tállay A, Pavlik A, Berkes I. (2008). Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. *British Journal of Sports Medicine*, 42(6), 472-476.
- Παππάς Α., Φονταράς Α. (2007). Κατανομή πελματικών πιέσεων με και χωρίς την εφαρμογή περίδεσης τύπου 'tape' στην ποδοκνημική άρθρωση. *Φυσικοθεραπεία*, 10, 97-104

- Patel R., Hurwitz T., Andriacchi T., Bush-Joseph C., Bach B. (1997) Mechanisms by which patients with anterior cruciate ligament deficiency generate the quadriceps avoidance gait. *21st Meeting of American Society of Biomechanics*, 21, 210-211
- Paterno M.V., Myer G.D., Ford K.R., Hewett T.E. (2004). Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*, 34(6), 305-16.
- Petersen A. (1998). *Sexing the body*: representations of sex differences in Gray's Anatomy, 1858 to the present: 4, 1-15
- Pincivero D., Lephart S.M., Henry T. (1995). Learning effects and reliability of the Biodex Stability System. *Journal of Athletic Training*, 30, 35
- Pollard J.B. (2003). Can we explain the high incidence of cardiac arrest during spinal anesthesia for hip surgery? *Anesthesiology*, 99, 754-755
- Πουλής Α. (1997). *Κινησιολογία Ι. Σημειώσεις Φυσικοθεραπείας* Τ.Ε.Ι. Αθήνας
- Pressman A, Johnson DH. (2003). A review of ski injuries resulting in combined injury to the anterior cruciate ligament and medial collateral ligaments. *Arthroscopy*. 19(2), 194-202.
- Rahnama N, Reilly T, Lees A. (2002). Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *British Journal of Sports Medicine*, 36(5), 354-359
- Reider B, Arcand M.A., Diehl L.H., Mroczek K., Abulencia A., Stroud C.C., Palm M., Gilbertson J., Staszak P. (2003). Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 19, 2-12.
- Reilly, D., T., & Martens, M. (1972). Experimental analysis of the quadriceps muscle force and the patello-femoral joint reaction force for various activities. *Acta Physiologica Scandinavica*, 73, 126-137

- Riener R., Rabuffetti M., Frigo C. (2002). Stair ascent and descent at different inclinations. *Gait Posture*, 15, 32-44
- Risberg MA, Holm I, Myklebust G, Engebretsen L. (2007). Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Physical Therapy*, 87(6), 737-750
- Risberg M., Beynnon D., Peura D., Uh S. (1999). Proprioception after anterior cruciate ligament reconstruction with and without bracing. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 7, 303-309
- Riskowski J.L., Mikesky A.E., Bahamonde R.E., Alvey T.V., Burr D.B. (2005). Proprioception, gait kinematics, and rate of loading during walking: Are they related? *Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions*, 5, 379-387
- Roberts D, Fridén T, Stomberg A, Lindstrand A, Moritz U. (2000). Bilateral proprioceptive defects in patients with a unilateral anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison between patients and healthy individuals. *Journal of Orthopaedic Research*, 18, 565-571
- Rodgers M.M. (1995). Dynamic Foot Biomechanics. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*, 21, 306-316
- Rogind H., Simonsen P., Blidall H. (2003). Comparison of Kistler 9861A force platform and Chattecx Balance System for measurement of postural sways correlation and test-retest reliability. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13, 106-114
- Romani W., Patrie J., Curl L.A., Flaws J.A. (2003). The correlations between estradiol, estrone, estriol, progesterone, and sex hormone-binding globulin and anterior cruciate ligament stiffness in healthy, active females. *Journal of Women Health*, 12, 287-298

- Rozzi S., Lephart S., Gear W., Fu F. (1999). Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(3), 312-319.
- Rudolph, K. S., Eastlack, M. E., Axe, M. J., Snyder-Mackler, L. (1998). *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 8 (6), 349-362.
- Rousso S., Chipchase L. (2001). The effect of low-Dye taping on peak plantar pressure of normal feet during gait. *Australian Journal of Physiotherapy*, 47, 239-244
- Sammarco G.J. (1995). *Rehabilitation of the foot and ankle*. Mosby-Year Book, Inc.St. Louis, Missouri 63146
- Sanes J.N., Evarts E.V. (1984). Motor psychophysics. In Enoka (1994). Neuromecanical basis of kinesiology, 2nd edition 217-225 *Human Kinetics*
- Sandberg R., Balkfors b. (1988). The durability of anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon. *American Journal of Sports Medicine*, 16(4), 341-343
- Savvidis E., von der Decken C.B. (1999). Forces acting on foot soles during stair climbing in healthy probands and in patients with coxarthrosis. *Biomedical Technology Berlin*, 44, 98–103
- Scepsis A.A., Greenleaf J. (1990). Prosthetic materials for ACL reconstruction *Orthopaedic Review*, 19(11), 984-991
- Schmitz R., Arnold B. (1998). Intertester and intratester reliability of a dynamic balance protocol using the biodex stability system. *Journal of Sport Rehabilitation*, 7(2), 95 –101
- Scott W.N. (1994). The knee. Vol. 2. Yearbook, Mosby

- Shelbourne K., Klotzwyk M., Wilckens J., Decarlo M. (1995). Ligament stability two to six years after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft and participation in accelerated rehabilitation program. *American Journal of Sports Medicine*, 23, 575-579
- Shelburne K.B, Torry M.R, Pandy M.G. (2005). Muscle, ligament, and joint-contact forces at the knee during walking. *Medicine and Science in Sports Exercise*. 37(11), 1948–1956.
- Sherrington G.S. (1948). The integrative action of the nervous system. London Cambridge Press.
- Shino K., Inoue M. (1990). Reconstruction of the anterior cruciate ligament using allogeneic tendon. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 18(5), 457-465
- Shultz S.J., Carcia C.R., Perrin D.H. (2003). Knee joint laxity affects muscle activation patterns at the knee. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*, 33 (8), 20
- Shultz S.J., Perrin D.H., Adams J.M., Arnold B.L., Gansneder B.M., Granata K.P. (2001). Neuromuscular response characteristics in males and females after knee perturbation in a single leg weight-bearing stance. *Journal of Athletic Training*, 36(1), 37-43
- Slocum D.B., Larson R.L., (1968). Rotary instability of the knee : its pathogenesis and a clinical test to demonstrate its presence. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 50, 211-225
- Σμοκοβίτης Α. (2005). Λεξικό όρων της φυσιολογίας και της φυσιοπαθολογίας. *University Studio Press*

- Snyder-Mackler, L., Fitzgerald, K., Bartolozzi, A. R. & Ciccotti, M. G. (1997). The relationship between passive joint laxity and functional outcome after anterior cruciate ligament surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, 25 (2), 191-195.
- Soderman K, Werner S, Pietila T, Engstrom B, Alfredson H. (2000). Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? A prospective randomized intervention study. *Knee Surgery and Sports Traumatology Arthroscopy*, 8(6), 356-363
- Stacoff A., Diezi C., Luder G., Stüssi E., Kramers-de Quervain I. (2005). Ground reaction forces on stairs: effects of stair inclination and age. *Gait & Posture*, 21(1), 224-238
- Σταυρίδης Ι. (1997). Φυσιολογία του ανθρώπου. Τόμος Β. *Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης*.
- Steadman J., Seemann M. (1988). *ACL injuries in the elite skier*. In The Crucial Ligaments: Diagnosis and Treatment of Ligamentous Injuries About the Knee. Feagin, Jr. (Ed.). New York: *Churchil Livingstone*. 759-772
- Takeuchi R., Saito T., Mituhashi S., Suzuki E., Yamada I., Koshino T. (2002). Double-Bundle Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Bone-Hamstring-Bone Composite Graft. *The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 18, 5, 550-555
- Tegner, Y., Lysholm, J., Lysholm, M., & Gillquist, J. (1986). Strengthening exercises for old cruciate ligament tears. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 57, 130-134.
- Testerman C., Vander Gried R. (1999). Evaluation of ankle instability using Biodex Stability System. *Foot Ankle Int.* 20 (5), 317-321
- Theodorakis Y., Malliou P., Papaioannou A., Beneka A., Filactacidou A. (1996). The effect of personal goals, self-efficacy, and self-satisfaction on injury rehabilitation. *Journal of Sport Rehabilitation*, 5, 214-223

- Timoney J., Inman W., Quesada P. (1993). Return of normal gait patterns after anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*, 21 887-889
- Trew M., Everett T. (1997). *Human Movement, an Introductory Text*. 3rd edition. Churchill Livingstone, London, 105-165
- Urabe Y, Ochi M, Onari K, Ikuta Y. (2002). Anterior cruciate ligament injury in recreational alpine skiers: analysis of mechanisms and strategy for prevention. *Journal of Orthopaedic Science*. 7(1), 1-5.
- Van Lunen B.L., Perrin D.H., Arnold B.L. (2003). Characteristics of anterior cruciate ligament injuries: preliminary findings. Proceedings of the ACL Research Retreat II: The Gender Bias. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*, 33(8), 16
- Webster K., Gonzalez-Adrio R., Julian A. Feller J. (2003). Dynamic joint loading following hamstring and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 15, 35-43
- Weinberg R.S., Gould, D. (1995). *Foundations of sport and exercise psychology*. Champaign, Ill. *Human Kinetics*.
- Wexler, G., Hurwitz, D., Bush-Joseph, C. A., Andriacchi, T. P., & Bernard, R. B. (1998). Functional gait adaptations in patients with anterior cruciate ligament deficiency over time. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 348, 166-175.
- White, R., Agouris I., Selbie R.D., Kirkpatrick M. (1999) The variability of force platform data in normal and cerebral palsy gait. *Clinical Biomechanics*, 14, 185–192.

- Wilk, K., Arrigo C., Andrews J., Clancy W. (1999). Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in the Female Athlete. *Journal of Athletic Training*, 34, 177–193.
- Wilkerson G.B., Nitz A.J., (1994). Dynamic ankle stability: Mechanical and neuromuscular interrelationship. *Journal of Sports Rehabilitation*, 3, 43-57
- Wilson W., Lewis F., Scranton P. (1990). Combined reconstruction of the acl in competitive athletes. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 72(5), 742-748
- Wittenberg, R. H., Oxford, H. U., & Plafki, C. (1998). A comparison of conservative and delayed surgical treatment of anterior cruciate ligament ruptures. A matched pair analysis. *International Orthopaedics*, 22 (3), 145-148
- Wojtys, E. M., & Huston, L. J. (2000). Longitudinal effects of anterior cruciate ligament injury and patellar tendon autograft reconstruction on neuromuscular performance. *The American journal of Sports Medicine*, 28 (3), 336-344.
- Wolpaw, J. R. (1994). Aquisition and maintenance of the simplest motor skill: investigation of CNS mechanisms. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, 1475-1479.
- Yu B, Garrett WE. (2007). Mechanisms of non-contact ACL injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 41(1), 47-51.
- Zatterstrom, R., Friden, T., Lindstrand, A., & Moritz, U. (1994). The effect of physiotherapy on standing balance in chronic anterior cruciate ligament insufficiency. *The American journal of Sports Medicine*, 22, 531-536.